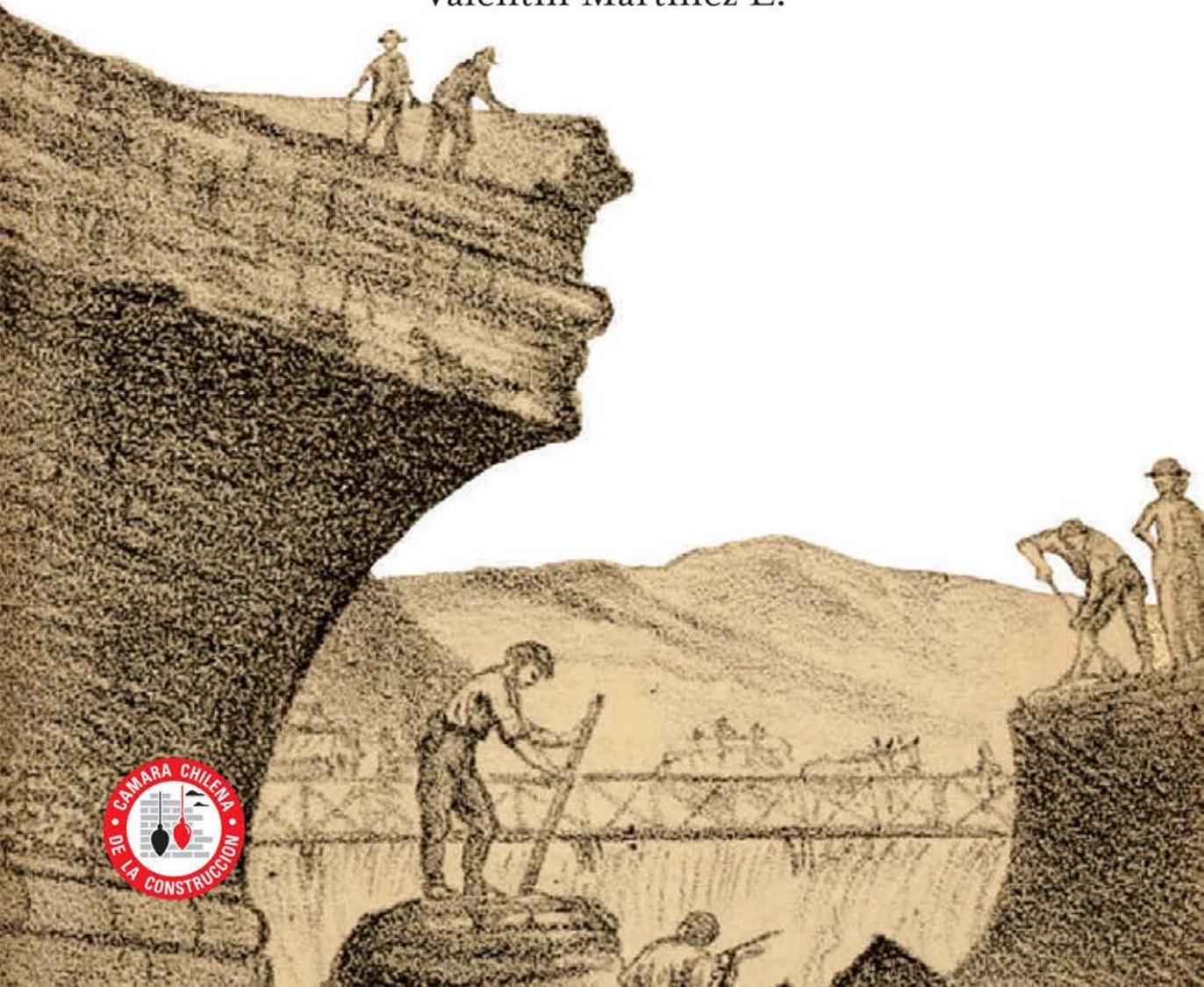




CANALIZACIÓN DEL RÍO MAPOCHO

PROYECTO PRESENTADO
A LA MUNICIPALIDAD DE SANTIAGO

Valentín Martínez L.



BIBLIOTECA FUNDAMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHILE

CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
BIBLIOTECA NACIONAL

BIBLIOTECA FUNDAMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHILE

INICIATIVA DE LA CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN,
JUNTO CON LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
Y LA DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS

COMISIÓN DIRECTIVA

GUSTAVO VICUÑA SALAS (PRESIDENTE)
AUGUSTO BRUNA VARGAS
XIMENA CRUZAT AMUNÁTEGUI
JOSÉ IGNACIO GONZÁLEZ LEIVA
MANUEL RAVEST MORA
RAFAEL SAGREDO BAEZA (SECRETARIO)

COMITÉ EDITORIAL

XIMENA CRUZAT AMUNÁTEGUI
NICOLÁS CRUZ BARROS
FERNANDO JABALQUINTO LÓPEZ
RAFAEL SAGREDO BAEZA
ANA TIRONI

EDITOR GENERAL

RAFAEL SAGREDO BAEZA

EDITOR

MARCELO ROJAS VÁSQUEZ

CORRECCIÓN DE ORIGINALES Y DE PRUEBAS

ANA MARÍA CRUZ VALDIVIESO
PAJ

BIBLIOTECA DIGITAL

IGNACIO MUÑOZ DELAUNOY
I.M.D. CONSULTORES Y ASESORES LIMITADA

GESTIÓN ADMINISTRATIVA

CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN

DISEÑO DE PORTADA

TXOMIN ARRIETA

PRODUCCIÓN EDITORIAL A CARGO

DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DIEGO BARROS ARANA
DE LA DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS

PRESENTACIÓN

La *Biblioteca Fundamentos de la Construcción de Chile* reúne las obras de científicos, técnicos, profesionales e intelectuales que con sus trabajos imaginaron, crearon y mostraron Chile, llamaron la atención sobre el valor de alguna región o recurso natural, analizaron un problema socioeconómico, político o cultural, o plantearon soluciones para los desafíos que ha debido enfrentar el país a lo largo de su historia. Se trata de una iniciativa destinada a promover la cultura científica y tecnológica, la educación multidisciplinaria y la formación de la ciudadanía, todos requisitos básicos para el desarrollo económico y social.

Por medio de los textos reunidos en esta biblioteca, y gracias al conocimiento de sus autores y de las circunstancias en que escribieron sus obras, las generaciones actuales y futuras podrán apreciar el papel de la ciencia en la evolución nacional, la trascendencia de la técnica en la construcción material del país y la importancia del espíritu innovador, la iniciativa privada, el servicio público, el esfuerzo y el trabajo en la tarea de mejorar las condiciones de vida de la sociedad.

El conocimiento de la trayectoria de las personalidades que reúne esta colección, ampliará el rango de los modelos sociales tradicionales al valorar también el quehacer de los científicos, los técnicos, los profesionales y los intelectuales, indispensable en un país que busca alcanzar la categoría de desarrollado.

Sustentada en el afán realizador de la Cámara Chilena de la Construcción, en la rigurosidad académica de la Pontificia Universidad Católica de Chile, y en la trayectoria de la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos en la preservación del patrimonio cultural de la nación, la *Biblioteca Fundamentos de la Construcción de Chile* aspira a convertirse en un estímulo para el desarrollo nacional al fomentar el espíritu emprendedor, la responsabilidad social y la importancia del trabajo sistemático. Todos, valores reflejados en las vidas de los hombres y mujeres que con sus escritos forman parte de ella.

Además de la versión impresa de las obras, la *Biblioteca Fundamentos de la Construcción de Chile* cuenta con una edición digital y diversos instrumentos, como *softwares* educativos, videos y una página web, que estimulará la consulta y lectura de los títulos, la hará accesible desde cualquier lugar del mundo y mostrará todo su potencial como material educativo.

COMISIÓN DIRECTIVA - COMITÉ EDITORIAL
BIBLIOTECA FUNDAMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHILE

MARTÍNEZ L., VALENTÍN 1843-1934

627.130983 CANALIZACIÓN DEL RÍO MAPOCHO, PROYECTO PRESENTADO A LA MUNICIPALIDAD DE
M385c SANTIAGO/VALENTÍN MARTÍNEZ L.; [EDITOR GENERAL, RAFAEL SAGREDO BAEZA].
2013 -[1ª ED.].- SANTIAGO DE CHILE: CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN: PONTI-
FICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE: DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y
MUSEOS, c2013.

liii, 286 p.: IL., FACSIMS., PLANOS; 28 CM (BIBLIOTECA FUNDAMENTOS DE LA CONS-
TRUCCION DE CHILE)

INCLUYE BIBLIOGRAFÍA.

ISBN: 9789568306083 (OBRA COMPLETA) ISBN: 9789568306953 (TOMO LXXXVIII)

1. Río Mapocho (Chile) -Canalización. I. SAGREDO BAEZA, RAFAEL, 1959- ED.

© CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN, 2013
MARCHANT PEREIRA 10
SANTIAGO DE CHILE

© PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE, 2013
AV. LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS 390
SANTIAGO DE CHILE

© DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS, 2013
AV. LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS 651
SANTIAGO DE CHILE

REGISTRO PROPIEDAD INTELECTUAL
INSCRIPCIÓN N° 225.016
SANTIAGO DE CHILE

ISBN 978-956-8306-08-3 (OBRA COMPLETA)
ISBN 978-956-8306-95-3 (TOMO OCTOGÉSIMO OCTAVO)

IMAGEN DE LA PORTADA
REPRESENTACIÓN DE LAS CANTERAS DEL CERRO SAN CRISTÓBAL

DERECHOS RESERVADOS PARA LA PRESENTE EDICIÓN

CUALQUIER PARTE DE ESTE LIBRO PUEDE SER REPRODUCIDA
CON FINES CULTURALES O EDUCATIVOS, SIEMPRE QUE SE CITE
DE MANERA PRECISA ESTA EDICIÓN.

Texto compuesto en tipografía *Berthold Baskerville 10/12,5*

SE TERMINÓ DE IMPRIMIR ESTA EDICIÓN, DE 1.000 EJEMPLARES,
DEL TOMO LXXXVIII DE LA *BIBLIOTECA FUNDAMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHILE*,
EN VERSIÓN PRODUCCIONES GRÁFICAS LTDA., EN ENERO DE 2013

IMPRESO EN CHILE / PRINTED IN CHILE

VALENTÍN MARTÍNEZ L.

CANALIZACIÓN
DEL
RÍO MAPOCHO.
PROYECTO PRESENTADO
A LA MUNICIPALIDAD
DE SANTIAGO



SANTIAGO DE CHILE
2013



Valentín Martínez
1843- 1934

EL INGENIERO, LAS AGUAS Y LA CIUDAD: TÉCNICA Y NACIÓN EN LA OBRA DE VALENTÍN MARTÍNEZ

Simón Castillo Fernández

RESEÑA BIOGRÁFICA

La vida profesional de Valentín Martínez se insertó en un contexto histórico en que la ciudad chilena dejó de ser un asentamiento de características rurales, complejizando su estructura e inaugurando nuevos problemas y desafíos para las autoridades. Fue gestor de numerosas obras públicas que aceleraron la incorporación efectiva de extensas áreas rurales al territorio nacional. En esas dos dimensiones espaciales se centró su trabajo; siempre interesado, además, en los modos más racionales para utilizar el agua, tanto para el riego agrícola como para el abastecimiento y servicios sanitarios urbanos. Su legado, patente en obras como puentes, tuberías e instalaciones sanitarias, entre otras, nos dan cuenta de su trabajo como técnico en el Chile de fines del siglo XIX.

Hacia 1880, la migración desde las zonas rurales hacia los centros urbanos se acentuó, aumentando también las normas, legislaciones e intervenciones urbanísticas que pretendían responder a las necesidades crecientes. Santiago se convirtió en una ciudad primada o ciudad-capital de doscientos cincuenta mil habitantes, consolidando su predominio por sobre urbes como Valparaíso y Concepción. Pero también crecieron antiguos asentamientos que concentraron población como nunca lo habían hecho: Concepción en el sur, Curicó y Talca en el Valle Central, Iquique en el norte salitrero, Coquimbo en el Norte Chico. Este crecimiento demográfico, sumado a una cobertura de equipamiento y servicios insuficiente, produjo graves problemas sanitarios. La previsión y respuesta estatal, al menos hasta fines de la década de 1880 y pese a varios intentos puntuales, fue precaria. Existieron regulaciones específicas, materializadas en ordenanzas para solucionar problemas de ventilación de habitaciones populares, aseo de plazas y calles, y la prohibición o erradicación de mataderos y basurales. Sin embargo, las ciudades chilenas care-

cieron de obras de infraestructura sanitaria, así como de regulaciones generales de la estructura urbana¹. Los sectores populares comenzaron a hacinarse en viviendas estrechas e insalubres, como los conventillos. Se multiplicaron las epidemias de tifus, viruela y cólera, entre otras enfermedades contagiosas, muriendo miles de personas².

El ingeniero Valentín Martínez inició su labor profesional en la década de 1870, justo cuando comenzaban estos fenómenos. Nacido en Rancagua en 1843, fue hijo de Pedro Martínez, militar partícipe en la expedición libertadora de Perú, y de la arequipeña Gertrudis Lamas. Realizó sus estudios primarios en el liceo de su ciudad natal, para luego ingresar al Instituto Nacional, donde hacia 1872 cursaba estudios de Matemática. En dicho establecimiento obtuvo una beca de financiamiento gracias al rector Diego Barros Arana, y cuando se encontraba en segundo año fue comisionado por el Estado junto con otros dos compañeros de estudio –Enrique Fonseca y Ricardo Fernández– para perfeccionarse en Europa³. Fue a la Universidad de Gante, una de las más antiguas de los Países Bajos, y al igual que sus compañeros radicados en Francia, recibía seiscientos veinticinco francos al mes, además de los gastos en transporte⁴. Allí pudo visitar industrias y laboratorios en Francia e Inglaterra, entre otros países. En este último tomó contacto por primera vez con Robert Rawlinson, ingeniero especialista en instalaciones sanitarias (desagües y agua potable), y en el tratamiento de los ríos urbanos.

El financiamiento fiscal entregado para su estadía es una muestra de las nuevas expectativas que se tenían respecto al perfeccionamiento de profesionales técnicos y su actualización en áreas científicas. Regresó a Chile en 1876, ya graduado como ingeniero civil, siendo nombrado profesor del curso de Puentes y Calzadas de la Universidad de Chile, tal como lo estipulaba su contrato de becario. Dos años después fue integrado como académico de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Mientras tanto, publicó sus primeros escritos en los *Anales de la Universidad de Chile* con un texto agrícola sobre el marco de aguas (1877), otro sobre los canales de riego (1878) y un tercero titulado “El Regador” (1880). Desde entonces, el se perfiló como uno de los principales especialistas chilenos en regadíos agrícolas, junto con su colega Manuel Concha.

Abriendo la década de los ochenta se le nombró como jefe para su primera gran obra pública: el dique seco de Talcahuano. Por decreto supremo de 15 de noviembre de 1882 se le encomendó crear un proyecto para un dique de carena para las embarcaciones de la Armada, que se construiría en la caleta del Manzano, en Talcahuano. La obra significó una auténtica renovación del puerto, que hasta entonces había sido un asentamiento emplazado estratégicamente, pero con escasa capacidad material para servir como puerto mayor.

¹ Un estudio reciente en Rodrigo Hidalgo y Pablo Camus, “La difusión de las ideas urbanísticas modernas en Chile: desde la transformación de ciudades a la ciudad lineal”.

² Armando de Ramón, *Santiago de Chile (1541-1941). Historia de una sociedad urbana*.

³ Ernesto Greve, *Historia de la ingeniería en Chile*, p. 301 y ss.

⁴ Sol Serrano, *Universidad y nación. Chile en el siglo XIX*, p. 213.

A partir de 1883, el gobierno de Domingo Santa María le encargó la dirección del levantamiento de numerosos puentes carreteros, construcciones que a juicio de Ernesto Greve, “sirvieron de verdadera escuela práctica a buen número de sus jóvenes alumnos designados como ayudantes”⁵. Trabajó en puentes y calzadas de las zonas norte, centro y sur; por ejemplo, en el río Aconcagua, frente a La Calera, para unir esta localidad con Petorca y La Ligua. Es interesante conocer los materiales utilizados en esta última gestión. Elevó su proyecto al ministro del Interior en 1882, donde se “felicitava”, por

“poder ofrecer a la consideración de V.S. una nueva combinación de cepa metálica que a la vez que presenta una resistencia indefinida a la acción de la corriente en las creces, no ofrece ningún obstáculo al escurrimiento”.

Según sus palabras,

“no hay duda que la superestructura más en armonía con los apoyos adoptados habría sido metálica, pero siendo esta de un costo muy elevado me decidí por la superestructura de madera, adoptando el pino de oregón en las vigas y roble pellín en el tablero. Empleada esta madera tal como se estipula en el pliego de condiciones, no es exagerada suponerle una duración de 50 años y más”.

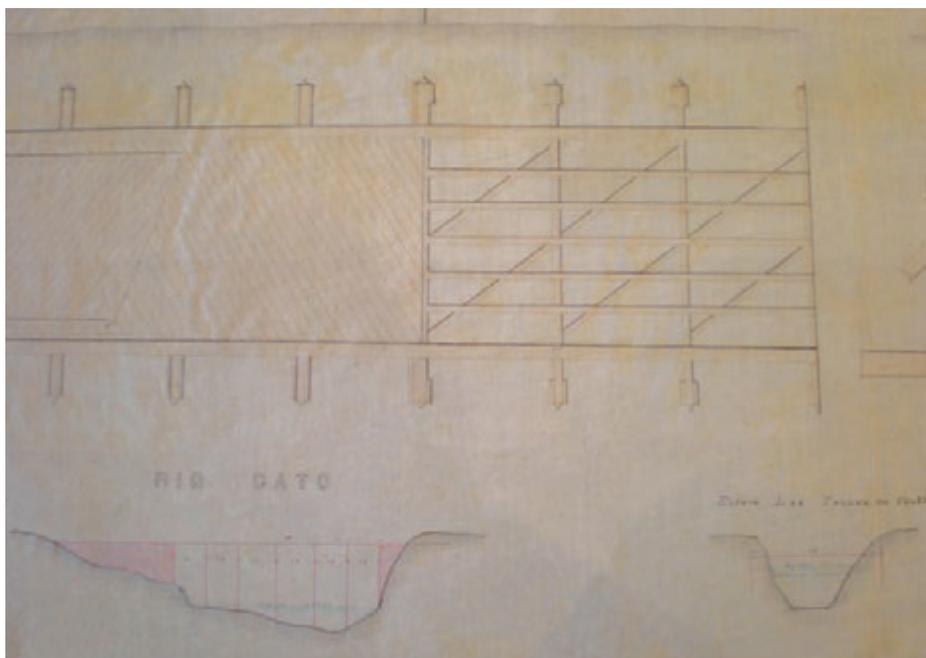


Figura N^o 1. Proyecto de puente en el río Cato y el estero Las Toscas en Chillán. Archivo Nacional, Ministerio de Industria y Obras Públicas, vol. 126.

⁵ Greve, *op. cit.*, p. 302.

El técnico se encargó, además, de impulsar la conservación de la madera, mediante el pintado de dos manos de alquitrán a las barandas y una mano a las vigas⁶.

En aquellos años, dirigió los trabajos en los puentes del Maipo y del Itata; otro sobre el estero de los Litres en el camino de La Calera a La Ligua; en el estero de Tapihue, en Casablanca; así como trabajos en la reparación de los puentes de Limache y del estero Pelamote. Hay antecedentes también de su trabajo en el río Cato y el estero Las Toscas en Chillán (figura N° 1); puente sobre el río Diguillín,

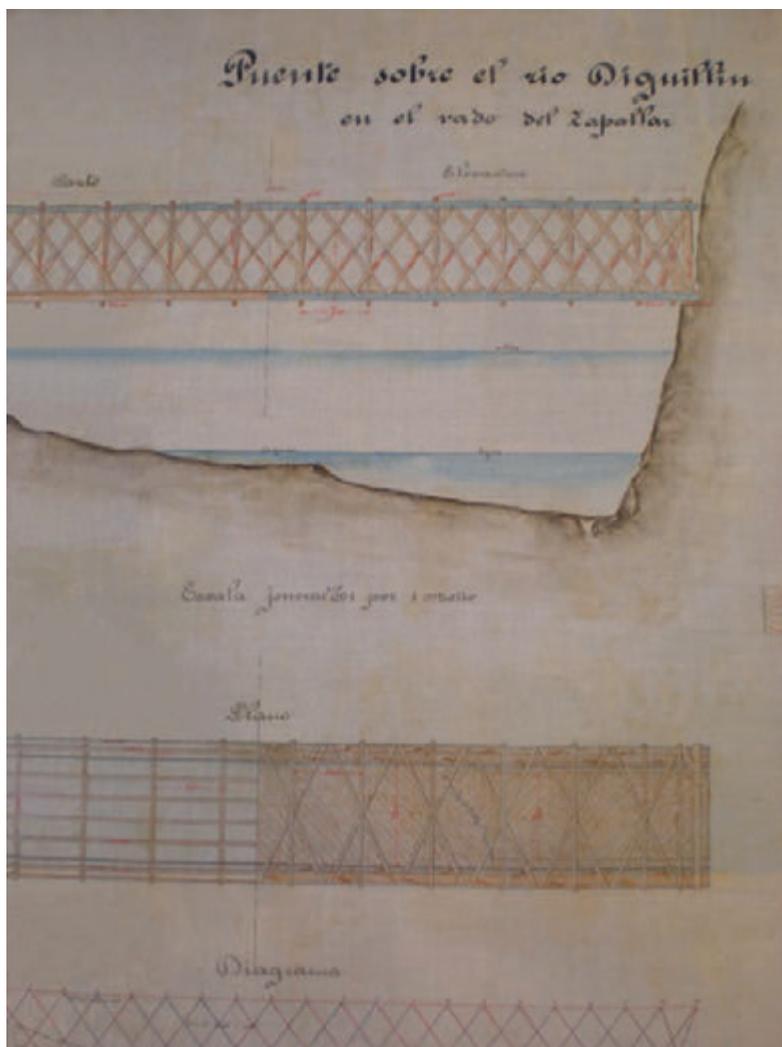
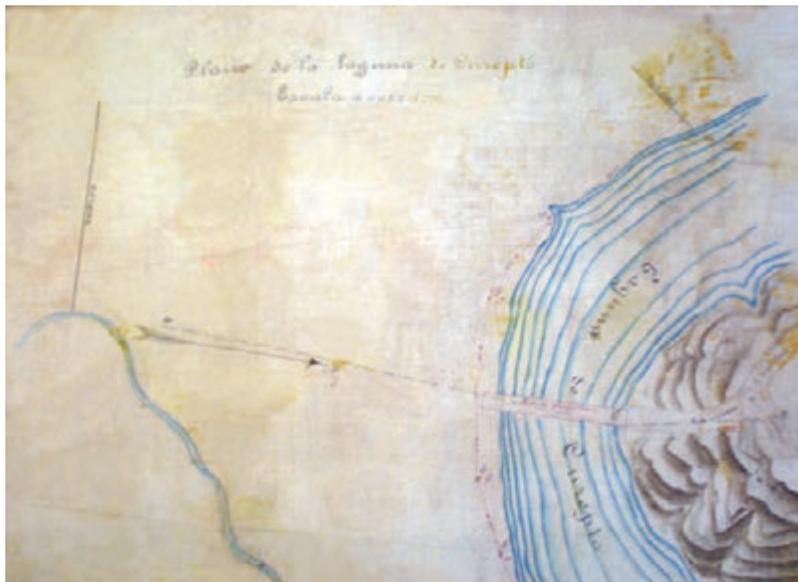


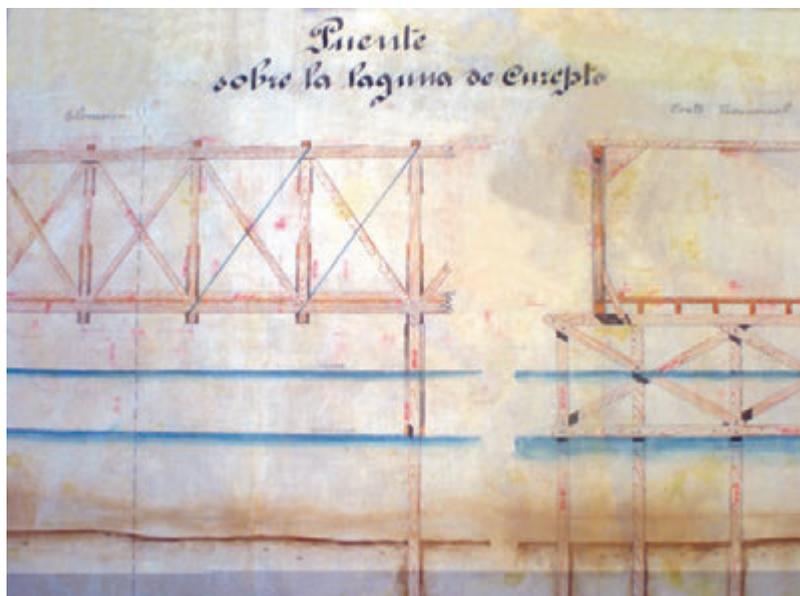
Figura N° 2. Proyecto de puente sobre el río Diguillín, en el vado de Zapallar, Archivo Nacional, Ministerio de Industria y Obras Públicas, vol. 126.

⁶ "Proyecto de un puente sobre el río Aconcagua, frente a la Calera. Presentado por V. Martínez, Ingeniero de Puentes y Calzadas".

en el vado de Zapallar (figura N° 2); en el estero del Carretón y en la Laguna de Curepto (figuras N° 3 y 4)⁷.



Figuras N° 3 y 4. Proyecto de puente sobre la laguna de Curepto, Archivo Nacional, Ministerio de Industria y Obras Públicas, vol. 14.



⁷ Todas las referencias anteriores en Archivo Nacional, Ministerio de Industria y Obras Públicas, volumen 14, Caminos y Puentes, provincia de Valparaíso 1882-1889, sin número de fojas.

En 1884, el jurado de la Exposición Nacional le otorgó un premio por sus estudios hidráulicos, consistente en un diploma y una medalla de oro. Al año siguiente publicó un proyecto para la canalización del río Mapocho; el segundo desde el realizado por Ernesto Ansart en 1873. Simultáneamente, continuó en la dirección de numerosos puentes: los esteros Chanco, Guirivila y Las Toscas –aprobado en agosto de 1887– para los pueblos de Chépica, Santa Cruz y Cauquenes, en plena zona vitivinícola. El mismo año parece ser muy prolífico en su labor:

- desarrolló el proyecto de puente para el río Cato;
- un puente de madera y hierro para los ríos Dañicalqui y Trilaleo en Itata;
- puente de madera para los ríos Cautín, Quino y Quillen;
- continuó las obras para Tapihue y Rotonda en Casablanca;
- proyectó un puente de madera y hierro sobre el río Cauquenes;
- y lo mismo hizo para los ríos Lontué, Claro y Huaiquillo⁸.

En un contexto de graves epidemias urbanas –como la de cólera de 1886– y consolidado como principal experto chileno en puentes, calzadas e ingeniería hidráulica y sanitaria, fue nombrado en enero de 1888 como director de los trabajos de canalización del río Mapocho en el tramo entre Camino de Cintura Oriente (Pío IX) y Manuel Rodríguez. Los planos definitivos de la obra eran también suyos. La ley respectiva señaló que el poder Ejecutivo, mediante el Ministerio de Industria y Obras Públicas, realizaría la transformación a “cien metros a uno y otro lado del canal en toda su extensión”, para al finalizarla, ceder dichos terrenos al municipio de Santiago⁹. Su intención no fue sólo mejorar la salubridad urbana y la conectividad entre la Chimba y el casco histórico de Santiago sino, también, modificar la imagen de ciudad que para muchos representaba la imagen nacional; de ahí su relevancia (figura N° 5). Por ello, ya en su primer proyecto –de 1885– expresó:

“no era bastante garantizar la población; la ciudad de Santiago necesita hacer desaparecer esa zona pestilente y sucia que se llama la caja del río transformándola en arteria de salubridad y en atractivo paseo”¹⁰.

En febrero de 1888, fue nombrado jefe de la Sección de Puentes, Caminos y Obras Hidráulicas de la naciente Dirección de Obras Públicas, dependiente, a su vez, del recién creado Ministerio de Industria y Obras Públicas. En febrero de 1889 continuaron las designaciones: fue comisionado por el gobierno de José Manuel Balmaceda para estudiar en Europa los sistemas de desagües, y escoger el más adecuado¹¹. Según escribió al ministro de Industria y Obras Públicas,

⁸ Archivo Nacional, Ministerio de Industria y Obras Públicas, volúmenes, 14, 54, 91, 122, 126, 129, 1882-1889.

⁹ Ministerio de Obras Públicas, *Ley que crea la oficina de la Dirección de Obras Públicas. Enero 25 de 1888*.

¹⁰ Véase más adelante p. 25.

¹¹ Pedro Pablo Figueroa, *Diccionario biográfico de Chile*, p. 261.



Figura N° 5. Canalización del río Mapocho a la altura de calle Lastarria. Adviértase el uso de maquinaria pesada y vigas. Archivo Fotográfico Universidad de Chile.

“pasé a visitar en detalle las instalaciones del agua potable y de las cloacas alcantarilladas de Frankfort, de Wiesbaden, de Berlín, de Bruselas, de Amberes, de Ámsterdam, de Londres y París. Debo anticipar a US. que nada ha disminuido mi entusiasmo por la superioridad de las cloacas alcantarilladas de Francfort (las cloacas modelo como las llama el distinguido ingeniero inglés Robert Rawlinson), y que ambiciono para mi país las disposiciones tomadas en esas instalaciones modelo”¹².

La referencia a Robert Rawlinson revela buena parte de sus referentes: una emergente planificación de ciudades vinculada al higienismo y la salud pública, más que un urbanismo como disciplina independiente. En ese clima de ideas, Francia, pero también Bélgica, Inglaterra y Alemania resaltaron como modelos para el técnico nacional. Sin embargo, el proyecto no se concretó con la rapidez que hubiese deseado. Más allá de las postergaciones a su proyecto, fue nombrado ingeniero inspector de los trabajos del dique seco de Talcahuano, prosiguiendo la dirección comenzada años antes. Durante la revolución de 1891 fue depuesto de su cargo de jefe de la Sección de Puentes, Caminos y Obras Hidráulicas –seguro por sus simpatías congresistas– pero al poco tiempo, ya derrocado José Manuel Balmaceda, retornó a su puesto y fue comisionado como informante de las obras en desarrollo de la sección de Hidráulica. Para entonces, disponía de diecinueve funcionarios subalternos. Un año después, la municipalidad de Iquique aprobó sus

¹² Valentín Martínez, *El agua en sus relaciones con el mejoramiento del estado sanitario de las poblaciones con aplicación a las principales ciudades de Chile. Memoria presentada por el ingeniero Valentín Martínez, Jefe de la Sección de Puentes, Caminos y Obras Hidráulicas de la Dirección General de Obras Públicas de Chile, en desempeño de una comisión del Supremo Gobierno*, p. 5. Un trabajo reciente compila los textos del británico, modelo para Valentín Martínez, véase Robert Rawlinson, *Lectures, reports, letters, and papers on sanitary questions*. Los textos van entre la década de 1850 y 1898.

planos de desagües para la urbe, delegándolo como fiscal superior y árbitro en los trabajos realizados por Eduardo Lapeyrouse. En octubre de 1893 evacuó su informe sobre proyectos de desagües para el puerto de Pisagua, en ese entonces uno de los más importantes del norte salitrero. En 1896 volvió a trabajar en Iquique, al vincular el proyecto de desagües de 1892 con estudios para la implementación del abastecimiento fiscal de agua potable para la ciudad¹³.

Es necesario enfatizar en el hecho de que, pese a su momentánea deposición, haya mantenido su cargo y la dirección de obras durante gran parte de la guerra civil: esto se vincula con una nueva noción de intervención urbana manejada por la clase política, basada en el carácter urgente de la implementación de sistemas de alcantarillado para afrontar los efectos de las epidemias. En este panorama, Valentín Martínez trabajó mucho en obras vinculadas a las aguas de la capital: en 1893 la Comisión de Higiene y Salubridad Pública de la municipalidad de Santiago lo nombró consultor técnico del gobierno local. Ese año publicó su *Proyecto de desagües para la zona central de la ciudad de Santiago*, para después incorporarse como integrante del Consejo Superior de Higiene Pública, creado en 1887 y formado por miembros de diferentes profesiones.

En agosto de 1896 presentó su segundo plano y proyecto de desagüe para la ciudad, los que fueron aprobados por el gobierno local y por la Dirección de Obras Públicas. Para el ingeniero fue un tema de especial interés, ya que publicó varios libros sobre el sistema de desagüe que a su juicio debía tener la ciudad y su barrio central. Se trataba de su principal obra junto con la ya finalizada canalización del Mapocho, pero cedió sus proyectos al gobierno en 1899. Estos estudios se repitieron para otras urbes chilenas: en 1895, redactó las bases para el desagüe del manicomio de Concepción, mientras que en 1899 evacuó su proyecto para toda la ciudad¹⁴. Ese mismo año fue seleccionado para efectuar estudios de captación de agua y aprovisionamiento de agua potable para la ciudad de Talca. Al igual que en el caso de Iquique, se trataba de obras urgentes en orden a la escasez de agua para la mayoría de la población, con efectos nocivos en la salubridad pública. Sin embargo, el proyecto talquino demoró a causa del deficiente estado de las cuentas municipales¹⁵.

También en 1895, en su condición de integrante del Consejo Superior de Higiene Pública y miembro de la Comisión de Fábrica del Desinfectorio Público, comunicó a la Dirección General de Obras Públicas la aprobación por unanimidad de la nueva ubicación de aquél, en la avenida norte del Mapocho entre los puentes de los Carros y Recoleta¹⁶. Tanto éste como los casos anteriores dan cuenta que

¹³ Valentín Martínez, *Proyecto de abastecimiento de agua potable para el Puerto de Iquique*. Véase también Luis Castro, “Las otras luchas sociales en el Tarapacá salitrero. La defensa de los quismenos del agua de Chintaguay”.

¹⁴ “Bases para la construcción del Desagüe del Manicomio de Concepción”; Valentín Martínez, *Proyectos de desagües y de agua potable para la ciudad de Concepción*.

¹⁵ Sesión extraordinaria de 10 de enero de 1895, p. 4.

¹⁶ Valentín Martínez, Jefe de la Segunda Sección, de Puentes, Caminos y Construcciones Hidráulicas, al Director General de Obras Públicas, Santiago, 21 de junio de 1895, en Archivo Nacional, Ministerio de Industria y Obras Públicas, vol. 210, s/f.

también tuvo una decisiva participación como higienista o promotor del higienismo, la ciencia dedicada a la prevención de enfermedades y epidemias. El ingeniero pertenecía a una generación de nuevos saberes dedicados a la ciudad, como los médicos y los arquitectos.

En 1897, el jurado de la Exposición Internacional de Bruselas le entregó el primer premio y medalla de oro por sus proyectos presentados. Ese mismo año fue designado delegado fiscal en la construcción de marcadores del río Maipo; y director interino de la Dirección General de Obras Públicas. El 5 de febrero de 1898 fue nombrado director general de aquella importante unidad, pero fue en su condición de miembro del Instituto de Ingenieros de Chile que participó en la primera reunión del Congreso Científico Latino Americano, efectuado en Buenos Aires en abril del mismo año. Allí estuvo como uno de los dos vicepresidentes honorarios por Chile, junto con el médico Alberto Valdez Morel. Expuso en dos ocasiones, las que se nos presentan como una síntesis de sus intereses: la ciudad y el agro. Presentó primero una ponencia titulada “Saneamiento urbano de Santiago de Chile” y luego otra llamada “Medidas de las aguas de riego de caudal variable”¹⁷. Estas conferencias permiten vislumbrar el amplio círculo de referencias y contactos que tenía, interiorizándose de casos y relacionándose con pares sudamericanos, a la par de sus viajes por Europa. Por otra parte, refuerzan la doble formación del técnico rancagüino: obras de regadío agrícola y trabajos urbanos de ingeniería hidráulica.

En el comienzo del nuevo siglo XX, su extensa y premiada trayectoria enfrentó severos cuestionamientos. Se le discutió la calidad de la supervisión de obras desarrolladas por contratistas, como los puentes de Viña del Mar y de Chagres¹⁸. El hecho llevó a una severa campaña de la prensa denunciando presuntos desfalcos y actos de corrupción, en los cuales aparecía como uno de los protagonistas. Nada se le comprobó, aunque el ingeniero encargado de la construcción del puente sobre el Marga Marga fue separado de su cargo –al igual que otros técnicos en diferentes partes de la nación– y el Ministerio promovió nuevas regulaciones al trabajo fiscal en la materia¹⁹. Este panorama, sumado a su ya extensa carrera profesional, lo lle-

¹⁷ *Anales de la Sociedad Científica Argentina. Tomo XLV. Primer semestre de 1898. Junio 1898. Entrega VI. Tomo XLV.*

¹⁸ Por ejemplo, Valentín Martínez a Ministro de Obras Públicas, Santiago, 22 de septiembre de 1900, Archivo Nacional, Ministerio de Industria y Obras Públicas, vol. 1180, 1900, s/f.

¹⁹ Véase el siguiente ejemplo: “Nadie desconoce, o mejor, nadie niega en Chile que los contratistas y empresarios roban a la nación a la par de los empleados en cada trabajo que toman a su cargo, no habiendo en la actualidad modo de evitarlo. Podríamos citar el nombre de don Fulano y don Zutano que en el muelle tal se robaron tanto; a los señores tales que en un ferrocarril se compraron por tal suma a un ingeniero; al hacendado don Fulano que pagó tanto a la Dirección de Obras Públicas porque se pusiera un puente frente a su hacienda”. *El Chileno*, 12 de octubre de 1900 y ediciones posteriores. Valentín Martínez señaló al respecto: “Yo no tengo nervios, ni naturaleza irritable, porque he logrado sofocarlos con mi vida de trabajo constante”. Véase *El Mercurio*, Santiago, 11 de octubre de 1900. Sobre la destitución de Guillermo Acuña, véase Dirección General de Obras Públicas, Inspección de Caminos y Puentes, *Separación del ingeniero primero: jefe de la Sub-sección de Puentes de la segunda Sección de la Dirección de Obras Públicas D. Guillermo Acuña: recomendaciones que ha hecho el Ministerio a la Dirección y al Consejo de Obras Públicas.*

vó a su jubilación el 30 de octubre de 1900, después de veintitrés años de servicio público. Poco tiempo después se le reconocieron más de veinticinco años de trabajo. En marzo del año siguiente, resentida su salud, partió a Bélgica, su antiguo país de estudios. Volvió a Chile en 1934, donde murió poco después.

EL MAPOCHO EN LA CIUDAD:
VALENTÍN MARTÍNEZ EN UNA ÉPOCA DE TRANSFORMACIÓN

Los proyectos y trabajos desarrollados durante el siglo XIX en torno al río Mapocho y los cursos de agua en general, pueden ser divididos en dos momentos históricos: el primero de ellos comienza en la intendencia de Benjamín Vicuña Mackenna, mediante el proyecto presentado por Ernesto Ansart en 1873. Se trata de un período que se extiende hasta la transformación del Mapocho en un canal, en 1892, y previo a la construcción de edificios y la instalación del sistema de alcantarillado. Las principales discusiones en el espacio público se producen a partir de los proyectos de canalización posteriores a Ernesto Ansart (Valentín Martínez, 1885 y 1888), donde también fue destacada la opinión del ingeniero Manuel Concha. El proceso de modernización que significó el sistema de alcantarillado –y en particular, la discusión sobre cómo implementarlo– inauguraron la segunda fase. Pese a la variedad de autores y propuestas, Valentín Martínez se consolidó como el principal referente sobre el tema. Además, como integrante del Consejo Superior de Higiene Pública, influyó en las decisiones sobre las ubicaciones de los edificios a construir en las riberas mapochinas.

Pero, ¿cómo era el río Mapocho? ¿Cómo eran sus relaciones con la ciudad en la segunda mitad del siglo XIX? Los bordes transformados por Valentín Martínez entre 1888 y 1892 ocupaban un territorio pequeño, con una extensión aproximada de 2,5 km. Se trataba del tramo urbano de lo que, más que un río, es un torrente; en especial por la velocidad de las aguas de los deshielos de la cordillera de los Andes, que provocaron un considerable ancho de su cauce o caja. Se articuló así una compleja relación entre naturaleza y urbe: en la época previa a su transformación, el Mapocho era un inofensivo riachuelo durante la mayor parte del año, en medio de un ancho lecho pedregoso, aunque al menos dos veces al año se transformaba en un impetuoso torrente. Durante largos meses, la caja del río –que en varios puntos alcanzaba los cuatrocientos metros– podía ocuparse para cruzar entre riberas e, incluso, como terminal de transporte público (figura N° 6).

El torrente es el que tiene un mayor contacto con el asentamiento al atravesarlo en toda su extensión oriente-poniente, trayendo consigo –como río aluvional– las aguas lluvias y las cordilleranas. Su extensión, en torno a los ciento diez kilómetros, también posibilita una relación importante con los suburbios del norponiente capitalino. En la actualidad el río atraviesa tres sectores bien diferenciados: en su nacimiento, en la convergencia de los ríos Molina y San Francisco, es un torrente que avanza por un cauce pedregoso en medio de imponentes sierras, recibiendo los deshielos de macizos andinos con una altura sobre los cinco y seis mil metros.

Al entrar en la ciudad, aunque recibe el flujo del canal San Carlos, se angosta hasta transformarse en un canal de cuarenta metros de ancho que desaparece al pie del cerro Renca. Este segundo sector corresponde a la canalización de Valentín Martínez. Una tercera zona se manifiesta en Pudahuel, actual periferia norponiente santiaguina, donde el Mapocho reaparece para confluir con el río Maipo, ya fuera de los límites urbanos²⁰.



Figura N° 6. Emilio Garreaud, puente de palo en el río Mapocho, c. 1870. Colección Museo Histórico Nacional.

Pese a la posibilidad de cruzar el río sin mayores problemas, sus desbordes invernales representaron un problema mayor, cuya extensa historia de inundaciones contribuyó a definir desde el siglo XVI cómo debía ser la forma urbana. Por ello, desde temprano, el Mapocho constituyó un límite, dividiendo a la ciudad de Santiago de La Chimba –*de la otra orilla* en quechua– y estableciendo al río como el límite urbano hacia al norte. En La Chimba, más allá del aislamiento invernal y de los intercambios comerciales, en muchos aspectos la vida cotidiana también era autónoma respecto del resto de la capital. Además, unos pocos metros al norte del río hay otra unidad geográfica de imponente presencia: el cerro San Cristóbal. Por su extensión y altura, fomentó también la extensión capitalina hacia el sur y la dificultó hacia el norte. En definitiva, vivir en La Chimba fue visto por siglos por los santiaguinos del casco histórico como residir en ‘otra’ ciudad, ya que hasta 1779, con la construcción del puente de Cal y Canto, no hubo puentes sólidos que contrarrestaran la distancia entre una y otra ribera. Por ello, su territorio fue entendido como distante y complejo de habitar, y sus pobladores, como actores de una proeza o un maleficio.

Las obras para mejorar las defensas del torrente fueron conocidas –tal como en Mendoza– como *tajamares* (figuras N° 7 y 8). Estas construcciones instaladas

²⁰ Óscar Bórquez, *Historia del río Mapocho y sus puentes*, pp. 4-9.

desde inicios del siglo XVII fueron malecones o diques que contaron con bajadas, posibilitando el descenso de carretas y animales al lecho del torrente, ya fuera para efectuar un trayecto entre La Chimba y el casco histórico o para actividades laborales, de extracción de agua o áridos, o sólo de descanso. Es decir, la instalación de los tajamares se entendió como parte de un verdadero sistema que integraba protección, conectividad, abastecimiento y valor estético como sinónimo de belleza. Hacia 1750, su extensión constituyó un conjunto que en dirección oriente-poniente iba entre la actual comuna de Providencia hasta Santiago Centro Poniente. Hacia 1780, en plena época de reformas urbanas, se inauguró la Alameda de Sauces del Tajamar, un paseo constituido como uno de los principales espacios públicos de la segunda mitad del siglo XVIII en la capital del reino. Durante la época republicana, nuevos tajamares fueron construidos, coexistiendo con el colonial puente de Cal y Canto. Algunos de los viejos tajamares fueron reconstruidos, pero nunca pudieron ofrecer garantía de seguridad frente a los embates del río. Hasta 1880, la caja mapochina fue un anchísimo pedregal que servía como terminal de transporte público, ya que se encontraba a casi el mismo nivel que el resto de la ciudad. Los bordes del Mapocho eran también el límite del damero fundacional (figura N° 6). En consecuencia, y a diferencia del cerro Santa Lucía, inaugurado por Benjamín Vicuña Mackenna en 1873, el obstáculo geográfico representado por el Mapocho no fue intervenido hasta fin de siglo²¹.



Figura N° 7. “El Tajamar del río Mapocho y el Puente de Cal y Canto” –según pintura del viajero inglés Carlos Wood (c. 1825)– mostrando el concurrido sector de Mapocho y Puente, con La Chimba a la derecha. Reproducida en Liisa Voionmaa, *Escultura pública. Santiago 1792-2004*, p. 32.

²¹ Gonzalo Piwonka, *Las aguas de Santiago de Chile. 1541-1741*, tomo 1



Figura N° 8. “Tajamares del Mapocho” –según pintura del viajero inglés Carlos Wood (c. 1825)–, donde el nuevo paseo sobre los muros coexiste con el antiguo emplazado más abajo, llamado paseo de la Pirámide, en Providencia. Reproducida en Liisa Voionmaa, *Escultura pública. Santiago 1792-2004*, p. 41.

Los cambios más profundos respecto a las antiguas intervenciones coloniales sólo llegaron en el último tercio del siglo XIX, cuando junto con contener, se ambicionó encajonar al río y, también, ganarle tierras. Entre 1872 y 1874, el intendente Benjamín Vicuña Mackenna tuvo como principal prioridad la canalización del Mapocho, tanto por la necesidad pública de salubridad como porque “es un brillante negocio para el municipio”. El ingeniero Ernesto Ansart, autor del plano de Santiago de 1875, había elaborado dos años antes un proyecto de canalización, donde proponía realizarlo sobre la base de un desnivel al interior de la caja del río, incluyendo dos nuevas calles, una en cada ribera, inundables en el caso de crecidas. Estas tierras ganadas al río serían reconvertidas en función residencial:

“La zona así rescatada formará un magnífico barrio situado al centro de la ciudad, perfectamente ventilado por el canal y las calles adyacentes y perpendiculares, por lo tanto más sano que cualquiera otra parte de la población, puesto que todas las casas tendrán grandes sótanos, cuya excavación está hecha naturalmente, y que serán además susceptibles de ser aprovechadas como bodegas”²².

²² Ernesto Ansart, *La canalización del Mapocho. Proyecto trabajado por encargo de la Municipalidad de Santiago y don Luis Cousiño*, pp. 5-6. Sobre el intendente, Benjamín Vicuña Mackenna, *Transformación de Santiago*, 1872.

Ernesto Ansart, con un permanente interés en la compensación monetaria de las nuevas construcciones, limitó el estudio desde la simbólica pirámide de los tajamares en Providencia (figura N° 9), frente al entonces nuevo hospital del Salvador, con límite poniente en el molino de San Pablo, en calle Manuel Rodríguez. El trabajo del técnico francés se caracterizó por sus rigurosas mediciones de niveles, resistencias y pendientes. De esta manera, se midió la hoya del río, arrojando seis metros de profundidad, lo que comprendió como ideal para la edificación de malecones:

“Conociendo la pendiente y la profundidad, nos fue fácil determinar la anchura que resultó ser de 60 metros, dando cabida a un volumen próximamente igual al del Rhin en sus creces, y muy superior a muchos ríos conocidos”²³.

En cuanto al trazado, proyectado para una extensión de tres mil trescientos metros, debía procurar

“ejecutarse lo más recto posible y dejar la mayor superficie de terreno del lado sur donde la propiedad tiene mayor valor”.

Este planteamiento de Ernesto Ansart es relevante, pues quince años después Valentín Martínez ejecutaría la canalización en ese sentido y con similares argumentos. El arquitecto francés propuso que en una de las dos avenidas costaneras nuevas, la del norte, de veinte metros y paralela al río, comenzara sólo desde el puente de la Purísima,



Figura N° 9. Ernesto Ansart, “Plano del río Mapocho con indicación del canal y las manzanas conquistadas”, 1873.

“pero es de suponer que los dueños de los terrenos de la parte oriente de la ribera norte continúen esta calle que no ha sido posible trazar para no dar una curvatura demasiado pronunciada al canal”.

²³ Ansart, *op. cit.*, p. 10.

En el sur, en cambio, no habrían esos inconvenientes de propiedad: Ernesto Ansart sugirió dividir las tierras ganadas al río (y niveladas con el resto de la ciudad) en veinte manzanas. Del total del terreno,

“dejamos para el público, además de la calle del nuevo tajamar, todo el espacio comprendido entre el Mercado Central y el tajamar, salvo el edificio reservado a la estación central de los ferrocarriles chilenos”.

Esta sugerencia respecto al espacio público también fue recogida por Valentín Martínez en los años ochenta, y apuntaba a ser el *round point* de una serie de edificios públicos. También fue relevante la opinión de Ernesto Ansart respecto a las calles que cortarían en norte-sur aquellas manzanas: serían también de veinte metros de ancho y tendrían continuidad con los nuevos puentes propuestos²⁴.

Los malecones, en tanto, debían superar posibles socavamientos de terreno, algo que le había ocurrido a los tajamares coloniales. Esto no sucedió con los tajamares ‘nuevos’, levantados a mediados del siglo XIX, por lo que era necesario hacer lo mismo con el Mapocho:

“Dando menor cauce a las aguas, mayor altura a los malecones, mayor profundidad al canal, era necesario profundizar a lo menos hasta 6 metros para apoyarse en una zona inaccesible a las aguas”.

Cada malecón tendría trece metros, apoyados en “machones” o apoyos,

“de 3 metros en cuadro, distantes entre sí 10 metros y reunidos por arcos rebajados de 2 metros de flecha”.

Los arcos estarían hechos de ladrillo y base de piedra y mezcla; mientras que los machones penetrarían hasta ocho metros adentro del canal y podrían ser de tubos de hierro o por sistemas de vapor. Todos estos factores evidencian la utilización de nuevas tecnologías en el Chile de 1870, cuestión inaugurada con el Mercado Central (1872), primer edificio de hierro e instalado en la ribera sur mapochina. Por otra parte, el espacio público del proyecto está considerado a través de la edificación de “cunetas-solera”, obteniendo “una gran solidez y un aspecto más agradable a la vista”. En cuanto a los puentes, Ernesto Ansart consideró seis, todos de hierro de celosía, así como la desaparición de los puentes existentes,

“(con especialidad el de Calicanto, cuya situación y poca anchura formando un dique que detenía las aguas) ha causado los desastres en las avenidas”²⁵.

El canal tendría sesenta metros de ancho para albergar las aguas de las avenidas; “pero como éstas no se presentan más que una vez en un siglo, claro es que

²⁴ Ansart, *op. cit.*, p. 12.

²⁵ *Op. cit.*, p. 15.

la mitad de la anchura del canal es suficiente”. Por eso Ernesto Ansart dividió el canal en dos:

“el uno, el del norte, para cauce ordinario, y conservo el otro a un nivel de dos metros más alto que el anterior, de manera que sólo en las grandes avenidas, el agua se extenderá sobre su fondo”.

Finalmente, expuso un segundo proyecto: allí propuso desviar el curso del río hacia el norte (por el faldeo del cerro San Cristóbal), construyendo una nueva alameda en la vacía caja del Mapocho. Aunque al arquitecto le parecía la mejor alternativa, el proyecto no fue concretado, a diferencia de otros planes de dominación de elementos geográficos santiaguinos como el cerro Santa Lucía. En 1872, el agreste peñón situado a cuadras del centro fundacional fue convertido en un espacio público, disponiendo incluso de un “*manual de uso de una metrópoli futura*”, como fue la guía elaborada bajo la dirección de Benjamín Vicuña Mackenna²⁶.

EL MOMENTO DE LA CANALIZACIÓN:
VALENTÍN MARTÍNEZ

En 1883, después de cuatro años, finalizó la guerra sostenida por Chile contra Perú y Bolivia. Sobre la base de ello y a los tratados posteriores, el Estado chileno accedió a una enorme extensión territorial que incluyó el desierto de Atacama y puertos como Antofagasta, Iquique y Arica. Pese a la aridez de las tierras, contenían salitre, un poderoso abono requerido por la agricultura y agroindustria de los países del Primer Mundo. A partir de entonces, la economía nacional contó con ingresos cuantiosos que posibilitaron concretar un ambicioso plan de inversión en obras públicas, aumentando de manera sustancial la presencia estatal en la infraestructura pública. Al respecto, el ferrocarril constituyó el artefacto más relevante de este proceso de modernización, en especial bajo la presidencia de José Manuel Balmaceda (1886-1891), quien inició su mandato con la creación del Ministerio de Industria y Obras Públicas en 1887. El nuevo organismo reunió funciones nuevas y otras traspasadas de una reorganización de las carteras de Interior, Justicia, Hacienda y Guerra, encargándosele la “protección y desarrollo de las industrias agrícolas, minera y fabril” y los trabajos de vialidad e infraestructura. En cuanto a su disponibilidad financiera el nuevo Ministerio tuvo un trato preferencial, ya que se le asignó más de un quinto del presupuesto nacional²⁷.

Aunque hasta ese momento existían numerosos ingenieros, arquitectos y técnicos trabajando en obras públicas, la onerosa inversión de la administración Balmaceda permitió, sobre todo, tres objetivos:

²⁶ La expresión es de Adrián Gorelik, *La grilla y el parque. Espacio público y cultura urbana en Buenos Aires, 1887-1936*, p. 152.

²⁷ Harold Blakemore “Chile, 1880-1930”, p. 169.

- racionalizar las funciones,
- acelerar y aumentar los trabajos y
- contratar profesionales en el extranjero.

Para lo primero se fundó la Dirección General de Obras Públicas, que respondería ante el Ministro del ramo a través del Consejo de Obras Públicas. Para lo segundo se cerraron unidades como el Cuerpo de Ingenieros Civiles y la Oficina de Arquitectos, reuniéndolas en otras nuevas adscritas a la nombrada Dirección. Las nuevas subdirecciones fueron cuatro: de Ferrocarriles y Telégrafos, de Puentes, Caminos y Construcciones Hidráulicas, de Arquitectura y de Minas, y de Geografía y Geodesia. En cuanto a la contratación de técnicos extranjeros, en menos de tres años –1888 a 1890– llegaron al país setenta ingenieros, arquitectos y conductores de trabajos públicos, con mayoritario número de franceses (treinta) y belgas (veintiocho)²⁸.

En ese contexto, la apertura del segundo proyecto de canalización del río Mapocho, elaborado por Valentín Martínez en 1885, fue un antecedente directo de la importancia otorgada por el Estado a las obras públicas, y reflejan el conocimiento de proyectos anteriores, como el de Ernesto Ansart:

“La idea de la canalización del Mapocho no es de ayer. Los primeros pobladores europeos que trazaron la planta de Santiago han debido sentir la necesidad de construir defensas que, encerrando al río en su lecho, fácilmente desbordable, protegiesen la nueva población contra las grandes creces. Más no era bastante garantizar la población; la ciudad de Santiago necesita hacer desaparecer esa zona pestilente y sucia que se llama la caja del río transformándola en arteria de salubridad y en atractivo paseo”²⁹.

Las palabras de Valentín Martínez condensan las nuevas preocupaciones de las clases dirigentes en su visión sobre el río Mapocho. El primer desafío se refiere a aspectos de infraestructura: el puente de Cal y Canto, acusado desde los estudios de Ernesto Ansart como un obstáculo a la circulación de las aguas, ya no constituía una infraestructura apropiada. Tampoco los viejos tajamares eran garantía suficiente de protección frente a las avenidas del torrente. El objetivo era claro: canalizar y levantar nuevos tajamares y puentes. En todo el mundo, estas intervenciones se caracterizaban por instaurar un nuevo tipo de técnica, vinculada al uso del acero y a la superación de lo que sólo algunas décadas antes eran obstáculos insalvables. Por esto se ha dicho:

“hasta la Revolución Industrial, la mayor parte de los puentes era de madera o de arcos de piedra y se construían de acuerdo con reglas acumuladas empíricamente. Así, por ejemplo, una regla establecía que el espesor de los pilares sustentadores de los arcos de piedra debía medir la quinta parte del ojo del arco. La fundación de la Escuela de Puentes y Caminos francesa y su primer director, [Jean-Rodolphe] Perronet [...] cambiaron por completo la situación”³⁰.

²⁸ Greve, *op. cit.*, p. 262.

²⁹ Véase más adelante p. 25.

³⁰ R.J. Forbes, *Historia de la técnica*, p. 253.

Una segunda tarea urgente para la clase dirigente santiaguina se vinculó con el higienismo y las ideas sobre la propagación de epidemias y enfermedades. Esta labor estuvo ligada a nuevas ideas de intervención en las ciudades, en particular respecto del tratamiento de aguas y la canalización de los ríos. Como ocurrió en Francia en los siglos XVIII y XIX, existió una relación entre los procesos de instalación del discurso higienista, los cambios en las representaciones olfativas y las consecuentes transformaciones en el espacio público y privado. Dentro de las representaciones de limpieza del espacio público de París, surgieron al menos tres grandes ejes de actividad: pavimentar las calles antaño polvorientas; drenar las inmundicias provocadoras de los miasmas y sobre todo, ventilar los espacios, un verdadero eje del higienismo, debido al terror al estancamiento y la fijeza. En consecuencia, la tarea era purificar el espacio público, por lo que uno de los anhelos más reiterados de los higienistas parisienses fue

“oprimir al Sena entre dos sólidas hileras de muelles, forzarlo de este modo a una permanente agitación salvadora, impedir por ese medio el estancamiento nauseabundo”.

De esta forma, en aquel período,

“la circulación de los soplos aéreos engendrados por el lecho del río así canalizado, merece tanta atención como la amplitud y la rapidez de las corrientes acuáticas”³¹.

Ese temor a los olores y los estancamientos también se vivió en Santiago. Como se indicó, el objetivo central fue la creación de estructuras para contener los desbordes del río –una especie de nuevos tajamares–, pero con una visión muy diferente a la que tuvieron los ingenieros militares coloniales que edificaron dichas obras. Para Valentín Martínez, el Mapocho era “una zona pestilente y sucia que se llama la caja del río”³².

De esa preocupación higiénica se desprende un tema que desbordaba la salubridad pública e ingresaba en lo sociopolítico: los sectores populares y sus usos del torrente. Es necesario aclarar que en caso alguno las disposiciones legales sobre lo que debía hacerse con o en las riberas del río eran algo nuevo. Ya en la época colonial, y a propósito del hermosteamiento de los Tajamares, el Cabildo de Santiago notó que en la caja mapochina existían asentamientos que afeaban el lugar, por lo que acordó.

“los que habitan dichos ranchos den razón con qué facultad se han situado en aquel paraje y que si éste fuere perteneciente a los propios de la Ciudad los mande (el Corregidor) inmediatamente quitar”³³.

³¹ Alain Corbin, *El perfume o el miasma. El olfato y lo imaginario social. Siglos XVIII y XIX*, pp. 110-114.

³² Véase nota 29.

³³ Acuerdo del Cabildo de Santiago de 29 de octubre de 1771, en Armando de Ramón, “Santiago de Chile (1850-1900). Límites urbanos y segregación social según estratos”, p. 259.

En la fase de organización republicana, las inundaciones de la década de 1820 destruyeron la mayoría de los ranchos construidos en sus riberas, determinando el traslado masivo de pobres hacia el sur y poniente de la ciudad³⁴. Como complemento, un bando de 1830 dictaminó:

“se prohíbe bañarse de día desnudo en las orillas del río, frente a la ciudad, bajo la multa de cuatro pesos u ocho días de presidio”³⁵.

Veinte años después, lo que se buscó no fue sólo el resguardo de la moral y el pudor sino que la propia salubridad de la población, en especial por la presencia de animales en las riberas y la impureza de las aguas a ser bebidas por los santiaguinos. Se indicó entonces:

“habiéndose introducido el abuso de mantener en la margen del Mapocho rebaños de cerdos que ensucian el agua que se extrae de dicho río para surtir la población”,

se decretaba:

“no podrá en la sucesivo mantenerse cerdos en el punto expresado, bajo la multa de cuatro reales por cada uno de los animales, que pagará su dueño; sin perjuicio de matársele los cerdos en caso de reincidencia”³⁶.

En esas reglamentaciones se aprecia la paulatina construcción cultural del río como cloaca: hacia 1880, sus aguas, antes utilizadas para la bebida, comenzaron a ser cuestionadas como potables. Los grupos populares que vivían en la caja del río empezaron a ser asimilados a esa cloaca y a ser, incluso, observados como peligrosos por constituir una potencial fuente de infección.

La labor del ingeniero Valentín Martínez estuvo imbricada con los cambios fomentados por una incipiente industrialización y creciente urbanización en Chile, manifestada entre otros aspectos en nuevos ordenamientos espaciales. En alguna medida su trabajo resumió las urgencias señaladas más atrás. Vio en lo urbano y más específicamente, en el espacio público, la herramienta de cambio en la sociedad santiaguina, mediante una ‘razón técnica’. La ciudad debía también asumir el aporte de la arquitectura neoclásica y el arte. Es notable en este sentido la formulación de un proyecto anexo al principal, donde afirmó la necesidad de contar con comunicación ferroviaria, a través de un ramal y una estación central

“que debe unir el norte y sur de la República con el centro de la capital. Este ramal, que desde el puente de Cal y Canto seguiría la orilla sur del río hasta empalmar con los ferrocarriles del Estado, necesita obras de arte, y, sobre todo, un terraplén

³⁴ Gabriel Salazar, *Labradores, peones y proletarios*, p. 63.

³⁵ Bando de 28 de junio de 1830, en Francisco Izquierdo y Ernesto Bianchi, *Recopilación de leyes, ordenanzas, reglamentos y disposiciones administrativas vigentes en el departamento de Santiago*, pp. 266.

³⁶ Decreto de 27 de marzo de 1850, en Izquierdo y Bianchi, *op. cit.*, p. 290.

enrocado del lado del río. La estación central y el ramal con sus obras de arte forman el objeto de un estudio encargado a la dirección de los ferrocarriles del Estado”³⁷.



Figura N° 10. Plano del primer proyecto de canalización del río del ingeniero Valentín Martínez (1885).

Por el poniente, los trabajos llegarían hasta el puente de Ovalle –empalmado hacia el norte con Hornillas– con Teatinos como continuación hacia el sur, donde también fue proyectada la cárcel pública. Con esto se pretendía servir a la populosa población Ovalle, situada en La Chimba. En el oriente, la obra empezaría en el Camino de Cintura, totalizando dos mil metros de longitud. Se trazó también una nueva estación central de los Ferrocarriles del Estado, en el sitio que después ocuparía la estación Mapocho. Más hacia el oriente, se observan al sur del río los grandes paños de terreno que se ganarían por la canalización, distinguibles en el plano por sus diferentes letras: desde la A en el oriente, terminando con la M en el puente de Ovalle. Se trata del proyecto base a partir del cual discutió el Concejo Municipal para aprobar uno definitivo en 1888 (figura N° 10).

Se aprecia aquí la compleja construcción de un *paisaje urbano* por medio de la intervención en el espacio público: en el Chile de fines del siglo XIX, como en toda Latinoamérica, la noción de paisaje aún se basaba en una concepción ilustrada. En efecto, un paisaje cargado de un sentido estético, donde las distancias entre la técnica y el arte no eran en absoluto radicales. Dicho de otro modo: una idea de *paisaje* que no se había transformado –al menos de forma cabal– en una idea de *ambiente*, con toda la perspectiva científica que esta última contiene. Por otra parte, hubo una apelación a la necesidad de intervenir el paisaje con una nueva idea de lo estético: las ya nombradas obras de arte requeridas por Valentín Martínez para la estación ferroviaria apuntan a ese vínculo³⁸.

Pero si aun en su proyecto podían coexistir el puente de Cal y Canto y la línea férrea (al menos en la letra), esto no podía ocurrir con los viejos puentes de madera que unían La Chimba con la ciudad. La propuesta de Valentín Martínez fue el levantamiento de seis nuevos puentes carreteros de doble vía, uniendo las avenidas

³⁷ Véase más adelante p. 11.

³⁸ Graciela Silvestri y Fernando Aliata, “La revolución verde”.

de uno y otro lado –tal como Benjamín Vicuña Mackenna argumentó en 1872 y Ernesto Ansart en 1875– y, además, un puente para el tráfico peatonal. De oriente a poniente, estarían frente al Camino de Cintura, a Purísima, a la plaza de Bello (actual José Miguel de la Barra), a la calle San Antonio y al puente de Cal y Canto, dejando un puente para “gente de a pie” en el puente Ovalle, frente a la futura cárcel. Esta referencia a puentes, mirando hacia el centro no es casual: como en el plan de Ernesto Ansart, allí se encuentra la idea básica de dejar al borde sur las tierras ganadas por la canalización, ya que “el valor del terreno (es) mucho mayor en la ribera sur que en la ribera norte”³⁹.

En consecuencia, de los cerca de 157.000 m² ganados al río, la mayoría estaría ubicado al sur del Mapocho, al costo de demoler el puente Mackenna, cuya construcción había significado una alta inversión de capital. Y más todavía, el ingeniero Valentín Martínez reconocía:

“extralimitando las instrucciones que recibí, he extendido por el oriente la canalización, no sólo hasta el puente Mackenna, sino hasta el Camino de Cintura, límite natural, puede decirse, de ese notable desarrollo de la planta de nuestra población urbana y en donde necesariamente, tarde o temprano, debe construirse un puente”⁴⁰.

En general, esta autonomía del ingeniero no debiera considerarse extraña: la emergencia de estas figuras del aparato público, con decisiones de gestión autónomas avaladas por la ciencia o la técnica, es típica en las ciudades del siglo XIX.

La recepción del proyecto de Valentín Martínez, promovido por el intendente Alejandro del Fierro, fue favorable: se aprobó casi sin cuestionamientos por parte de la municipalidad, ya que el positivo informe de la Comisión de Arbitrios y de Obras Públicas hizo innecesario cualquier debate⁴¹. Los primeros cuestionamientos vinieron de un viejo conocido de Valentín Martínez: su colega Ricardo Fernández Farías, el mismo con quien había viajado a Europa como becario. En julio de 1886, Ricardo Fernández señaló no entender

“las razones por qué el canal se proyecta sólo con un largo de 2.000 metros, o sea desde el Camino de Cintura, al oriente, hasta el Puente Ovalle, al poniente”.

El ingeniero cuestionó la omisión que el proyecto hacía respecto de los propietarios de las tierras a intervenir o expropiar, diciendo –como presagiando lo que ocurriría con el puente de Cal y Canto– que “ni se indican las obras o establecimientos que pueden recibir perjuicio con alteración de niveles o del estado actual de cosas”. Por ello indicó:

³⁹ Véase más adelante p. 34.

⁴⁰ Véase más adelante p. 35.

⁴¹ Sesión ordinaria, 3 de mayo de 1886, Archivo Nacional, Fondo Municipalidad de Santiago, volumen 323, fojas 29 y 30.

“el largo del canal debe ser igual al de la población, porque no hay razón para beneficiar sólo una parte, fundándose en el lucro o no lucro, en terrenos valiosos o no valiosos, pues que, mirado el asunto bajo el punto de vista de higiene, salubridad pública y de salvar de todo peligro e incomodidades a los habitantes de la Capital, que es por lo que debe trabajar la Ilustre Municipalidad, todas las secciones de la ciudad son igualmente valiosas”⁴².

Las opiniones de su colega no fueron demasiado relevantes para el ingeniero Valentín Martínez: después de la publicación de este folleto, escribió a su autor: “...y debo confesarle que encuentro tantos errores de concepto que he acabado por formarme una triste idea de sus conocimientos profesionales [...]”⁴³. Aunque el proyecto de Valentín Martínez aprobado fue presentado por una “comisión de estudio” municipal que publicó sus resultados en 1886, el ingeniero en minas Manuel H. Concha, realizó sus propias *Observaciones al proyecto de canalización*. Nacido en 1834 y egresado de la Universidad de Chile, había trabajado durante tres años en el mineral de plata de Caracoles, a inicios de los años setenta, y en 1876 fue nombrado a cargo de la cátedra de Ingeniería Rural en el Instituto Agrícola. Al momento de emitir sus comentarios, era Director de Obras Municipales en la municipalidad de Santiago⁴⁴. Apelando a los riesgos constructivos de una ciudad de aspecto colonial, indicó:

“La circunstancia de hallarse edificadas las tres cuartas partes de la población, con adobes y en un suelo tan pendiente, hace temer que un desborde del río, ocasionado por las malas condiciones de la canalización, produzca resultados sumamente desastrosos.

Muchas de las ideas que propongo, como el trazado rectilíneo del canal, la adopción de puentes de fierro, la abolición del empedrado del fondo, y la de los acueductos que iban por el interior de los tajamares y otros que han encontrado tan buena acogida en dicho señor, que piensa formular un nuevo proyecto que las ponga en práctica”⁴⁵.

En efecto, estas críticas fueron incorporadas por el ingeniero Valentín Martínez a su segundo proyecto (1886), dando cuenta de la estrecha relación entre la municipalidad –por medio de su Dirección de Obras– y el Poder Ejecutivo, representado por el Ministerio de Industria y Obras Públicas. La principal diferencia con el proyecto de 1885 es que la canalización se efectuaría ahora en línea recta,

⁴² Ricardo Fernández Frías, *Canalización del Mapocho. Observaciones al proyecto aprobado por la Ilustre Municipalidad*.

⁴³ Y agregó: “Dispense que haya anotado sus errores en la primera página de su impreso sin haber continuado, porque aquello iba muy largo y era perder lastimosamente mi tiempo”. Carta fechada en 26 de julio de 1886, véase más adelante p. 96.

⁴⁴ Presentación de antecedentes profesionales del ingeniero Manuel H. Concha al Secretario de la Municipalidad de Santiago para optar al cargo de Director de Obras Municipales. Santiago, 26 de agosto de 1884. Archivo Nacional, Fondo Municipalidad de Santiago, vol. 317, s/Nº de foja.

⁴⁵ Manuel Concha, *Observaciones al proyecto de canalización del sr. ingeniero Valentín Martínez*.

tal como lo sugirió Manuel Concha. Con todo, al igual que en 1885, la mayor parte de los terrenos ganados al río se ubicarían al sur de éste. Además, se siguió considerando al puente de Cal y Canto, en el extremo oriente de la proyectada estación central ferroviaria. No obstante, hubo diferencias relevantes respecto a los planos anteriores: hacia el poniente el encajonamiento fue ampliado tres cuadras –sumando un nuevo puente– es decir, más allá de la cárcel. Por otra parte, se incorporó el trazado de las nuevas avenidas a cada lado del Mapocho, así como el terraplén del ferrocarril, precisamente en la nueva área sumada al proyecto (figura N° 12).

En la Cámara de Diputados, el proyecto fue presentado en agosto de 1887, teniendo como primera justificación

“el cauce del río, ubicado en el centro de la ciudad, es el depósito de inmundicias que constituyen un foco permanente de infecciones”.

Y como parte de los beneficios, se explicó que el Estado cedería a la municipalidad los terrenos ganados al torrente, siempre que estuvieran dentro de los límites urbanos y con la obligación municipal de pavimentar y alumbrar las calles paralelas al canal. De esta manera,

“quedarían a favor del Estado terrenos valiosos, fuera de aquellos límites, que reembolsarían la mayor parte de los gastos hechos en la canalización”⁴⁶.

Según el ministro del Interior, Ramón Barros Luco, la obra tendría, la ventaja de contar con la pronta inauguración del ramal que entonces se construía hasta el puente de Cal y Canto y que ya había mencionado el ingeniero Valentín Martínez. Para la discusión legislativa del proyecto –en diciembre– se aprobaron los \$500.000 requeridos, evidenciando la mirada urbanística del gobierno de José M. Balmaceda hacia el sector de Mapocho⁴⁷. La posibilidad de proyectar la ciudad moderna debía pasar por el ferrocarril –así lo entendía el ministro Ramón Barros Luco– trastocando de paso la relación entre el río y la cordillera: dos medios naturales con la posibilidad de ligarse, opción que el ferrocarril concretaría. Esto también nos habla de los requerimientos de los empresarios mineros para abastecer sus asentamientos, en especial el de La Disputada de Las Condes⁴⁸.

Al fin, las medidas fueron rápidas y no hubo modificaciones al texto de Valentín Martínez: el 13 de enero de aquel año, fue publicada en el *Diario Oficial* la ley que autorizaba la inversión de capitales en la canalización del río Mapocho y que, en su artículo cuarto, declaró

⁴⁶ Sesión de 2 de agosto de 1887, en Congreso Nacional, Cámara de Diputados, *Sesiones ordinarias de la Cámara de Diputados en 1887*, pp. 375-376.

⁴⁷ Sesión de 27 de diciembre de 1887, al discutirse y aprobarse el proyecto de ley de canalización del río Mapocho, en Congreso Nacional, Cámara de Diputados, *Sesiones extraordinarias de la Cámara de Diputados en 1887*, p. 612.

⁴⁸ Armando de Ramón, “Estudio de una periferia urbana. Santiago de Chile 1850-1900”, p. 244.

“de utilidad pública los terrenos necesarios para la canalización del Mapocho, y cien metros a uno y otro lado del canal en toda su extensión, y la expropiación se hará con arreglo a las prescripciones de la ley de 18 de junio de 1857”⁴⁹.



Figura N° 11. Plano del segundo y definitivo proyecto. Valentín Martínez, *Proyecto para la canalización del río Mapocho*. Aprobado por la Ilustre Municipalidad de Santiago y mandado ejecutar por el Ministerio de Industria y Obras Públicas.

Al mes siguiente, empezó a publicar su recién aprobada propuesta en las páginas del *Boletín del Ministerio de Industria y Obras Públicas*, creado también en enero de 1888. Ese año presentó también la versión definitiva, incorporando el trazado rectilíneo del río. En ese breve lapso, el ingeniero pasó a ser el jefe de la sección de Puentes, Caminos y Obras Hidráulicas de la Oficina de Obras Públicas. A partir de esa experiencia, su proyecto de 1888 incluyó referencias al alcantarillado y servicios básicos que debía proveer el Estado⁵⁰.

Articulada en torno a los servicios públicos, al higienismo y una nueva idea de imagen urbana, su propuesta no estuvo exenta de dificultades. Como se indicó más atrás, se inauguraba un período basado en ideales de salubridad pública e higiene para contrarrestar la mortalidad urbana. Al ser nuevos saberes, aún no estaban definidas sus áreas y procedimientos, pero sí lo estaba la idea de los servicios básicos como base para la higiene y la transformación de ciudades. En este sentido son útiles las palabras de Trevor Williams:

“Un mejor conocimiento de la naturaleza de las enfermedades y su transmisión, así como un nivel de vida progresivamente creciente impusieron una carga suplementaria incluso para los servicios básicos de agua y alcantarillados, y la mejora de éstos en las zonas ya densamente pobladas fue de por sí una tarea de primera magnitud”⁵¹.

Por este motivo, –cobijado en la ley de enero de 1888– no sólo trabajó sobre el canalizar sino que en la formación de un “nuevo barrio” acorde con la imagen de ciudad deseada:

⁴⁹ *Boletín del Ministerio de Industria y Obras Públicas*, Santiago, 1887, p. 59.

⁵⁰ Martínez, *Proyecto para la canalización...*, *op. cit.*

⁵¹ Trevor Williams, *Historia de la tecnología. Desde 1900 hasta 1950*, p. 317.

“Por ley de 13 de enero de 1888 se manda expropiar en toda la extensión del canal una zona de 100 metros a uno y otro lado, lo que permite la formación de un nuevo barrio que por su situación y por consultarse en él toda las medidas higiénicas estará a la altura de los mejores barrios de París y Londres. El nuevo barrio estará dotado de una red completa de alcantarillas de desagüe para su perfecto saneamiento”⁵².

El encajonamiento fue comenzado en junio de 1888 y tuvo como suceso paradigmático el derrumbe del puente de Cal y Canto. Como se recordará, en 1873 Ernesto Ansart lo vio como un dique ya viejo que estancaba el curso natural del agua, aunque en 1883 se le realizó una prolija remodelación. Valentín Martínez, como Ernesto Ansart, no tuvo demasiada consideración con la edificación colonial. Según el relato del escritor e historiador Justo Abel Rosales, el ingeniero mandó

“socavar el emplantillado del puente, compuesto de sólidas piedras, y de esta manera, dejó sin defensa los machones que sostenían los arcos del extremo norte, en caso de un ataque de las aguas en día de temporal”.

Por esto, Justo Rosales sostuvo:

“la demolición del puente empezó así de una manera disimulada, tal vez sin intención de concluir en tan corto tiempo con una obra aun utilísima a los moradores de ambas márgenes del Mapocho”.

En definitiva, el derrumbe de la estructura produjo un hondo impacto en la sociedad santiaguina: era uno de los espacios públicos más utilizados de la ciudad. En su texto, seleccionó algunos párrafos publicados por el diario *El Ferrocarril* al día siguiente del suceso:

“A esa hora había en las inmediaciones del puente de Cal y Canto, del puente de los Carros, y en los tajamares, una concurrencia inmensa. A uno y otro lado del río se veía miles de personas que contemplaban el imponente espectáculo que ofrecía el Mapocho con su enorme caudal de agua de un amarillo negrusco.

Poco después de desprenderse la segunda pilastra, llegó S.E. el Presidente de la República acompañado del señor Ministro de Industria y Obras Públicas, del señor Ministro del Interior y de un edecán, e inspeccionó los destrozos que a esa hora habían ocasionado los destrozos. De repente una nube de polvo que cubrió todo aquel espacio anunció que el puente de Cal y Canto comenzaba a hundirse. Una exclamación de asombro y de terror se escapó de muchos labios al ver que esa mole de granito, que desafiara durante un siglo la corriente más impetuosa de las más grandes avenidas, se hundía en las cenagosas aguas del Mapocho, a las 5.15 de la tarde del 10 de agosto de 1888. El espacio correspondiente a tres arcos había caído al lecho del río, formando como una esclusa que las aguas no tardaron en salvar y que al principio se temió que ocasionaran un desborde. [...]

⁵² Valentín Martínez, “Canalización del Mapocho (continuación del proyecto de ingeniero Valentín Martínez)”, p. 402.

El hundimiento del puente produjo una impresión extraordinaria en todos los concurrentes. La gente corría en todas direcciones, ávidas de presenciar de cerca aquel acontecimiento”⁵³.

Las palabras de *El Ferrocarril* fueron complementadas por el mismo Justo Rosales, quien expresó que al momento del derrumbe de los arcos,

“un grito unánime de sentimiento por tan grande pérdida resonó en ambas márgenes del Mapocho. La gente se estrechó para ver aquel espectáculo, y muchos corrieron hacia el centro de la ciudad, creyendo que se salía el río”.

En vista de esta perplejidad y molestia fue

“que muchas personas, especialmente mujeres, no pudieron contener las lágrimas, al tiempo que lanzaban contra el ingeniero Martínez las más terribles acusaciones que se haya oído jamás al aire libre en nuestra mansa ciudad”.

La presencia de las máximas autoridades de la nación, incluyendo al presidente José M. Balmaceda, sin duda debe haber coadyuvado a crear un ambiente casi ceremonial (figura N° 12).



Figura N° 12. El puente Cal y Canto poco después de sufrir el derrumbe de algunos de sus arcos, en agosto de 1888. Se ven los baratillos instalados en la superficie de la estructura. Se advierte, además, la presencia de espectadores de chaqueta y sombrero junto con otros –en primer plano– de poncho y chupalla, contemplando lo que para entonces se había convertido en un espectáculo urbano. Archivo Fotográfico Museo Histórico Nacional.

⁵³ *El Ferrocarril*, 11 de agosto de 1888, en Justo Abel Rosales, *Historia y tradiciones del puente Cal y Canto*, p. 69.

Si bien la destrucción del viejo puente, la instalación de otros nuevos metálicos y el encajonamiento del río fueron obras efectuadas rápidamente (figura N° 13), primero bajo la dirección de Valentín Martínez y luego del ingeniero José Luis Coó, “el cambio fue lento: las tierras ganadas al río, que debían convertirse en paseos públicos, fueron de momento sólo basurales y depósitos de ‘inmundicias’”⁵⁴. En consecuencia, la canalización fue finalizada hacia 1892, pero sólo a partir de esa fecha se decidió el destino de las tierras ganadas al río. En las discusiones y decisiones opinaron políticos, médicos e ingenieros. Valentín Martínez aparece junto a Alejandro Bertrand como uno de los ingenieros más destacados, liderando tanto las obras en el río como la siguiente fase de transformación de Santiago con sus proyectos sobre alcantarillado y sistema de desagües.



Figura N° 13. El borde sur del Mapocho desde La Chimba, según grabado de Melton Prior (1889). Se distingue, hacia el centro y la derecha, el Mercado Central y las torres de los templos, al igual que las obras de canalización y las carretas sobre el puente de madera provisorio. También la numerosa presencia de peatones y vendedores ambulantes, mientras a la izquierda de la imagen se aprecia el cerro Santa Lucía y las construcciones de uno y dos pisos –calles Esmeralda, San Antonio– que eran escenario de numerosos espacios de sociabilidad popular. *The Illustrated London News*, N° 2633, London, october 5, 1889, p. 441.

“CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS”:

EL MOMENTO DEL ALCANTARILLADO Y EL AGUA POTABLE

El 21 de mayo de 1888, pocos días antes del inicio de la transformación del Mapocho en un canal, el presidente José Manuel Balmaceda leyó su segunda cuenta anual ante el Congreso pleno, enunciando las tres directrices de higiene pública urbana a poner en práctica durante el resto de su gobierno:

⁵⁴ Luis Alberto Romero, *¿Qué hacer con los pobres? Elite y sectores populares en Santiago de Chile. 1840-1895*, p. 47. Sobre las ideas del Estado hacia el sector, véase Dirección General de Obras Públicas, *Proyecto de transformación de los barrios vecinos al canal del Mapocho. Presentado al Consejo de Obras Públicas por el Director General del Ramo*.

“Viene imponiéndose a la consideración del Gobierno la solución de una cuestión de la más grave trascendencia y que afecta la vida misma de nuestros conciudadanos, y ésta es la higiene pública. No sería posible aplazarla sin que nos hiciéramos responsables de imprevisión o incuria.

Hay tres medios que influirán directamente en el saneamiento de nuestras poblaciones urbanas. La primera consiste en la dotación de agua potable de todas las ciudades que no la tienen; el segundo sería la construcción de desagües, que sirvan convenientemente a las necesidades de las poblaciones, tercero, la reglamentación de las condiciones higiénicas, y que deben cumplirse en las construcciones urbanas y muy principalmente en las destinadas a habitaciones de obreros, y la prohibición de la venta de alcoholes no rectificadas y la imposición de penas a la embriaguez”⁵⁵.

La preocupación del Mandatario era justificada. En 1886 Santiago y otras urbes chilenas habían sufrido una desoladora epidemia de cólera. La tuberculosis y el tifus eran también peligros cotidianos en la población. En el período 1890-1893 la tasa de mortalidad alcanzaba a cincuenta por mil y bajaría a treinta y siete por mil sólo a finales de siglo. Médicos contemporáneos calcularon que la tasa de mortalidad infantil en Santiago alcanzaba, en 1890, a 69,8%. Se trataba de una ciudad que en 1885 estaba en torno a los doscientos mil habitantes –alcanzando doscientos cincuenta mil diez años después– y donde buena parte vivía en la extrema miseria, en especial en el río Mapocho y en la periferia sur, más allá de la Alameda de los Monos o avenida Matta⁵⁶ (figura N° 14). En ese contexto, las tareas urgentes planteadas por José Manuel Balmaceda para las ciudades chilenas quedaron como un referente durante las siguientes décadas.

Como se indicó, en el Santiago del cambio de siglo, el canal ya estaba finalizado, no así sus accesos ni el destino de sus bordes. Además de las postergaciones a la finalización del cambio urbano en el sector del Mapocho, éste contenía lugares en los que se acentuaban las falencias materiales e higiénicas, tanto en La Chimba como en calles más céntricas como Puente, Bandera y San Pablo. En ese territorio de fango en las calles y conventillos atiborrados se construyó –con la activa participación de Valentín Martínez– el edificio de una de las instituciones fundamentales de la nueva legislación sanitaria: el Desinfectorio Público. El proyecto estuvo a cargo del Consejo Superior de Higiene Pública, creado por el presidente José Manuel Balmaceda en 1887. El Consejo fue el principal fomentador de la nueva institucionalidad sanitaria; de hecho, fue esta institución la que solicitó un terreno en la banda norte del Mapocho para albergar al Desinfectorio, inaugurado en 1896 (figura N° 15), así como el organismo que impulsó el levantamiento del Instituto de Higiene (1902), vecino al anterior⁵⁷.

⁵⁵ “Mensaje presidencial de 1888”, en *Discursos de José Manuel Balmaceda. Iconografía*, pp. 327-328.

⁵⁶ Ricardo Dávila, “Mortalidad de los niños en Santiago”. Para 1895, más de veinticinco mil personas residían en esa condición socioeconómica. Véase Armando de Ramón, “Estudio...”, *op. cit.*, p. 285.

⁵⁷ “Doctor Carlos Altamirano T.”, en Pedro Lautaro Ferrer, *Higiene y asistencia pública en Chile*, pp. 76-78.



Figura N° 14. Plano de Santiago en la *Geografía descriptiva* de Enrique Espinoza, 1895. Se advierte la expansión urbana, en especial al sur de la Alameda de las Delicias. La Chimba aún tiene extensos sectores sin poblar. Enrique Espinoza, *Geografía descriptiva de la República de Chile*.



Figura N° 15. El Desinfectorio Público, inaugurado en 1896, desde calle Borgoño. A la derecha se observa la entrada al patio de maniobras. En 1902 se inauguró, hacia el oriente, el Instituto de Higiene. Ferrer, *op. cit.*, p. 72.

En ese contexto de reformas higienistas, la construcción del sistema de desagües podría considerarse el mayor avance de renovación urbana de esos años⁵⁸. Esta obra pública, sólo iniciada en 1905, se hizo cargo de una extensa discusión anterior acerca del mejor sistema a implementar, así como el papel de las acequias y canales santiaguinos para la eliminación de desechos. El motivo: las acequias eran los basurales urbanos y una de las principales causas de la mortalidad en la capital chilena. Siguiendo la pendiente natural del valle, los canales pasaban por la medianería oriente-poniente de las manzanas, regando los huertos domésticos y evacuando las aguas servidas, formando “una suerte de tejido sobrepuesto al trazado urbano”, estructura que constituyó con el tiempo “la operación fundamental de ordenación del territorio” no sólo en el valle mapochino, sino en toda la zona central chilena⁵⁹. De esta forma, las aguas, mediante los canales, se constituyeron como un notable modelador de la morfología urbana: un factor que estructuró la trama de la ciudad.

Ahora bien, fue en esa relación entre las aguas, la irrigación y evacuación y la estructura urbana donde se situó otra importante vertiente del trabajo del ingeniero. Es necesario, en consecuencia, contextualizar un poco ese accionar. Según Roger Henri Guerrand, hacia 1871, al terminar la primera guerra franco-germana, el técnico francés Durand Claye planteó el problema de los rellenos sanitarios:

⁵⁸ Fernando Pérez y José Rosas, “Cities within the city: urban and architectural transfers in Santiago de Chile, 1840-1940”, p. 121.

⁵⁹ Fernando Pérez, “Santiago entre su origen y sus desafíos”, pp. 21-22.

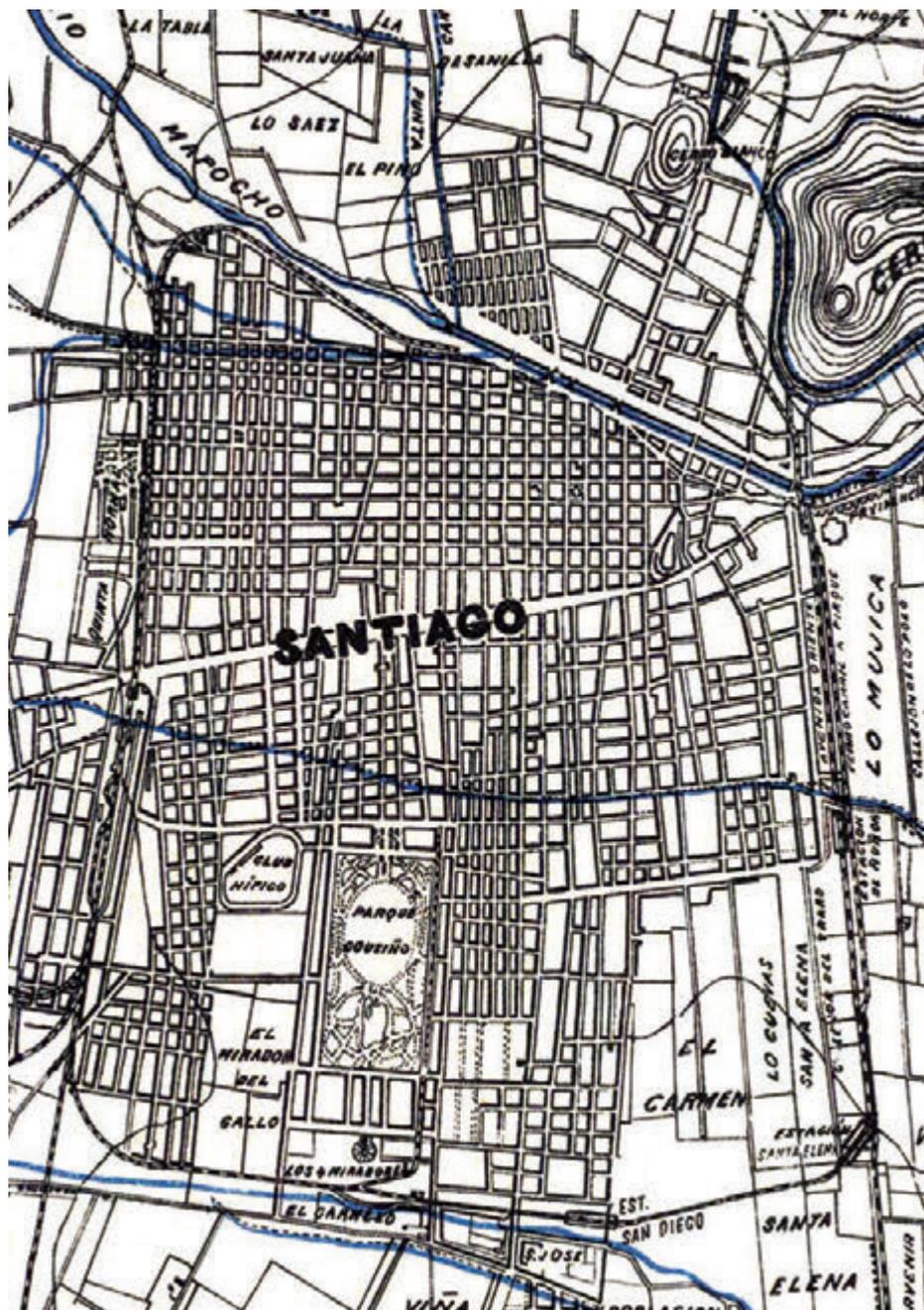


Figura N° 16. Selección del Plano de la parte de la Zona Central de Chile, regada por los acueductos de la Sociedad del Canal del Maipo, Santiago, 1902. Se aprecia el río Mapocho y sus canales derivados hacia La Chimba y el puente, al igual que el canal San Miguel, al sur de la Alameda, y el zanjón de la Aguada, límite sur de la ciudad.

“Las fosas fijas no podían ser mejoradas. Sus filtraciones producían asentamientos del suelo e infectaban la tierra, exhalando emanaciones pestíferas, a pesar del sistema de ventilación, cuando éste existía. Sólo existía una manera racional e higiénica de solucionar tal atolladero: la generalización del *‘todo-a-la-alcantarilla’*”⁶⁰.

De nuevo contemplamos que el miedo era hacia el estancamiento y la fijeza. Bajo esas ideas, Valentín Martínez viajó comisionado por el Estado chileno a Europa, en 1889, donde recorrió las principales ciudades del continente y seleccionó las que a su juicio tenían el sistema más idóneo de desagüe bajo la idea de alcantarilla. A su regreso, publicó en diciembre de 1891 el primero de sus proyectos: *El agua en sus relaciones con el mejoramiento del estado sanitario de las poblaciones con aplicación a las principales ciudades de Chile*.

Para él, las principales tareas a seguir eran:

- 1° El aprovisionamiento y distribución del agua potable en las aglomeraciones urbanas;
- 2° El drenaje de la habitación;
- 3° El alcantarillado de las cloacas;
- 4° La purificación del *sewage* [aguas servidas] y
- 5° La aplicación del sistema a las principales ciudades de Chile.

Para cada una de ellas estableció tareas y recomendaciones. Por ejemplo, la primera debía

“asegurar un rápido escurrimiento hacia la cloaca pública de las materias que recibe; y no dejar que penetren en la habitación las emanaciones, gérmenes o fermentos que se desprenden de esas materias”.

En este aspecto en particular mostró su preferencia por las intervenciones en Brooklyn, New York y, en especial, por la de Frankfurt, Alemania. Por ello indicó que el ideal de todo-a-la-alcantarilla

“es la canalización subterránea, conocida con el nombre de cloacas alcantarilladas (*égouts*), que corriendo por el eje de las calles, forma una red completa tan extensa como la ciudad servida”.

Para la realización de estas obras, destacó “el sistema americano perfeccionado”, implementado en Chicago y New York, el que consistía “en una cañería de fierro laminado de 6 metros de largo, de 10 centímetros de diámetro y acoplada a tornillo”⁶¹.

Justificó estas aproximaciones con ejemplos de ciudades-capitales, pero también sobre la base de urbes intermedias, incluso, menos pobladas que Santiago, como Memphis. Esta última, a su juicio, era un exitoso caso de freno a las epidemias y la mortalidad gracias a la instalación de un sistema de drenaje. También,

⁶⁰ Roger Henri Guerrand, *Las letrinas. Historia de la higiene urbana*, p. 147.

⁶¹ Martínez, *El agua...*, *op. cit.*, pp. 9-11.

citó obras recientes sobre el higienismo, como las actas del Congreso de Higiene de París en 1889. Allí se había establecido, como parte de la “higiene municipal”, que:

“todas las ciudades que quieran mejorar [...] si tienen bastante agua y una regular pendiente, para conservar la libre circulación e impedir toda estagnación de las inundicias y de las aguas, deberán adoptar el sistema de *todo a la cloaca...*”⁶².

Pese a la solidez de las propuestas, su opinión sobre la recepción nacional a su trabajo fue mala. No sólo los trámites parlamentarios sino que la burocracia interna retardaron la iniciativa:

“De vuelta en Chile presenté mi informe, manifestando que estaba dispuesto a completarlo con aplicación a las principales ciudades y al efecto pedí los datos que se tenían sobre ellas. Pasó más de un año sin poder conseguir obtenerlos.

¡Qué contraste! En Europa, en todas las ciudades que visité, con la simple recomendación oficial del Ministro de Chile, los archivos eran puestos a mi disposición”⁶³.

Junto a sus proyectos, hubo otros ingenieros que escribieron sobre el sistema de alcantarillados y desagües. Sin embargo, pocos alcanzaron la figuración del técnico rancagüino. Miguel F. del Fierro redactó un proyecto en 1892 y Francisco de Sutter publicó el suyo en 1897, el que en lo esencial se dedicaba a resumir y explicar el proyecto de Valentín Martínez del año anterior. Sólo en 1899 se presentó una propuesta capaz de competir con la de Valentín Martínez, evacuada por Gaspar Roufosse. Allí fue enfático en apoyar el nuevo método de cloacas, basado en la importancia de la circulación del aire y el agua; es decir, el temor a los miasmas⁶⁴.

La Comisión de Higiene y Salubridad Pública de la Municipalidad de Santiago nombró a Valentín Martínez como Consultor Técnico del gobierno local en 1892. A partir de ese cargo, Martínez publicó dos trabajos básicos para la construcción de desagües en la capital. En 1893, su *Proyecto de desagües para la zona central de la ciudad de Santiago*, un trabajo que profundizó algunos temas vistos en *El agua en sus relaciones*, pero que también planteó nuevas perspectivas. Su principal crítica al proyecto de desagües municipal existente al tomar su cargo se refirió a la ventilación y el lavado imperfectos. Tuvo además dos comentarios técnicos: el primero fue la necesidad de distinguir entre aguas lluvias y aguas residuales o domésticas, enfatizando que las primeras eran las que traían mayor volumen. Por tanto, las domésticas podían escurrir por las aceras y calles. Su segunda propuesta tuvo relación con un mayor equilibrio entre el sistema *todo a la cloaca* y el *separate system*, de

⁶² Martínez, *El agua...*, *op. cit.*, p. 32.

⁶³ *Op. cit.*, p. 3.

⁶⁴ Miguel Felipe del Fierro, *Proyecto de desagües*, 1892; Francisco de Sutter, *Proyecto de desagües para la ciudad de Santiago*; Gaspar Roufosse, *Proyecto de alcantarillado y ensanche del servicio de agua potable: informe presentado al supremo gobierno de Chile*, 1899.

origen norteamericano. Aunque en *El agua en sus relaciones* Martínez escribió a modo general sobre el segundo –en especial por Memphis, donde fue creado– en *Proyecto de desagües* fue aún más lejos, planteando que debía tomarse lo mejor de cada uno de los sistemas. El trabajo, firmado en 21 enero de 1893, se circunscribió a la “zona central” de la ciudad, es decir, “entre el cerro Santa Lucía, río Mapocho, Alameda de Matucana y de las Delicias”. Fue aprobado por el Consejo de Obras Públicas y la Municipalidad de Santiago, pero motivos económicos –al igual que sus proyectos en Iquique y Talca– aplazaron las obras⁶⁵.

En 1896 la idea resurgió con fuerza, esta vez desde la Intendencia. Valentín Martínez publicó entonces su *Proyecto de desagües para la ciudad de Santiago*, donde a los planos y presupuestos de la zona central se le sumaron las zonas ultra Mapocho y ultra Alameda. Tal como en el caso del Mapocho, planteó la idea de los canales subterráneos: “el drenaje de la habitación, o sea, la canalización hermética [...] es la condición *sine qua non* del saneamiento”⁶⁶. Asimismo, retomó la idea de escoger lo mejor de cada sistema para trazar el alcantarillado extendiéndose, más que en el proyecto de 1893, en las bondades del *separate system* y del Warring. Su propuesta era incorporar el *tout à l’égout* en los colectores, el *separate system* en las cañerías y el Warring en algunos lugares puntuales. Al referirse a cañerías, hablaba de los acueductos de las viviendas, mientras que colectores correspondían a los receptores de las aguas traídas por las cañerías.

Para él, un factor fundamental era el escurrimiento y, por ende, la pendiente. Reconociendo las pendientes de la zona “ultra Alameda” y “ultra Mapocho”, sugirió construir la red de colectores en dirección Norte-Sur y Sur-Norte, respectivamente. Así buscó conseguir velocidades de arrastre “siempre mayores a 0m. 60 y en las cañerías velocidades de arrastre mayores que 1m. 10”. Todo esto, siguiendo las indicaciones de uno de sus mentores: el británico Baldwin Lathan. Las zonas de vaciamiento postuladas eran el colector emisario “Alameda”; el colector emisario zanjón de la Aguada para la “zona ultra Alameda”, y el respectivo al norte del Molino de la Estampa, en ultra Mapocho. El imperativo de la pendiente y el escurrimiento fue en paralelo a la necesidad de cambiar el diseño y la distribución internas de las viviendas. Por esto criticó

“a los que desean que el confortable de nuestras habitaciones se conserve tal cual es desde el tiempo de la Colonia, quiero decir, que los aparatos sanitarios, como excusados, orinales, baños, etc., queden donde hoy están: en el segundo o tercer patio. Y consecuentes con este orden de ideas, dicen que las cañerías de primer y segundo orden debieran ir por dentro de las manzanas, aprovechando el curso de las acequias, en vez de ir por el eje de las calles. [...] su curso es tan caprichoso [...]

⁶⁵ Valentín Martínez, *Proyecto de desagües para la zona central de la ciudad de Santiago*, p. 6.

⁶⁶ Valentín Martínez, *Proyecto de desagües para la ciudad de Santiago*, pp. 8-9. Este texto fue reeditado en 1904 con el mismo título, en medio de una discusión pública sobre el tema. Entonces, los ingenieros C. Chiesa y L. Pinchon efectuaron un estudio de los proyectos de Valentín Martínez y de Gaspar Roufosse respecto al “saneamiento de Santiago”.

que la pendiente se hace casi nula, razón por la cual no deberían llamarse acequias, sino receptáculos de inmundicias”.

También explicó que las cañerías de primer orden (esto es, sólo domésticas) sí podrían ir por las acequias, ya que eran más útiles para evacuar las aguas lluvias, que eran las más caudalosas:

“Las acequias siguen generalmente, sobre todo en la parte central de la ciudad comprendida entre Alameda y Mapocho, la dirección de la pendiente más pronunciada (Este a Oeste), pasando por el interior de las manzanas y cortando perpendicularmente las calles que van de Norte a Sur. Ahora bien, es muy fácil reemplazar las acequias actuales, sólo dentro de las manzanas, por cañones o acueductos especiales para cada casa particular, construidos de material sólido e impermeable, pero aprovechando la pendiente mayor de Santiago, a fin de que puedan fácilmente vaciarse en los canales de mayor diámetro o colectores, que correrían únicamente por las calles que van de Norte a Sur”⁶⁷.



Figura N° 17. Plano desde el faldeo del cerro San Cristóbal (Antonia López de Bello) hacia el sur (calles Mallinckrodt y Constitución). Se aprecia el canal de la Merced en el extremo superior izquierdo, que bordeaba la ladera sur del cerro y del cual se extraía agua que cruzaba las manzanas siguiendo la pendiente natural del valle, en sentido norte-sur. Archivo del Conservador de Bienes Raíces de Santiago, año 1897.

⁶⁷ Martínez, *Proyecto de desagües para la ciudad...*, op. cit., p. 16.

También negó la posibilidad de construir un sistema de desagües en que dos costados de la manzana pudieran evacuar sus aguas a través de las habitaciones de más abajo. Por ello recordó al higienista inglés Robert Rawlinson,

“con un principio con el cual no se debe jamás transigir, sea la construcción de un palacio o un cotaje, y es que ninguna cañería del desagüe se establezca *debajo* de una parte cualquiera de la habitación”⁶⁸.

De esta manera, buscó la prevención de una mala ventilación, con los consecuentes malos olores, miasmas y hedores que preocupaban a los higienistas.

El proyecto de 1896 fue aprobado por la municipalidad de Santiago en sus sesiones del 12 y 13 de agosto de aquel año. Poco tiempo antes, en febrero, se había aprobado la ley que autorizaba a los gobiernos locales de la república, cuya población excediera los cinco mil habitantes, para establecer como obligatorio el servicio de desagües. Es decir, la meta ambicionada por el ex presidente José M. Balmaceda en 1888. Pero el proyecto de ley para facultar al Presidente de la nación para contratar los trabajos respectivos estuvo demorado durante largo tiempo: la razón expuesta por algunos senadores fue el excesivo costo de las obras públicas.

Esta extensa discusión, en la que llevaba una década, estimuló la emisión de un libro compilatorio, titulado *Desagües de Santiago. Documentos oficiales y juicios críticos*. El libro –sin autoría– contiene sólo las leyes y discusiones parlamentarias respectivas... y dos publicaciones críticas de Valentín Martínez en la prensa santiaguina. Una muestra de esta querrela interminable es la transcripción de la sesión del 12 de septiembre de 1896, donde el ministro del Interior Osvaldo Rengifo defendió sin pausa el proyecto ante el Senado. El legislador por Valdivia, Miers Cox, rechazaba el proyecto por el costo excesivo que significaban las obras públicas, en particular porque se planteaba un costo inicial y, al final, éste se terminaba triplicando. El ministro Rengifo expresó entonces que el proyecto de Valentín Martínez, junto con “salvar innumerables víctimas de la muerte”, significaba que “nos encontramos con un proyecto bien estudiado, con facilidades para encontrar capital, porque habrá capitalistas extranjeros que vendrán a contratar la obra”⁶⁹.

Valentín Martínez, se defendió de las críticas de colegas y otros integrantes de la esfera pública mediante una sección del libro llamada “Juicios críticos”. Allí publicó dos textos: el primero, un artículo llamado “Los desagües de Santiago. La supuesta necesidad de una depuración artificial de sus aguas”, sin fecha. En éste se hace cargo de las críticas por el supuesto excesivo costo que comportaría el sistema de higiene pública. El segundo, un oficio del ingeniero al Director General de Obras Públicas: “Desagües de Santiago. Paralelo entre Berlín y Santiago de Chile”. En el escrito, de carácter comparativo, desplegó su conocimiento sobre uno de sus referentes de ingeniería sanitaria, como era Alemania⁷⁰.

⁶⁸ Martínez, *Proyecto de desagües para la ciudad...*, *op. cit.*, p. 16.

⁶⁹ Valentín Martínez, *Desagües de Santiago. Documentos oficiales y juicios críticos*.

⁷⁰ *Ibid.*

Desagües de Santiago. Documentos oficiales y juicios críticos, fue la última publicación de Valentín Martínez sobre el tema. En 1904, se lanzó un texto compilatorio, incluyendo a nuevos autores y propuestas. Para entonces, el retirado ingeniero vivía en Europa, alejado de las discusiones más candentes. Sin embargo, sus numerosos artículos y proyectos dejaron una sólida base de discusión. A partir de ella trabajaron los encargados de iniciar las obras en el centro de Santiago, en 1905. La reedición en 1904 de sus proyectos de 1893 y 1896, es una prueba de ello⁷¹.

LA OBRA Y CHILE

¿Qué significó la transformación del Mapocho urbano y la proyección del sistema de desagüe para el desarrollo nacional? Las labores de Valentín Martínez podrían resumirse en las siguientes temáticas: diagnosticar, conectar, integrar, atenuar y controlar los elementos naturales en las ciudades –aunque como se ha visto, trabajó también en el mundo rural– rectificando y regularizando los accidentes geográficos. Se trató de tareas complejas, en especial por el desafío de transformar espacios y formas de vida existentes por siglos. Sin duda, no todo lo obrado por el ingeniero rancagüino corresponde a nuevos ideales. Como se apreció, los antecedentes de obras de infraestructura en el Mapocho se remontan a los tajamares coloniales, por lo que sus trabajos estuvieron en continuidad con aquéllos y desde luego, con el proyecto de Ernesto Ansart de 1873. Pero conviene recordar que su trabajo se contextualizó en un momento de grandes avances tecnológicos globales, como el paso de la energía a gas a la electricidad y las primeras construcciones sobre la base de hormigón armado, los rascacielos. En ese panorama, los nuevos usos del agua y la superación de los obstáculos planteados por cordilleras, lagos, lagunas, mares y ríos –cristalizada en la expresión ‘ganar tierras’– fue un avance calificado como asombroso por los contemporáneos. El principal instrumento para esa superación fueron los puentes: hacia fines del siglo XIX, éstos se levantaban preferentemente de hierro y acero.

Junto con estos avances materiales, que el ingeniero coadyuvó a instalar en la capital chilena, estuvieron sus aportes en el campo del higienismo. La canalización del Mapocho y las propuestas de desagüe fueron consideradas como obras claves para lo que entonces se llamaba el “saneamiento de Santiago”: permitieron regular el curso de las aguas y su estancamiento, prevenir avenidas del río y establecer los primeros intentos de control de los basurales existentes en sus riberas. En consecuencia, esta intervención fue un referente para las transformaciones urbanas y medidas de higiene pública ejecutadas en otros asentamientos nacionales. Es necesario enfatizar en que muchas de las referencias de Valentín Martínez estuvieran en Inglaterra (en especial Robert Rawlinson y Baldwin Lathan), Bélgica, Alemania

⁷¹ La comisión integrada por el doctor Federico Puga Borne y los ingenieros Víctor Domingo Santa María y Alberto González Errázuriz aprobó el proyecto convertido en ley N° 1.624 en 1903. Al año siguiente la francesa Sociéte de Construction des Batignolles se adjudicó el proyecto.

y Estados Unidos. De esta manera puede complejizarse la recepción que hubo en Chile a las ideas urbanas foráneas de la época, por lo general circunscritas a Francia y en especial a París.

Por otra parte, las propuestas y obras dirigidas por Valentín Martínez significaron un diagnóstico adverso a la presencia de los grupos populares en el cauce mapochino, asimilándolos a la proliferación de epidemias y, en buena medida, convirtiéndolos en símbolos de los gérmenes. Esta visión sería compartida por las elites capitalinas y provincianas, y también por la prensa. Dos ejemplos ofrecen una primera aproximación al tema. El abogado y congresista Paulino Alfonso –uno de los impulsores de la creación del parque Forestal– alababa el encajonamiento del torrente, ya que

“¡quién ignora lo que era en Santiago la caja del río: vasto estercolero, depósito inmenso de inmundicias de todo género, barbecho colosal de gérmenes malsanos, fuente inexhausta de emanaciones mefíticas, dilatado cáncer asqueroso en el propio cuerpo de la capital de la República, vergüenza de nuestro país!”⁷².

Para *El Porvenir*, la canalización posibilitaba que:

“esos inmundos tenduchos del Tajamar, esos capuchones, esos cuchitriles de apariencia sospechosa y baja, tendrán que huir ante la esplendidez del palacio vecino”⁷³.

Esta idea del sujeto popular como sinónimo de cáncer o, bien, de la poca ‘higiene moral’ como equivalente de antisalubridad material y corporal, marcó hasta hoy la representación del Mapocho como lugar popular y ocurrió también por aquella época en ciudades tan diferentes como Lima y Londres.

La transformación del río Mapocho en un canal fue un proceso que también significó un cambio en la idea de espacio público y paisaje urbano. Por primera vez en la historia del gobierno urbano chileno se ocupó una escala mayor en las operaciones de infraestructura, implementándose quizá por vez primera a un rango de ciudad, y en un plazo de sólo cuatro años. Esa modernización fue consecuencia tanto de nuevas técnicas como de nuevas representaciones: desde operaciones de racionalización burocrática en el Estado (creación del Ministerio de Industria y Obras Públicas), hasta nuevas formas de comprender las relaciones entre la naturaleza y la ciudad (la idea del río y las acequias como detestables cloacas urbanas). De esta forma, la construcción del canal del Mapocho permitió desde 1892 la instalación de una batería de propuestas y construcciones para modificar las riberas urbanas, la mayor parte de ellas cristalizadas por el Ministerio de Industria y Obras Públicas, en negociación con la Dirección de Obras Municipales: la cárcel pública (1887), se edificaron la pequeña estación del Mercado (1888), los edificios de higiene y caridad (Desinfectorio Público, Instituto de Higiene y Protectora de la Infancia, 1896-1902) y aquéllos

⁷² Paulino Alfonso, *Lo que debe hacerse con los terrenos del Mapocho*.

⁷³ *El Porvenir*, 19 de febrero de 1892.

de comercio, como la Vega Central y los Galpones de Zapateros (1900 y 1902). De esta forma, se concretó con variantes la idea del gran espacio público propuesto por Ernesto Ansart en los setenta. Simultáneamente, y gracias a los terrenos subidos de nivel por la canalización, desde 1895 comenzaron las plantaciones que originarían el parque Forestal. Allí fue inaugurado el 18 de septiembre de 1910 el Museo y la Escuela de Bellas Artes, del arquitecto Emilio Jecquier. Por último, en 1912 se inauguró la estación Mapocho proyectada por Ernesto Ansart y Valentín Martínez.

En cuanto a los proyectos de desagües de Valentín Martínez, si bien éstos no fueron concretados, su alta complejidad plantea también el surgimiento de un saber científico nacional inédito: la ingeniería hidráulica y sanitaria. Sus propuestas fueron la base de la discusión resuelta en 1903. Quizá en este aspecto lo más relevante haya sido el impulso de Valentín Martínez a la instalación de la letrina o baño *al interior* de las casas: se trató nada menos que de modificar la estructura interna de la vivienda urbana chilena y, por otra parte, crear un ideal sobre la higiene privada. Por otro lado, fue un funcionario público de alto rango, capaz de ejercer su cargo tanto durante y después de la agitada administración de Balmaceda. Por cierto, sus iniciativas de desagüe, junto con otras como el agua potable y la vivienda social, habían sido preocupación del Presidente: “Desagües, agua potable y regulación en la construcción de habitaciones de obreros”, señaló el mandatario en 1888. Pese a un retraso señalado como exasperante para los propios contemporáneos, esas obras fueron efectuadas por sus enemigos: los congresistas y la clase política que lo derrotó en 1891 y gobernó el país por más de treinta años.

Como señaló José Luis Romero, desde 1880 las ciudades latinoamericanas, gobernadas por emergentes burguesías, debieron optar entre la “transformación o el estancamiento”⁷⁴. En consecuencia, este proceso de modernización en Santiago de Chile puede entenderse como una rectificación urbana con participación de diversas disciplinas y lenguajes técnicos, con objetivos y métodos disímiles. Sin embargo, desde la ingeniería, Valentín Martínez fue quizá el principal personaje en la formación de una nueva idea de intervención técnica, que actuando sobre el espacio público, podemos entender como los inicios de un proyecto urbano para la creación de la ciudad moderna. Este hecho contribuyó a consolidar a Santiago como la ciudad-capital de la República de Chile: una urbe capaz de representar a la nación, mediante la instalación de los más modernos edificios, estructuras y medios de transporte. En otras palabras: fue crucial en convertir a Santiago de Chile en una ciudad que representase la imagen del país.

LA OBRA DE VALENTÍN MARTÍNEZ EN LA ACTUALIDAD

El proyecto “Mapocho urbano limpio” es el plan más destacado de la compañía distribuidora de agua potable –Aguas Andinas– en el Santiago actual. Contempla el cierre de las veintiuna descargas que vierten sus aguas servidas en el tramo

⁷⁴ José Luis Romero, *Latinoamérica: las ciudades y las ideas*, capítulo 6.

urbano del Mapocho y, para conseguirlo, se construye un interceptor subterráneo que irá desde Las Condes hasta Pudahuel, esto es, 28,5 km en dirección oriente-poniente corriendo en paralelo al torrente. El día de la inauguración de los trabajos, estuvieron presentes la Presidenta de la República, Michelle Bachelet, junto a sus ministros de Obras Públicas y de Medio Ambiente. Para la Mandataria,

“No cabe la menor duda de la importancia de esta iniciativa. Yo como epidemióloga creo que este es un paso que demuestra que este país avanza en garantizar las mejores políticas de salud pública para Chile”⁷⁵.

Tal como en las preocupaciones higienistas de fines del siglo XIX, el Mapocho de hoy es un símbolo de la contaminación urbana y una de las preocupaciones de la salud pública, aunque centrado más bien en la idea “medioambiental”. De esta manera, el proyecto “Mapocho urbano limpio” plantea un avance concreto en la calidad de vida de comunas como Cerro Navia y Pudahuel, esta última olvidada por décadas por la clase política, aun presentando los índices más elevados de contaminación de la Región Metropolitana debido al amoníaco emanado por el río.

Los trabajos de Valentín Martínez se nos presentan como el antecedente más destacado de esta imponente iniciativa de transformación de ciudad. Ya que en la época del ingeniero no existía la noción de ‘urbanismo’, ni tampoco la de ‘planificación urbana’, su obra adquiere un carácter aún más interesante: se inserta como una transición entre las reglamentaciones y ordenanzas municipales, y los proyectos urbanos modernos, asociados a grandes escalas, a la instalación de servicios y la utilización de tecnología y materiales de alta resistencia y rendimiento. Valentín Martínez militaba tanto en una suerte de preurbanismo como en el higienismo, y trazar una frontera clara entre ambos es equívoco para aquella época. Sin duda, la visión del ingeniero sobre el torrente permaneció durante décadas, tanto respecto al descarnado diagnóstico efectuado como en la forma de transformarlo. Además, la canalización del Mapocho, ampliada sólo a fines de la década de 1920 –casi cuarenta años después de concluida la inicial– tuvo como misión continuar lo ejecutado por Valentín Martínez. En consecuencia, el aporte del técnico en el Chile actual se puede entender como el surgimiento de un saber y una agenda pública en torno a la tecnología. Este saber se formó tanto en terreno como en aulas y oficinas. Estableciendo un paralelo con el Chile actual, puede compararse su beca de estadía en Bélgica y sus estadías en el extranjero, como una apuesta del Estado por adquirir nuevos conocimientos mediante la inversión en capital humano. Por otra parte, la idea de las riberas intervenidas por el aparato público –representada en Ernesto Ansart y especialmente en Valentín Martínez– marcó un precedente respecto a la propiedad del suelo en aquel sector. Esta producción de un espacio público permite entender la construcción de parques ribereños en la zona centro-oriente (como el parque Forestal y el Bicentenario), así como su inexistencia en comunas como las ya nombradas Cerro Navia y Puhahuel, más pobres y contaminadas.

⁷⁵ Véase “Presidenta Bachelet inauguró proyecto Mapocho Urbano Limpio”.

Ahora bien, hoy tenemos otro contexto y otras perspectivas respecto a la canalización de fines del siglo XIX, como la destrucción del puente de Cal y Canto. Si bien en su momento hubo voces críticas a la facilitación de su derrumbe, hoy sería muy difícil realizar tal operación, ya que contamos con un concepto moderno de 'patrimonio'. Esto nos hace valorar y proteger artefactos o piezas arquitectónicas y urbanas que antaño hubiesen sido entendidas como residuos coloniales sin interés e, incluso, como obstáculos para la modernización urbana y nacional. Con todo, en orden al carácter inédito de este tipo de ordenamiento espacial, la decisión de Valentín Martínez puede ser entendida como un entusiasta apego a una incipiente ideología de la modernización y el progreso, las que alcanzarían su madurez durante el siglo veinte. Quizá, como pocos personajes en la historia urbana de Chile, contiene en sus obras una temprana y dramática contradicción moderna en torno a la comprensión de la ciudad y la formación de una cultura urbana: dirimir qué debe ser conservado y qué debe desaparecer de nuestro entorno. En orden a sus razones técnicas, puede comprenderse como un científico paradigmático en la construcción de la ciudad moderna y sus relaciones con las aguas y la geografía en Chile.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfonso, Paulino, *Lo que debe hacerse con los terrenos del Mapocho*, Santiago, Imprenta Cervantes, 1892.
- Anales de la Sociedad Científica Argentina. Tomo XLV. Primer semestre de 1898. Junio 1898. Entrega VI. Tomo XLV*, Buenos Aires, Imprenta de Pablo E. Coni, 1898.
- Ansart, Ernesto *La canalización del Mapocho. Proyecto trabajado por encargo de la Municipalidad de Santiago y don Luis Cousiño*, Santiago, Imprenta La República, 1873.
- Archivo del Conservador de Bienes Raíces de Santiago, año 1897.
- Archivo Nacional, Fondo Municipalidad de Santiago, volúmenes 317 (1884) y 323 (1886).
- Archivo Nacional, Fondo Ministerio de Industria y Obras Públicas, volúmenes 14, 16, 54, 91,122, 126 y 129, 1882-1895.
- "Bases para la construcción del Desagüe del Manicomio de Concepción", en Archivo Nacional, Ministerio de Industria y Obras Públicas, vol. 210, 1895.
- Blakemore, Harold, "Chile 1880-1930", en Leslie Bethel (editor), *Historia de América Latina. 10. América del Sur, c. 1870-1930*, Barcelona, Crítica, 2000.
- Bórquez, Oscar, *Historia del río Mapocho y sus puentes*, seminario de 6º año de historia de la arquitectura, Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, 1959.
- Castro, Luis, "Las otras luchas sociales en el Tarapacá salitrero. La defensa de los quismieños del agua de Chintaguay", en Pablo Artaza *et al.*, *A 90 años de los sucesos de Santa María de Iquique*, Santiago, LOM Ediciones, 1997.
- Concha, Manuel H., *Observaciones al proyecto de canalización del Mapocho del sr. ingeniero Valentín Martínez*, Santiago, 1886.

- Congreso Nacional, Cámara de Diputados, *Sesiones extraordinarias de la Cámara de Diputados en 1887*, Santiago, Imprenta Nacional, 1887.
- Congreso Nacional, Cámara de Diputados, *Sesiones ordinarias de la Cámara de Diputados en 1887*, Santiago, Imprenta Nacional, 1887.
- Corbin, Alain, *El perfume o el miasma. El olfato y lo imaginario social. Siglos XVIII y XIX*, México, Fondo de Cultura Económica, 2005 (1982).
- Dávila, Ricardo, “Mortalidad de los niños en Santiago”, en *Revista Chilena de Higiene* N° 5, Santiago, 1899.
- De Ramón, Armando, “Estudio de una periferia urbana. Santiago de Chile 1850-1900”, en *Historia*, Santiago, N° 25, 1985.
- De Ramón, Armando, “Santiago de Chile (1850-1900). Límites urbanos y segregación social según estratos”, en *Revista Paraguaya de Sociología*, N° 42/43, Asunción, mayo-diciembre 1978.
- De Ramón, Armando, *Santiago de Chile (1541-1941). Historia de una sociedad urbana*, Santiago, Sudamericana, 2000.
- Dirección General de Obras Públicas, *Proyecto de transformación de los barrios vecinos al canal del Mapocho. Presentado al Consejo de Obras Públicas por el Director General del Ramo*, Santiago, Imprenta Cervantes, 1895.
- Dirección General de Obras Públicas, Inspección de Caminos y Puentes, *Separación del ingeniero primero: jefe de la Sub-sección de Puentes de la segunda Sección de la Dirección de Obras Públicas D. Guillermo Acuña: recomendaciones que ha hecho el Ministerio a la Dirección y al Consejo de Obras Públicas*, Santiago, Imprenta Nacional, 1900.
- Discursos de José Manuel Balmaceda. Iconografía*, recopilación de Rafael Sagredo B. y Eduardo Devés V., Santiago, Ediciones de la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos, Centro de Investigaciones Diego Barros Arana, Colección Fuentes para la Historia de la República, 1992, tomo III.
- El Chileno*, 12 de octubre de 1900.
- El Mercurio*, Santiago, 11 de octubre de 1900.
- El Porvenir*, 19 de febrero de 1892.
- Espinoza, Enrique, *Geografía descriptiva de la República de Chile*, Santiago, Imprenta Barcelona, 1897.
- Fernández Frías, Ricardo, *Canalización del Mapocho. Observaciones al proyecto aprobado por la Ilustre Municipalidad*, Santiago, Imprenta Victoria, 1886.
- Ferrer, Pedro Lautaro, *Higiene y asistencia pública en Chile*, Santiago, Imprenta Barcelona, 1911.
- Fierro, Miguel Felipe del, *Proyecto de desagües*, Santiago, Imprenta Barcelona, 1892.
- Figueroa, Pedro Pablo, *Diccionario biográfico de Chile*, Santiago, Imprenta Barcelona, 1897-1901, tomo II.
- Forbes, R.J., *Historia de la técnica*, México, Fondo de Cultura Económica, 1958.
- Gorelik, Adrián, *La grilla y el parque. Espacio público y cultura urbana en Buenos Aires, 1887-1936*, Buenos Aires, Universidad Nacional de Quilmes, 1998.
- Greve, Ernesto, *Historia de la ingeniería en Chile*, Santiago, Universitaria, 1944, tomo IV.

- Guarda, Gabriel, *El arquitecto de la Moneda, Joaquín Toesca, 1752-1799: una imagen del imperio español en América*, Santiago, Ediciones de la Universidad Católica, 1997.
- Guerrand, Roger Henri, *Las letrinas. Historia de la higiene urbana*, Valencia, Alfons el Magnànim, 1993.
- Hidalgo, Rodrigo y Pablo Camus, “La difusión de las ideas urbanísticas modernas en Chile: desde la transformación de ciudades a la ciudad lineal”, en Jaime Valenzuela (editor), *Historias urbanas. Homenaje a Armando de Ramón*, Santiago, Universidad Católica de Chile, 2007.
- Izquierdo, Francisco y Ernesto Bianchi, *Recopilación de leyes, ordenanzas, reglamentos y disposiciones administrativas vigentes en el departamento de Santiago*, Santiago, Imprenta Roma, 1894.
- Martínez, Valentín, “Canalización del Mapocho (continuación del proyecto de ingeniero Valentín Martínez)”, en *Boletín del Ministerio de Industria y Obras Públicas*, N° 4, Santiago, abril de 1888.
- Martínez, Valentín, *Proyecto para la canalización del río Mapocho. Aprobado por la Ilustre Municipalidad de Santiago y mandado ejecutar por el Ministerio de Industria y Obras Públicas*, Santiago, Imprenta El Correo, 1888.
- Martínez, Valentín, *El agua en sus relaciones con el mejoramiento del estado sanitario de las poblaciones con aplicación a las principales ciudades de Chile. Memoria presentada por el ingeniero Valentín Martínez. Jefe de la Sección de Puentes, Caminos y Obras Hidráulicas de la Dirección General de Obras Públicas de Chile, en desempeño de una comisión del Supremo Gobierno*, Santiago, Imprenta Victoria, 1891.
- Martínez, Valentín, *Proyecto de desagües para la zona central de la ciudad de Santiago*, Santiago, Imprenta Gutenberg, 1893.
- Martínez, Valentín, *Proyecto de desagües para la ciudad de Santiago*, Santiago, Imprenta La Democracia, 1896.
- Martínez, Valentín, *Desagües de Santiago: documentos oficiales y juicios críticos*, Santiago, Imprenta Barcelona, 1897.
- Martínez, Valentín, *Proyecto de abastecimiento de agua potable para el Puerto de Iquique*, Santiago, Imprenta Cervantes, 1893.
- Martínez, Valentín, *Proyectos de desagües y de agua potable para la ciudad de Concepción*, Santiago, Imprenta Nacional, 1899.
- Ministerio de Obras Públicas, *Ley que crea la oficina de la Dirección de Obras Públicas. Enero 25 de 1888*, Santiago, Imprenta Nacional, 1888.
- Municipalidad de Talca, Sesión extraordinaria de 10 de enero de 1895, en *Sesiones de la Municipalidad de Talca durante el período del primer semestre de 1895*, Talca, Impr. La Libertad, 1895.
- Municipalidad de Talca, *Sesiones de la Municipalidad de Talca durante el período del primer semestre de 1895*, Talca, Imprenta La Libertad, 1895.
- Pérez, Fernando, “Santiago entre su origen y sus desafíos”, en Pedro Bannen (ed.), *Santiago de Chile: quince escritos y cien imágenes*, Santiago, Universidad Católica, 1995.

- Pérez, Fernando y José Rozas, “Cities within the city: urban and architectural transfers in Santiago de Chile, 1840-1940”, in Arturo Almandoz (ed.), *Planning Latin America’s capital cities, 1850-1950*, London, Routledge, 2002.
- Piwonka, Gonzalo, *Las aguas de Santiago de Chile. 1541-1741. Tomo 1*, Santiago, Universitaria, 1999.
- Plano de la parte de la Zona Central de Chile, regada por los acueductos de la Sociedad del Canal del Maipo*, Santiago, 1902.
- “Presidenta Bachelet inauguró proyecto Mapocho Urbano Limpio”, edición electrónica de Radio Cooperativa, 1 de septiembre de 2008. www.cooperativa.cl.
- “Proyecto de un puente sobre el río Aconcagua, frente a la Calera. Presentado por V. Martínez, Ingeniero de Puentes y Calzadas”, en Archivo Nacional, Ministerio de Industria y Obras Públicas.
- Rawlinson, Robert, *Lectures, Reports, Letters, and Papers on Sanitary Questions*, sin datos, 2009.
- Romero, José Luis, *Latinoamérica: las ciudades y las ideas*, Buenos Aires, Siglo XXI, 2001 (1976).
- Romero, Luis Alberto, *¿Qué hacer con los pobres? Elite y sectores populares en Santiago de Chile. 1840-1895*, Buenos Aires, Sudamericana, 1997.
- Rosales, Justo Abel, *Historia y tradiciones del puente Cal y Canto*, Santiago, Estrella de Chile, 1888.
- Roufosse, Gaspar, *Proyecto de alcantarillado y ensanche del servicio de agua potable: informe presentado al supremo gobierno de Chile*, Santiago, Imprenta Barcelona, 1899.
- Salazar, Gabriel, *Labradores, peones y proletarios*, Santiago, Sur, 1985.
- Serrano, Sol, *Universidad y nación. Chile en el siglo XIX*, Santiago, Universitaria, 1994.
- Silvestri, Graciela y Fernando Aliata, “La revolución verde”, en Graciela Silvestri y Fernando Aliata, *El paisaje como cifra de armonía*, Buenos Aires, Nueva Visión, 2001.
- Sutter, Francisco de, *Proyecto de desagües para la ciudad de Santiago*, Santiago, Imprenta Cervantes, 1897.
- Vicuña Mackenna, Benjamín, *Transformación de Santiago*, Santiago, Imprenta de Oreste L. Tornero, 1872.
- Voionmaa, Liisa, *Escultura pública. Santiago 1792-2004*, Santiago, Ocho libros, 2005, vol. 1.
- Williams, Trevor, *Historia de la tecnología. Desde 1900 hasta 1950*, México, Siglo XXI, 1977, tomo II.

LA
CANALIZACION DEL MAPOCHO.

PROYECTO

Trabajado por encargo de la Municipalidad
de Santiago i don Luis Cousiño,

FOR

ERNESTO ANSART

Director en jefe de los trabajos municipales de Santiago.

(MEMORIA—PRESUPUESTO—PLANOS).

SANTIAGO.

IMPRESA DE «LA REPUBLICA»
de Jacinto Nuñez.

1873

UNA PALABRA

La antigua idea de la canalización del Mapocho, sobre la cual el actual intendente de Santiago había llamado la atención del público desde 1855, tomó una forma tangible en junio del año pasado, mediante una combinación según la cual, la municipalidad de Santiago y el señor don Luis Cousiño, debían costear por mitad los gastos que exigiría el estudio previo de esa importante empresa.

El fruto de esos estudios es lo que se presenta ahora a la consideración del público.

No se pretende fijar en ellos una base definitiva para una negociación dada.

La memoria y presupuesto que se acompañan son simples indicaciones para ilustrar al público, a los financistas y a los empresarios, sobre la magnitud de la obra, los costos aproximados que ella tendría y los beneficios que produciría, considerada como negocio, aparte de todo otro interés para la ciudad.

La municipalidad ha nombrado una comisión que fije las bases definitivas de la negociación y será lo que aquella haga tan pronto como, en vista de la presente publicación preliminar, se haya ilustrado el criterio del público y de los hombres especiales.

Ahora en cuanto a la ejecución inmediata, ¿deberá hacerse la obra sólo por la municipalidad de Santiago?

¿Se pedirá propuestas para su ejecución?

¿Se encargará de llevarla a cabo una sociedad anónima o un empresario determinado?

¿O se establecerá una combinación mediante la cual tanto el municipio como los particulares puedan entrar a participar del trabajo y de sus beneficios?

He aquí la tarea que incumbe fijar a la comisión municipal ya recordada.

De lo que ahora se trata simplemente es de demarcar la posibilidad de ejecutar la obra, y de los pingües resultados que ella puede producir.

En cuanto a la seguridad completa que el encauce del río ofrece a la población, queda perfectamente demostrada por los cálculos del ingeniero y por las precauciones excesivas que se tomarán oportunamente en la ejecución de la obra que va a emprenderse.

Cumple ahora a la comisión municipal y a los capitalistas del país acercarse a la solución de este negocio de tan vital interés para la capital de la república. El poner a unos y otros en cierto contacto de comunidad de miras e intereses es el objeto primordial de esta corta publicación.

MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO DE CANALIZACIÓN DEL RÍO MAPOCHO

PRESENTADO A LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE SANTIAGO

1ª PARTE DESCRIPTIVA

La considerable superficie que ocupa el cauce del río en la parte que atraviesa la ciudad, la extensión que va tomando diariamente Santiago, dilatando sus límites a una gran distancia de su centro, la proximidad de este cauce del centro y, por lo tanto, de los más valiosos terrenos son lo que más llama la atención al examinar la topografía de la ciudad y viene a la imaginación inmediatamente la pregunta: ¿es o no necesario este gran cauce para dar cabida a las aguas del Mapocho en los casos de grandes avenidas?

A no serlo, es evidente que es preciso utilizar la superficie excedente siempre que el valor de los terrenos rescatados sea al menos igual al costo de los trabajos que deberán ejecutarse para canalizar el río.

La zona así rescatada formará un magnífico barrio situado al centro de la ciudad, perfectamente ventilado por el canal y las calles adyacentes y perpendiculares, por lo tanto, más sano que cualquier otra parte de la población, puesto que todas las casas tendrán grandes sótanos, cuya excavación está hecha naturalmente, y que serán además susceptibles de ser aprovechadas como bodegas.

El problema consiste pues en determinar:

- 1° El cauce actual con sus ventajas y sus defectos.
- 2° El cauce indispensable considerando el caudal mayor de aguas que se ha conocido en las avenidas.

Determinación del cauce actual

Recorriendo los tajamares construidos en la ribera sur, obras considerables para la época en que se construyeron, y edificadas bajo la impresión de los desastres

causados por la avenida de 1783, se reconoce cuáles son las dimensiones que los ingenieros juzgaron indispensable dar a los tajamares para oponer un dique a la expansión de las aguas sobre la ribera sur.

En cuanto a la ribera norte, poco o nada se preocuparon de ella, así es que sólo un corto tajamar, algunas pircas, algunas murallas de edificios protegen al barrio norte contra las avenidas.

Para reconocer el río en toda la extensión que atraviesa la ciudad, levanté el plano desde la punta de San Pedro en el cerro de San Cristóbal hasta el puente del ferrocarril, en una extensión de cerca de 6.000 metros.

Como el valor de los terrenos en los extremos oriente y poniente de esta zona no compensaba el costo de construcción de los nuevos malecones, limité el estudio definitivo a la parte comprendida entre la pirámide situada al oriente del seminario frente al nuevo hospital del Salvador y el molino de San Pablo, siendo fácil prolongarlo hasta frente a la calle de Negrete.

Entonces dediqué toda mi atención a esta zona, que es toda la parte del río que exactamente atraviesa la ciudad.

Reuní todos los datos necesarios para tener un conocimiento exacto del cauce del río, de sus variadas pendientes y secciones transversales, de los medios de defensa empleados, del nivel de los terrenos inmediatos al lecho del río, de la extensión que cubrieron las aguas en la gran avenida de 1783.

Todos estos datos van representados en el plano general adjunto, en el corte longitudinal y en los perfiles transversales que no he multiplicado más por no ser de interés.

En este plano general van representados:

- Los cauces generalmente recorridos por el agua por líneas paralelas a sus orillas.
- Los actuales tajamares por dos líneas paralelas con líneas transversales.
- Las calles actuales por espacios blancos.
- Las actuales manzanas de casas por líneas sólo en las orillas y en dirección NO al SE.
- Los actuales puentes por espacios blancos y rayas negras.
- Las acequias de los molinos por líneas paralelas a sus orillas.

En el proyecto:

- El canal por líneas paralelas a las orillas.
- Las calles por líneas delgadas perpendiculares a la dirección.
- Los malecones por dos líneas paralelas interrumpidas por líneas negras.
- La posición de los nuevos puentes cuatro líneas paralelas.
- Las manzanas de casas conquistadas líneas diagonales del NO al SO en toda la extensión.
- Los perfiles transversales se han tomado de 75 en 75 metros, en los que se ve el nivel del terreno, los varios cauces, la altura de los tajamares, los puentes, el canal proyectado, con los mismos signos que en el plano; la escala de alturas es 20 veces mayor que la de horizontales.
- El perfil longitudinal representa un corte longitudinal del río por su parte media; en él están fijados:

- 1° el fondo del río en su parte más baja;
- 2° el nivel del terreno en la orilla sur y en la orilla norte;
- 3° la altura de los tajamares actualmente existentes;
- 4° el fondo del nuevo canal y la altura del nuevo tajamar.

De la inspección del plano y perfiles resulta que la mayor anchura del río es de 230 metros frente a la pirámide indicada, que la anchura menor es de 105 metros y corresponde al puente de Cal y Canto.

Que la longitud entre la pirámide y el molino de San Pablo, siguiendo el cauce medio del río, es de 3.320 metros, que la pendiente media es de 1,06%.

Que la longitud del principal cauce actual de las aguas es de 3.500 metros con una pendiente exactamente de 1%.

Que teniendo en cuenta la altura de los tajamares, la del terreno en la orilla norte en los puntos donde no existe defensa, la de la altura de las defensas cuando las hay, la sección media del río es la del puente Cal y Canto, existiendo, empero, algunos puntos donde el agua podría desbordar antes de alcanzar al nivel de esta sección.

Apreciemos, pues, la superficie de esta sección. En el puente de Cal y Canto el río puede pasar por 9 arcos de 8 metros de ancho con una altura media de 3 metros 35 centímetros, o sea, una sección de 240 metros cuadrados.

La pendiente del río es igual en este punto a la pendiente media 1,06%.

Con esta sección y esta pendiente, teniendo en cuenta la disminución debida al paso por los arcos de un puente, el volumen de agua que puede pasar por segundo es de 1.828 metros cúbicos. Este volumen fue el que pasó debajo de los arcos del puente en las últimas avenidas y en la grande de 1783. Pero como en esta última se rompieron los tajamares desbordándose el agua por la Alameda y por el barrio norte, es necesario apreciar a cuánto ha podido subir el volumen de agua por segundo, para tomar este volumen máximo como base para la construcción del nuevo canal.

Al efecto se prolongaron dos perfiles transversales hasta la Alameda por el sur, la Cañadilla y la Recoleta por el norte, pasando el primero por la calle de las Claras y la Recoleta y el otro por la calle Bandera, la iglesia del Carmen de San Rafael y la Cañadilla.

Por los datos conservados se sabía en ciertos puntos la altura a que subió el agua, se conoce la pendiente del terreno, los cauces principales que se formaron, como la Alameda, el espacio comprendido entre el puente de Cal y Canto y la iglesia del Carmen, otro cauce más al norte de ésta y finalmente otros menores por algunas calles. Reuniendo todas estas secciones, resulta un volumen total de 4.600 metros cúbicos por segundo, o sea, dos veces y media la cantidad que pasaba por el puente de Cal y Canto, es decir, que sólo dos quintas partes pasaba por debajo de éste.

Este cálculo es más bien exagerado, porque tomamos todas las alturas más elevadas y la misma velocidad sin hacer entrar en cuenta los mil obstáculos que retardan la marcha del agua como la poca profundidad de ésta en muchos puntos.

Por consiguiente, este volumen de 4.600 metros por segundo es una base de entera seguridad para calcular las dimensiones del canal.

Determinación de las dimensiones del canal

La pendiente del canal, que necesariamente ocupa una parte del actual cauce, tendrá, por consiguiente, la pendiente media del río, o sea, 1,06%.

La anchura y la profundidad quedan por determinarse.

La profundidad no debía pasar mucho de la de los tajamares actuales para no elevar los edificios más que al nivel general de la ciudad, ni obligar a grandes terraplenes en las nuevas calles.

Trazando el fondo del canal con una pendiente uniforme en toda su extensión, y pasando por los puntos más bajos del río nos resulta una profundidad de 6 metros, que consideramos como ventajosa, no sólo desde el punto de vista anteriormente indicado sino, también, como ofreciendo buenas condiciones para la construcción de los malecones. Conociendo la pendiente y la profundidad, nos fue fácil determinar la anchura que resultó ser de 60 metros, dando cabida a un volumen de 4.600 metros cúbicos de agua por segundo, volumen aproximadamente igual al del Rhin en sus creces y muy superior a muchos ríos conocidos por muy caudalosos que sean.

No creemos necesario insistir sobre la plena seguridad de que con estas dimensiones el canal dará cabida a las mayores avenidas que se pueden presentar.

Trazado del canal

En cuanto al trazado, debía procurarse ejecutarlo lo más recto posible y dejar la mayor superficie de terreno del lado sur donde la propiedad tiene mayor valor. Resultó en consecuencia que ambas condiciones eran favorables al trazado por el lado norte que era el más directo, evitaba ángulos pronunciados y permitía reunir las cortinas por curvas de 1.000 metros de radio. Algunas rectificaciones podrán hacerse aun comprando algunos terrenos y rescatando algunos otros indebidamente ocupados; pero las hemos aplazado con el fin de presentar un proyecto que no encontrase obstáculo por las expropiaciones.

La longitud total del canal es de 3.300 metros lineales.

Pasemos al examen de los terrenos conquistados a ambas orillas en esta longitud.

La superficie total del cauce actual comprendido entre los tajamares del costado sur y las pircas y tajamares del lado norte es de 555,560 metros cuadrados.

El espacio que ocupará el canal y los malecones es de	228,600 m ²
El espacio necesario para calles y plazas	120,928 m ²
Quedando disponibles para enajenar	206,032 m ²
Total	555,560 m ²

El trazado adoptado permite dejar una calle de 20 metros de ancho a ambos lados del canal.

En la parte norte esta calle empieza sólo desde el puente de la Purísima, pero es de suponer que los dueños de los terrenos de la parte oriente de la ribera norte continúen esta calle que no ha sido posible trazar para no dar una curvatura demasiado pronunciada al canal.

En la ribera sur dejamos la expresada calle de 20 metros y dividimos el espacio entre esta calle y los nuevos tajamares en 20 manzanas, cuya superficie y situación es como sigue:

<i>Designación de las manzanas</i>	<i>Superficie en metros</i>	<i>Calles con las cuales deslindan</i>
1	10.790	Baratillos y Ceniza
2	7.490	Ceniza y Peumo
3	6.625	Peumo y Teatinos
4	3.135	Teatinos y Morandé
5	3.150	Morandé y Bandera
6	4.600	Bandera y Puente
Estación proyectada	1.710	Plaza de abastos
7	3.200	Nevería y San Antonio
8	4.550	San Antonio y Claras
9	11.200	Claras y Nueva de la Merced
10	11.562	Merced y Mosqueto
11	16.692	Mosqueto y Cancha de Gallos
12	22.050	Cancha y calle de Mesías
13	14.688	Mesías y Puente de la Purísima
14	18.500	} Desde el Purísima hasta el Hosp. del Salvador
15	15.470	
16	12.800	
17	12.780	
18	11.240	
19	9.000	
20	4.800	
Total	206.032	Metros cuadrados

Además de la calle del nuevo tajamar, dejamos para el público todo el espacio comprendido entre el mercado central y el tajamar, salvo el edificio reservado a la estación central de los ferrocarriles chilenos que se hallarán así unidos con el centro de la población, tanto para el público como para los artículos de abasto.

Las calles de norte a sur que dividen esta manzana serán igualmente de 20 metros, y se trazarán en prolongación de las calles de la ribera sur, ejecutándose los puentes para la comunicación con la ribera norte en correspondencia con las calles de la ribera sur.

Pasemos al estudio de la construcción de los malecones del canal.

Construcciones

Una vez determinadas las dimensiones del canal, quedaba lo más difícil por resolver, y era construir malecones de entera estabilidad contra el empuje de las aguas en caso de avenidas, y contra el empuje constante del terreno que se halla detrás de los muros.

- Conservar las acequias y tomas del río para satisfacer a las necesidades de la ciudad y de los dueños de molinos;
- Crearse rentas con el beneficio de la fuerza motriz del agua;
- Hacer lo más económico posible una obra tan gigantesca, como son 6.600 metros lineales de malecones.
- Comparar el costo de la construcción con el valor de los terrenos conquistados.

La mayor dificultad en obras de este género, como en toda obra de construcción, es obtener entera seguridad de que el terreno donde descansarán los cimientos no sufrirá movimiento alguno, y en este caso especial, que cualquiera que sea la corriente, no venga a socavar el terreno sobre el cual se apoyan los malecones.

El ejemplo de lo sucedido en los primitivos tajamares que se cayeron, no por el empuje del agua, sino por haberse socavado el terreno sobre el cual se apoyaban, nos indicaba ese peligro.

En los actuales tajamares no se cometió esta falta; en los puntos más peligrosos los cimientos tienen cinco metros de profundidad y en los demás 3 metros 40.

Dando menor cauce a las aguas, mayor altura a los malecones, mayor profundidad al canal, era necesario profundizar a lo menos hasta 6 metros para apoyarse en una zona inaccesible a las aguas: en 6.600 metros de malecón sería un volumen de 118.800 metros cúbicos, representando un valor de 594.000 pesos.

Encontramos el medio de ahorrar un 77% sobre el costo de los cimientos. La disposición adoptada para lograr este resultado consiste en apoyar los malecones sobre un determinado número de puntos, cuya estabilidad sea absoluta; para apoyar estos machones se profundizarán los cimientos aún más de los 6 metros indicados cuando el terreno indique la necesidad. Dividimos los malecones en secciones de 13 metros, formados por machones de 3 metros en cuadro, distantes entre sí 10 metros y reunidos por arcos rebajados de 2 metros de flecha.

Estos arcos tienen 1,05 m en la llave y se apoyan constantemente sobre el terreno revestido de una capa de conglomerado de piedra y mezcla. Los nacimientos del arco están a tres metros debajo del fondo del canal y en la parte superior de él entrados a un metro debajo del mismo. La construcción de estos arcos con ladrillo no será, pues, más costosa que una construcción ordinaria del mismo material, puesto que no habrá necesidad de cercha ni de desarmar los puntos de apoyo y así los arcos tendrán todo el tiempo necesario para adquirir su completa estabilidad y firmeza.

Los machones, que penetrarán hasta 7 y 8 metros debajo del fondo del canal, podrán construirse, sea por el sistema atmosférico empleando tubos de hierro o por el sistema de cajones que se introducirán a la medida de ejecutar la excavación, empleando bombas de desagüe cuya fuerza motriz se encontraría en las mismas aguas del río o por máquina de vapor, que sería de más pronta instalación.

Una vez construidos los arcos se emparejaría al nivel del estrado de los arcos, y sobre este plan se elevaría el tajamar, cuya cortina exterior se haría de ladrillo y,

asimismo, el conducto o galerías de aguas; el resto del muro se haría de piedra y mezcla. La parte superior de la cortina se termina por una mano corrida de piedra de sillería y la parte superior del malecón se cubriría por una vereda de asfalto.

He indicado ésta, y al mismo tiempo la disposición de la cuneta-solera, cuya adopción en todas las calles de Santiago sería de un gran beneficio para el público. Podría ejecutarse todo el tajamar o una gran parte de él por el sistema de conglomerados de varios tamaños y se obtendría así una gran solidez y un aspecto más agradable a la vista.

En la lámina N° III hemos indicado la construcción de uno de los arcos del malecón: todos son iguales y la longitud de cada uno es de 13 metros; el corte transversal indica la clase de construcción y la disposición adoptada para formar el gran conducto de agua destinada a surtir las acequias de la ciudad, los molinos y utilizar en lo posible la fuerza motriz como indicamos más adelante.

Puentes

Las dos riberas serán por de pronto unidas por seis puentes, cuya situación corresponde a los actuales y está indicada en el plano por cuatro rayas.

Es evidente que los puentes actuales desaparecerán, especialmente el de Cal y Canto, cuya situación y poca anchura (formando un dique que detenía las aguas) ha causado los desastres en las avenidas.

Los puentes que consideramos conveniente establecer son de hierro de celosía. La anchura total es de 12 metros, 8 metros para el tráfico de carruajes y 4 para las dos aceras.

Estos puentes tendrán un solo punto de apoyo en medio del canal, siendo cada tramo de 30 metros.

Tanto el machón del medio como los estribos serán de piedra de sillería.

2ª PARTE ECONÓMICA

Pasemos al examen corporativo del costo de estas obras, y el valor de los terrenos conquistados sobre la caja de río.

Presupuesto general de canalización del Mapocho

Nivelación del canal

La profundidad media que debe extraerse es de	1 metro	} 198.000 m ³ } cts. a 11	\$ 21.980
El ancho del canal	60 metros		
Largo	3.300 metros		

El precio de extracción y transporte a carretilla por una distancia media menor de 30 metros es de 11 centavos.

Excavación de los heridos para los cimientos

Parte correspondiente a los arcos y por cada arco.

Largo	}	10 m	Volumen 100 m ³
Ancho		4 m	
Profundidad		2,50 m	

Por 500 arcos, 50.000 metros cúbicos a \$0,11 \$ 5.500

Machones por cada uno:

Largo	}	3,80 m	volumen 77,50 m
Ancho		3,40 m	
Alto		6 m	

Por 502 machones 37.905 m³

Por la excavación, extracción, desagüe y sostenimiento
a \$1 el m \$ 37.905

Terraplén de la calle del sur y calles adyacentes

Longitud	}	4.500 m	Volumen total 243.000 m ³ a 11 cts. \$ 26.730
Ancho		18 m	
Altura media		3 m	

El ripio para este terraplén se compondrá del extraído para la nivelación del canal, y los heridos de los malecones y del terreno de las manzanas destinado a edificios con bodegas.

Obras de fábrica

Construcción de los machones

Parte inferior formada con una capa de aglomerado.

Ancho	}	3 m	Volumen 7,875 m ³
Largo		3,50 m	
Grueso		0,75 m	

El metro cúbico de aglomerado cuesta:

Piedra chancada	0,75 m a \$0,40	\$ 0,30
Mezcla de cal y arena	0,60 m a \$3,50	\$ 2,10
Fabricación y colocación		\$ 0,30
		\$ 2,70

Por 502 machones, volumen 3.953 m³, de a \$2,70 \$ 10.673,77

Obra de piedra de bolón

Precio del metro cúbico:

Piedra de bolón	\$ 1,40
Transporte al pie	0,10
0, 400 m ³ mezcla transportada	1,50
Mano de obra	1,44
	\$ 4,44

Precio de la mezcla:

Un metro cúbico de cal	\$ 10,00
Dos y medio metros de arena	0,50
Fabricación	1,75
3,50 m de mezcla	12,25

Por cada metro cúbico \$ 3,50

Cada machón $\left\{ \begin{array}{l} \text{ancho } 3 \text{ m} \\ \text{largo } 3,50 \text{ m} \\ \text{alto } 2,25 \text{ m} \end{array} \right\}$ vol. 23,625 m³

Por 502 machones, volumen 11.859 m³ a \$ 4,44 \$ 52.653,96

Cimiento de los arcos

Los arcos descansan en toda su extensión sobre una capa de conglomerado que sirve de cercha para la construcción.

$\left. \begin{array}{l} \text{Longitud de un arco } 11 \text{ m} \\ \text{Ancho } 3 \text{ m} \\ \text{Grueso de la capa } 0,25 \text{ m} \end{array} \right\}$ vol. 8,25 m³

Por 500 arcos. Volumen 4.125 m³ a \$2,70 \$ 11.137,50

Obra de ladrillo y cal

Machones

$\left. \begin{array}{l} \text{Anchura } 3 \text{ m} \\ \text{Largo } 3 \text{ m} \\ \text{Alto } 3 \text{ m} \end{array} \right\}$ volumen 27

Por 502 machones vol. total 13.554 m³ a \$7 \$ 94.878

Costo del metro cúbico de obra de ladrillo

172 ladrillos a \$25 el millar	\$ 4,30
Transporte del depósito a pie de obra	0,10
Mezcla 0,200 m ³	0,70
Transporte de la misma a pie de obra	5
Mano de obra	1,85
	\$ 7,00

Arcos

Ancho	3 m	} volumen 57 m ³
Largo	10 m	
Grueso medio	1,90 m	

Por 500 arcos el volumen es de 28.500 m³ a \$8 \$ 228.000
 Calculamos a razón de \$8 el metro, o sea, \$1 más en metro por mayor trabajo en la colocación.

Cortinas exteriores de los dos malecones

Largo	6.600 m	} vol. 19.800 m ³ a \$7 \$ 138.600
Alto	5 m	
Grueso medio	0,60 m	

Acequia interior

Por metro lineal 2,75 m³
 Por 6.600 metros lineales 18.150 m³ a \$8 \$ 145.200

Parte superior del tajamar

Obra de piedra y mezcla

Alto	2 m	} vol. 14.520 m ³ a 444 \$ 64.468,80
Ancho medio	1,10 m	
Largo	6.600 m	

Mano corrida de piedra de cantera

Alto	0,80 m	} El metro lineal \$7
Ancho	0,30 m	
Por 6.600 metros lineales		46,20

Rampas para bajar al río

En cada puente se establecerá una a cada extremo.

Longitud	50 m	} volumen 200
Grueso del muro	1 m	
Altura media	4 m	
Por 12 bajadas	2.400 m ³ a 4,44	\$ 10.656

Terraplén entre malecón y muro de la rampa:

Largo	50 m	} volumen 400 m ³
Ancho	4 m	
Alto medio	2 m	
Por 12 bajadas	4.800 metros cúbicos a \$0,20	960

Aceras y macadam

Calles del sur, 3 metros de ancho	
3.300 metros solera cuneta a \$3 m	\$ 9.900
Asfaltado 9.900 metros cuadrados a \$3 m	\$ 29.700
46.200 metros cuadrados de macadam	\$ 92.400

Puentes

El precio de los puentes de hierro ascenderá a \$50.000 por cada uno, o sea, por los 6 puentes	\$ 300.000,00
Total del presupuesto	\$ 1.324.543,03
10% de ganancia del empresario	\$ 132.544,30
Total de gastos de la obra	\$ 1.456.997,33

Presupuesto de ingresos

Valoración de los terrenos, tomando como base el valor que tienen actualmente los terrenos inmediatos en la principal calle

<i>Designación de las manzanas</i>	<i>Calles con las cuales deslindan</i>	<i>Superficie en metros</i>	<i>Valor del metro</i>	<i>Total</i>
1	Baratillos y Cenizas	10.790	4	43.160
2	Cenizas y Peumo	7.490	6	44.940
3	Peumo y Teatinos	6.625	10	66.250
4	Teatinos y Morandé	3.135	18	50.430
5	Morande y Bandera	3.150	25	78.750
6	Bandera y Puente	4.600	35	161.000
7	Navería y San Antonio	3.200	35	112.000
8	San Antonio y Claras	4.550	25	113.750
9	Claras y Nueva de la Merced	11.200	20	224.000
10	Merced y Mosqueto	11.562	17	196.574
11	Mosqueto y Cancha de Gallos	16.692	14	233.688
12	Cancha y calle de Mesías	22.050	10	220.500
13	Mesías y Puente de la Purísima	14.688	8	117.504
14		18.500	7	129.500
15		15.470	6	92.820
16	Desde el puente de la Purísima hasta el hospital del Salvador	12.800	5	64.000
17		12.780	4	51.120
18		11.240	3	33.720
19		9.000	2	18.000
20		4.800	1	4.800
Ferrocarril (estación)	Plaza de Abastos	1.710	40	68.400
		206.032		2.230.906
	Precio medio \$10,82			
	Calles y plazas	120.928		1.308.440
	Valor total de los terrenos conquistados			\$ 3.539.346

Para la determinación del valor de estos terrenos debería haberse tomado el mismo que tienen los correspondientes a la Alameda, puesto que la calle que dará vista al río estará en tan buenas condiciones sanitarias y en mejores aun de aspecto. Así es que puede considerarse como valor de los terrenos para edificar el de 3.500.000 pesos.

Todos estos solares podrán ser edificados con bodegas subterráneas cuyo arriendo en el centro será una renta considerable.

3ª DE LOS BENEFICIOS QUE SE OBTENDRÁN DE LA CANALIZACIÓN

No es éste sólo el terreno que pensamos aprovechar; hemos visto que el canal tendría 60 metros de ancho para dar cabida a las avenidas; pero como éstas no se presentan más que una vez en un siglo, claro es que la mitad de la anchura del canal es suficiente, no digo para el caudal ordinario, que es insignificante, sino para las avenidas anuales en la época de derretimiento de nieves.

Traté de apreciar el volumen de agua que en años lluviosos pasaba por el río en la época indicada, y me convencí de que con 60 metros cuadrados de sección se daba paso a las riadas ordinarias.

Divido, pues, el canal en dos; el uno, el del norte, para cauce ordinario, y conservo el otro a un nivel de dos metros más alto que el anterior, de manera que sólo en las grandes avenidas el agua se extenderá sobre su fondo.

Entre los dos hay un pequeño muro en forma de empedrado inclinado hecho con piedras gruesas para proteger contra las corrientes el terraplén de la parte más elevada del canal.

Los 30 metros de ancho así rescatados tendrán el siguiente aprovechamiento:

- 10 metros para el ferrocarril central, uniendo la plaza de abastos con los ferrocarriles de Valparaíso y del sur.
- 10 metros para una calle lateral.
- 10 metros para construcción de galpones, baratillos, tiendas portátiles, etcétera.

Estos edificios ligeros serán enteramente construidos de hierro, con una disposición que permita desarmarlos en menos de seis horas.

Al amenazar una gran avenida, cada arrendatario tendrá obligación de efectuar la operación del desarme.

En cuanto al ferrocarril, poco perderá, aunque pase el agua por encima de sus rieles.

El arriendo de 33.000 metros cuadrados para talleres de carpintería, cantería, marmolistas, depósitos de coches, cuadras, etc., produciría una renta a lo menos de 40.000 pesos anuales a la municipalidad.

Otro aprovechamiento no menos importante y para el cual hemos dejado dos galerías laterales, es el de la fuerza motriz disponible que podrá no solamente aprovecharse en los galpones indicados sino, también, a mayor distancia en las nuevas construcciones.

Habiendo una diferencia de nivel de 35 metros y la posibilidad de llevar por las dos galerías 20 metros cúbicos por segundo, representa una fuerza motriz aprovechable de más de 5.000 caballos vapor; ¿qué elemento más poderoso para crear grandes industrias que tener la fuerza motriz a poco costo, y qué beneficio no sacaría la municipalidad arrendando a sólo \$0,50 diarios cada caballo vapor de fuerza que tendrá disponible durante seis meses del año?

Finalmente, como cuestión de embellecimiento, será muy fácil de disponer una serie de represas de dos en dos cuadras, que formarán una serie de balsas escalonadas. Una sencilla disposición permite en un momento dado suprimir la represa, sin pérdida de materiales y sin más costo que volver a colocar la serie de vigas de que se compone. En el uso general bastó sólo abrir alguna parte de la represa para dar salida a las aguas sobrantes y mantener limpias las balsas.

Cinco de estas represas darían en el centro un estanque de 8 cuadras de largo.

No concluiré esta memoria sin indicar la posibilidad de cambiar completamente el lecho del canal transportándolo al pie del cerro San Cristóbal y del cerro Blanco, y conservando sólo las galerías de agua para todos los usos.

En este caso el río sería reemplazado por una gran alameda de 50 metros y quedarían unidos íntimamente los barrios sur y norte de la ciudad.

Considero que sería la solución más perfecta del problema, y hasta la más económica, porque los malecones no necesitarían tanta elevación ni tan perfecta construcción, no pasando por medio de la ciudad y podrán disponerse de tal manera que tanto el lecho del río como los taludes laterales podrán en gran parte aprovecharse para el cultivo.

El único obstáculo es la necesidad de la expropiación, y es la que nos ha detenido temiendo fuese una demora a la ejecución de un proyecto tan importante.

Santiago 1 de marzo de 1873

E. ANSART

CANALIZACION
DEL
RIO MAPOCHO
PROYECTO

PRESENTADO A LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE SANTIAGO

POR EL INJENIERO

Valentin Martinez



SANTIAGO DE CHILE
IMPRESA CERVANTES
CALLE DEL PUENTE, NÚM. 15-D
1886

INTRODUCCIÓN

La idea de la canalización del Mapocho no es de ayer. Los primeros pobladores europeos que trazaron la planta de Santiago han debido sentir la necesidad de construir defensas que, encerrando el río en su lecho, fácilmente desbordable, protegiesen la nueva población contra las grandes creces. El recuerdo de las desastrosas inundaciones que con frecuencia producen los Pirineos y los Alpes en sus deshielos ha debido amedrentarlos cuando desde este dilatado y fértil valle contemplaron las nevadas cimas de los Andes.

No tardaron mucho, en efecto, en practicar obras de defensa, primero del lado sur hacia donde existe notable desnivel, obligando al río a seguir la base del cono de solevantamiento del San Cristóbal; y más tarde del lado norte a fin de contrarrestar la acción de las primeras sobre la ribera opuesta.

La gran avenida de 1783 vino a probar a la vez la eficacia de los antiguos tajamares que salvaron la ciudad y la necesidad de profundizar las fundaciones hasta terreno firme. De ahí nació la idea de construir los actuales tajamares de cal y ladrillo, cuya solidez y estabilidad hasta hoy se admiran.

Mas no era bastante garantía para la población; la ciudad de Santiago necesita hacer desaparecer esa zona pestilente y sucia que se llama la caja del río transformándola en arteria de salubridad y en atractivo paseo.

Diez años hace que surgió la idea de realizar tan deseado cambio y no se comprende por qué motivo quedó en olvido. Pero gracias a la enérgica resolución de nuestro intendente señor Alejandro Fierro revivió esa feliz idea.

Favorecido el que suscribe con el encargo de hacer un proyecto de canalización, debo declarar que he hecho todo lo posible por hacer un proyecto realizable: construcción estable con el menor costo posible y ajena a toda fantasía. Para alcanzar este objetivo he necesitado hacer concurrir con los principios de la hidráulica y de la resistencia de los materiales un considerable número de experimentos sobre los materiales del país.

En la exposición de mi trabajo adoptaré el método sintético, dividiéndolo en tres partes:

- 1^a Parte, descriptiva;
- 2^a Parte, razonada;
- 3^a Parte, económica.

I PARTE DESCRIPTIVA

LARGO DEL CANAL

Las obras de canalización se extenderán desde el camino de Cintura hasta el puente de Ovalle, es decir, en una longitud de dos mil metros.

Anexo del proyecto es la construcción de una estación central y trazo del ramal de ferrocarril que debe unir el norte y sur de la república con el centro de la capital. Este ramal, que desde el puente de Cal y Canto seguiría la orilla sur del río hasta empalmar con los ferrocarriles del Estado, necesita obras de arte y, sobre todo, un terraplén enrocado del lado del río. La estación central y el ramal con sus obras de arte forman el objeto de un estudio encargado a la dirección de los ferrocarriles del Estado.

ANCHO DEL CANAL

Desde el camino de Cintura hasta el puente de Cal y Canto el ancho del canal es de 40 metros. Desde el camino de Cintura hacia el oriente la embocadura se ensancha gradualmente formando embudo abierto hacia el oriente con 136 metros en su boca. Desde el puente de Cal y Canto hasta el puente de Ovalle el perfil se ensancha también gradualmente hasta quedar en una anchura de 50 metros.

PROFUNDIDAD DEL CANAL

En la línea del *thalweg* la profundidad es de 4 metros y va disminuyendo de una manera poco sensible hasta la proximidad de los malecones donde la disminución es rápida.

PENDIENTE DEL CANAL

La pendiente media es de un centímetro por metro.

MALECONES

Los nuevos malecones o tajamares presentan el perfil que muestra la lámina N° 2. Como se ve, y por razones que se expondrán en la parte razonada, el perfil no es el de igual resistencia sino que consta de un rectángulo y de un trapecio. Su ancho en la base es de 2,20 m y su altura de 5,30 m, como lo muestra el corte lámina N° 2.

ACUEDUCTOS

El interior de los malecones presenta dos cavidades que constituyen acueductos. Destinado el inferior a conducir las aguas sucias provenientes de los usos domésticos, tiene un ancho de 80 centímetros por 1,80 m de alto; el superior está destinado al agua de aseo, la cual se distribuye por cañerías en las casas que formarán el nuevo barrio, y tiene 60 centímetros de ancho por 1,50 m de alto.

REVESTIMIENTO DEL FONDO

El fondo del canal se halla revestido por una especie de adoquinado formado con piedras escogidas en las excavaciones del lecho del río. Estas piedras no deben tener menos de 30 centímetros de alto y deben ponerse en filas transversales, engranando una fila con otra y llenos los huecos con buena mezcla hidráulica.

CORTINAS O PARAPETOS

Parapetos de ladrillo de 20 centímetros de grueso por 80 de alto se extienden en toda la longitud de los malecones.

MALECÓN DE RIELES

Desde el camino de Cintura hasta el principio del embudo del canal y en la ribera norte se ha sustituido al malecón con una simple defensa como la que se encuentra establecida actualmente entre el puente Mackenna y el de la Purísima.

MALECÓN CONSERVADO

Creo conveniente conservar una porción de los actuales tajamares, ésta es la que se extiende desde el puente de Cal y Canto, en la ribera norte, en una longitud de 157 metros.

AVENIDAS Y CALLES

A uno y otro lado del canal habrá espaciosa avenidas plantadas de árboles. La de la ribera sur tendrá 17 metros de ancho con 5 metros de vereda y la de la ribera norte tendrá 15 metros de ancho con 3 metros de vereda.

Las nuevas calles tendrán también 15 metros de ancho con veredas de 2,50 m.

PLAZUELA

Habrà una plazuela delante de la estación central.

PUENTES

La lámina N° 2 muestra la elevación, el plano y cortes del tipo de puente que creo conveniente adoptar. Es un puente de madera y hierro, de viga cimbrada, que salva el espacio con un solo tramo y presenta dos vías, una de ida y otra de vuelta, de 5 metros cada una. Habrá seis puentes nuevos carreteros que unirán las avenidas y, además, un puente para gente de a pie, cuya ubicación paso a indicar:

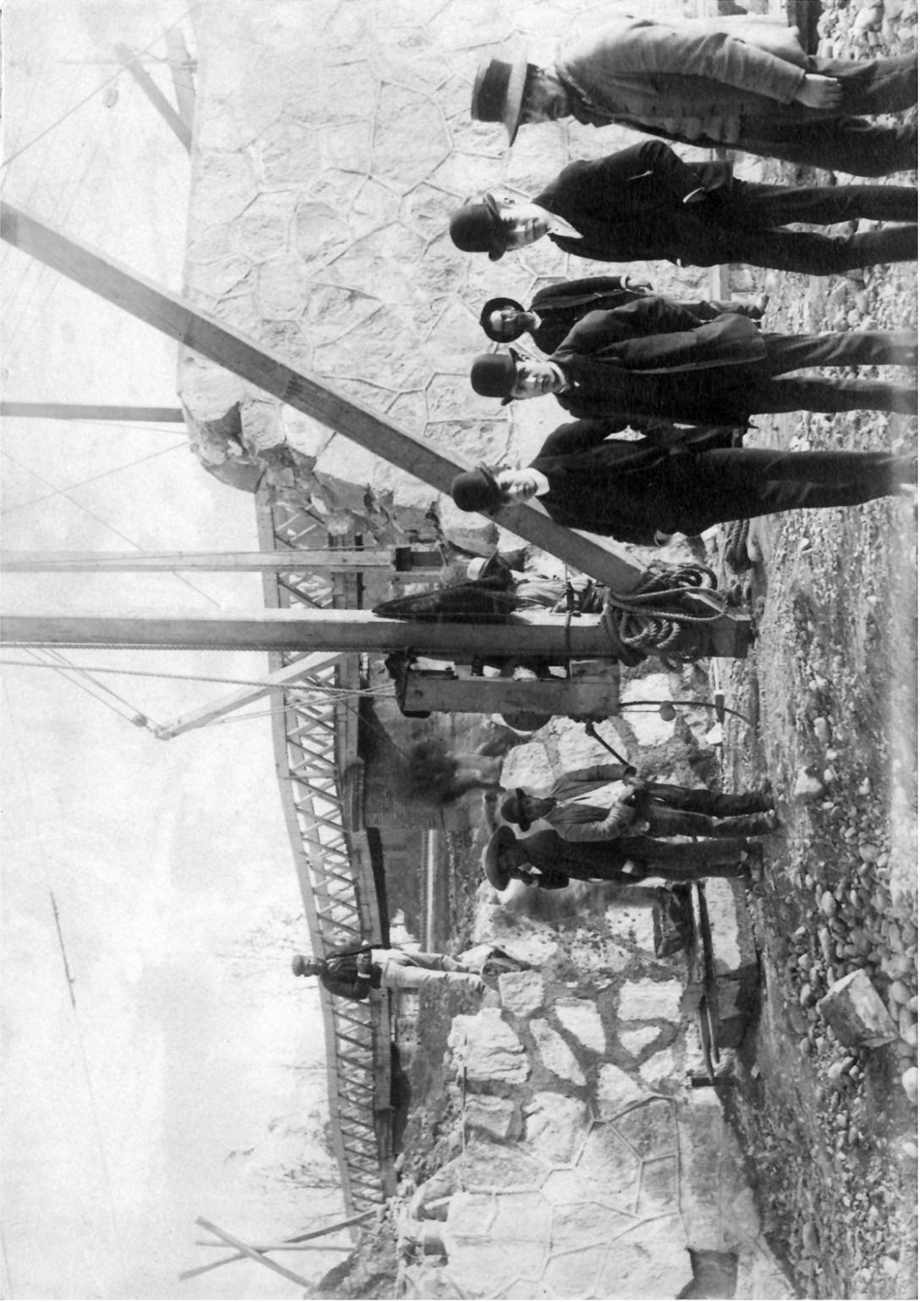
- 1° Un puente carretero de doble vía frente al camino de Cintura.
- 2° Un puente carretero de doble vía frente a la Purísima.
- 3° Un puente carretero de doble vía frente a la plaza de Bello.
- 4° Un puente carretero de doble vía frente a la calle de San Antonio.
- 5° Un puente carretero de doble vía para el ferrocarril urbano.
- 6° Un puente carretero de doble vía en lugar del puente de Cal y Canto.
- 7° Un puente para la gente de a pie en lugar del puente Ovalle.

TERRENOS PARA EDIFICIOS

Como lo muestra el plano N° 1, los nuevos terrenos están situados, casi en su totalidad, en la ribera sur, constituyendo una superficie total de 156.568 metros cuadrados.

MATERIALES Y EJECUCIÓN

A fin de evitar repeticiones, he preferido hablar de los materiales y de la ejecución de los trabajos que comporta la canalización en la segunda parte de esta memoria.



Canalización del río Mapocho, 1900. Colección Archivo Fotográfico, Museo Histórico, Santiago de Chile.

II PARTE RAZONADA

¿Qué capacidad deberá tener el canal? Muchos han tratado esta cuestión, unos recurriendo a la historia para considerar las mayores creces de que hay memoria, otros tomando en cuenta la hoya hidrográfica juntamente con la intensidad y duración de las lluvias que se registran en las observaciones meteorológicas que se han hecho en el país, otros, en fin, considerando las más estrechas gargantas del curso del Mapocho, gargantas que han debido contener las mayores creces.

Considero deficientes estos estudios. No basta, en efecto, investigar las causas que producen un fenómeno, es preciso también estudiar su modo de ser buscando las causas que modifican a veces profundamente sus resultados. ¿Qué hemos avanzado trayendo a la memoria recuerdos que pertenecen a la historia si juntamente con ellos no se ponen a la vista las infinitas circunstancias en que se realizaron los fenómenos y de que ahora es imposible tener una idea?

¿De qué sirve suponer que tal o cual prolongada lluvia que registran los anales pueda tener lugar en una extensión más o menos grande de la hoya hidrográfica si nada puede decírseles de la extensión en que se produjo el principal de los fenómenos, esto es, el derretimiento de las nieves por efecto de la misma lluvia?

¿De qué sirve, en fin, considerar las estrechas gargantas del Mapocho si no se toma en cuenta para nada, y lo diremos de una vez, la hidrología de la cuenca tributaria, esto es, el modo como se realiza el escurrimiento de las aguas y las circunstancias que han modificado profundamente ese escurrimiento en toda la hoya hidrográfica?

En efecto, nuestros campos, antes incultos, se encuentran hoy cubiertos con una inmensa red de canales, unos matrices derivados del lecho mismo del río, otros secundarios derivados de éstos, y así, enseguida, hasta las acequias regadoras; y como esta red de canales desde sus arterias principales conduce las aguas alejándolas siempre del río, se comprende que, tanto las aguas que los canales matrices toman del río, como igualmente todas las aguas que caen en esta parte de la cuenca son alejadas del lecho por donde corre la crecida. Por otra parte, como estas aguas

se consumen en los terrenos regados y partes bajas, se comprende que dichas aguas, para los efectos de una crecida, volverán al lecho del río tarde, mal o nunca.

Por consiguiente, quedan eliminadas de las crecidas las aguas caídas en los planes, como igualmente las que pueden contener los canales matrices que componen la red de canales de regadío del valle del Mapocho, sin tener que preocuparnos en esta parte de la cuenca, de la intensidad y duración de las lluvias.

Paso a considerar las cumbres. Desde luego se observa que cuando en los llanos llueve, en las altas cumbres nieva y esta nieve no pasa al valle inmediatamente sino por un derretimiento paulatino, en la estación de los calores. Podemos, pues, con toda verdad decir que las altas cumbres no dan un contingente extraordinario o repentino para una crecida.

Lo que puede producir un contingente extraordinario para una crecida es el derretimiento súbito de las nieves, ocasionado por una fuerte y prolongada lluvia en la zona en que este doble fenómeno es posible, pero desgraciadamente es imposible fijar límites al espesor de la nieve derretida y a la extensión de la zona en que el fenómeno tiene lugar.

Mas, como no hay que pensar en hacer un canal en previsión de un cataclismo, creo razonable tomar en consideración la gran crecida que tuvo lugar en 1877, que he podido observar y medir y que, según la opinión de muchos, pasa por una de las mayores de que hay memoria. Ahora bien, el canal que comporta el presente proyecto consulta una capacidad cuatro veces mayor.

En efecto, la velocidad máxima observada en la crecida del 77 fue de 5 metros por segundo, que corresponde a una velocidad media de 3 metros por segundo, siendo de 113 metros cuadrados la sección contraída de escurrimiento, lo que da un volumen de 339 metros cúbicos por segundo.

Por otra parte, nuestro canal presenta una pendiente media de un centímetro por metro y una sección libre al escurrimiento de 140 metros cuadrados. Según esto, la velocidad media que corresponde al caso de estar lleno el canal pasaría de 10 metros por segundo (paredes y fondo son lisos), pero yo supondré sólo 10 metros, por razón de que las fórmulas que dan los experimentalistas son deducidas en condiciones distintas del caso que nos ocupa. Por consiguiente, el volumen que puede escurrirse es de 1.400 metros cúbicos, es decir, más de cuatro veces la crecida del 77.

TRAZADO DEL CANAL. TAJAMARES, ETCÉTERA

Siendo el valor del terreno mucho mayor en la ribera sur que en la ribera norte, es evidente que la zona ganada debe dejarse del lado sur, aun cuando sea con sacrificio de un puente que ha costado muchos miles, el puente Mackenna, respecto del cual disculpará mi opinión, su mala ubicación y otros defectos que no hay para qué darlos a conocer ya que se presenta una oportunidad de ocultarlos para siempre a la observación.

Debo decir aquí que, extralimitando las instrucciones que recibí, he extendido por el oriente la canalización, no sólo hasta el puente Mackenna sino hasta el cami-

no de Cintura, límite natural, puede decirse, de ese notable desarrollo de la planta de nuestra población urbana y en donde necesariamente, tarde o temprano, debe construirse un puente, el cual conviene quede establecido desde luego con poco costo y con gran provecho.

TAJAMARES

Como se ha dicho más atrás, los tajamares o malecones son, a la vez, acueductos para las aguas de aseo y las aguas sucias del nuevo barrio, disposición que no hace sino aumentar la estabilidad del malecón, aumentando su base.

MATERIALES

Es de absoluta necesidad construir los tajamares con mezcla hidráulica. Una serie de experimentos hechos con 14 clases diferentes de cal del país, sola y en combinación con cemento Portland, me ha convencido que ninguna de nuestras cales es hidráulica, en el sentido que en construcción se da a esta palabra; pero mezcladas con una pequeña porción de cemento Portland adquieren las propiedades requeridas.

La mezcla que creo más conveniente consiste en agregar a un metro cúbico de mezcla ordinaria un décimo de su volumen de cemento. La mezcla ordinaria se compone de tres volúmenes de arena por uno de cal de la cuesta de Lo Prado o de Lo Espejo o, bien, dos de arena por uno de cal de La Calera o de Carpeneto y Traverso.

En la mezcla hidráulica que acabo de definir se podría emplear exclusivamente el ladrillo o, bien, exclusivamente bloques o, bien, exclusivamente piedra chancada. Mas el ladrillo por su elevado precio no conviene, y se empleará sólo en las cortinas o parapetos que sólo tienen de grueso el ancho de un ladrillo. En el resto de la construcción se emplearán bloques y piedra chancada. Los grandes bloques son obligados en la base de los malecones, a fin de evadir la dificultad de fundar bajo el agua, o agotando el agua de filtraciones, lo que sería muy costoso. Disponiendo, en efecto, en el fondo de la excavación, desaguada naturalmente por su prolongación, grandes bloques, como lo muestra el corte de los malecones, de modo que dejen un drenaje natural, todo el resto de la construcción puede hacerse en seco.

Creo, sin embargo, que pasada la profundidad de 80 centímetros conviene continuar los muros que forman acueductos con concreto de piedra chancada. Por este procedimiento se realiza gran economía, puesto que el material está al pie de la obra sin más costo que la trituración (hay chancadores disponibles en Valparaíso y en Talcahuano). Se consigue, además, hacer el trabajo en la cuarta parte del tiempo, pues basta echar el concreto en grandes adoberas y apisonarlo. Se constituye, además, con este procedimiento un verdadero monolito en toda la extensión del malecón.

La proporción del concreto es: uno de mezcla por dos de piedra chancada.

REVESTIMIENTO DEL FONDO

Respecto de este revestimiento observaré:

- 1° Que por su forma en bóveda y la traba y argamasa que une sus partes, constituye con los paramentos interiores de los malecones una superficie sin solución de continuidad en todo el perímetro mojado del canal y aleja toda posibilidad de socavación de la base de los tajamares.
- 2° Que con dicho emplantillado el canal conservará su lecho regularizado, haciéndose imposible toda socavación, y la corriente, animada de una velocidad mucho mayor que aguas arriba del canal, mantendrá siempre limpio el lecho.

BARRERAS TRANSVERSALES (*RADIERS*)

El emplantillado del canal se termina por murallas de cal y piedra que se arraigan en el lecho de dos metros y medio. Estas murallas tienen por objeto garantizar las partes vulnerables del emplantillado.

AVENIDAS Y PUENTES

Se ha dicho que el ancho de la avenida sur es de 17 metros y de 15 la avenida norte. Darles mayor ancho sería sólo pérdida. La avenida norte se deja de 2 metros menos por razón de que a pocos metros de distancia corre paralelamente la calle de Bellavista, en que ya se halla establecida una línea de ferrocarril urbano.

Siendo mi opinión que ninguna razón justifica el cruzar las calles de una ciudad por un ferrocarril a vapor con pasos a nivel, prefiero no dejar posibilidad para ello, proyectando las avenidas del ancho indicado. Si hubiera una poderosa razón para cruzar la ciudad por un ferrocarril a vapor, debería hacerse como en Londres, París, Rotterdam, etc., subterráneamente o en viaducto; porque interceptando el considerable tráfico de siete puentes un ferrocarril a vapor bullicioso y por demás peligroso, establecido delante de las viviendas de las nuevas avenidas, haría perder considerablemente su valor.

Estos inconvenientes no existen, sin embargo, en toda la extensión del ramal hasta el puente de Cal y Canto, puesto que viene el ferrocarril orillando el río sin cortar puente ni calle alguna; y para la gente de a pie que trafficará por el puente de Ovalle, se puede establecer convenientemente un pasaje superior.

PUENTES

He preferido el sistema mixto de madera y fierro que no tiene los inconvenientes de la dilatación de metal empleado en largas piezas, sistema que procura gran

economía. Su duración es de 30 años por lo menos, y su costo no es más que de 7.000 pesos aproximadamente. Estos 7.000 pesos colocados a interés compuesto del 6% anual, se convierten en 40.200 pesos al fin de los 30 años, o sea, 47.200 pesos con el valor del nuevo puente que reemplazará al antiguo.

Por otra parte, un puente de hierro no podría costar menos de 14.000 pesos, los cuales colocados también a interés compuesto vienen convirtiéndose al cabo de 30 años en 80.400 pesos. Es decir, que la construcción mixta de madera y hierro procura al fin de 30 años sobre la construcción de hierro una economía de 33.200 pesos y en los 7 puentes una economía de 252.400 pesos. Lo que puede parecer un punto de detalle es, pues, de una gran importancia.

EXCAVACIONES O DESMONTES

Se notará que el proyecto no considera el relleno o terraplén de las nuevas manzanas ganadas. La razón es porque el material que producen los desmontes sólo alcanza para terraplenar las avenidas; pero los escombros de la ciudad acumulados durante la construcción, que será de tres años probablemente, bastarán para terraplenar los nuevos terrenos.

EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Sería invadir atribuciones del ingeniero que deba dirigir los trabajos el entrar a determinar los procedimientos más apropiados para conseguir realizar una obra estable y económica, a la cual no afecten los innumerables vicios de construcción que en nuestro país han hecho malograr tantas obras grandes y pequeñas.

Es de esperar que se ponga a la cabeza de la dirección de los trabajos a un ingeniero de reconocida competencia, capaz no sólo de dar procedimientos apropiados sino, también, de descubrir los vicios de construcción tan pronto como se presenten.

Se comprende que mi responsabilidad, como autor del presente proyecto, cesa desde el momento en que no se satisface esa condición que es la más alta garantía de una obra. Se comprende igualmente que mi responsabilidad cesa tan pronto como se hagan modificaciones sustanciales por personas incompetentes.

III PARTE ECONÓMICA

COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS

Cal de cuesta de Lo Prado

Esta cal puesta al pie de obra cuesta 1 peso el quintal, o sea, 21 pesos la tonelada. Después de apagada, su peso específico varía según el procedimiento empleado. En término medio puede decirse que su densidad es 550, de donde resulta el valor del metro cúbico.

Valor de 1 m³ de cal \$11,55

Cal de La Calera

Esta cal puesta al pie de obra cuesta 58 centavos el quintal, o sea, 12 pesos 18 centavos tonelada. Después de apagada, su peso específico varía, no sólo por razón del procedimiento empleado para apagarla sino, también, con la veta explotada, pues hay tres clases de cal muy distintas por su peso específico y por sus propiedades. En término medio se puede decir que su peso específico es 500 kilogramos, siempre que se la comprima suficientemente para dar un volumen igual de pasta de 1.300 a 1.350 kilogramos el metro cúbico. Según esto, su valor es:

Valor de 1 m³ de cal, \$6,09

Cimiento Portland belga

Debo a la amabilidad del señor Matías Ovalle el conocimiento del costo de este material, con el cual he combinado las cales del país.

El precio de la tonelada de cemento belga se compone como sigue:

Valor de la tonelada a bordo en Amberes Frs.	48,61
Flete	31,25
	79,86
Cambio a 25 peniques	73,47
Frs.	153,33

O sea, 30 pesos 66 centavos.

El peso específico de este cemento es de 1,160; por consiguiente:

Valor de 1 m³ de cemento, \$35,57

Arena

Como la arena estará siempre al pie de obra, su precio debería ser bastante menor que el que tiene entregada a domicilio; sin embargo, le asignaremos el valor de un peso el metro cúbico por razón de que se percibe que ha de ser lavada.

Valor de 1 m³ de arena, \$1

Piedra en bloques

La piedra en grandes bloques de las canteras de Renca se puede obtener, puesta al pie de obra, al precio de 2 pesos 50 centavos el metro cúbico y aun menos si se comienza por hacer el ramal central.

Valor de 1 m³ de bloques, \$2,50

Piedra chancada

Disponiendo de la chancadora que hay en Talcahuano, el precio del metro cúbico de piedra del río triturada se puede estimar en 1 peso 50 centavos.

Valor de 1 m³ de piedra chancada, \$1,50

Ladrillo

El precio del ladrillo se mantiene muy alto y se puede estimar en 37 pesos el mil, o sea, próximamente, 6 pesos los 160 ladrillos que entran en un metro cúbico.

Valor de 160 de ladrillos, \$6

Piedra escogida en las excavaciones

Estas piedras destinadas para el revestimiento del lecho del canal, deben satisfacer a la sola condición de tener próximamente 30 centímetros de largo. Su valor puede estimarse en 60 centavos el metro cúbico.

Valor del m³ de piedra escogida, \$60 centavos

Mezcla ordinaria

Como hemos dicho, esta mezcla se compone de dos volúmenes de arena por un volumen de cal de La Calera. Su precio se compone como sigue:

2 m ³ de área	\$ 2,00
1 m ³ de cal	\$ 6,09
Manipulación	\$ 1,50
2,5 m ³ cuestan	\$ 9,59

Valor del m³ de mezcla ordinaria, \$3,84

Mezcla hidráulica

El precio de esta mezcla se compone como sigue:

1 m ³ de mezcla ordinaria	\$ 3,84
1/10 de m ³ de cimient	\$ 3,56
Manipulación	\$ 0,44
m ³ cuesta	\$ 7,84

Valor de 1 m³, \$7,12

Mampostería de las fundaciones

El precio de un metro cúbico de mampostería, suponiendo abiertos y desaguados los heridos, se compone como sigue:

1 m ³ de bloques	\$ 2,50
1/10 m ³ de mezcla hidráulica	\$ 2,85
Obra de mano	\$ 1,50
Suma	\$ 6,85

Valor de 1 m³ de mampostería, \$6,85

Albañilería de concreto

El precio de este se compone como sigue:

2 m ³ de piedra chancada	\$ 3,00
1 m ³ de mezcla hidráulica	\$ 7,12
Manipulación del concreto	\$ 1,80
Obra de mano por llenar y aprisionar	\$ 1,50
2,5 m ³ cuestan	\$ 13,42

Valor de 1 m³ de albañilería de concreto, \$5,37

Cortinas

El precio de un metro cúbico se compone como sigue:

160 ladrillos	\$ 6,00
1/2 m ³ de mezcla ordinaria	\$ 1,28
2,5 m ³ cuestan	\$ 1,60
	\$ 8,88

Valor de 1 m³ de albañilería en cortinas, \$8,88

Bóvedas

El precio de un metro cúbico se compone como sigue:

160 ladrillos	\$ 6,00
1/2 m ³ de mezcla ordinaria	\$ 1,28
2,5 m ³ cuestan	\$ 2,12
	\$ 9,40

Valor de 1 m³ de albañilería en bóvedas, \$9,40

Revestimiento del lecho

El precio del metro superficial se compone como sigue:

3/10 m ³ piedra escogida	\$ 0,18
Colocación de la piedra	\$ 0,22
1/15 m ³ de mezcla hidráulica	\$ 0,48
Colocación y afinadura	\$ 0,12
	\$ 13,42

Valor de 1 m³ de revestimiento, \$1,00

Pino oregón

El pino oregón, que, en combinación, con el hierro, entra en la construcción de los puentes, conviene traerlo de Estados Unidos cortado a plantilla y creosotado, ya que la partida es grande y todos los puentes idénticos. El precio del mil de pies así preparado y puesto a bordo de Valparaíso no puede costar más de 100 pesos el mil.

Valor de 1 m³ de pino oregón, \$42,40

Madera de roble

El precio del roble pellín en tablones para piso se puede estimar puesto en Coigüe a 12 pesos metro cúbico.

Valor de 1 m³ roble pellín, \$12

Hierro batido

La casa de Lever Murphy y C.^a me ha entregado siempre toda clase de hierro elaborado para construcciones de puente a 22 centavos el kilogramo.

Valor del kilogramo de hierro elaborado, 22 centavos

Excavaciones

En el canal los desmontes deben transportarse a 30 metros de distancia media. Conviene, por consiguiente, el transporte en carretillas, y el precio del metro cúbico, incluso herramientas, se puede estimar en 30 centavos.

Valor de 1 m³ de excavación en el canal, 30 centavos

Heridos

Debiendo esto desaguar por el propio del lecho, se hace necesario prolongar por zanjas los heridos en una longitud suficiente. Es difícil prever desde luego el fraccionamiento del trabajo, que depende a la vez de los recursos de que se dispone, de la época del año en que se trabaja, etc. Por este motivo supondré que la longitud total de los heridos se divide en cinco tramos lo que hará duplicar el valor de la excavación.

Valor de 1 m³ de excavación en heridos, 60 centavos

Presupuesto

<i>Especificaciones</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio de la unidad Pesos</i>	<i>Sumas parciales Pesos</i>	<i>Sumas totales Pesos</i>
<i>A. Malecones</i>				
Excavaciones	27.000 m ³	0,60	16.200,00	
Mampostería de fundación	6.776 m ³	6,85	46.415,60	
Murallas de concreto	19.250 m ³	5,37	103.372,50	
Bóvedas de ladrillo	2.464 m ³	9,40	23.161,60	
Cortinas o parapetos	613 m ³	8,88	5.443,40	
			194.593,10	194.593,10

<i>Especificaciones</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio de la unidad Pesos</i>	<i>Sumas parciales Pesos</i>	<i>Sumas totales Pesos</i>
<i>B. Defensa de rieles</i>				
Por deshacer la antigua defensa			3.000,00	
Por hacer pilotes dobles para la nueva defensa	200 pilotes	7	1.400,00	
Por clavar los mismos	"	3	600,00	
Por poner dos fajas de rieles	-	-	400,00	
Bloques para el pretil	600 m ³	2,50	1.500,00	
Colocación en seco	600 m ³	0,80	480,00	
			7.380,00	7.380,00
<i>C. Canal</i>				
Excavaciones	160.000 m ³	0,30	48.000,00	
Revestimiento	81.764 m ³	1	81.764,00	
Barreras de fondo (<i>radiers</i>)	180 m ³	6,85	1.233,00	
			130.997,00	130.997,00
<i>D. Puentes</i>				
Puentes de doble vía	6	7.000	42.000,00	
Puentes para gente de a pie	1	3.500	1.500,00	
			43.500,00	43.500,00
	SUMA \$	-	-	37.647,00
	Un 10% para herramientas e imprevistos	-	-	37.647,00
	Un 10% ganancia del contratista	-	-	37.647,00
	TOTAL \$	-	-	451.764,10

Producto y beneficio

<i>Especificaciones</i>	<i>Metros cuadrados</i>	<i>Valor de metros cuadrados Pesos</i>	<i>Sumas parciales Pesos</i>	<i>Sumas totales Pesos</i>
<i>Manzanas de la ribera sur</i>				
A	1.667	3	5.001	
B	7.896	4	31.584	
C	14.483	5	72.415	
D	16.921	8	135.368	
E	14.283	10	142.830	
F	11.519	10	115.190	
G	10.441	10	104.410	
H	9.723	15	145.845	
I	9.777	20	195.540	
K	6.784	30	203.520	
L	12.688	20	253.760	
M	8.867	10	88.670	
			1.494.133	1.494.133

<i>Especificaciones</i>	<i>Metros cuadrados</i>	<i>Valor de metros cuadrados Pesos</i>	<i>Sumas parciales Pesos</i>	<i>Sumas totales Pesos</i>
<i>Manzanas de la ribera norte</i>				
a	5.148	2	10.296	
b	6.644	3	19.932	
c	3.572	3	10.716	
d	1.539	3	4.617	
e	1.026	4	4.104	
f	1.583	4	6.332	
g	2.709	4	10.836	
h	3.765	5	18.825	
i	1.848	5	9.240	
k	1.318	5	6.590	
l	1.296	15	19.440	
m	1.071	5	5.355	
			126.283	126.283
SUMA \$				1.620.416

<i>Resumen</i>	
Valor de los terrenos ganados	\$ 1.620.416,00
Costo de la obra	\$ 451.764,00
Beneficio líquido	\$ 1.168.652,00

Asciende el presente presupuesto a la suma de cuatrocientos cincuenta y un mil setecientos sesenta y cuatro pesos y el beneficio líquido a la suma de un millón ciento sesenta y ocho mil seiscientos cincuenta y dos pesos.

Santiago, diciembre 5 de 1885.

V. MARTÍNEZ
Ingeniero

NOTA. En este presupuesto no se considera ni la pavimentación de las calles y avenidas del nuevo barrio, ni la colocación de cañerías y construcción de cloacas para la distribución de las aguas sucias a los colectores, por razón de que estas obras deben de ser costeadas por los vecinos del nuevo barrio.

Tampoco se considera la demolición del puente de Cal y Canto porque sus escombros en grandes bloques son aceptables en las fundaciones de los nuevos malecones pagándose de esta suerte sobradamente el trabajo de demolición.

PROYECTOS

PARA LA

CANALIZACION DEL RIO MAPOCHO

E INFORME DE LA

COMISION NOMBRADA PARA SU ESTUDIO

PUBLICACION ORDENADA POR ACUERDO DE LA COMISION DE ALCALDES
DE 6 DE ABRIL DE 1886

SANTIAGO

IMPRESA "VICTORIA" DE H. IZQUIERDO Y CA.

73 - Calle de San Diego - 73

1886

INFORME DE LA SUBCOMISIÓN NOMBRADA PARA ESTUDIAR EL PROYECTO POR LAS COMISIONES DE ÁRBITROS Y DE OBRAS PUBLICAS REUNIDAS

La canalización del río Mapocho es una obra de primera importancia, no sólo para la seguridad, salud y comodidad de los vecinos sino, también, para el ornato y belleza de la ciudad; y esta importancia es tan generalmente reconocida, que no hay un solo habitante que no anhele ver llegar el momento de que se ponga en realización.

Desde mayo de 1872, y por iniciativa del laborioso Intendente señor B. Vicuña Mackenna, viene la I. municipalidad haciendo estudios y oyendo propuestas para llevar adelante la canalización; y al efecto nombró una comisión especial en sesión del 13 de ese mes, facultándola para entenderse con un ingeniero.

El señor Ernesto Ansart fue nombrado en julio de ese mismo año director de Obras Municipales, y en el acto se le encomendó el levantamiento de un plano y presupuesto de canalización, que a fines de año entregó concluido. El señor intendente Vicuña M. lo presentó con una nota a la I. municipalidad en sesión de 3 de enero de 1873, y en ella se aceptaron las indicaciones contenidas en esa nota, y se nombró en comisión a los señores regidores Sanfuentes y Montaner, para que propusieran bases bajo las cuales pudiera ponerse en licitación el trabajo, previa indagación de si el sistema propuesto por el señor Ansart era el más seguro y económico, o si convenía adoptar otro que diera más garantías de buen éxito.

En noviembre de 1873, una comisión especial compuesta del señor intendente Vicuña Mackenna, de los señores regidores J.F. Gana, P.N. Marcoleta S. y B. Ossa y el director de Obras Municipales señor Ernesto Ansart, presentó a la I. municipalidad un nuevo proyecto modificando el de este último señor. Se discutió extensamente en sesiones de 31 de diciembre de ese año, y de 3 y 5 de enero de 1874, y se aprobó en la última sesión, por 9 votos contra 5, la idea de llevar adelante la obra en conformidad con este proyecto, y con 1 en contra la de levantar un empréstito de 1.600.000 pesos, obligando especialmente los terrenos que se adquieran. La I.

municipalidad acordó en 5 de junio de 1874 dejar en suspenso el proyecto de canalización hasta que procurara obtener un empréstito, en esos mercados, por valor de 800.000 libras esterlinas.

La contestación no debió ser favorable, porque la I. municipalidad no volvió a ocuparse del asunto de canalización hasta el 16 de abril de 1875, en que se le presenta un informe de los SS. intendente Vicuña Mackenna, regidores Gana, Marcoleta y Ossa S. y B. sobre las propuestas hechas por los SS. J. Stephan y M. Arana. El informe recomienda las del señor Arana por cuanto propone:

- 1° hacer el trabajo de canalización sobre estudios y planos prolijos y detallados del señor ingeniero L. Chapron, que acompaña a su propuesta y
- 2° recibir en pago terreno o dinero, al arbitrio de la I. municipalidad.

La Sala aceptó por unanimidad esta propuesta y facultó a la comisión informante para formular un proyecto de contrato.

El día 19 (última sesión a que concurrió el señor Vicuña Mackenna) se presentó el proyecto minucioso de contrato celebrado con el señor Arana. En él se estipulaba, para mayor garantía, que el señor Chapron fuera el ingeniero en jefe de la obra. Después de alguna discusión, se aprobó en general el contrato, y se designó la sesión del próximo viernes 22 para la discusión particular. Este día se convino, en sesión privada, aplazar la discusión para que los señores municipales estudiaran el contrato, con cuyo fin se les remitiría una copia de él. El 7 de mayo se rechazaron, en sesión secreta, todas las propuestas, por diez votos contra siete, que fueron de los señores Ossa S. y B., Marcoleta P.N., Gana J.F., Matte A., Ovalle M. y Mackenna J.

Los motivos del rechazo, fueron, sin duda alguna, en primer lugar, que no se creía suficientemente estudiado el asunto de la canalización, y en segundo, el gran costo de la obra y la dificultad de obtener, bajo condiciones favorables, el dinero necesario para llevarlo a efecto. Por eso fue que el señor J. Francisco Gana, presentó en la sesión de 14 de mayo, un proyecto de acuerdo para que se pidieran propuestas para la canalización, y al mismo tiempo se ofreciera un premio de 3.000 pesos al que presentara el mejor plano y memoria sobre ese trabajo, viniese o no acompañado de propuestas. Este proyecto, aprobado en general después de una prolongada discusión, pasó a la comisión especial, a la que se agregó a los señores Domínguez, Amunátegui, Elizalde y Matte. La I. municipalidad aceptó por unanimidad el día 21 de mayo, la propuesta de la comisión informante para abrir un concurso y asignar 3.000 pesos de premio al que presentara, hasta el 15 de octubre del mismo año 1875, el mejor plano y proyecto de canalización.

Los planos y proyectos presentados a ese concurso por los señores ingenieros Chapron, Ansart, Provasoli, Oliviere, Buchard y Murphy, se exhibieron algunos días en la Exposición por acuerdo de la I. municipalidad, pasando enseguida a la comisión que debía estudiarlos e informar sobre el mérito de cada uno de ellos.

Formaron parte de esa comisión, a más de los señores regidores Ossa, Domínguez, Gana, Ovalle y Ramírez los señores ingenieros V. Martínez, J.M. Figueroa, Alberto González E. y B. Díaz, director de Obras Municipales.

Empezó la comisión por celebrar sesiones públicas a las que concurrieron todos los autores de los proyectos presentados al concurso, para contestar a las ob-

servaciones que les hicieran, tanto los miembros de la comisión como los demás interesados, y para que cada uno diera las explicaciones que creyera convenientes. Las discusiones fueron amplias, libres, y produjeron fructuosos resultados. El 20 de noviembre del siguiente año de 1876, después de prolijos y detallados estudios, presentó la comisión a la I. municipalidad un informe luminoso y concienzudo, en el que principia por plantear y solucionar los diferentes problemas que se relacionan con la canalización, continúa apareciendo en mérito de cada uno de los proyectos presentados, y concluye proponiendo que se adjudique el premio al señor Lorenzo Chapron.

La I. municipalidad en sesión de 6 de abril de 1877, aprobó por unanimidad el informe de la comisión y concedió en consecuencia el premio de 3.000 pesos al señor Chapron.

Tan vastos y detenidos estudios, permiten ahora a la I. municipalidad, a cometer la gran obra de la canalización, con todas las probabilidades de ejecutarla con acierto, y con la prudencia que requiere la cantilación de los graves intereses que se comprometerían sino hubieran precedido tales estudios, confirmados en sus puntos cardinales por las observaciones científicas que se hicieron en la avenida del 17 de julio de 1877.

Y como esto no fuera todavía bastante, a indicación del señor intendente don Alejandro Fierro, se encargó al inteligente ingeniero de puentes y calzadas, señor don Valentín Martínez, que tantas pruebas ha dado de su idoneidad en los diferentes trabajos ejecutados por él en los ríos del sur, que levantara nuevos planos e hiciera nuevos estudios y presupuestos, para llevar a cabo la canalización con toda especie de precauciones y garantías de buen éxito.

El señor Martínez dio principio a su trabajo en julio del año próximo pasado, y lo entregó concluido en diciembre. Reunidas las comisiones de Arbitrios y de Obras Públicas, nos encomendaron el examen y estudio de ese trabajo, haciéndonos algunas indicaciones sobre las consultas que debíamos hacer.

Solicitamos conferencias de los señores ingenieros don Enrique Budge, don Adolfo Ballas y don Domingo Víctor Santa María, acreditados por su inteligencia y el acierto con que han ejecutado los importantes trabajos que han tenido a su cargo. Estos caballeros accedieron con muy buena voluntad a nuestra solicitud, por lo cual creemos de nuestro deber consignar en este informe la expresión de nuestro agradecimiento.

Fruto de esas conferencias y del estudio que hemos hecho de todos los antecedentes que existen en los archivos municipales, a que nos hemos referido al principio de este informe, son las observaciones que vamos a exponer sobre cada una de las graves cuestiones que encierra la canalización del Mapocho.

Primera y más importante de todas: ¿qué capacidad deberá tener el canal?

El señor Martínez le da en su proyecto 40 metros de ancho por 4 de profundidad en el centro, profundidad que va disminuyendo de una manera poco sensible hasta la proximidad de los malecones, donde la disminución es rápida, por lo que queda reducida a 3½ y, por consiguiente, la sección es de 140 metros cuadrados, y siendo la velocidad media 10 metros por segundo, el volumen de agua que puede

escurrirse por el canal lleno, es de 1.400 metros cúbicos por segundo, volumen que cree el señor Martínez cuatro veces mayor que el que arrastró el río en la crece del 77.

Los señores Budge, Ballas y Santa María juzgan que las dimensiones que da al canal el señor Martínez son más que suficientes para contener la mayor crece probable del Mapocho, fundándose, en sus estudios, experiencia y observaciones personales que han hecho en las grandes avenidas de los ríos del sur.

Este juicio está corroborado por los estudios que ingenieros competentes vienen haciendo desde el año de 1872. Nos vamos a permitir, aun con peligro de extendernos demasiado, copiar las partes del informe, que una comisión especial dio a la I. municipalidad el año de 1876 sobre los proyectos de canalización presentados al concurso del año anterior, que se relacionan con esta cuestión.

“La comisión se ocupó de plantear, estudiar y solucionar todos los problemas que deben servir de base a la canalización, para tener una norma que le sirva de guía en la apreciación de los distintos proyectos, a fin de asignar el premio al que guarde más armonía con ella.

¿Qué sección deberá tener el cauce proyectado? Para fijar es preciso resolver: 1° La pendiente del canal. 2° La cantidad máxima de agua probable que en un momento dado, puede bajar por el río. 3° La velocidad que adquiera esa agua en el canal. La pendiente media del río, en la parte que atraviesa la ciudad, es de once por mil.

A falta de datos exactos y observaciones prolijas y prolongadas durante muchos años, que hubiesen podido llevarla a conocer la cantidad de agua, ha basado sus cálculos en datos incompletos, introduciendo en los resultados obtenidos mediante ellas, coeficientes de seguridad importantes, a fin de dejar a la ciudad a salvo de cualquier accidente.

Según Pissis, la cuenca del Mapocho tiene 900 kilómetros cuadrados; la tercera parte de esa extensión la cubren nieves perpetuas, y por consiguiente, no caen lluvias en ella. Consta de los datos suministrados por el Observatorio Astronómico, que la mayor cantidad de agua caída en 24 horas, en los años corridos desde el 65 hasta fines del 76, ha sido de 57 milímetros, o sea, una fracción de 0,00066 de milímetro por segundo. Suponiendo que en toda la extensión de la cuenca llueva con igual intensidad, tendremos que en un segundo caerían 396 metros cúbicos de agua. Admitiendo que toda esa agua corra por el río, y que ninguna parte sea absorbida por el terreno ni corra por cauces distintos, y aumentándola en el doble por los deshielos u otros accidentes, resultaría que el mayor volumen de agua que en un segundo correría por el río, sería de 792 metros cúbicos.

La comisión no desconoce las distintas opiniones que se han emitido sobre la cantidad de agua arrastrada por el Mapocho en sus grandes avenidas. No ignora que las aguas han corrido por la Cañadilla y han roto, en otra ocasión, los malecones del lado sur, haciendo de la Alameda un cauce: ha oído que personas colocadas sobre los tajamares han podido tocar el agua con la mano con solo inclinarse; ha visto sostenida en trabajos serios la opinión de que las aguas han cubierto enteramente los machones del puente de Cal y Canto, aun se han elevado 1 metro más que ellos; y por fin, ha recibido informes, que a darles crédito, harían concebir la idea de que el Mapocho es un río que podría crecer tanto como el Rhin

en sus avenidas, y para el cual no habría cauce que pudiera contenerlo, ni obras bastante fuertes para resistirlo.

Pero la comisión no acepta la exactitud de muchos de esos datos y, aun aceptándolos, no se sacaría las consecuencias que se han querido deducir de ellos.

Que el río se haya desbordado por la Cañadilla, es un hecho que se explica sin más que recordar, que en la época en que ese suceso tuvo lugar, no existían los malecones de la ribera norte, y que el cauce está más elevado que el piso de dicha calle; que el choque de las aguas haya roto el tajamar del lado sur, es un fenómeno tan natural como el primero, ya que en el punto que fue roto, existía un ángulo bastante cerrado, uno de cuyos lados sufría la doble acción del choque de las aguas que contra él se estrellaban, y de la velocidad que esas mismas aguas adquirían en sus inmediaciones, velocidad suficiente para arrastrar gruesas piedras, y que descubrió por completo los cimientos poco profundos de aquella construcción.

A esto queda reducida la importancia de los hechos prácticos con que se ha pretendido probar el gran volumen que puede tomar el Mapocho. En todo lo demás hay mucho de exageración, mucho de observación poco prolija y, tal vez no poco de alucinaciones que el temor produce en los que observan un fenómeno de suyo grande y amenazador.

Testimonio por testimonio, la comisión acoge de mucho mejor grado, el de personas cuya parcialidad y tranquilidad para apreciar los hechos, les son conocidas, y que habiendo presenciado las mismas avenidas, aseguran que ellas han estado muy lejos de tener la importancia que algunos les suponen. De estos informes ha recibido varios, y ha tenido la satisfacción de ver, hasta cierto punto, comprobados con ellos los resultados a que hemos arribado.

Pero hay todavía una circunstancia que es indispensable tomar en cuenta para explicar los hechos que pueden haber inducido a error a muchos observadores.

El cauce del Mapocho nunca ha estado nivelado; por el contrario, al abrigo de la tolerancia, tal vez excesiva a este respecto, de las autoridades locales, se han extraído de él, sin método alguno, enormes cantidades de material, y se han hecho de igual modo, depósitos de escombros, llegando a formarse de este modo un hecho en extremo accidental, en el cual se notan diferencias de nivel hasta de dos metros.

Esto ha constituido siempre, a nuestro juicio, un peligro grave para la población.

Cualesquiera que haya tomado en sus manos un tratado de hidráulica, sabe que cuando un curso de agua pasa de una pendiente dada a otra menor, se produce en el punto del cambio un levantamiento considerable de las aguas.

El eje hidráulico deja de ser paralelo al fondo, para formar una curva que tiene su convexidad hacia arriba. Si a este fenómeno, que es producido únicamente por el cambio de pendientes, se agregan los que pueden producir los obstáculos de que está sembrado el cauce, y los bruscos cambios de dirección que éstos obligan a sufrir a las aguas, se tendrá una idea de lo peligroso que es para la ciudad la permanencia de tal estado de cosas, y se tendrá la explicación de muchos hechos ciertos que se cuentan de las avenidas.

Con lo expuesto, la comisión cree excusado ocuparse en seguir haciéndose cargo uno por uno de los argumentos que se han hecho valer para llegar a conclusiones distintas de las nuestras. Nos lisonjemos con la idea de haber dejado el punto suficientemente esclarecido, y pasamos a hacer algunas consideraciones sobre la velocidad que puede adquirir el agua en el canal.

Para calcular la velocidad, la comisión adoptó la fórmula de Kutter modificada por Bazin. Aplicándola a un canal de 32½ metros de ancho por 3 de profundidad con pendiente de 1,05%, resulta que la velocidad sería de 6,86 metros por segundo.

Aceptando que el agua pueda tomar la velocidad que de aquella fórmula se deduce, si se reviste el fondo, como lo propondremos, resulta que la cantidad de agua que podría pasar por el cauce indicado sería de 780,32½ metros, cantidad próximamente igual a la que la comisión ha admitido como máximo probable del agua que pueda pasar por el río.

Entra más adelante a estudiar los diferentes proyectos presentados al concurso de 1875. Chapron da al canal una sección de 115,50 metros (40 metros arriba, 37 en el fondo por tres de profundidad) –Anzzart de 250, Provasoli, 247– Oliver 280 y Buchard y Murphy la dividen en tres porciones.

En esto, continúa el informe, encontraremos la diferencia esencial entre ellos, y éste es al mismo tiempo el problema más importante que habría que resolver. Aumentar la anchura del canal o su profundidad de un modo necesario, importaba la pérdida de terrenos valiosos en un caso, y en otro, un aumento de gastos en la construcción de los malecones, y la necesidad de ejecutar desmontes costosísimos, y de prolongar de un modo notable el canal o de dejar éste en algunas partes a un nivel superior al de las calles adyacentes. El señor Chapron, dando a su canal dimensiones semejantes a las que la comisión ha creído suficientes, ha resuelto satisfactoriamente aquel problema, y éste, a nuestro juicio, es uno de los principales méritos de su proyecto”.

Esta opinión ha sido confirmada, como ya lo hemos expuesto, por las observaciones que personas competentes hicieron sobre el volumen de agua que arrastró el río en la avenida de 17 de julio de 1877, mayor que todas las conocidas hasta entonces, según juicio de muchos, confirmado, hasta cierto punto, por haber caído en la lluvia de ese día 93 milímetros de agua en 24 horas, cantidad muy superior a todas las que se registran en las observaciones meteorológicas hechas en el país hasta el día.

En los diferentes informes que se presentaron a la I. municipalidad en mayo de 1883 (y que existen en el archivo) con motivo de que dos ingenieros creían insuficiente la sección de escurrimiento del puente Mackenna para dar paso a las aguas que en una gran crece podía traer el río se aprecia por los informantes el volumen que arrastró la avenida de 1877.

El ingeniero señor A. Flühmann, tomando por base de sus cálculos los datos que le suministró la Dirección de Obras Municipales, y su colega señor Martínez, y admitiendo una velocidad de 5 metros, y una altura de 2,50 que considera muy exagerada, obtiene el resultado de que en esa terrible avenida (como él dice) pasaron debajo del puente de Cal y Canto 760 metros máximo.

El señor B. Díaz, entonces director de Obras Municipales, contestando el informe de los señores Galler y Smythe, dice, que todos los ingenieros notables, tanto nacionales como extranjeros, al tratar de la canalización del Mapocho, estuvieron de acuerdo en asignar a la mayor crece probable del Mapocho, un escurrimiento de 1.000 metros por segundo, agua que pasaría por una sección de 120 metros; que en todas las avenidas conocidas, excepto la de 1873, que, por la ruptura de los tajamares de piedra, tomó cauce el agua por la Alameda, ha pasado el río por el



Canalización del río Mapocho. 1920. Colección Archivo Fotográfico, Museo Histórico, Santiago de Chile.

puede Cal y Canto, y que valiéndose de la fórmula de Kutter, modificada por Bazin, deduce que el mayor gasto que pudo tener la crece del 77, fue de 822 metros, cifra que está en relación con las observaciones personales que hizo él mismo en esa época en el puente Cal y Canto, y con la lluvia del día de la avenida.

Lo expuesto manifiesta de la manera más palmaria, que las dimensiones del canal propuesto por el señor Martínez, y que en el nuevo plano que acompañamos se aumenta en dos metros más de ancho, puede contener con exceso la mayor cantidad de agua probable que, en los casos más extremos, podría correr por el Mapocho.

El señor Martínez ha dado al canal los dos metros más violentando como lo dice al indicar las nuevas mejoras que con acuerdo nuestro ha hecho en el proyecto, sus profundas convicciones; y para que no se crea que pueda haber paralogización de su parte, escribe literalmente la fórmula de que se sirvió para encontrar la velocidad, que pasa de 10 metros. Por consiguiente, el canal con este aumento, tiene capacidad para escurrir 1.470 metros cúbicos por segundo, cantidad superior en un tercio a la que ingenieros notables, han asignado a la mayor crece probable del Mapocho. La prudencia humana no puede ir más allá.

El señor Cánepa, aunque acata con el mayor respeto la opinión científica de todos los ingenieros, cree y sostiene, por un exceso de precaución, y por el recuerdo que conserva de las avenidas que ha presenciado, que debe darse al canal por lo menos 50 metros de ancho.

Resuelta ya la cuestión del cauce, base fundamental de la canalización, nos ha sido muy fácil ponernos de acuerdo con el señor Martínez en todos los demás puntos que abraza el proyecto.

Según nuestro criterio, hemos juzgado que en un trabajo de tanta magnitud y que puede comprometer tan graves intereses y aun la vida misma de la ciudad, no debe omitirse gasto ni sacrificio para ejecutarlo en condiciones perfectas de seguridad y estabilidad; sería una falta imperdonable tratar de hacer cualquier ahorro que disminuya en lo menor estas condiciones.

Procediendo con este criterio en la conferencia que celebramos con el señor Martínez a principios de febrero, convinimos en introducir en el proyecto las siguientes mejoras:

- 1° Rectificar el cauce trazándolo perfectamente recto, tanto para consultar el mejor régimen de las aguas, como la mayor belleza.
- 2° Dar a la avenida sur 25 metros de ancho y 20 a la del norte y a las calles, para cumplir con la ley del año de 1874.
- 3° Colocar *radiers* o barreras transversales cada cien metros para defender el revestimiento del fondo.
- 4° Mejorar y aumentar las mezclas para dar más solidez a los malecones y al revestimiento.
- 5° Puentes de hierros sólidos y elegantes, en reemplazo de los de hierro y madera.

El señor Martínez formuló su primer proyecto, ajustándose, como se lo indicó, a la más estricta economía. Con verdadero placer acepta ahora la autorización para aumentar los gastos introduciendo las mejoras que acabamos de enumerar, y,

en consecuencia, puso mano al nuevo trabajo que nos entregó concluido el 4 del presente.

Los puentes de hierro que ahora se proponen, tienen tres tramos, y consultando al señor Martínez si era posible reducirlos a dos, nos contestó la carta que acompañamos, en la que nos manifiesta las razones científicas que se oponen a ello, y que tuvo presente para proponer el tipo que ha presentado.

La mezcla para los malecones se enriquece con un aumento de un décimo más de cimientó, y la cantidad en el emplantillado recibe un aumento de un tercio.

El señor Martínez, como se ve en el presupuesto o apreciación que ha hecho de todas las mejorías, calcula en \$112.000 el valor de las expropiaciones, en \$118.000, el mayor costo de los nuevos puentes, y en \$160.000 los *radiers*, los nuevos tajamares, excavaciones y mejoría de mezclas, lo que forma un total de \$390.000, y que agregados a \$451.764, valor del anterior presupuesto, suman \$841.764, que importará la canalización.

Por razón del mayor ancho del canal, de las avenidas y de las calles, se disminuye el valor de los terrenos conquistados en la cantidad de \$476.500 quedando reducidas las utilidades por esta disminución y por el mayor costo de la obra a sólo \$479.195.

No nos hemos detenido absolutamente a examinar y a hacer apreciaciones sobre el valor que se asigna a los terrenos que se ganarán con la canalización:

- 1° Porque esas apreciaciones tienen que ser antojadizas y
- 2° Y principalmente, porque ante los inmensos beneficios que con esta obra va a reportar la ciudad, no debe detenernos la consideración de que las utilidades que obtengamos se disminuyan a la cifra que hemos anotado, aunque lleguen a ser menores o nulas.

El desiderátum para nosotros debe ser ejecutar una obra sólida y estable, y que llegue a costearse.

Antes de concluir, haremos presente que el nuevo tipo de puentes, el trazo recto del canal, la altura y ancho de los malecones; y el material de bloque y piedra chancada y mezclas que se proponen para la construcción, han obtenido la más completa aprobación de los ingenieros con que nos hemos consultado.

En resumen, creemos que la comisión debe proponer a la I. municipalidad el siguiente proyecto de acuerdo:

- 1° Apruébense los planos y presupuestos levantados por el ingeniero señor Valentín Martínez, y se resuelve en consecuencia, ejecutar la canalización del río Mapocho en conformidad a ellos.
- 2° Se nombra de director jefe de los trabajos, al mismo señor Martínez.
- 3° Facúltase al señor Intendente para que, de acuerdo con una comisión especial, designada por la I. municipalidad, proceda hacer un contrato con el señor Martínez, y a poner en licitación los trabajos, sea por secciones o por partes, y en caso que no hubiere licitadores o no fuesen aceptables las propuestas, los contrate, tomando toda clase de garantías.
- 4° Se levantará un empréstito, destinado exclusivamente a la canalización, que produzca ochocientos cincuenta mil pesos (\$850.000) emitiendo bo-

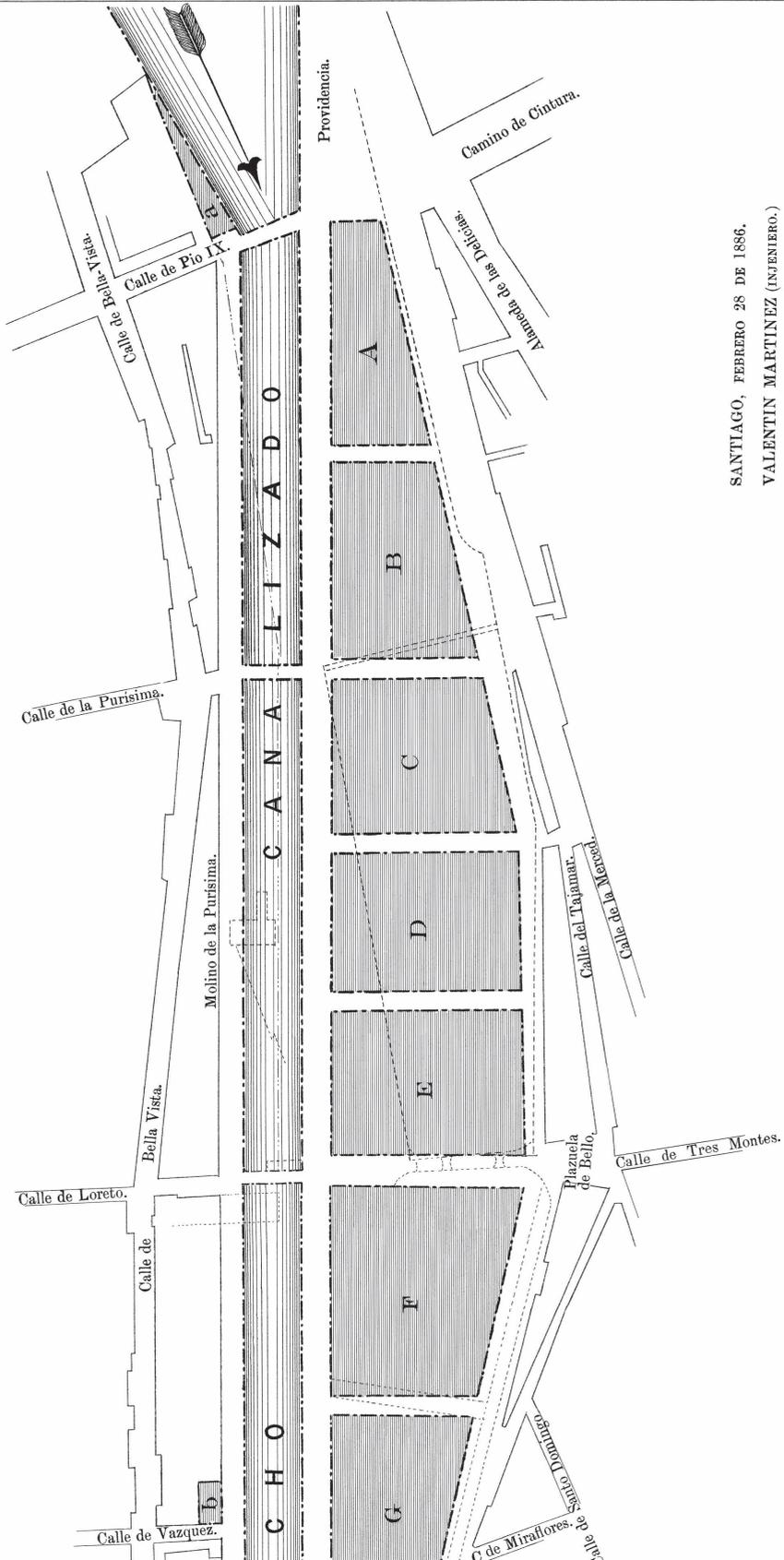
nos que ganen el 7% de interés anual, y tenga el 2% de amortización acumulativa. Se dedicará al servicio de esta deuda y a amortizaciones extraordinarias todo el producido de los terrenos, en venta o arriendos, que deje libre la canalización. Los bonos se denominarán Canalización del Mapocho.

- 5° Se autoriza a la Comisión de Arbitrios para que haga la emisión y la venta de los bonos en la forma que lo crea más conveniente.
- 6° Hágase notificar desde luego a los propietarios que, con arreglo a lo dispuesto en la ley de 25 de junio de 1874, se les va a expropiar los terrenos y edificios necesarios para el trazo del canal y de las avenidas.

Santiago, marzo 17 de 1886.

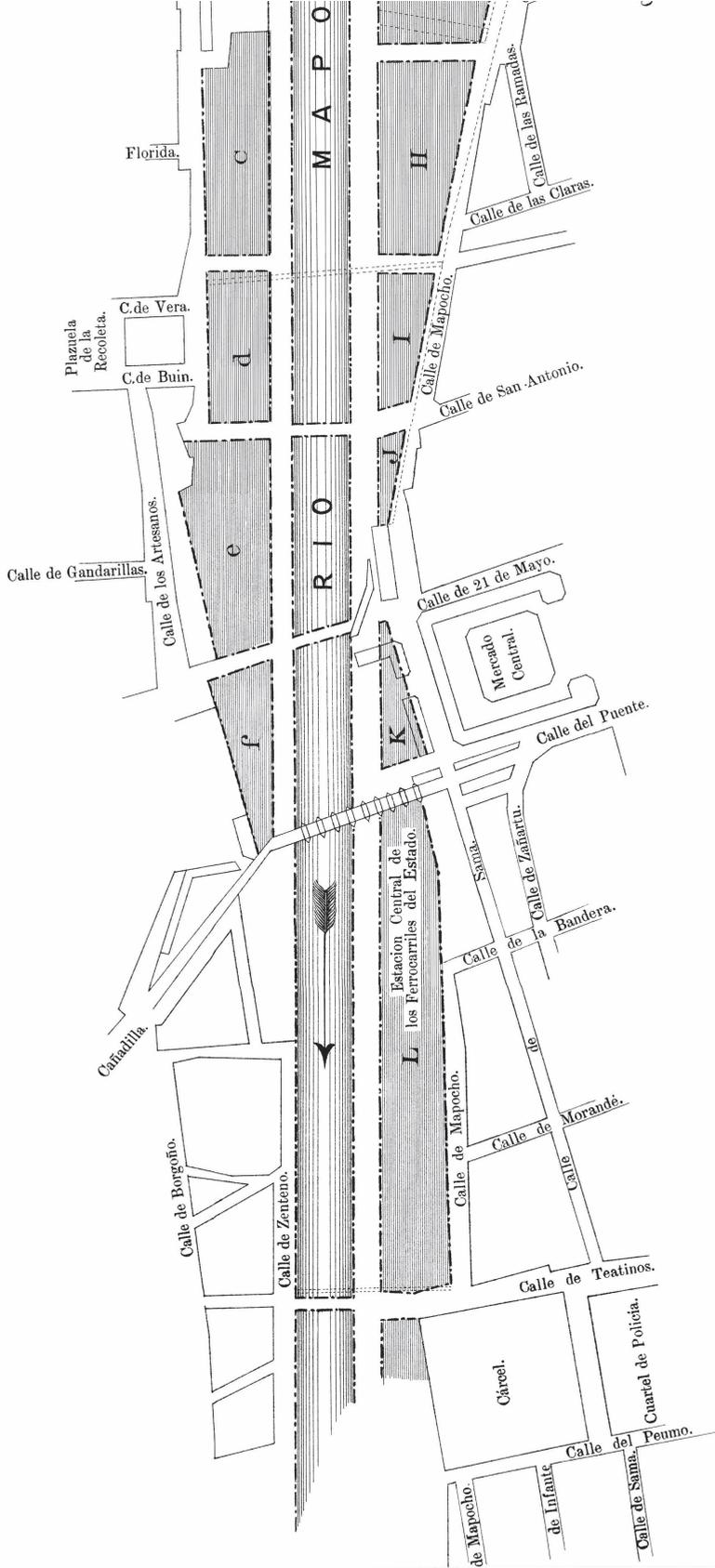
MIGUEL F. DEL FIERRO
J.M. CÁNEPA

DE CANALIZACION DEL RIO MAPOCHO



SANTIAGO, FEBRERO 28 DE 1886.
 VALENTIN MARTINEZ (INGENIERO.)

PLANO DE SITUACION I PROYECTO



Dibujado por FRANCISCO STEEGER Ingeniero.

MODIFICACIONES AL PROYECTO A QUE SE REFIERE EL INFORME QUE PRECEDE

ILUSTRE COMISIÓN

Autorizado para salir de la estricta economía en que me había colocado, y tratando de satisfacer nuestras indicaciones, tengo el honor de presentar a vuestra aprobación las siguientes mejoras.

- 1° Rectificación del cauce como lo muestra el plano núm. 1 bis.
- 2° Mayor ancho de las calles y avenidas: la avenida norte y las calles serán de 20 metros de ancho, y de 25 metros la avenida sur (plano núm. 1 bis).
- 3° Mayor número de *radiers* o barreras de fondo: serán en número 21 quedando a cien metros de distancia uno de otro.
- 4° Mezclas más ricas en cimient Portland.
- 5° Puentes de fierro con calzada adoquinada (plano núm. 6)

Apreciando la importancia relativa de cada una de estas mejoras, vamos a considerarlas aisladamente procurando hacer notar la influencia que ellas tienen desde el punto de vista económico y científico.

Rectificación de cauce

La rectificación del cauce del canal tiene como consecuencia indispensable:

- 1° La expropiación de algunas propiedades del lado norte, valor que se compensa con ganancia, pasando los terrenos expropiados al costado sur;
- 2° No poder aprovechar ninguna porción de los malecones actuales;
- 3° La construcción de un nuevo malecón en la embocadura;
- 4° Que algunos de los terrenos que se ganaban en la ribera sur, pasan a la ribera norte donde tienen menos valor;
- 5° El no poder evitar los puentes oblicuos y algunas manzanas con esquinas oblicuas;
- 6° Mayor cantidad de desmontes.

En cambio hay la ventaja de la belleza en el canal recto y ventaja para el escurrimiento de las aguas.

Por este motivo creemos digna de aplauso la idea de hacer el sacrificio pecuario que comporta la rectificación del cauce.

Mayor ancho de las calles y avenidas

Esta circunstancia sí que tiene gran importancia económica, pues el número de metros cuadrados ocupado por calles y avenidas excede por causa del mayor ancho de éstas en 393,20 m² los cuales vendidos al precio medio de \$11 m² producen una disminución de \$432.500 en el beneficio.

Mayor número de radiers

El mayor número de *radiers*, la mejor calidad de las mezclas en los malecones y mayor cantidad en el emplantillado, aumentan la seguridad de la obra, lo que debe hacerse siempre que las circunstancias lo permitan.

Puentes de hierro

Los puentes de hierro, aunque alejan una economía notable, convienen en un país donde no siempre se atiende como es debido a la conversación de las obras.

Mayor ancho del canal

No sin violentar mis profundas convicciones, he dado al canal en este nuevo trazado dos metros más de ancho y para que no se crea que puede haber en esto paralogización de mi parte, paso a escribir literalmente la formula que me ha servido para encontrar la velocidad que, como lo he dicho en mi memoria, pasa de diez metros.

Ante todo observaré que el caso actual entra en la segunda categoría (paredes de piedra canteada, ladrillo, etc.) del ilustre ingeniero hidráulico M. Bazin, pues estamos en el caso de un canal de paredes y fondos lisos. Sin embargo, supondré el caso desfavorable de corresponder a la tercera categoría, es decir, paredes y fono poco parejos hechos con mampostería de bolones (*moëllons*) y para mejor abundamiento de concesiones, supondré el canal sólo de 40 metros de ancho como en el primer trazado.

La formula de M. Bazin aplicable al caso que nos ocupa es¹:

$$\frac{R_i}{u^2} = 0,000234 \left(1 + \frac{0,23}{R} \right)$$

¹ Véase página 133 de la primera parte de las *Recherches hydrauliques* de M. Bazin, cuya obra pongo a la disposición de la Ilustre Comisión Municipal.

de donde:

$$u = \frac{\sqrt{Ri}}{0,000234 \left(1 + \frac{0,23}{R}\right)}$$

En que:

$$R = \frac{\text{sección mojada}}{\text{Perímetro mojado}} = \frac{160}{48} = 3,333$$

$$i = \text{pendiente} = 0,01$$

$$u = \text{velocidad media}$$

Haciendo los cálculos resulta: $u=11,53$ metros, es decir, mayor que 10 metros que es lo que he dicho en mi memoria donde no había dado el cálculo que procede por no creerlo necesario.

CONCLUSIÓN

Tenemos, pues, causas que hacen aumentar el costo de la obra y otras que hacen disminuir el beneficio, lo cual puede resumirse en el siguiente cuadro.

EXPROPIACIONES

Total	\$ 112.000
-------	------------

MEJORAS

1° Por razón de los malecones que forman embudos en la salida del canal (50 m malecón por lado)	\$ 8.000
2° Por razón del malecón que forma embudo de entrada	\$ 10.000
3° Por razón de 19 <i>radiers</i> de 2,50 metros profundidad y 0,80 metros de grueso medio	\$ 15.000
4° Por razón del mayor costo de desmonte (60.000 metros cúbicos) Aproximadamente	\$ 18.000
5° Por razón de la mejor calidad de las mezclas en los malecones ($\frac{2}{10}$ de metros cúbicos de cemento en lugar de $\frac{1}{10}$)	\$ 50.000
6° Por razón de mayor cantidad de mezcla en el emplantillado ($\frac{1}{10}$ de metros cúbicos en lugar de $\frac{1}{15}$)	\$ 40.000
7° Por razón de la parte de malecón antiguo utilizado en el primer trazado	\$ 9.000
8° Por razón del mayor ancho del canal	\$ 9.000
9° Por razón de 6 puentes de hierro de doble vía (mayor costo)	\$ 118.000
	\$ 278.000

DISMINUCIÓN DEL BENEFICIO

1° Por razón de mayor ancho de calles y avenidas	432.500
2° Por razón del terreno perdido en el mayor ancho del canal	44.000
	\$ 476.500

RESUMEN

Valor de los terrenos ganados según el proyecto nuevo	\$ 1.320.959
Costo de la obra	
Según primer proyecto	451.764
Valor de las expropiaciones	112.000
Valor de las mejoras	278.000
Beneficio líquido	841.764
	\$ 479.195

Santiago, marzo 4 de 1886.

V. MARTINEZ
Ingeniero

SEÑOR MIGUEL FELIPE DEL FIERRO
Presente.

Muy señor mío:

En contestación a su pregunta sobre si no sería conveniente un tipo de puente con dos tramos en lugar de tres, diré a usted:

- 1° Es contrario a la buena construcción colocar un apoyo en el centro de la corriente, porque es en el centro donde tiene lugar en todo tiempo la mayor corriente, y por consiguiente, los cuerpos flotantes, basuras, ramas, arboles, etc., encontrarían un obstáculo permanente; lo cual debe evitarse.
- 2° La resistencia de las vigas es proporcional al cuadrado de la longitud de los tramos, por consiguiente, las vigas en el caso de dos tramos (de 21 metros c/u) debieran ser dos veces más resistentes que en el caso de tres tramos (de 13 metros y medio c/u); y su costo sería también el doble.
- 3° La rigidez de la superestructura es proporcional a la altura de la viga e inversamente proporcional a la longitud del tramo; por consiguiente, en el caso de dos tramos las vigas se cimbrarían como en el puente Mackenna, lo que no sucederá con tres tramos.

Es preciso hacer los puentes o de tres tramos o de uno; pero en este caso el puente cuesta casi el doble y tiene que ser tubular como el proyectado de madera

o el puente del Maule, etc., por la razón expuesta más arriba, pues que la viga debería tener de altura 4 metros, por lo menos, a fin de darle la rigidez necesaria.

He dado un tanto de extensión a mi respuesta a fin de que las personas a quien usted consulte vean las razones que he tenido para proponer el tipo que he presentado. Si alguna modificación conviene introducir con el objetivo de mejorar la construcción, sería la de sustituir el adoquinado por una calzada de asfalto comprimido (asfalto en polvo y no betún o brea, como se usa en Chile) como se han hecho las principales calles en París.

Con una disposición semejante se conseguirían dos objetos:

- 1° Evitar toda vibración, lo que es muy favorable a la conservación del metal,
 - y
 - 2° Se conocería en Chile el mejor pavimento inventado hasta el día.
- Suyo afecto.

V. MARTINEZ

Marzo 13 de 1886.

ILUSTRE MUNICIPALIDAD

Reunidas las comisiones de Árbitros y Obras Publicas con asistencia de los regidores, señores Infante y Fierro se discutió el informe presentado por la subcomisión nombrada, teniendo a la vista los planos y presupuestos para la canalización del río Mapocho, levantados últimamente por el ingeniero señor Valentín Martínez en cuyos documentos consulta este las modificaciones acordadas.

El informe fue aceptado, disintiendo en parte los señores Iñiguez y Cánepa que juzgan que el canal ha de tener por lo menos cincuenta metros de ancho. La mayoría de la comisión acepta la capacidad que le asigna el señor Martínez, de cuarenta y dos metros de anchura y tres y medio de profundidad teniendo presente la opinión manifestada por los ingenieros señores Enrique Budge, Adolfo Ballas, Domingo Víctor Santa María, A. Flühmann, Manuel J. Domínguez, José Manuel Figueroa, Alberto Gonzalez Errázuriz, Jose Francisco Gana, Sinfioriano Ossa, Belisario Díaz y L. Chapron.

Corresponde recordar aquí, que en el concurso de 1875, acordado por la ilustre municipalidad de aquella época con el objetivo de obtener un buen proyecto de canalización del río Mapocho, se adjudicó el premio ofrecido al expresado Chapron y los planos de éste le asignaron al canal un ancho de treinta y dos y medio metros por tres y medio de profundidad. La capacidad del canal y el trazo, lo discutió la comisión informante del municipio en sesiones públicas y estudiando los proyectos presentados por los señores: Anzart, Provasoli, Oliveri, Buschard y Murphy, y todos aprobaron la que asignaba Chapron, que es nueve y medio metros más angosto que lo que fija el señor Martínez y acepta la mayoría de la comisión difiriendo a la reconocida competencia de los ingenieros recordados.

Como la ilustre municipalidad, con la aprobación de los dos tercios de los municipales en ejercicio, resolvió en sesión de 28 de enero último, levantar un empréstito, cuyo producto se destinaría en primer lugar a los gastos de canalización del río Mapocho, la comisión modificó el proyecto de acuerdo en la forma siguiente:

Art. 1° Apruébense los planos y presupuestos para la canalización del río Mapocho levantados últimamente por el ingeniero señor Valentín Martínez, debiendo ejecutarse el trabajo en conformidad a ellos.

Art. 2° Facúltase al señor Intendente para que de acuerdo con una comisión especial nombrada por la ilustre municipalidad proceda a contratar la dirección de la obra y a pedir propuestas para los trabajos por secciones y en licitación pública.

Sala de Comisión.

Abril 29 de 1886. ALEJANDRO FIERRO. J.M. Cánepa. Benjamín Velasco. J. Manuel Infante. Carlos Rojers. Miguel F. del Fierro. Ramón Estévez.

Santiago, mayo 3 de 1886.

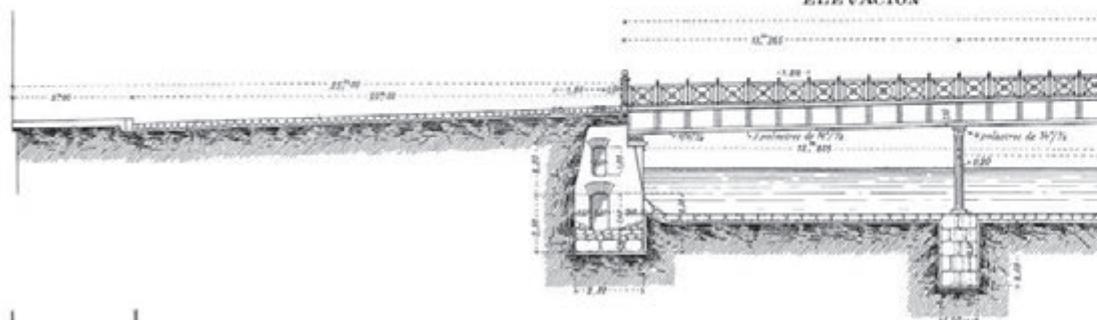
La ilustre municipalidad en sesión de hoy aprobó el proyecto de canalización del río Mapocho que precede, con la modificación de que los trabajos que han de contratarse puedan hacerse por parte o por el todo.

En conformidad al art. 2° nombró una comisión compuesta de los siguientes señores: R.R., Juan M. Cánepa, J. Manuel Infante, Benjamín Velasco, Ramón Estévez y Miguel F. del Fierro.

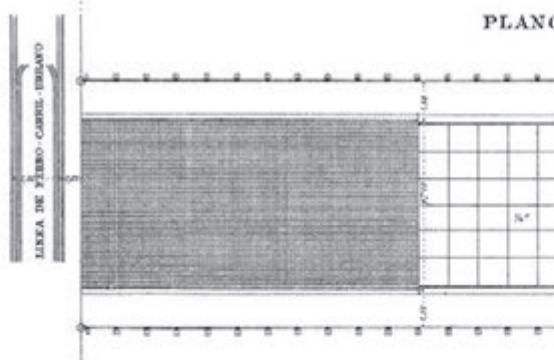
JORGE ASTA-BURUGA
Secretario de la municipalidad

TIPO DE PUENTE DE FIERRO

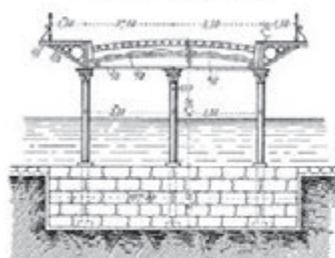
ELEVACION



PLANO



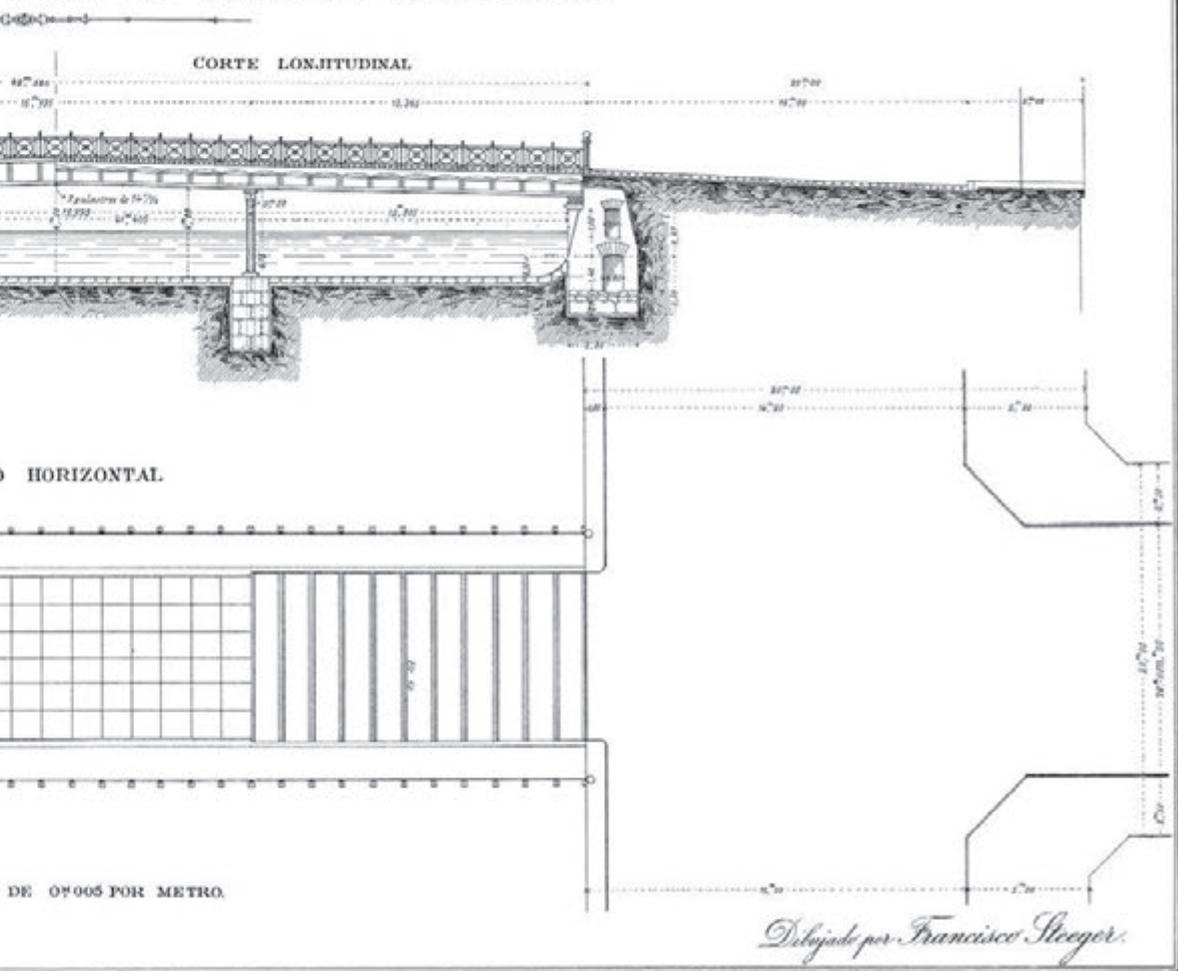
CORTE TRASVERSAL



*Proyectado y presentado por V. Martínez, Ingeniero.
Santiago, Febrero 28 de 1886.*

ESCALA

PARA EL MAPOCHO CANALIZADO



CANALIZACION DEL MAPOCHO

OBSERVACIONES AL PROYECTO

APROBADO POR LA

ILUSTRE MUNICIPALIDAD

POR

RICARDO FERNANDEZ FRIAS

SANTIAGO

IMPRESA "VICTORIA" DE H. IZQUIERDO Y CA

73 - Calle de San Diego - 73

1886

PRIMERA PARTE

I. ENUMERACIÓN DE LAS OBSERVACIONES

Hace mucho tiempo que teníamos el propósito de estudiar detenidamente el proyecto sobre canalización del Mapocho, y esperábamos que se fijaran las bases principales, o sea, el sistema que se quería implantar para hacerlo con mejores datos y entero conocimiento de la materia, ya que la obra era de suma importancia y, por consiguiente, muy delicada. Hoy que parece todo resuelto, creemos llegado el caso de manifestar nuestras observaciones, no movido por otro deseo que el de coadyuvar con nuestras escasas fuerzas a la acertada realización de la obra que nos ocupa. Analizaremos en todas y en cada una de sus partes la última publicación que ha sido ordenada hacer por la comisión de alcaldes.

II. LARGO DEL CANAL

No nos explicamos las razones por qué el canal se proyecta sólo con un largo de 2.000 m, o sea, desde el camino de Cintura, al oriente, hasta el puente Ovalle, al poniente.

Hubiéramos creído más conveniente que, así como se extralimitaron las instrucciones recibidas, alargando el canal desde el puente Mackenna hasta el camino de Cintura, se hubiesen también extralimitado, haciéndolo llegar al puente del ferrocarril, por ejemplo.

El proyecto es muy lacónico: nada sabemos si el canal proyectado puede afectar los intereses y los derechos adquiridos por los propietarios riberaños, ni se indican las obras o establecimientos que pueden recibir perjuicios con la alteración de niveles o del estado actual de cosas.

Según se desprende del proyecto, todos los estudios se han dirigido exclusivamente al canal mismo y al lucro que se puede sacar de los terrenos ganados por la canalización.

En ninguna parte se hace mención de que el reconocimiento de los lugares haya pasado de la porción recorrida por el canal, ni hay obras presupuestadas aguas arriba ni mucho menos aguas abajo. Parece que no se ha tomado en cuenta

el remanso actual y salidas del río antes de penetrar al canal; sin embargo, todos sabemos que, en las crecidas, el río se ha desbordado siempre por los callejones y propiedades que existen entre el camino de Cintura y la chacra de La Contadora. La mayor profundidad del agua en las crecidas ha sido de 2,50 m y el canal se proyecta con cuatro metros. Desearíamos saber, ya que en la p. 32 se supone lleno el canal, de qué manera y cómo podría subir el agua a los cuatro metros de altura.

Por otra parte, ¿qué se ha proyectado para evitar los efectos del aumento de velocidad que en las crecidas tomará el agua, hasta cierta distancia más allá de la desembocadura del canal? ¿Acaso el aumento gradual del ancho desde 42 metros hasta 50 disminuirá la velocidad y evitará todo peligro? Sabemos que la velocidad inicial deberá perderse en este caso a cierta distancia a causa de la adherencia que produce el lecho cascajoso del río, pero, ¿se ha calculado esta distancia? Sabemos también que con el aumento del ancho, sin variar el régimen la velocidad no baja de 10 metros, ¿qué seguridades se les da entonces a los vecinos de aguas abajo? Sólo se nos dice que la construcción de una estación central para los ferrocarriles del Estado y del ramal ha sido sometida al estudio de la dirección general.

Creemos, pues, muy necesario, un estudio serio reglamentario y legal, del río aguas arriba y aguas abajo del canal, estudio que, como hemos dicho y probado, parece no haberse hecho. La dirección de los ferrocarriles del Estado, ¿tendrá obligación de prolongar el canal, practicar estos estudios y construir las obras de arte que sean necesarias? Nada sabemos.

Asimismo, el largo del canal debe ser igual al de la población porque no hay razón para beneficiar sólo una parte, fundándose en el lucro o no lucro, en terrenos valiosos o no valiosos, pues que, mirado el asunto desde el punto de vista de higiene, salubridad pública y de salvar de todo peligro e incomodidades a los habitantes de la capital, que es por lo que debe trabajar la ilustre municipalidad, todas las secciones de la ciudad son igualmente valiosas.

III. PROBLEMA DE LA CANALIZACIÓN

Existen diferencias muy sustanciales entre el problema que se refiere a la construcción de un canal, para el riego o para la navegación, y el de la canalización de un río. Conviene a nuestro propósito el darlas a conocer, aunque sea muy a la ligera.

El canal para el riego hay que abrirlo en el terreno, y hacer excavaciones; por consiguiente, conviene elegir la sección mínima para disminuir los desmontes.

El canal para regularizar un río es necesario construirlo sobre el lecho y levantar los bordes, formando terraplenes; conviene, pues elegir, por el contrario, la sección mayor, para disminuir la cubicación de los terraplenes.

En los canales de riego se exige el mayor gasto, o sea, la mayor velocidad con la pendiente mínima; en los de canalización, la menor velocidad con la pendiente media del río.

En el primer caso, se fija el área de la sección y se busca la velocidad máxima, que corresponde también al máximo valor del radio medio; en el segundo caso,

debe fijarse la velocidad mínima en una pendiente dada, y en la sección de mayor área, que corresponde al valor mínimo del radio medio.

El radio medio es el cociente del área de la sección por el perímetro mojado; conviene, pues reducir a un mínimo el perímetro, para encontrar el radio medio máximo, que corresponde a la sección mínima; las formas de una sección mínima, según esto, corresponden a las circulares o rectangulares con esquinas redondeadas y fondo curvilíneo, tal como se ha proyectado para la canalización del Mapocho.

El radio medio corresponde a un mínimo cuando el perímetro mojado llega a un máximo, y se recomienda para la canalización de un río el perfil compuesto de dos o más trapecios uno encima de otro, sirviendo el inferior para las aguas medias del río y los superiores, exclusivamente, para las mayores avenidas, que se verifican, como sabemos, muy de tarde en tarde.

En el proyecto que analizamos parece que no se han hecho las distinciones anteriores, pues se presenta un canal de sección mínima, que produce naturalmente la velocidad máxima para las aguas. La única razón que divisamos en apoyo de esta elección, es la de aumentar la extensión de los terrenos adyacentes, es decir, el negocio o el lucro; pero, ¿se han calculado los metros cúbicos de terraplenes que son necesarios? ¿Se cree que bastan los escombros de la población para este objetivo? ¿Cuántos años se necesitarían, empleando sólo los escombros o basuras, para formar aquellos terraplenes? ¿Se han hecho los cálculos económicos correspondientes, para juzgar si es negocio o no el que se pretende, perjudicando además la bondad y estabilidad de los malecones?

Nosotros dudamos mucho que sea negocio la elección del cauce mínimo, pues el valor de los terrenos habrá que reducirlo a menos de la mitad, si se forman con basuras y si se mantiene la velocidad máxima para el movimiento de las aguas; creyendo, por el contrario, que la estabilidad de los malecones queda amenazada.

El único inconveniente de las secciones mayores son los embanques o depósitos de arena o lodo, que suelen formarse, a causa de que se refieren a la velocidad mínima, que en el caso de que tratamos de un río como el Mapocho, cuya pendiente pasa de uno por ciento, no pueden tener lugar, porque por mucho que se quiera disminuir la velocidad, aquella gradiente no permitirá bajarla tanto que se puedan temer tales embanques o depósitos.

Ahora, ¿cuál es el régimen elegido para el canal? Por las variaciones que se dan al ancho, parece que se haya elegido el régimen permanente, y, sin embargo, para calcular la velocidad se ha empleado, en la p. 66, la fórmula que corresponde al régimen uniforme.

En el proyecto que examinamos, parece que se ha querido dejarlo todo en la duda, ya sea para que nadie comprenda las ideas del autor, o ya sea para rehuir discusiones enojosas.

Plantemos, sin embargo, el problema de la canalización del Mapocho, en la forma que nosotros lo entendemos:

Elegida la mayor sección transversal, y el movimiento uniforme, que creemos preferible, calcular las dimensiones del canal, conocida la pendiente media y el volumen del agua que debe pasar en cada segundo de tiempo, o sea, el gasto.

Sigamos examinando el proyecto.

IV. PENDIENTE DEL CANAL

Se nos dice pura y simplemente que la pendiente media del canal será de un centímetro por metro. Pero, ¿cuántas gradientes lleva el canal en todo su largo?, ¿qué relación existe entre la pendiente actual del lecho del río y la fijada para el canal? ¿Se practicarán en el *thalweg* del río desmontes o terraplenes? ¿Esta línea será recta, cóncava, convexa o angular? Nada sabemos.

El laconismo del folleto choca grandemente con la invitación que nos hace la ilustre municipalidad para el estudio y análisis de las obras proyectadas, pues no es posible dar una opinión, sin estar en posesión de los datos más indispensables. Por esta razón, muchas de nuestras observaciones quedarán trucas, o carecerán de las explicaciones necesarias.

V. GASTO DEL CANAL

¿Qué capacidad debe tener el canal? He aquí la gran cuestión, sobre la cual se han dado tantas opiniones. En la parte razonada, del único proyecto que examinamos, p. 31, se encuentran deficientes todos los razonamientos e indicaciones de los técnicos y se dan teorías nuevas, para efectuar el cómputo de este importante dato del problema. Se dice que no deben tomarse en cuenta para fijar la capacidad del canal, ni las mayores crecidas observadas en el río, ni las aguas lluvias que han caído en años anteriores sobre el terreno tributario o cuenca del río, ni mucho menos las gargantas que han debido contener las mayores avenidas, porque los canales construidos últimamente o la inmensa red de canales aguas arriba del Mapocho (creemos que no pasan de seis los que siempre han existido) alejan las aguas de las crecidas, como igualmente todas las aguas que caen en esta parte de la cuenca.

Sabemos que en Chile no hay canales de navegación, como en Europa, que realmente desvían una gran parte de las aguas en las crecidas, y mucho menos los hay en el Mapocho, donde encontramos unos pequeños canales o acequias de regadío que los dueños de ellos se apresuran a mandar cerrar en las bocatomas y abrir los zanjones de descargas, apenas comienza a llover y se tienen temores de una avenida.

Por los zanjones se conducen al río las aguas lluvias que caen en el terreno superior de la cuenca; de manera que en todo caso existe un momento en que llega al río toda el agua que cae sobre el terreno tributario.

Creemos también que deben tomarse en cuenta los recuerdos que pertenecen a la historia antigua, y no aisladamente, como se hace, a renglón seguido, para probar que la crece de 1877 dio un volumen de 339 metros cúbicos por segundo, sino calculando a la vez toda el agua que corrió por la Providencia y la Cañadilla en la época fijada, a no ser que se crea, ya que en el proyecto no se menciona trabajo alguno aguas arriba del canal, que dichas aguas deberán alejarse siempre, después de canalizado el Mapocho. Preguntamos además, ¿por qué razón no debe hacerse el canal en previsión de un cataclismo? Esto sería lo más lógico, a nuestro juicio.

Más adelante entraremos a examinar el cálculo que se hace, para llegar a decir que el canal proyectado conducirá más de cuatro veces la crece de 1877.

Concluiremos, manifestando que aceptamos el gasto de 1.400 metros cúbicos por segundo, pero efectivos y no problemáticos como se deducen en el proyecto, y lo aceptamos no como resultado de un estudio serio y de cálculos prolijos, que no hemos hecho, sino como un dato prudente, según el conocimiento de las avenidas que hemos visto en el Mapocho, y fijaríamos en 100 metros cúbicos por segundo el gasto medio del río, a pesar de que creemos que no llegarán jamás a dichos límites.

VI. VELOCIDADES DEL AGUA

Llegamos a la cuestión más escabrosa del proyecto, pues se ha aceptado la velocidad media de once metros y cincuenta y tres centímetros por segundo, que por ciertas imperfecciones de los cálculos se ha reducido a diez metros por segundo. Según esta última, la velocidad máxima que tiene lugar sobre el eje de la corriente, corresponde a doce metros y medio y la velocidad mínima, que tiene lugar al fondo del canal, corresponde a siete metros cincuenta centímetros.

Ahora bien, sabemos que el agua que corre permanentemente con la velocidad en el fondo de dos metros por segundo, desgasta y zanjea un terreno rocoso, y que perfora la roca viva con la velocidad de tres metros más o menos. Imaginémonos la velocidad en el fondo de siete metros y medio y dígasenos qué tiempo se demorará el agua para destruir los malecones, que se proyectan de piedras o bloques artificiales y el fondo que se construye de piedras redondas, elegidas entre las mismas que han servido ya de juguete al río... Por otra parte, los terraplenes de las nuevas calles y avenidas, que se van a trabajar con escombros, ¿qué tiempo tardarán en desaparecer?

La circunstancia de verificarse las grandes avenidas muy de tarde en tarde y que el agua del canal no adquirirá esa velocidad, sino una vez cada cinco o diez años, no quita que en esa única vez, aunque sea cada siglo, es suficiente para destruir no digo al canal, sino toda la población de Santiago. Se dirá aun, que la duración de las crecidas no pasa de una o dos horas, hecho que queremos aceptar, ¿se podría asegurar, que una o dos horas no fuese tiempo suficiente para atacar ciertas porciones del fondo o de los malecones, que adoleciesen de defectos de construcción o que hubieran sido desarreglados parcialmente por el choque de las piedras que arrastran siempre las corrientes del Mapocho?

Pero las cosas sucederán de otra manera. Según el perfil aceptado de 42 metros, la velocidad media, cuando la profundidad del agua llega sólo a un metro, es de cuatro metros aproximadamente por segundo; con la altura de dos metros alcanza a ocho metros y con tres metros de altura pasa de diez. De donde resulta, haciendo la rebaja correspondiente, que desde el momento que el agua toma la altura de medio metro, adquiere en el fondo la velocidad suficiente para perforar la roca viva. Luego, no hay que esperar el grueso de la avenida o de la crece, para temerse los resultados fatalísimos que dejamos indicados.

Sin embargo, aunque se quiera rebajar la mitad de las mitades, nosotros creemos que en ningún caso, con la pendiente dada al canal, se podrá bajar de la velocidad de dos metros por segundo, que es suficiente para horadar o desgastar, muy a la larga, es cierto, los terrenos duros o rocosos. Por estas consideraciones, somos de opinión que la pendiente del canal debe disminuirse a toda costa.

Por otra parte, y permítasenos entrar en estas consideraciones generales, la velocidad media debe reducirse en este caso no sólo teniendo en vista la mayor velocidad que se ha observado en las mayores avenidas del mismo río sino, también, de la mayor velocidad empleada en obras de este género. Ella debe relacionarse con el material de que está formado el cauce del río, con el material de las riberas y de los botadores, diques o estribos, tanto naturales como artificiales, que se encuentran en el cauce. Asimismo, debe relacionarse con los materiales que se van a emplear en la canalización proyectada.

Para fijar aquella velocidad, deberá tomarse en cuenta no sólo el desgaste y sus peligros sino, también, los casos de una rotura, de un desborde, de un atollamiento, taco o interrupción y demás accidentes que pueden verificarse, aunque parezcan imposibles a primera vista. Sabemos que el Mapocho conduce muchos árboles y piedras y que en muchas ocasiones ha producido tacos enormes aun en el lecho actual y con la inmensa desembocadura dada a los puentes que existen.

No somos pesimistas, pero pensamos que sería necesario modificar el proyecto y sacrificar el lucro mucho más de lo hecho, en beneficio de la tranquilidad de los habitantes y de la existencia de tantos edificios valiosos que quedarán amenazados. No debemos mirar con indiferencia a un enemigo, por insignificante que nos parezca.

Por otra parte, no aceptamos las piedras artificiales para los malecones, sobre todo llevando dos acueductos en el interior, no obstante tener mucha confianza en la dureza y resistencia de las piedras artificiales, en las proporciones que se indican, con dos décimos de cemento; pero también, es cierto que en ningún caso pueden compararse a las piedras naturales, que deben preferirse a nuestro juicio, a pesar del mayor gasto, que creemos, por otra parte, muy insignificante, en cambio de las mayores seguridades que presentan, no sólo como material sino también al menor desgaste que producirían las corrientes.

VII. PROFUNDIDAD DEL CANAL

Ocupémonos de la profundidad que debe tener el canal, o sea, de la altura de la sección, que es uno de los datos que pueden también fijarse en el problema de la canalización.

Para fijarla sólo es necesario conocer el perfil longitudinal del lecho del río, según la línea más baja que se denomina vaguada o *thalweg*. En este perfil, se fijan comúnmente la altura de las riberas, de las aguas bajas, aguas medias y aguas máximas, según los recuerdos de la historia antigua.

Desgraciadamente no conocemos este perfil, ni encontramos dato alguno en el proyecto que examinamos. Sin embargo, sabemos que el nivel del agua, en las ma-

yores avenidas del Mapocho, no ha pasado en los puentes de 2,20 a 2,50 metros, y cuando el agua ha tomado esta altura, el río se ha desbordado por ambas orillas.

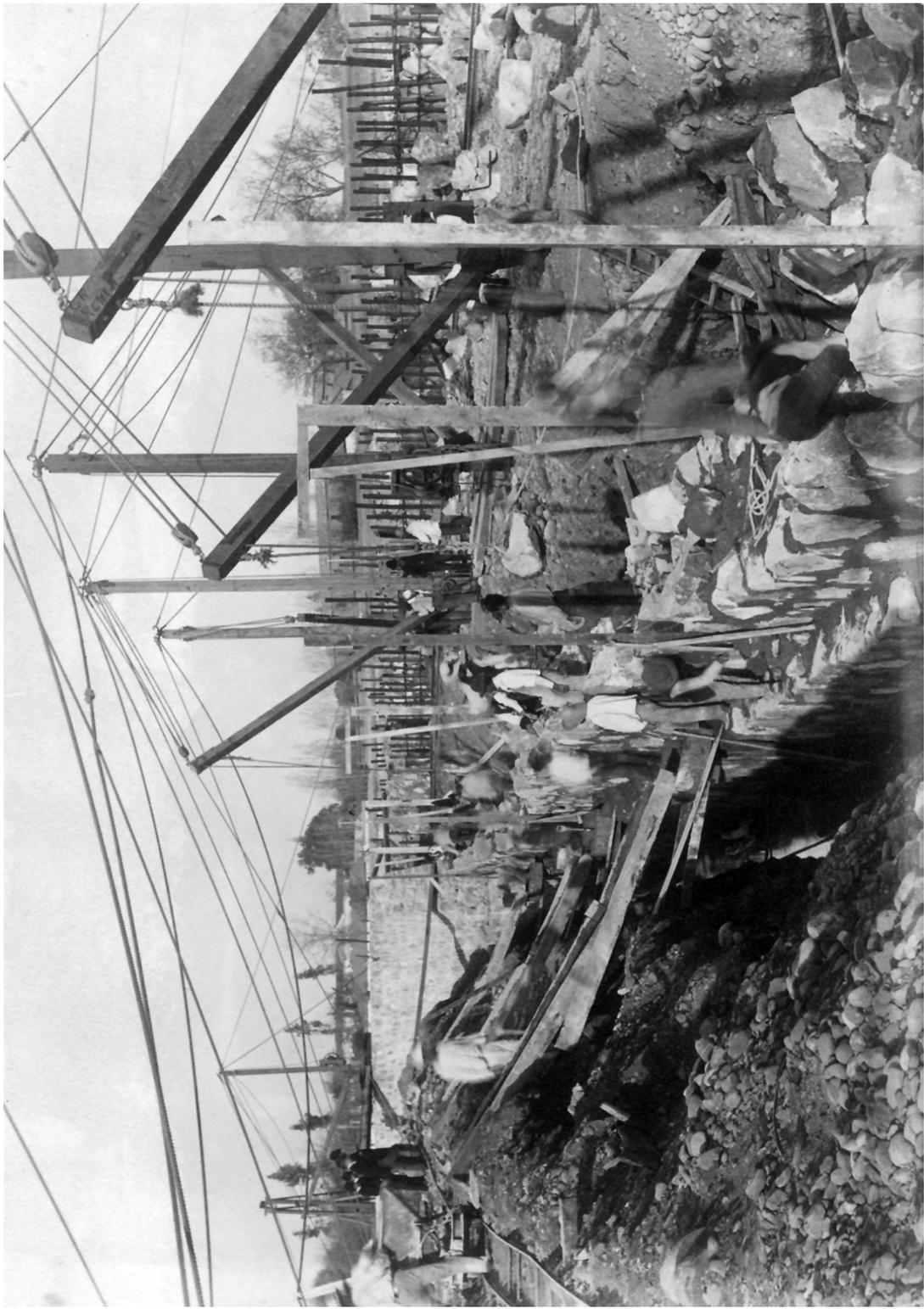
Se indica la profundidad de cuatro metros para el canal o sea 1,80 o 1,50 m más que la anterior, y como la pendiente es de uno por ciento, el remanso se verificaría hasta los 180 o 150 m aguas arriba de la boca del canal, y este largo deberían tener las alas o embudo, como se llama en el proyecto. Esto, sin perjuicio de reparar las riberas hasta la altura de 2,20 a 2,50 m en una larga extensión aguas arriba y, sobre todo, en los puntos donde se han verificado los derrames o desbordes del río. Nosotros no extrañamos que se den los cuatro metros al canal; pero sí y mucho, que para calcular el gasto se haya considerado esta altura, a la cual nunca llegarán las aguas en las crecidas, pues jamás han subido de 2,20 a 2,50 m.

Las alas o embudo de salida del agua, ¿deberá construirlas la dirección general de los ferrocarriles del Estado? He aquí una cuestión muy primordial para los habitantes del barrio pobre de Yungay.

VIII. ANCHO DEL CANAL

Este ancho y la velocidad media son las grandes e importantísimas incógnitas del problema de la canalización. Una vez fijadas de una manera estable y sin lugar a dudas todos los demás datos, por medio de las fórmulas correspondientes, ha de deducirse el valor del ancho y de la velocidad media. Como el problema es indeterminado, se dará un valor al ancho para calcular la velocidad, hasta llegar a una velocidad aceptable según lo que hemos indicado en el párrafo VI; pero, en este caso, como hemos dicho, no llegaremos a un resultado favorable sin disminuir la gradiente.

Para la seguridad y belleza de la obra, la velocidad del agua debe ser uniforme desde un extremo a otro del canal; pero sí se cree que ciertos datos deben ser variables, la ejecución de la obra debe hacerse en todo caso tomando en cuenta los peores antecedentes, a fin de que la canalización responda en todo tiempo y en toda circunstancia, a los beneficios que está llamada a prestar y que debe prestar. Por esta razón, creemos aquí perfectamente aplicable aquel axioma que dice que es mejor pecar por exceso que por defecto, y temiéndolo todo, aumentar los resultados deducidos de las fórmulas, las cuales deben considerarse no sólo empíricas, sino simplemente aproximadas. Sin los datos y estudios necesarios, no podemos entrar a los cálculos correspondientes.



Canalización del Mapocho. 1888. Colección Archivo Fotográfico, Museo Histórico, Santiago de Chile.

SEGUNDA PARTE

I. OBSERVACIONES GENERALES

Acabamos de enumerar las observaciones que íbamos haciendo al proyecto de la canalización del Mapocho, a medida que estudiábamos cada una de sus partes. Muchas, o tal vez todas, carecerán de las explicaciones necesarias para comprenderlas debidamente, prestándose algunas a interpretaciones muy diferentes, y dando origen otras a verdaderas cuestiones muy discutibles en la ciencia y en la práctica; pero no hemos podido evitarlo.

II

La Hidráulica es una ciencia que tiene en sus aplicaciones muchos puntos oscuros o desconocidos. La práctica no concuerda jamás con la teoría, y se ven casos en que la teoría son verdaderos errores y que son muy aceptables en la práctica y viceversa. La resolución de los problemas se efectúa por fórmulas prácticas, empíricas o aplicables a ciertos y determinados casos. El absurdo en los resultados, es muy frecuente, y en todo caso o circunstancia, es necesario confrontar teórica y prácticamente varios resultados, obtenidos por distintas fórmulas, para aproximarse siquiera al resultado práctico verdadero. Es tan cierto lo que vamos indicando, que en 1882 un célebre ingeniero inglés ha publicado nuevos estudios y encontrado principios y fórmulas nuevas que contradicen en gran parte los principios y fórmulas de Prony, Bazin, Kutter, etcétera.

III

El principio tan conocido y tan lógico de que el volumen de agua que pasa por un canal se determina multiplicando el área de la sección mojada por la velocidad media, en muchos casos, no da resultados exactos, a causa de las dificultades que

existen para calcular la velocidad media verdadera, y las diferencias son a veces bastante grandes y dan origen a discusiones interminables. He aquí la causa, a nuestro juicio, de las enormes diferencias que existen en los cálculos del volumen de agua que ha arrastrado el Mapocho en sus grandes avenidas.

IV

Una de las primeras observaciones generales que hicimos al proyecto de canalización, presentado por el señor Martínez, fue la de que se miraba con mucho desprecio al Mapocho, tanto por el insignificante gasto máximo que se le atribuye en las grandes avenidas como por las formas y empleo de materiales, que creemos inadecuados para la construcción del canal.

En efecto, creemos muy bajo el cálculo de 339 metros cúbicos por segundo que, según los estudios del señor Martínez, atribuye a la gran crece de 1877, que nosotros hemos visto. Recordamos perfectamente que en aquella época se fijó casi por unanimidad el gasto de 750 m³ por segundo y encontramos este valor en nuestra cartera.

V

El importante informe de la subcomisión, que se publica en el mismo folleto, trae la justificación y comprobación del cómputo que indicamos, y no podemos menos de llamar la atención a las siguientes palabras, p. 55:

“El señor Martínez ha dado al canal los dos metros más, violentando como lo dice, al indicar las nuevas mejoras que con acuerdo nuestro ha hecho al proyecto, sus profundas convicciones; y para que no se crea que pueda haber paralogización de su parte, escribe literalmente la fórmula de que se sirvió para encontrar la velocidad, que pasa de 10 metros. Por consiguiente, el canal con este aumento, tiene capacidad para escurrir 1.470 metros cúbicos por segundo, cantidad superior en un tercio a la que ingenieros notables han asignado a la mayor crecida probable del Mapocho. La prudencia humana no puede ir más allá”.

Una lástima es, como veremos más adelante, que no sean verdaderos o realizables los cálculos que con tanta buena fe han aceptado los señores de la subcomisión, aunque con la protesta del señor Cánepa, como aparece en el acápite siguiente al copiado.

Nosotros, como la subcomisión, aceptamos también como muy prudente el gasto de 1.400 metros cúbicos por segundo, pero exigimos que sean efectivos prácticamente.

VI

La elección de un cauce mínimo para el canal, y la aceptación de la velocidad máxima de 10 metros por segundo, nos llamó mucho la atención, aun cuando se creía que esta última no tendría lugar en ningún caso y en ninguna avenida. Nosotros creemos, por el contrario, que dicha velocidad de 10 metros por segundo tendrá lugar en muchas avenidas, si se mantiene el canal proyectado, pues atribuimos mayor importancia al río Mapocho. Aplicando la misma fórmula que indica el señor Martínez, encontramos, tomando el agua la altura de 2,50 metros, una velocidad media que se aproxima a 10 metros y en este caso el gasto alcanza sólo a 1.000 metros por segundo. En una palabra, lo que parece al señor Martínez un absurdo, nosotros lo estimamos muy puesto en razón, y aún más, casi aseguraríamos que así va a suceder. Creemos que esta importante cuestión necesita estudiarse mucho más.

VII

A pesar del gran desprecio con que ha tratado el señor Martínez a un río como el Mapocho, que nuestros campesinos llaman traicionero, aceptó gustoso el aumento de 19 *radiers* para asegurar el fondo del canal, que había proyectado construirlo de piedras de río (30 centímetros de diámetro) fraguados con mezclas. ¿Habría calculado el señor Martínez, si con el aumento de 19 barreras al fondo y los 2 metros más de ancho, que con el revestimiento y trabajos primitivos, importan cerca de 160.000 pesos, podría colocarse un emplantillado de piedra de cerro, forma enlosado, en lugar de ese empedrado de piedras redondas? Nosotros creemos que no, pues podemos asegurar que el costo sería mucho menos y las seguridades del trabajo se quintuplicarían.

VIII

La misma inseguridad que presentaba el fondo primitivamente proyectado, al movimiento de los cuerpos arrastrados y al desgaste, presentan para nosotros los malecones de piedras artificiales, con algunas circunstancias más, en contra.

Siempre hemos entendido que las piedras artificiales, cualquiera que sea su clase, no deben presentarse jamás al movimiento de las aguas, sino en forma de escollera, esto es, botadas a granel, sin orden y una encima de otra. Sólo así se han empleado con buen éxito en diques, malecones, muelles, etc.; porque se pueden trabajar del tamaño y peso necesarios para resistir al empuje de las corrientes, de las olas, etc. Reconocemos, sin embargo, su gran utilidad e importancia en paramentos exteriores al aire libre, dentro del agua sin movimiento y parte interior de toda construcción. El uso de la piedra artificial es económico sólo en los lugares donde no hay piedras naturales en los alrededores y donde son indispensables piezas de grandes dimensiones, de grandes pesos y de formas especiales.

Si deben quedar expuestos a cualquier corriente deben resguardarse con escolleras.

IX

Los principales inconvenientes de las piedras artificiales se refieren, por un lado, a las dificultades que presenta su fabricación y, por otro, a la necesidad de ensayar o probar previamente la cohesión de cada bloque empleado. Si la mezcla no es igual en proporciones, si no está bien batida o trabajada, si el tamaño del ripio no es uniforme, si la cal no está bien cocida o está mal apagada, si el cemento ha recibido por mayor tiempo el contacto del aire, si se ha demorado mayor o menor tiempo en formar los bloques, etc., todas estas circunstancias producen una gran variedad y diferencias en la dureza, cohesión o resistencia de las piedras artificiales, debiéndose considerar como segura, una pérdida del 15 o 20%, sobre todo, cuando se emplean para revestir paramentos expuestos a la acción de las corrientes o de las olas. A causa de estas dificultades y de esta pérdida, el uso y empleo de las piedras artificiales en paramentos exteriores que deben resistir al desgaste y al movimiento de las aguas, se hace cada día más raro y ya es reconocido como antieconómico en todas partes, porque exigen el empleo de escolleras.

X

Ahora, si consideramos que en el espesor de 2,80 metros de los malecones van a construirse dos acueductos, uno encima del otro, con 0,80 m de claro ancho, dejando más o menos un metro sólido hacia la corriente, y que las aguas dentro del canal van a tener como 10 m de velocidad y van a arrastrar mucho cascajo, muchas piedras grandes, que se reconocen que tendrán más de 30 centímetros de diámetro, etc., comprenderemos que sólo se han podido proyectar unas obras tan insignificantes, llevando al último grado la economía y el desprecio a las avenidas del río o porque no se ha estudiado el proyecto como es debido.

XI

Sin embargo, el señor Martínez previendo, sin duda, las dificultades de obtener siempre buenas piedras artificiales y, tal vez, dudando de las seguridades de las obras que proyectaba, dice en la p. 35:

“Es de esperar que se ponga a la cabeza de la dirección de los trabajos a un ingeniero de reconocida competencia, capaz, no sólo de dar procedimientos apropiados, sino también de descubrir los vicios de construcción, tan pronto como se presenten.

Se comprende que mi responsabilidad, como autor del presente proyecto, cesa desde el momento en que no se satisface esa condición que es la más alta garantía

de una obra. Se comprende igualmente que mi responsabilidad cesa tan pronto como se hagan modificaciones sustanciales por personas incompetentes”.

XII

Por otra parte, nos ha llamado la atención que el señor Martínez, para ponderar su canal, haya tomado la altura total de cuatro metros que le da, para calcular el gasto, cuando sabemos que el agua de las avenidas no ha pasado jamás de 2,50 m y que ninguna obra, salvo vertederos y esclusas, puede producir remansos o levantamientos generales, es decir, de un extremo al otro, en el nivel superior de las aguas. Por consiguiente, el agua no pasará de 2,50 m de altura, y así como ha dado al canal cuatro metros, pudo muy bien subir al doble y calcular un gasto cien veces mayor que la avenida de 1877. Creemos que el señor Martínez haya sido paralogizado, sin embargo, la comisión informante ha tomado a lo serio los cálculos del señor Martínez y ha aceptado el gasto de 1.400 m³ por segundo, que no tendrá jamás el canal proyectado.

XIII

También creemos que se ha ponderado mucho en la compraventa de los terrenos que se van a adquirir, y fundamos esta opinión en que las manzanas formadas van a quedar sobre el lecho actual, a cuatro metros de profundidad, sobre cascajo puro, sin tener tierra vegetal ni aun para pegar un adobe. Siempre hemos considerado que un sitio pierde un 60% de su precio cuando se ha cortado adobes en él o se ha disfrutado en toda su extensión. Entre nosotros, no son muchos los que gustan edificar casas de habitación sobre pisos subterráneos.

XIV

En cuanto a la parte económica del proyecto, nos ha llamado la atención la baratura de algunos precios de unidades, y en cuanto al presupuesto vemos que faltan muchas partidas de trabajos importantes, como son todos los terraplenes de las calles y de las manzanas, los fletes de materiales, cambios del agua del río mientras se trabaja, las obras de aguas arriba y de aguas abajo, la desecación de heridos, las pérdidas inevitables, etc., que creemos importan más de veinte veces los imprevistos que se indican.

XV

Por último, creemos que la canalización del Mapocho no es un negocio para el municipio, tal como nosotros lo entendemos; porque no es efectivo que el río

sea muy despreciable y que se pueda contener en el canal que se proyecta; porque no son suficientes los revestimientos y malecones, que se aprecian, por otra parte, muy baratos; y porque no son tampoco efectivas las ganancias que el señor Martínez indica. Parece, en resumen, que se ha disminuido en lo posible los trabajos y gastos y ponderado los gananciales, para hacer surgir proyectos como el que nos ocupa, que no se han estudiado bien, ni aun se han recogido todos los datos necesarios ni hecho las investigaciones indispensables a fin de presentar un proyecto medianamente realizable.

No por esto condenamos el trabajo de la canalización; por el contrario, somos muy partidarios de ella, y aceptamos con entusiasmo la obra que prestará verdaderos servicios a la ciudad; pero en las condiciones que la misma subcomisión indica en las siguientes palabras (p. 55) que por sí solas son una garantía para los habitantes.

“Según nuestro criterio, hemos juzgado que en un trabajo de tanta magnitud y que puede comprometer tan grandes intereses y aun la vida misma de la ciudad, no debe omitirse gasto ni sacrificio para ejecutarlo en condiciones perfectas de seguridad y de estabilidad; sería una falta imperdonable tratar de hacer cualquier ahorro que disminuya en lo menor estas condiciones”.

XVI. MODIFICACIONES QUE INDICAMOS

Como los inconvenientes que hemos presentado se refieren a la sección, a la velocidad, a las obras de tierra y a las obras de arte, hemos practicado varios cálculos, haciendo variar aquellos datos, y no hemos podido llegar a resultados satisfactorios, sino haciendo disminuir la gradiente como ya lo hemos dicho varias veces.

Esta disminución es posible de dos maneras:

- A. Practicando un gran plano inclinado o vertedero, aguas arriba, a la entrada del canal.
- B. Construyendo cinco o más planos inclinados pequeños en altura, en todo el trayecto de la población.

Después de cada vertedero se formaría un depósito o plazoleta en bajo, para tranquilizar el agua y recibir las piedras, árboles y arenas que conduce el río y para evitar que dichas plazoletas permanezcan llenas de aguas, en el tiempo normal o de aguas bajas o medias, se rodearían con un canal auxiliar formado sobre los barrancos, etcétera.

Nosotros nos inclinamos a la formación de un solo vertedero, seguido de una gran plazoleta de 15 a 20 mil metros cuadrados. Existen formas especiales para estos vertederos según sea la fuerza motriz que se quiera aprovechar y demás objetos de gran utilidad pública y particular a que se destine. Después de estudios y reconocimientos profesionales, es muy sencillo fijar las dimensiones y demás detalles, que son indispensables; nosotros diremos algunas palabras sobre la practicabilidad de la obra y sus ventajas.

La única manera de alterar el nivel superior de las aguas es la que proponemos, pudiendo bajarse el número de metros que se quiera. Quedando el depósito o plazoleta debajo de tierra, basta revestir las escarpas que deben tener la inclinación necesaria, para sostener la masa de agua en las grandes avenidas. En aguas bajas y medias, el agua debe correr por canales especiales, a fin de mantener en seco las plazoletas y poder extraer la arena, las piedras y demás materiales de construcción, que hoy se sacan del río. El cobro de los derechos se hará así más fácil y seguro.

Las grandes excavaciones se emplearían en terraplenar las calles, avenidas y manzanas de terrenos adquiridos, porque no creemos que todos quisieran edificar sobre pisos subterráneos. Así no se emplearían los escombros y basuras de la población, como se indica en el proyecto. Existen varias disposiciones económicas de transporte que poder emplear, en este caso. El canal tendría mucha profundidad a la entrada y la altura de 3 metros a la salida; con esa profundidad se obtendría no sólo asegurar la completa tranquilidad de la población sino, también, secar los terrenos adyacentes y, por consiguiente, aumentar su valor. En este caso se podría aceptar la forma trapezoidal para la sección, con dos o más bermas en las encarpas que servirían a la vez de base a los machones o columnas de soportes para los puentes proyectados.

No dudamos que la idea del vertedor tenga sus inconvenientes técnicos, pero todos ellos pueden subsanarse con muy poco trabajo, y podemos asegurar que las ventajas serían incalculables y de honra y provecho para la ilustre municipalidad.

A más de lo dicho, veremos fácilmente que todos los inconvenientes que hemos indicado en los párrafos anteriores quedan perfectamente subsanados con el proyecto del gran vertedor que entregamos al estudio de técnicos y profesionales.

Santiago, julio 20 de 1886.

RICARDO FERNÁNDEZ F.

APÉNDICE

Encontrando muy delicadas y de trascendentales consecuencias muchas de las observaciones que habíamos hecho a la canalización del Mapocho, y como nos contábamos entre los amigos del señor Martínez, antes de escribir las observaciones generales solicitamos una entrevista con dicho señor, y quedó de escribirnos para indicarnos el día, hora y lugar. Tuvimos ocasión de manifestarle algunas dudas y nuestras zozobras y, sobre todo, le hablamos del movimiento de las piedras grandes que arrastra de continuo el río, las que entrarían al canal y chocarían contra las paredes de los malecones y sobre el fondo, manifestándole nuestros temores del que dichas piedras o balas por su dureza y forma redonda, movidas con la velocidad de 10 m por segundo, producirán indudablemente un gran desarreglo en las piedras artificiales de las paredes y en las piedras redondas del fondo del canal. Sobre estas piedras redondas del fondo, el señor Martínez había encontrado muy justas las observaciones de la comisión de alcaldes y había aceptado reforzarlas con 19 barreras o *radiers*, que importaban más de 50 mil pesos. ¿Por qué entonces no aceptarlas también, respecto a las piedras artificiales, que por primera vez se iban a emplear en malecones, formando murallas, en vez de escolleras, a que siempre se habían destinado?

Tres o cuatro días después recibimos la carta que copiamos textualmente.

“Santiago, julio 9 de 1886

Señor Ricardo Fernández F.

Presente.

Apreciado colega:

Ya estoy de vuelta; puede Ud. venir esta tarde entre 3 y 5 P.M.; lo espero. Si no puede venir hoy, venga el domingo a la misma hora. Espero que no faltará sabiendo Ud. que mis ocupaciones son tantas que no conviene perder el tiempo. Por otra parte, es consecuente que Ud. venga, pues es Ud. quien solicita una entrevista.

Le ruego, sí, a fin de no perder tiempo, que no me traiga argumentos como el de la comparación del movimiento de las materias en suspensión con el de balas de cañón. Eso está bueno para reír no más, pues el buen sentido dice que, siendo la velocidad de una bala de cañón de 400 m más y moviéndose ésta en un medio 700 y tantas veces (vaya multiplicando) menos denso que el agua y siendo su acción tangencial (apunte) y por último estando las piedras animadas de la velocidad mínima, como que van dando saltos y rebotes y rodando en lugar de resbalar como lo hace una piedra que Ud. lanza tangencialmente sobre un plano inclinado. Pero para convencer de esto a los que simplemente tienen ojos, basta que observen los malecones de ladrillos que desde hace un siglo están expuestos al embate de las crecidas y se verá que no están ni medianamente dañados².

Refresque también un poco la teoría del movimiento variado permanente y sobre todo la determinación de los ejes hidráulicos o perfil superficial de las aguas en una crecida cualquiera; para no perder tiempo en discusiones estériles a que pudiera dar lugar ese punto, sea sobre pretendidos remansos que el embudo de (Amont) aguas arriba está destinado a hacer desaparecer, sea por la influencia de la variación de pendientes, etcétera.

Suyo afectísimo.

V. MARTÍNEZ”

Inmediatamente contestamos, transcribiendo las mismas observaciones que dejamos indicadas y agregando que siendo tan fácil para él suponernos cuestiones tan ridículas, y exigiéndonos tantos estudios y condiciones previas para poder presentarnos, dignamente, a discutir con él, renunciábamos a la entrevista que habíamos solicitado sólo movidos por el interés del compañerismo.

Pero tres días después recibimos esta otra carta, en un estilo completamente distinto.

“Santiago, julio 12 de 1886.

Señor Ricardo Fernández F.

Presente

Apreciado colega:

Mucho he sentido que haya desistido de su entrevista proyectada; yo lo esperé no para discutir acremente como sospecho que Ud. ha creído, sino para cambiar

¹¹ Recientemente se ha pedido a la I. municipalidad que proceda cuanto antes a la reparación de los tajamares, que se encuentran carcomidos y debilitados en sumo grado, hasta el punto que no resistirán a la más pequeña avenida. Esos tajamares, por otra parte, no han recibido, si no en grandes avenidas, la pequeñísima acción de las corrientes que corresponde a los bordes del agua, en cauces tan anchos como el del Mapocho, cuyo término medio pasa de 130 m (nota de R. Fernández F.).

ideas, pues no cabe otra suposición entre compañeros de trabajo en que las ideas se imponen por el raciocinio sin descender jamás a la acritud, aun cuando se reconozca que el compañero está en el más profundo error.

No obstante su punto final, y temiendo que con su muy errada apreciación sobre el concreto de que están proyectados los malecones vaya a influir desfavorablemente en el ánimo de algún señor municipal, me permito rogarle vaya a la Calera y vea el malecón del puente. Ese malecón está hecho con hormigón débil (mezcla de ripio de río, cal y arena) de valor de 2 pesos m³. Ud. verá que ese malecón que es perfectamente normal al brazo de río que intercepta, presenta una superficie 4 o 5 veces más dura que el mejor de nuestros ladrillos. Después de ver esto pregúntese Ud. a sí mismo: si este malecón fuera hecho, con concreto de piedra triturada y cal hidráulica enriquecida con dos décimos de cimient Portland, ¿cuál sería su dureza?³.

Esta visita le sería muy útil, por lo menos como profesor y para mí valdría mucho porque sería Ud. una nueva palanca para que surja la importante obra de la canalización.

Esto en cuanto al material. En cuanto a la acción, me permito también hacerle notar que las materias en suspensión siguen las líneas de menor resistencia, o sea, las líneas de mayor velocidad combinadas con la gravedad; de donde se deduce que su derrotero es el centro de la corriente sin que toque las paredes más que aquellas piedras que han sido chocadas, recibiendo fuerza viva ajena que muere al pie del muro o en el fondo, tapizado de cuerpos ya inertes⁴.

Siento no tener más tiempo; pero espero que Ud. no recibirá a mal las observaciones de su amigo y colega.

V. MARTÍNEZ”

No contestamos esta segunda carta, pero habiéndonos encontrado nuevamente en el ministerio, recibimos ciertas explicaciones que aceptamos, siempre con el buen ánimo de aclarar aquellas dudas, tan comprometedoras para él, que hemos manifestado, pues creíamos estar paralogizados y necesitábamos datos, explicaciones, esclarecimientos, y a pesar de considerarnos hasta cierto punto heridos en nuestra delicadeza, volvimos a entrar en discusión con el señor Martínez, a quien hemos estimado siempre y nos resistíamos por esta razón a chocar por nimiedades.

Hablamos como media hora sobre diversos puntos, saliendo nosotros de algunos errores, que hemos corregido; pero sin poder convencernos en los diversos puntos que hemos dejado subsistentes. Al fin quedamos en que nosotros redac-

³ Conocemos los tapiales que hizo construir el señor Martínez, para sujetar los terraplenes de acceso al puente de la Calera, y estamos seguros que si no se hubiesen cubierto con la arena y ripio que dejaron ahí las aguas remansadas del río, no existiría ni uno solo. Nosotros, por otra parte, invitaríamos al señor Martínez que fuera a ver las escolleras de piedras artificiales, de piedras trituradas y puro cimient que se han hecho al exterior de los tajamares en Valparaíso (R. Fernández F.).

⁴ Sólo preguntaremos al señor Martínez qué dirección tendría la resultante de las dos fuerzas, la de la corriente y la de la gravedad que obran conjuntamente, y si las piedras grandes y pequeñas correrán en suspensión. Antes nos había dicho que chocaban tangencialmente con las paredes y el fondo del canal (R. Fernández F.).

taríamos las observaciones y las enumeraríamos con orden y claridad a fin de estudiarlas con mayor facilidad. Pero habiéndose promovido otra cuestión, que no es del caso manifestar, escribimos nosotros que para evitar falsas interpretaciones, publicaríamos en folletos nuestras observaciones, y entonces el señor Martínez nos dice, con fecha 24 de julio.

“El final de su carta lo celebro y confío en que Ud. honrará al amigo que lo ha apreciado hasta hoy, accediendo a mi deseo de que mi réplica a sus observaciones se encuentre al pie del mismo folleto, en lo cual Ud. no perderá nada y por el contrario ganará como hombre honrado que no trata de denigrar sino de hacer luz sobre asuntos importantes”.

En virtud de esta súplica, remitimos tres días después las pruebas de imprenta que habíamos recibido, y las cuales nos fueron devueltas con la siguiente carta:

“Santiago, julio 29 de 1886.

Señor Ricardo Fernández F.

Presente

Apreciado colega:

He leído detenidamente sus observaciones al proyecto de canalización del Mapocho aprobado por la I. municipalidad y debo confesarle que encuentro tantos errores de concepto que he acabado por formarme una triste idea de sus conocimientos profesionales, motivo por el cual, y conservando siempre aprecio por el colega, cualquiera que sea el móvil que lo ha guiado, no debo replicar.

Sin embargo, estaría dispuesto a hacerlo si su informe no fuera extraoficial u oficioso; pero la conveniencia del municipio y la mía propia está en no hacer río revuelto de un trabajo que ha sido sometido al juicio de muy competentes ingenieros, aprobado y en punto de realizarse.

Dispense que haya anotado sus errores en la primera página de su impreso sin haber continuado, porque aquello iba muy largo y era perder lastimosamente mi tiempo.

De Ud. A. y S. S.

V. MARTÍNEZ”

Con el conocimiento de las cartas anteriores, puede el público juzgar de la confianza que el ingeniero encargado de la formación del proyecto que analizamos tiene de la bondad de su trabajo.

Sin embargo, bastó al principio, que la municipalidad observara su primer proyecto para que el señor Martínez aceptara inmediatamente toda clase de re-

formas, siendo que en una obra como la canalización del Mapocho, obra de gran importancia y cuya mala ejecución puede traer infinitos males a la ciudad, se debió, desde el primer momento, tomar en cuenta toda clase de seguridades para la ejecución del trabajo.

Sin alegar más razones, el solo hecho de este cambio tan repentino en la manera de pensar del señor Martínez nos prueba la deficiencia de los estudios practicados para la formación del proyecto.

En cuanto a la escasez de nuestros conocimientos profesionales y a la superioridad de los del señor Martínez, como se demuestra en la última carta que transcribimos, bástenos decir que los que imparcialmente estudien nuestras observaciones y el proyecto, verán, a la luz de la ciencia, si estamos o no equivocados en nuestras apreciaciones.

PROYECTO
PARA LA
CANALIZACION
DEL RIO MAPOCHO

Aprobado por la Ilustre Municipalidad de Santiago y mandado
ejecutar por el Ministerio de Industria y Obras Públicas
Seguido de una exposición sobre la marcha en la ejecución de los trabajos

POR

Valentín Martínez
Ingeniero

Jefe de la sección de puentes y caminos y obras hidráulicas
de la oficina de Obras Públicas de Chile.



SANTIAGO DE CHILE
IMPRESA DE «EL CORREO», TEATINOS, 39 TELÉFONO NÚM. 359
1888

AL SEÑOR DON PEDRO MONTT

A gotado mi folleto sobre canalización del río Mapocho, e inducido por numerosas solicitudes de amigos para hacer una nueva publicación, me he decidido a llevarla a cabo teniendo el gusto de dedicarla a Ud., que ha sido el Ministro a quien se debe la realización de esa gran obra.

Acepte, pues, señor, esta pequeña prueba de mi aprecio por Ud. y de mi justa admiración por su actividad infatigable como primer ministro de Industria y Obras Públicas en nuestro país.

VALENTÍN MARTÍNEZ

HISTORIA

La canalización del río Mapocho, dice la comisión municipal del año 86, es una obra de primera importancia, no sólo para la seguridad, salud y comodidad de los vecinos sino, también, para el ornato y belleza de la ciudad; y esta importancia es tan generalmente reconocida, que no hay un solo habitante que no anhele ver llegado el momento en que se ponga en realización.

Desde mayo de 1872, y por iniciativa del laborioso intendente señor B. Vicuña Mackenna, viene la Ilustre Municipalidad haciendo estudios y oyendo propuestas para llevar adelante la canalización, y al efecto, nombró una comisión especial en sesión del 23 de ese mes, facultándola para entenderse con un ingeniero.

El señor Ernesto Ansart fue nombrado en julio de ese mismo año director de obras municipales, y en el acto se le encomendó el levantamiento de un plano y presupuesto de canalización, que a fines de año entregó concluido. El señor intendente Vicuña M. lo presentó con una nota a la Ilustre Municipalidad en sesión de 3 de enero de 1873, y en ella se aceptaron las indicaciones contenidas en esa nota; y se nombró en comisión a los señores regidores Sanfuentes y Montaner, para que propusieran bases bajo las cuales pudiera ponerse en licitación el trabajo, previa indagación de si el sistema propuesto por el señor Ansart era el más seguro y económico o si convenía adoptar otro que diera más garantías de buen éxito.

En noviembre de 1873 una comisión especial, compuesta del señor intendente Vicuña Mackenna, de los señores regidores J.F. Gana, P.N. Marcoleta, B. Ossa y del director de Obras Municipales señor Ernesto Ansart, presentó a la ilustre municipalidad un nuevo proyecto modificando el de este último señor. Se discutió extensamente en sesiones de 31 de diciembre de ese año, y de 3 y 5 de enero de 1874, y se aprobó en la última sesión, por 6 votos contra 5, la idea de llevar [falta texto en el original] la ilustre municipalidad aceptó por unanimidad el día 21 de mayo, la propuesta de la comisión informante para abrir un concurso y asignar 2.000 pesos de premio al que presentara, hasta el 15 de octubre del mismo año 1875, el mejor plano y proyecto de canalización.

Los planos y proyectos presentados a ese concurso por los señores ingenieros Chaprón, Ansart, Provasoli, Oliviere, Buchard y Murphy, se exhibieron algunos

días en la exposición por acuerdo de la ilustre municipalidad, pasando enseguida a la comisión que debía estudiarlo e informar sobre el mérito de cada uno de ellos.

Formaron parte de esa comisión, a más de los señores regidores Ossa, Domínguez, Gana, Ovalle y Ramírez, los señores ingenieros V. Martínez, C.M. Figueroa, Alberto González E. y B. Díaz, director de obras municipales.

Empezó la comisión por celebrar sesiones públicas a las que concurrieron todos los autores de los proyectos presentados al concurso, para contestar a las observaciones que les hicieran, tanto los miembros de la comisión como los demás interesados, y para que cada uno diera las explicaciones que creyera conveniente. Las discusiones fueron amplias, libres y produjeron fructíferos resultados. El 20 de noviembre del siguiente año de 1879, después de prolijos y detallados estudios, presentó la comisión a la ilustre municipalidad un informe luminoso y concienzudo, en el que comienza por plantear y solucionar los diferentes problemas que se relacionan con la canalización, continúa apreciando el mérito de cada uno de los proyectos presentados, y concluye proponiendo que se adjudique el premio al señor Lorenzo Chaprón.

La ilustre municipalidad, en sesión de 6 de abril de 1877, aprobó por unanimidad el informe de la comisión y concedió en consecuencia el premio de 3.000 pesos al señor Chaprón.

Tan vastos y detenidos estudios permiten ahora a la ilustre municipalidad, acometer la gran obra de la canalización, con todas las probabilidades de ejecutarla con acierto, y con la prudencia que requiere la cautelación de los graves intereses que se comprometerían sino hubieran precedido tales estudios, confirmados en sus puntos cardinales por las observaciones científicas que se hicieron en la avenida del 17 de julio de 1877.

Y como esto no fuera todavía bastante, a indicación del señor intendente don Alejandro Fierro, se encargó al inteligente ingeniero de puentes y calzadas, señor don Valentín Martínez, que tantas pruebas ha dado de su idoneidad en los diferentes trabajos ejecutados por él en los ríos del sur, que levantara nuevos planos e hiciera nuevos estudios y presupuestos, para llevar a cabo la canalización con toda especie de precauciones y garantías de buen éxito.

El señor Martínez dio inicio a su trabajo en julio del año próximo pasado y lo entregó concluido en diciembre. Reunidas las comisiones de árbitros y de obras públicas, nos encomendaron el examen y estudio de ese trabajo, haciéndose algunas indicaciones sobre las consultas que debíamos hacer.

Solicitamos conferencias de los señores ingenieros, don Enrique Budge, don Adolfo Ballas y don Domingo Víctor Santa María, acreditados por su inteligencia y el acierto con que se han ejecutado los importantes trabajos que han tenido a su cargo. Estos caballeros accedieron con muy buena voluntad a nuestra solicitud, por lo cual creemos de nuestro deber consignar en este informe la expresión de nuestro agradecimiento.

Los señores Budge, Ballas y Santa María juzgan que las dimensiones que da al canal el señor Martínez son más que suficientes para contener la mayor crece probable del Mapocho, fundándose, en sus estudios, experiencia y observaciones personales que han hecho en las grandes avenidas de los ríos del sur.

Este juicio está corroborado por los estudios que ingenieros competentes vienen haciendo desde el año 1872. Nos vamos a permitir, aun con peligro de extendernos demasiado, copiar las partes del informe, que una comisión especial dio a la ilustre municipalidad el año 1876 sobre los proyectos de canalización presentados al concurso del año anterior, que se relacionan con esta cuestión.

“La comisión se ocupó de plantear, estudiar y solucionar todos los problemas que deben servir de base a la canalización para tener una norma que les sirva de guía en la apreciación de los distintos proyectos, a fin de asignar el premio al que guarde más armonía con ella.

¿Qué sección deberá tener el cauce proyectado? Para fijarla es preciso resolver: 1° La pendiente del canal; 2° La cantidad máxima de agua probable que en un momento dado puede bajar por el río, 3° La velocidad que adquiera esa agua en el canal. La pendiente media del río, en la parte que atraviesa la ciudad, es de once por mil.

A falta de datos exactos y observaciones prolijas y prolongadas, durante muchos años, que hubiesen podido llevar a conocer la cantidad de agua, ha basado sus cálculos en datos incompletos, introduciendo en los resultados obtenidos mediante ellas, coeficientes de seguridad importantes, a fin de dejar a la ciudad a salvo de cualquier accidente.

Según Pissis, la cuenca del Mapocho tiene 900 kilómetros cuadrados; la tercera parte de esa extensión la cubren nieves perpetuas, y, por consiguiente, no caben lluvias en ella. Consta de los datos suministrados por el observatorio astronómico, que la mayor cantidad de agua caída en 24 horas, en los años corridos desde el 65 hasta fines del 76, ha sido de 57 milímetros, o sea una fracción de 0,0006 de milímetro por segundo. Suponiendo que en toda la extensión de la cuenca llueva con igual intensidad, tendríamos que en un segundo caerían 396 metros cúbicos de agua. Admitiendo que toda esa agua corra por el río, y que ninguna parte sea absorbida por el terreno ni corra por cauces distintos, y aumentándola en el doble por los deshielos u otros accidentes, resultaría que el mayor volumen de agua que en un segundo correría por el río, sería de 792 metros cúbicos.

La comisión no desconoce las distintas opiniones que se han emitido sobre la cantidad de agua arrastrada por el Mapocho en sus grandes avenidas. No ignora que las aguas han corrido por la Cañadilla y han roto, en otra ocasión, los malecones del lado sur, haciendo de la Alameda un cauce: ha oído que personas colocadas sobre los tajamares han podido tocar el agua con la mano con sólo inclinarse; ha visto sostenida en trabajos serios la opinión de que las aguas han cubierto enteramente los machones del puente de Cal y Canto, aun se han elevado 1 metro más que ellos; y por fin, ha recibido informes, que, al darles crédito, harían concebir la idea de que el Mapocho es un río que podría crecer tanto como el Rhin en sus avenidas, y para el cual no habría cauce que pudiera contenerlo, ni obras bastante fuertes para resistirlo.

Pero la comisión no acepta la exactitud de muchos de esos datos, y aún aceptándolos, no se sacarían las consecuencias que se han querido deducir de ellos.

Que el río se haya desbordado por la Cañadilla es un hecho que se explica sin más que recordar, que en la época en que ese suceso tuvo lugar no existían malecones de la ribera norte, y que el cauce está más elevado que el piso de dicha

calle; que el choque de las aguas haya roto el tajamar del lado sur es un fenómeno tan natural como el primero, ya que en el punto en que fue roto existía un ángulo bastante cerrado, uno de cuyos lados sufría la doble acción del choque de las aguas que contra él se estrellaban, y de la velocidad que esas mismas aguas adquirirían en sus inmediaciones, velocidad suficiente para arrastrar gruesas piedras, y que descubrió por completo los cimientos poco profundos de aquella construcción.

A esto queda reducida la importancia de los hechos prácticos con que se ha pretendido probar el gran volumen que puede tomar el Mapocho. En todo lo demás hay mucho de exageración, mucho de observación poco prolija y tal vez no poco de alucinaciones que el temor produce en los que observan un fenómeno de suyo grande y amenazador.

Testimonio por testimonio, la comisión acoge de mucho mejor grado el de personas cuya parcialidad y tranquilidad para apreciar los hechos les son conocidas y que, habiendo presenciado las mismas avenidas, aseguran que ellas han estado muy lejos de tener la importancia que algunos le suponen. De estos informes ha recibido varios, y ha tenido la satisfacción de ver, hasta cierto punto, comprobados con ellos los resultados a que hemos arribado.

Pero hay todavía una circunstancia que es indispensable tomar en cuenta para explicar los hechos que pueden haber inducido a error a muchos observadores.

El cauce del Mapocho nunca ha estado nivelado; por el contrario, al abrigo de la tolerancia, tal vez excesiva a este respecto, de las autoridades locales, se han extraído de él, sin método alguno, enormes cantidades de material y se han hecho de igual modo, depósito de escombros, llegando a formarse de este modo un lecho en extremo accidentado, en el cual se notan diferencias de nivel hasta de dos metros.

Esto ha constituido siempre, a nuestro juicio, un peligro grave para la población.

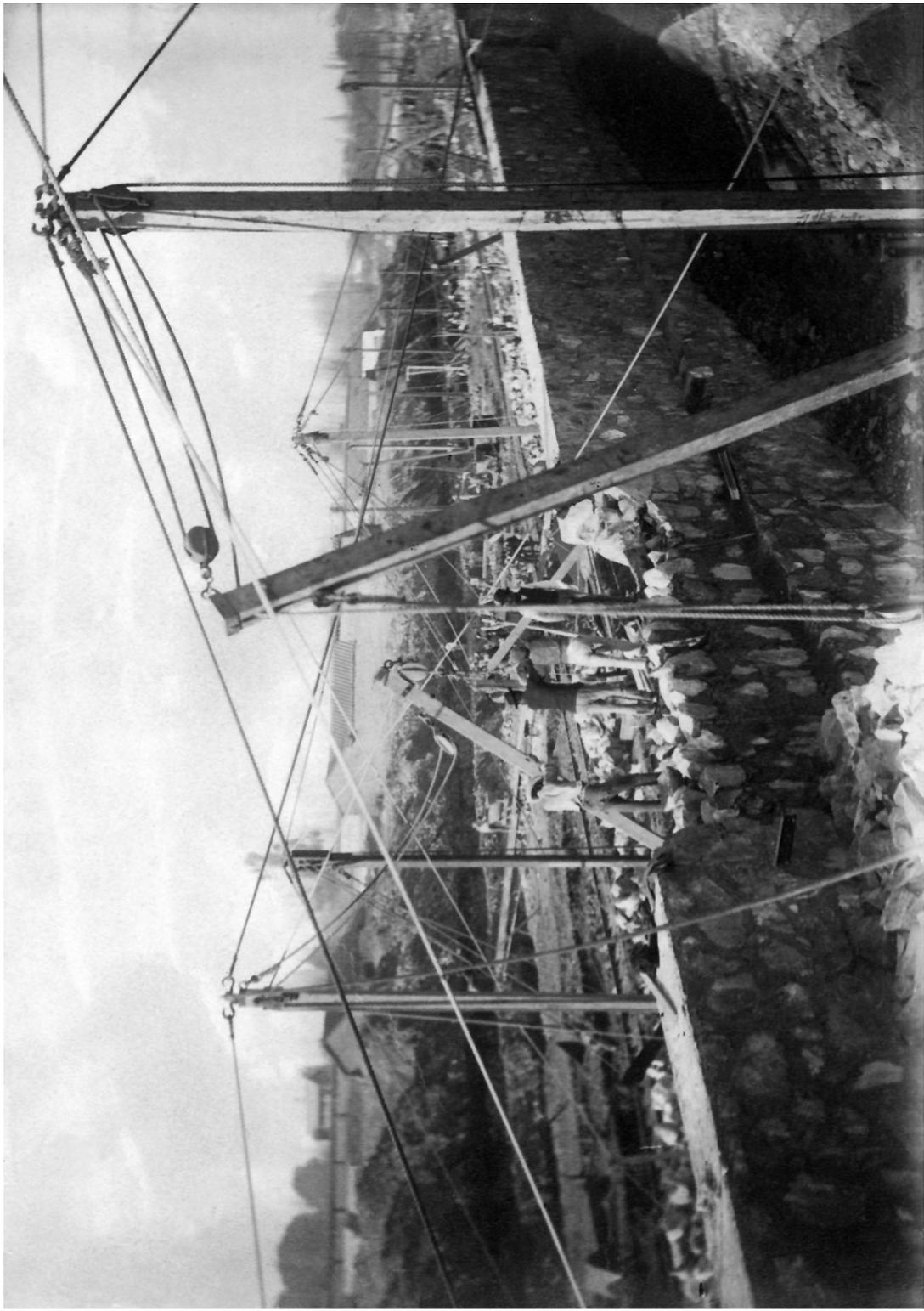
Cualesquiera que haya tomado en sus manos un tratado de hidráulica, sabe que cuando un curso de agua pasa de una pendiente dada a otra menor, se produce en el punto del cambio un levantamiento considerable de las aguas.

El eje hidráulico deja de ser paralelo al fondo, para formar una curva que tiene su convexidad hacia arriba. Si a este fenómeno, que es producido únicamente por el cambio de pendiente, se agregan los que pueden producir los obstáculos de que está sembrado el cauce y los bruscos cambios de dirección que éstos obligan a sufrir a las aguas, se tendrá una idea de lo peligroso que es para la ciudad la permanencia de tal estado de cosas; y se tendrá la explicación de muchos hechos ciertos que se cuentan de las avenidas.

Con lo expuesto, la comisión cree excusado ocuparse en seguir haciéndose cargo uno por uno de los argumentos que se han hecho valer para llegar a conclusiones distintas de la nuestra. Nos lisonjamos con la idea de haber dejado el punto suficientemente esclarecido y pasamos a hacer algunas consideraciones sobre la velocidad que puede adquirir el agua en el canal.

Para calcular la velocidad, la comisión adoptó la fórmula de Kutter modificada por Bazin. Aplicándola a un canal de 32½ metros de ancho por 3 de profundidad con pendiente de 1,05%, resulta que la velocidad sería de 6,86 metros por segundo.

Aceptando que el agua pueda tomar la velocidad que de aquella fórmula se deduce, si se reviste el fondo, como lo proponemos, resulta que la cantidad de agua que podría pasar por el cauce indicado sería de 780,32½ metros, cantidad



Canalización del Mapocho. 1888. Colección Archivo Fotográfico, Museo Histórico, Santiago de Chile.

aproximadamente igual a la que la comisión ha admitido como máximo probable del agua que pueda pasar por el río.

Entra más adelante a estudiar los diferentes proyectos presentados al concurso de 1875. Chaprón da al canal una sección de 115,50 metros (40 metros arriba, 37 en el fondo por tres de profundidad). Ansart 250, Provasoli 247, Oliviere 280 y Buchard y Murphy la dividen en tres porciones.

En esto, continúa el informe, encontraremos la diferencia esencial entre ellos, y éste es al mismo tiempo el problema más importante que habría que resolver. Aumentar la anchura del canal o su profundidad de un modo innecesario, importaba la pérdida de terrenos valiosos en un caso y en otro, un aumento de gastos en la construcción de los malecones, y la necesidad de ejecutar desmontes costosísimos, y de prolongar de un modo notable el canal o de dejar éste en algunas partes a un nivel superior al de las calles adyacentes. El señor Chaprón, dando a su canal dimensiones semejantes a las que la comisión ha creído suficiente, ha resuelto satisfactoriamente aquel problema, y éste, a nuestro juicio, es uno de los principales méritos de su proyecto”.

Esta opinión ha sido confirmada, como ya lo hemos expuesto, por las observaciones que personas competentes hicieron sobre el volumen de agua que arrastró el río en la avenida de 17 de julio 1877, mayor que todas las conocidas hasta entonces, según juicio de muchos, confirmado, hasta cierto punto, por haber caído en la lluvia de ese día 93 milímetros de agua en 24 horas, cantidad muy superior a todas las que se registran en las observaciones meteorológicas hechas en el país hasta el día.

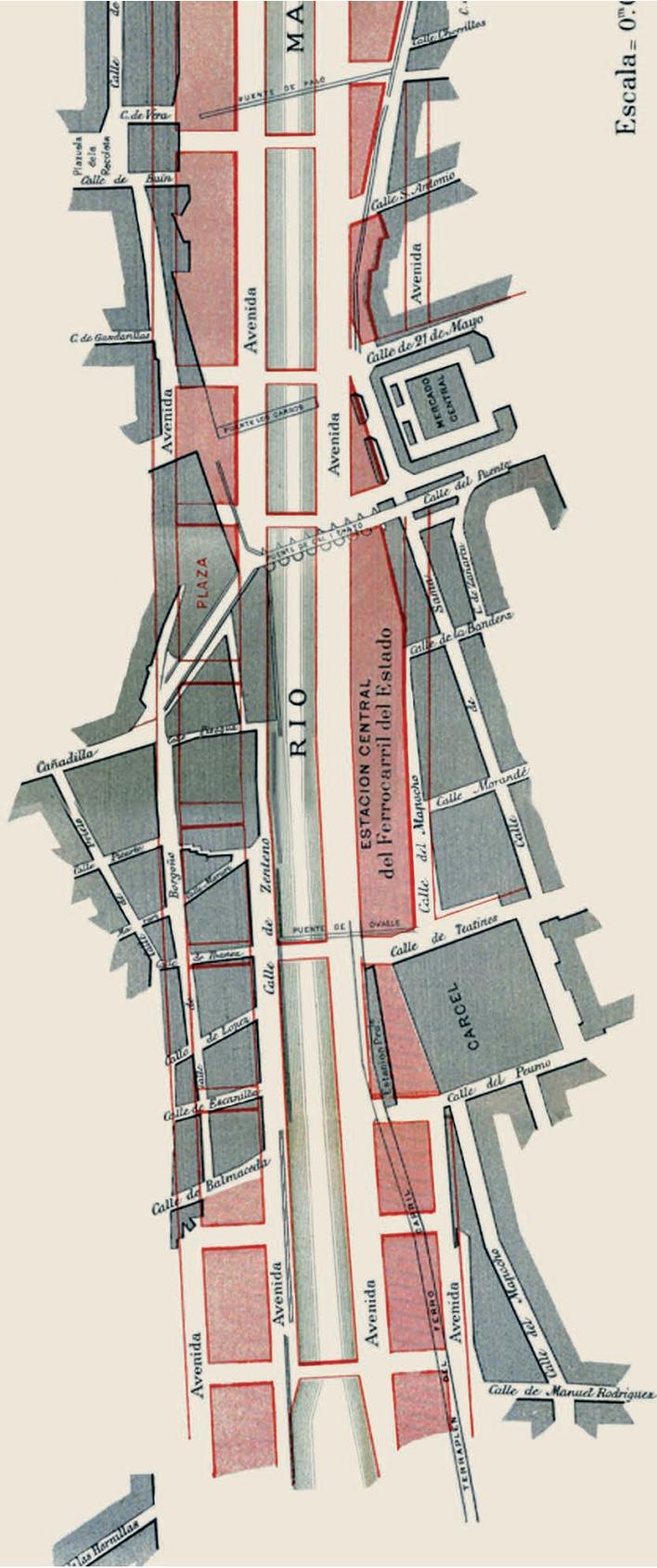
En los diferentes informes que se presentaron a la ilustre municipalidad en mayo de 1883 (y que existen en el archivo) con motivo de que dos ingenieros creían insuficiente la sección de escurrimiento del puente Mackenna para dar paso a las aguas que en una gran crecida podría traer el río se aprecia por los informantes el volumen que arrastró la avenida de 1877.

El ingeniero señor A. Flühmann, tomando por base de sus cálculos los datos que le suministró la dirección de obras municipales y su colega señor Martínez, y admitiendo una velocidad de 5 metros, y una altura de 2,50 que considera muy exagerada, obtiene el resultado de que en esa terrible avenida (como dice) pasaron debajo del puente de Cal y Canto 760 metros como máximo.

El señor B. Díaz, entonces director de Obras Municipales, contestando el informe de los señores Galler y Smythe, dice que todos los ingenieros notables, tanto nacionales como extranjeros, al tratar de la canalización del Mapocho, estuvieron de acuerdo en asignar a la mayor crecida probable del Mapocho un escurrimiento de 1.000 metros por segundo, agua que pasaría por una sección de 120 metros; que en todas las avenidas conocidas, excepto la de 1783, que por la ruptura de los tajamares de piedra tomó cauce el agua por la Alameda, ha pasado el río por el puente de Cal y Canto, y que valiéndose de la fórmula de Kutter, modificada por Bazin, deduce que el mayor gasto que pudo tener la crece del 77 fue de 822 metros, cifra que está en relación con las observaciones personales que hizo él mismo en esa época en el puente de Cal y Canto, y con la lluvia del día de la avenida.

Lo expuesto manifiesta de la manera más palmaria, que las dimensiones del canal propuesto por el señor Martínez, y que en el nuevo plano que acompañamos se aumenta en dos metros más de ancho, puede contener con exceso la mayor cantidad de agua probable que, en los casos más extremos, podría correr por el Mapocho.

PLANO DE SITUACION I PROYECTO DE



Escala = 0m

INGENIO SANITARIO

EL AGUA

EN SUS RELACIONES
CON EL MEJORAMIENTO DEL ESTADO SANITARIO DE LAS
POBLACIONES

CON APLICACIÓN Á LAS
PRINCIPALES CIUDADES DE CHILE

MEMORIA PRESENTADA

POR EL INGENIERO

V. MARTÍNEZ

Jefe de la Sección de Puentes,
Caminos y Obras Hidráulicas de la Dirección General de Obras Públicas de Chile,
en desempeño de una comisión del Supremo Gobierno.

SANTIAGO DE CHILE

IMPRESA «VICTORIA» CALLE DE SAN DIEGO NÚM. 71

1891

UNA PALABRA

Al dar a la publicidad esta parte de mi informe creo necesario explicar por qué comienzo por la 2ª parte sin haber dado la 1ª de las cinco partes en que me había propuesto desarrollar mi trabajo.

La primera parte, o sea, “el aprovisionamiento y distribución del agua potable en las aglomeraciones urbanas” exige en su aplicación tanto o más que cualquier otra el conocimiento minucioso y detallado de las localidades por servir. Me proponía, pues, tratar esta materia juntamente con la aplicación a las principales ciudades de Chile, pero inconvenientes ajenos a mi voluntad me lo han impedido.

Comisionado por decreto supremo de fecha 23 de febrero de 1889, para estudiar en Europa los mejores sistemas de desagües y de saneamiento de las ciudades, me dediqué con ese entusiasmo que nace con la esperanza de servir al país natal en ramos que para mí han sido de constante predilección durante los cinco años que he permanecido en Europa y los quince años de mi carrera profesional.

De vuelta en Chile presenté mi informe, manifestando que estaba dispuesto a completarlo con aplicación a las principales ciudades y al efecto pedí los datos que se tenía sobre ellas. Pasó más de un año sin poder conseguir obtenerlos.

¡Qué contraste! En Europa, en todas las ciudades que visité, con la simple recomendación oficial del ministro de Chile, los archivos eran puestos a mi disposición y los directores de las obras con exquisita amabilidad me mostraban los trabajos en sus más pequeños detalles.

Al fin y gracias al espíritu justiciero de la Exma. Junta de Gobierno volví a mi puesto de jefe de la sección de Hidráulica y cuando creía llegado el momento de completar mi trabajo supe con sorpresa que un ex empleado de la sección se llevaría consigo todos los planos y documentos que sobre el particular existían en el archivo de la sección, lo que efectivamente ha sucedido, con gran entorpecimiento de los trabajos a contrata y con evidente violación de la ley orgánica de la Dirección General de Obras Públicas a quien corresponde el estudio y supervigilancia de todos los trabajos de la república y con no menos evidente desdoro de los fueros de la dirección general y en especial de la sección de Hidráulica, sea quien fuera el jefe de esta sección.

V. MARTÍNEZ

Santiago, diciembre 5 de 1891

Señor Ministro:

En desempeño de la comisión que US. tuvo a bien confiarme para que, trasladándome a Europa, estudiase en las grandes ciudades el alcantarillado de las cloacas con aplicación a las principales ciudades de Chile, tengo el honor de elevar a manos de US. el siguiente informe:

Como contase en Bélgica con el consejo ilustrado de distinguidos ingenieros que han tomado parte más o menos directa en instalaciones de esa especie, fijé mi residencia en este país.

Impuesto de las mejores memorias que sobre el particular se han escrito en Inglaterra, Alemania y Francia, pasé a visitar en detalle las instalaciones del agua potable y de las cloacas alcantarilladas de Frankfurt, de Wiesbaden, de Berlín, de Bruselas, de Amberes, de Amsterdam, de Londres y de París.

Debo anticipar a US. que nada ha disminuido mi entusiasmo por la superioridad de las cloacas alcantarilladas de Frankfurt (las cloacas modelo como las llama el distinguido ingeniero inglés R. Rawlinson), y que ambiciono para mi país las disposiciones tomadas en esas instalaciones modelo.

Aunque mi memoria comprende cinco partes, sólo ofrezco hoy a la consideración de US. aquéllas que han podido escribirse sin el conocimiento minucioso y detallado de las localidades por servir.

VALENTÍN MARTÍNEZ

Al señor Ministro de Industria y Obras Públicas.

INTRODUCCIÓN

La vida no tiene precio, ha dicho el célebre higienista inglés Baldwin Latham, y el hombre nunca hará lo bastante para defenderla o garantirla contra los numerosos peligros que la rodean.

Entre estos peligros hay algunos que siguen al hombre en todos los instantes de la vida, porque son el resultado de su constitución orgánica.

La salud y la vida dependen, en efecto, de la función regular de nuestros órganos en el uso y en la misteriosa asimilación de los elementos materiales que están destinados a conservar la existencia, y cualquiera que sea la manera cómo esta asimilación se opera, sabemos, sin embargo, con toda evidencia, que no podemos vivir sin respirar un aire puro y sin asimilarnos por medio del agua pura, que sirve de vehículo, los alimentos que necesitamos. Un aire viciado y un agua contaminada de sustancias nocivas acarrearán necesariamente, si no la muerte, las enfermedades con sus tristes consecuencias.

La primera regla de la higiene para la conservación de la salud y de la vida consiste, pues, en mantener el aire necesario a la respiración tan puro como sea posible, y en elegir con el mayor cuidado el agua pura destinada a la bebida y a los usos domésticos.

Estas ideas son, por decirlo así, instintivas y todos los pueblos de la tierra y en todos los tiempos han tratado de realizarlas, dejándonos así la prueba de haber conocido la gran importancia que tiene para la salubridad pública el uso del agua pura para la bebida y los usos domésticos y para el aseo e higiene de la vivienda. Pero sólo en la segunda mitad del siglo XIX, después de las admirables experiencias de Pasteur, se ha conocido la influencia nociva y funesta de los gérmenes y fermentos exteriores sobre la salud y la vida humana, y es un deber de todo hombre el conocer los procedimientos más eficaces contra la producción de esos peligrosos microbios, cuya presencia sólo el microscopio puede revelar en la bebida, en los alimentos, en el aire que respiramos, en la vivienda o fuera de ella.

Ahora bien, es correlativo del uso o empleo del agua en la bebida y usos domésticos, la producción de aguas sucias o impuras cargadas de materias orgánicas, minerales o vegetales que entran en descomposición, dando origen mediatamente o in-

mediato a la producción de fermentos o gérmenes; los unos, alga, hongos, etc., viven y respiran a la manera de los vegetales; los otros, al contrario, pertenecen al reino animal, están dotados de movimiento, absorben el oxígeno del aire y respiran el ácido carbónico: son las bacterias.

Unos y otros reciben el nombre de microbios y pueden conservar por largo tiempo la facultad de desarrollarse, cuando encuentran un medio favorable, y producir epidemias que a veces diezman las aglomeraciones urbanas.

Es, pues, necesario alejar completa y rápidamente fuera del recinto de la habitación las aguas que han servido para el aseo y usos domésticos, el producto de los excusados y las aguas de residuo industrial, las que cargadas de materias orgánicas, se corromperían si quedasen estancadas, produciendo miasmas y fermentos siempre nocivos a la salud.

Y lo que se dice respecto de la habitación lo diremos también de las calles, de las plazas, en una palabra, del recinto urbano. Pero la obra de mejoramiento del estado sanitario no sería completa si no se toman las medidas necesarias para evitar el perjuicio de terceros. Nadie, en efecto, tiene excusa, sea por descuido, sea por ignorancia, para crear un peligro a su vecino o bien impedirle recoger un beneficio al cual puede legítimamente pretender.

Ahora bien, arrojadas libremente las aguas nocivas fuera de una aglomeración urbana, irían a contaminar las aguas de los ríos más próximos a la localidad y esta *pollution* de las aguas produciría males irreparables sobre las poblaciones, situadas más abajo y que deben alimentarse de dichas aguas, a menos que se emplee algún medio para purificar o hacer inofensivas las aguas contaminadas antes de reunirse a las aguas puras de río cuya *pollution* se trata de evitar.

Siguiendo, pues, la marcha de las aguas puras y de las impuras o nocivas hasta reconstituirlas al estado de pureza en que se tomaron de la fuente primitiva, vamos a tratar sucesivamente los puntos siguientes:

- 1° Aprovechamiento y distribución del agua potable en las aglomeraciones urbanas;
- 2° Drenaje de la habitación;
- 3° Alcantarillado de las cloacas;
- 4° Purificación del *sewage*;
- 5° Aplicación a las principales ciudades de Chile.

CAPÍTULO II⁵

DRENAJE DE LA HABITACIÓN

Después de una provisión abundante de agua pura, la higiene de la habitación exige la pronta y total evacuación de las aguas que han servido para los diversos usos domésticos: aguas de tocador, de baño, de cocina, de lavandería, agua de lluvia y, por fin, el producto de los excusados.

Es, pues, necesario establecer en cada casa habitación un sistema de drenaje que realice con el máximo de efecto útil esta operación de la higiene doméstica.

Dos son las condiciones esenciales que debe llenar el drenaje doméstico: asegurar un rápido escurrimiento hacia la cloaca pública de las materias que recibe; y no dejar que penetren en la habitación las emanaciones, gérmenes o fermentos que se desprenden de esas materias.

Es necesario, además, una ventilación constante de la cañería de drenaje a fin de oxidar las materias orgánicas que quedan adheridas a las paredes de la cañería y destruir o, por lo menos atenuar, los virus o microbios de enfermedades contagiosas (tifus, cólera, etc.) y que tiene su origen en los excrementos de los enfermos.

Un sistema semejante, puesto en práctica y realizado en las principales ciudades modernas, se debe al ingenio inglés y americano, que han echado las bases y creado, por decirlo así, lo que hoy se llama la ciencia sanitaria. Los nombres de Baldwin Latham, de Robert Rawlinson, de Julian Adam y de tantos otros ingenieros ingleses y americanos serán sin duda citados como los creadores de esta importantísima ciencia.

CONDICIONES DE UN BUEN DRENAJE

Antes de entrar a describir el drenaje doméstico de la habitación de Brooklyn y de Frankfurt que es donde, por fin, se encuentra realizado el ideal de un drenaje

⁵ El capítulo I, por la razón expresada más atrás, será objeto de una publicación posterior.

perfecto, observaremos que el más racional y económico de los medios que se han imaginado para alejar fuera del recinto de la aglomeración urbana las aguas de residuo de la habitación, incluso las materias fecales y las aguas de lluvia, es la canalización subterránea, conocida con el nombre de cloacas alcantarilladas (*légout*), que corriendo por el eje de las calles, forma una red completa tan extensa como la ciudad servida y que se ramifica recibiendo el tubo tronco del drenaje de cada habitación.

Hemos dicho que el drenaje privado de cada habitación debía responder a dos exigencias principales: asegurar un rápido escurrimiento de las materias que recibe; y no dejar que penetre en la habitación ningún gas desprendido de esas materias o del aire viciado, proveniente de la ventilación de las cloacas.

Para satisfacer la primera de estas condiciones es menester que la construcción del drenaje se haga conforme a las reglas del arte, consultando las mejores condiciones de pendiente, de sección y de escurrimiento.

Pendiente

En cuanto a la pendiente observaremos que mientras mayor sea ésta, mejor será el escurrimiento de las materias que el drenaje debe conducir a la cloaca. No debemos, pues, fijar límite superior; pero frecuentemente la pendiente queda impuesta por el perfil de la cloaca en que se derraman los residuos, y el origen del drenaje más o menos determinado por la disposición de la habitación. La práctica enseña no bajar de 0,03 m por metro.

Sección

Determinada la pendiente, la sección se deduce fácilmente, tomando en consideración por una parte el máximo de las aguas de residuo y por otra el máximo de las aguas de lluvia. En la práctica, rara vez se da al tubo principal más de 0,20 m bastando en la generalidad de los casos 0,15 m y en otros solamente 0,10 m, que es el mínimo adoptado en la práctica.

Escurrecimiento

El mejor escurrimiento se obtiene por el concurso de estas dos circunstancias: superficie interior lisa y frecuencia del lavado de la cañería por medio de golpes de agua o largadas de agua (*chasses*) de un depósito establecido en el origen del drenaje.

Los tubos de greda vidriados en su interior han dado en la práctica buenos resultados, pero es preciso mucho cuidado para evitar los hundimientos. Si el suelo es firme, se asentarán los tubos simplemente sobre el suelo emparejado y apisonado; si no lo es, será preciso apoyarlo en toda su longitud.

La unión se hace con mezcla de cemento o con greda bien comprimida si se reconociese la necesidad de dar a la cañería cierta flexibilidad.

En previsión de alguna obstrucción por negligencia en el lavado u otra causa, se harán los codos con una pieza curva, presentando en su parte superior una

abertura, tapada por otra pieza plana de quitar y poner. Esta abertura o chimenea bien determinada de posición antes de cubrirla con el empedrado, adoquinado o baldosa del pavimento, sirve en caso necesario para la visita y la limpia.

El sistema americano perfeccionado, puesto en práctica en Chicago y New York, comporta una cañería de hierro laminado de 6 metros de largo, de 10 centímetros de diámetro y acoplada a tornillo. M. Durham, el inventor, entrega su canalización montada y probada con la carga de agua reglamentaria, operación que pone de manifiesto la ausencia de escapes de gas, que es la segunda condición indispensable en un drenaje interior.

Chasses

A fin de mantener siempre limpia la cañería del drenaje doméstico, conviene establecer depósitos de agua con sifón automático en el origen del tubo matriz o tronco. Este depósito se llenaría con un hilo de agua pura o potable de la distribución doméstica. Un depósito semejante no debe faltar en un excusado, donde una llave automática permitiría dar un golpe de agua o *chasse* en el *water closet* y en la piscina cada vez que se haga uso de estos aparatos sanitarios. El más recomendado de los *closets* es el *closet Hotte* y el modelo de piscina más recomendado es el de Tylor.

Sifón

En cuanto a la segunda condición observaremos que supuesta la canalización completamente impermeable, los gases viciados no podrán escaparse en la habitación más que por los orificios destinados a recibir los residuos domésticos: en el tocador, en el baño, en la cocina, en el patio, en los *water closets*, etcétera.

Es preciso, pues, colocar en cada uno de esos puntos, aparatos que llenen esta doble condición: siempre abierto para la proyección del residuo que se quiere enviar a la cloaca; siempre cerrado a los gases y aire viciado del drenaje interior.

El aparato que realiza esta doble condición es el sifón hidráulico. Es un simple tubo en S que se coloca de modo que presenta una de sus aberturas hacia arriba, que se comunica con la taza o embudo de proyección, y la otra hacia abajo que se comunica con el tubo de caída. La válvula hermética la forma el agua que puede contenerse en su rama cóncava.

La experiencia práctica de los ingenieros e higienistas ingleses y americanos ha consagrado la eficacia del sifón hidráulico a la vez que los graves peligros de las aberturas libres interiores que no comportan este aparato sanitario como puede verse en sus escritos insertos en el *Sanitary Record*, en el *Sanitary Engineer* y en el *Dangers to Health*.

Aunque en apariencia perfecto, tal cual acaba de describirse, el sifón hidráulico presenta en su funcionamiento un grave inconveniente que no ha sido conocido y remediado sino en la época de las instalaciones de los aparatos sanitarios de Brooklyn por el eminente ingeniero americano J. Adam.

Este grave inconveniente es el sifoneo directo y el sifoneo por inducción; el primero se opera de arriba a abajo por los golpes de agua, dejando vacío el sifón,

y el drenaje interior en libre comunicación con la habitación; el segundo de abajo a arriba por la mayor presión de los gases interiores en circunstancias determinadas y que produce la pulverización del agua del sifón y consiguientemente la proyección de gérmenes y fermentos que tienen su origen en los excrementos de los enfermos de tifus, del cólera, etcétera.

El remedio del mal, indicado por el ingeniero inglés S. Hellyer, consiste en ventilar la corona del sifón por medio de un tubo que va hasta el techo del edificio y cuyo rol es establecer la discontinuidad entre las ramas del sifón.

Estos tubos de ventilación en la corona de los sifones son ramificaciones del tubo común de caída de todos los excusados, el cual conforme a la feliz disposición de Brooklyn y Frankfurt, es chimenea de ventilación de la cloaca frente a cada casa habitación, y al mismo tiempo ventilación del drenaje interior.

CAPÍTULO III

CLOACAS ALCANTARILLADAS

Hemos dicho en otra parte que el sistema más racional y económico de conducir fuera del recinto urbano todas las aguas impuras, incluso las aguas de lluvia, consiste en una red completa de galerías o canalización subterránea. Este sistema que ha recibido en Francia el nombre de ‘todo a la cloaca’ (*tout á l’égout*) y que con tanto éxito ha sido aplicado en las principales ciudades del mundo, Londres, París, Berlín, Viena, Frankfurt, Wiesbaden, Bruselas, New York, Boston, Brooklyn, etc., podrá aplicarse siempre con más o menos ventaja según sean las condiciones hidrológicas de la localidad; pero hay casos en que la falta de pendiente puede hacer preferible el *separate system* que excluye las aguas de lluvia. Por este motivo, antes de tratar en detalle del sistema de ‘todo a la cloaca’, tomaremos en consideración el *separate system* sea por canalización neumática o por simple gravitación.

En esto, lo mejor que podemos hacer es dejar la palabra a Mr. Alfred Durand Claye, ingeniero en jefe de L’assainissement de la ciudad de París.

CARÁCTER COMÚN DE LOS SISTEMAS *WARRING* Y *SHONE*. SISTEMAS SEPARADOS⁶

Los sistemas *Warring* y *Shone* para la evacuación de las aguas de las cloacas e inmundicias de las ciudades tienen un carácter común. Son sistemas separados (*separate system*), recogen las aguas del uso doméstico y las materias de los excusados. Excluyen las aguas de lluvia; éstas corren por una red especial de cloacas o simplemente en el badén de las calles.

⁶ Rapport au Congrès international d’hygiène de Vienne.

SISTEMA *SHONE*.
SU COMPLICACIÓN

Poco diremos del sistema *Shone*. Se sabe que consiste en una serie de depósitos que funcionan automáticamente por medio del aire comprimido y que impulsan las aguas en una canalización metálica. Hemos hecho, hace algunos años, varias experiencias en un depósito de evacuación *Shone*, que ha funcionado de un modo satisfactorio; pero no hemos examinado jamás la instalación práctica hecha según este sistema y nos abstendremos, en consecuencia, de hablar de él. Además de las objeciones generales que se desarrollarán más abajo al hablar de los sistemas separados, haremos observar que el sistema *Shone*, por más ingenioso que sea, y precisamente porque es muy ingenioso, nos parece responder mal al desiderátum de un sistema racional y práctico de mejoramiento del estado sanitario de una ciudad; no son necesarios mecanismos ni movimientos de relojería en los aparatos generales de evacuación de las inmundicias: las obras deben ser las más sencillas, fáciles de instalar, fáciles de visitar a cada instante. El mejoramiento del estado sanitario de una ciudad no debe cesar porque un brazo de palanca o un contrapeso funciona mal, porque un tubo se quiebra o se obstruye. Estimamos, en consecuencia, que, salvo casos enteramente especiales, no hay que considerar sistemas basados, como el sistema *Shone*, en el empleo del aire comprimido o rarificado y en aparatos mecánicos.

SISTEMA *WARRING*.
NO ES UN SISTEMA ORIGINAL.
SU SIMPLICIDAD

El sistema *Warring* escapa a este género de críticas.

Es simple: comprende solamente tubos de tierra cocida vidriados, uniones herméticas con mezcla de cemento, tubos de ventilación y depósitos para realizar golpes de agua. Se puede aun decir que no constituye un sistema original. Mucho antes de que el coronel Warring hubiese ejecutado el drenaje de Memphis, en Estados Unidos, se habían establecido canalizaciones con tubos de esa especie.

Existe un gran número de tipos de depósitos de agua debidos a diversos ingenieros y el que indica M. Warring ha sido concebido por M. Rogiers Field, de Londres, que desde años atrás ha colocado un gran número en Inglaterra.

M. Warring ha definido su sistema en los términos siguientes, en el *meeting* de Nashville que tuvo la sociedad americana de higiene pública.

- 1° Empleo en la construcción de las cloacas de tubos de pequeño diámetro, únicamente destinados a la evacuación del producto de los excusados con exclusión de las aguas de lluvia.
- 2° Ventilación obtenida en los tubos principales y en las ramificaciones que comunican con las casas particulares, por un gran número de tomas de aire y de chimeneas que se elevan encima de los techos.

- 3° Comunicación directa de cada ramificación particular con los tubos cloacas sin interrupción de ningún diafragma y de ningún cierre hidráulico.
- 4° Lavado diario de los tubos principales o cloacas por medio de golpes de agua acumulada en depósitos, colocados en el origen de aguas arriba.

Drenaje de Memphis

Conforme a estos principios se ejecutó el drenaje de Memphis. Esta ciudad, de 40.000 habitantes, había sufrido cruelmente por las epidemias, algunas de las cuales, como la de la fiebre amarilla de 1878, le habían arrebatado la décima parte de su población. La red de cloacas era nula o casi nula; todo estaba por crearse; era preciso obrar sin demora; se hablaba de evacuar y de arrasar la ciudad. El coronel Warring con sus cañerías de pequeño diámetro podía sustituir algo de admisible allí donde no había nada. El Mississippi, con su enorme caudal, estaba ahí para recibir y absorber lo que se quisiera; las aguas de lluvia podían correr en los badenes de las calles o en las cloacas existentes. Se ejecutó, en consecuencia, una cañería colectora de fundición de 0,50 m de diámetro y se hizo terminar en ella una canalización de tierra cocida de 0,15 m de diámetro en una parte y de 0,20 m en otra. El conjunto de la canalización comporta un desarrollo de 68 kilómetros; los ramales particulares tienen 0,10 m de diámetro. La unión de los ramales con la cañería principal y la de éstos entre sí, se hace tangencialmente por tubos cónicos. Las pendientes son generalmente bastante fuertes, 0,005 m por metro; descienden a 0,0017 m en los colectores. La ventilación se establece por 7.000 ramificaciones particulares y por cierto número de bocas que sirven a la vez de chimeneas de visita y de ventiladores especiales generalmente en la extremidad de las cañerías. 180 depósitos del sistema Field de una capacidad de 500 litros están repartidos a lo largo de la canalización a 375 metros de distancia uno de otro. El gasto ha subido a 1.150.000 francos, o sea, aproximadamente a 15,50 por metro corrido.

M. Warring y sus representantes aseguran que el sistema ha dado buenos resultados. Ha habido en los primeros años algunas obstrucciones, 21 por año; pero parece que estas obstrucciones han desaparecido fácilmente, por medio de trabajos de excavaciones y arreglo de uniones que no han exigido más que un gasto de 45 francos por obstrucción.

Algunas ciudades de América, de importancia secundaria, Omalia, Keew, Norfolk, Pulmann, han comenzado la aplicación del sistema de Memphis; otras han procedido a ensayos parciales.

Ensayo del sistema Warring en París.

Su carácter especial

En París se ha hecho igualmente un ensayo, pero en condiciones enteramente especiales. Se sabe que desde 1883 a 1886 una comisión, considerable por el número de sus miembros y su alta posición en la administración y en la ciencia, ha trazado un programa general de salubridad de la capital de Francia. Deseosa de darse

cuenta de los diversos sistemas antes de establecer sus conclusiones definitivas, aceptó una proposición del coronel Warring, representado por el ingeniero señor Pontzen, para una canalización de ensayo. Esta canalización debía colocarse, no en tierra como en Memphis, sino en una antigua cloaca de mala sección y de poca pendiente, la cloaca de la calle Vieille du Temple: ramificaciones secundarias tomaban las inmundicias de establecimientos públicos, escuelas y mercados. La longitud total de la red fue de 725 metros. El diámetro de las cañerías fue de 0,152 m; las pendientes variaron de 0,003 m a 0,0197 m. Los tubos fueron en parte colocados sobre consolas empotradas en las paredes de la cloaca, en parte en la albañilería; una longitud de 135 metros fue colocada en tierra bajo la vereda de la calle de los Quatre Fils.

En todos los cruzamientos de las cloacas públicas la canalización debió ponerse en sifón invertido con sifón superior, haciendo comunicar la atmósfera de los dos trozos; la cañería matriz se terminó en uno de los grandes colectores de París, la cloaca de la calle de Rivoli, por medio de un sifón hidráulico interceptor. La ventilación se hizo por los tubos de caída de las letrinas de dos escuelas y de un mercado público, y por dos tomas de aire especiales colocadas en la vecindad de las veredas. Siete depósitos de agua del sistema Field, de una capacidad de 425 a 700 litros, fueron dispuestos en diversos puntos de la canalización; independientemente de los pequeños depósitos de las letrinas, consumieron aproximadamente 16 metros cúbicos por día. Mr. Pontzen cree que en rigor bastarían cinco depósitos con un cubo diario de 7.300 litros. Ninguna casa particular está ligada a la canalización. Las dos escuelas que sirve tienen 1.700 niños que frecuentan la escuela sólo en la mañana y en la tarde. Las letrinas del mercado de los Blancs Manteaux están igualmente unidas a la canalización.

El gasto de instalación subió a 60.569 francos de los cuales 12.101 francos se emplearon en los trabajos necesarios en las letrinas y el resto en trabajos en la vía pública, o sea, 68,85 francos por metro corrido. La canalización propiamente dicha ha exigido 55 francos, pudiendo haber bajado a 35 si se hubiera puesto sobre consolas. Estos gastos tan subidos comprenden los trabajos de reparación de la albañilería de las cloacas en la vecindad o alrededor de la cañería.

El sistema ha funcionado hasta hoy en la escala restringida en que ha sido establecido, en condiciones más o menos satisfactorias. En los inmuebles se han constatado frecuentes obstrucciones, que se habrían producido sin duda con cualquier otro sistema de sifón y que eran debidas casi siempre a la desidia de los niños o de sus maestros, a la proyección de cuerpos duros; en los inmuebles el sistema *Warring* no tiene nada de especial y puede ser reemplazado por cualquier aparato de *water closet*. En París la forma de sifón empleado por el representante de M. Warring no nos ha parecido muy feliz. Pero lo repetimos, no hay nada de especial al sistema que se priva simple y voluntariamente del lavado económico muchas veces abundante que podría suministrarle la lluvia si no se la desviase para enviarla a la cloaca. Tres o cuatro veces la cañería colocada en la cloaca se obstruyó; objetos diversos habían pasado por el sifón de las letrinas y habían venido a formar taco en la canalización.

La última obstrucción produjo escapes bastante abundantes, que han sido la causa de vivas reclamaciones de parte de la Imprenta Nacional, que tuvo inundados los subterráneos. Las reparaciones han sido hechas fácilmente gracias a la libre circulación de los obreros en la cloaca en que la cañería está colocada.

El ensayo de París es, pues, en suma, de un mediocre interés; no parece recibir mayor desarrollo. Estimamos que vale más en la mayor parte de los casos, rehacer en todo o en parte una mala cloaca que fijar en ella una cañería, o si esto fuese admisible y económico en algunos casos particulares, no tendríamos necesidad de M. Warring para instalar cañerías de tierra cocida y hacer la limpia con los depósitos de *Field* u otros. De este modo, desde 1882, se había instalado en el nuevo hotel de Ville de París toda una canalización con esos mismos depósitos que el inventor había dado a conocer en Londres en agosto de 1881; el funcionamiento ha sido hasta aquí excelente.

EXAMEN DEL PRINCIPIO DE LOS SISTEMAS SEPARADOS,
EN PARTICULAR DEL SISTEMA *WARRING*

Conviene efectivamente examinar de una manera general si el sistema *Warring*, como todos los otros sistemas separados, reposa sobre una idea justa desde el punto de vista higiénico y financiero, excluyendo las aguas de lluvia y privándose así de los lavados naturales que resultan de la caída de las aguas meteóricas.

LAS AGUAS DE LOS BADENES DE LAS CALLES SON MUY IMPURAS
Y ANÁLOGAS A LAS AGUAS DE LAS CLOACAS

Desde luego, ¿convendrá considerar como inofensivas y suficientemente puras las aguas de lluvia o de lavado público que corren sobre los techos y en los badenes de las calles, suponiendo bien entendido que las aguas de uso doméstico y el producto de los excusados han sido ya conducidos por una canalización especial?

Es claro que en una cuestión de este género no conviene opinar por simple parecer sino recurrir a los datos precisos del análisis.

Es lo que hemos hecho con el benévolo concurso de M.M. Marié Davy, padre e hijo. Se han tomado muestras de aguas en los badenes de diversas calles de París y analizados desde el punto de vista químico y micrográfico. Los resultados se han consignado en los dos cuadros anexos a la presente memoria.

El cuadro A da la composición de las aguas tomadas en pleno badén en el momento en que se procedía al barrido y lavado de la calzada, operación análoga a la que producen las lluvias un poco abundantes a lo menos durante el primer período de la caída del agua.

El cuadro B da la composición de las aguas tomadas en la vecindad de la boca de lavado durante su escurrimiento, cuando ya las inmundicias habían sido arrastradas aguas abajo; estas aguas son análogas a las que acarrearán las lluvias de larga duración.

Estos cuadros se resumen en los términos medios siguientes que hemos comparado a los de los colectores de París y de las aguas del Sena, después de la travesía de París, pero antes de la desembocadura de los colectores.

Las aguas tomadas en pleno badén de calle se presentan como más cargadas, o a lo menos tan cargadas como las aguas de los colectores; son, pues, aguas ofensivas en el más alto grado y que no podrían, sin los más graves inconvenientes, ser arrojadas en los ríos y conviene notar que hablamos especialmente de las aguas tomadas en los badenes de calles enjutas; la infección es naturalmente más marcada en las aguas de los badenes de las calles no enjutas, es decir, de las calles que reciben las aguas de usos domésticos.

Las muestras, tomadas en la vecindad de las bocas de lavado, cuando la permanencia del escurrimiento ha acarreado ya lo más grueso de las impurezas, están todavía bastante cargadas, aunque notablemente mejoradas; se ve, por la comparación con los análisis de las aguas del Sena, que están todavía lejos de acercarse a la composición de esta agua aun tomada después de la travesía, es decir, después de recibir de la ciudad cierta cantidad de inmundicias que escapan a la captación de los colectores.

Es, pues, un grave error higiénico el considerar como inofensivas y admisibles en los ríos las aguas de las calles, aun en caso de drenaje especial de las habitaciones. Basta, en efecto, considerar la naturaleza y la cantidad de inmundicias de toda especie que se encuentran sobre las calzadas de una ciudad populosa, para comprender que el análisis no podía sino confirmar lo que indicaba ya el buen sentido: estiércol, restos vegetales y animales, polvo animal y orgánico, todo eso está pronto para formar el barro líquido que arrastran las lluvias y los lavados de la vía pública. Cuando la lluvia ha durado un tiempo suficiente y ha tenido cierta importancia, la vía pública se encuentra completamente lavada y entonces las aguas recogidas son menos sospechosas; así es como las grandes lluvias de tempestad que corresponden a las lluvias excepcionales pueden, sin grandes inconvenientes, ser evacuadas a los cursos de agua; pero no es y no podría ser lo mismo el caso de lluvias ordinarias.

LAS AGUAS DE LLUVIA NO PUEDEN ESCURRIRSE SUPERFICIALMENTE.

LOS SISTEMAS SEPARADOS IMPLICAN UNA DOBLE CANALIZACIÓN: CAÑERÍAS Y CLOACAS

Apenas hay necesidad de observar que el simple escurrimiento de todas las lluvias grandes o pequeñas por las calles, es un procedimiento bárbaro, inadmisibles en una ciudad un tanto cuidadosa de la compostura higiénica y municipal. Tan pronto como las aguas de algunas calles se reúnen en un brazo común, forman verdaderos cursos de agua que invaden las calzadas, se desbordan sobre las veredas, penetran en los subterráneos, etc. No hace medio siglo que en cada tempestad una parte de París, hacia la calle de Provence y la de Montmartre, veía invadido el subsuelo; sucedía lo mismo en todos los puntos bajos de Londres, de Berlín y de Bruselas. Y eso no tiene nada de extraño, cuando se sabe que ciertas tempestades alcanzan y pasan de

un caudal de 100 litros por segundo y por hectárea y que para una ciudad de 1.000 hectáreas de superficie, ese caudal corresponde a un cubo de 100 metros cúbicos por segundo (Mr. Belgrand ha citado en París lluvias que han dado en una hora una altura de agua de 0,0475 m, o sea, 132 litros por segundo y por hectárea: 29 de julio de 1854). Estos casos son, es verdad, excepcionales, pero las lluvias de 10 milímetros de altura por hora, no son raras y dan ya un caudal de 30 litros por hectárea o 3 metros cúbicos por 100 hectáreas; son cubos inadmisibles en las vías públicas.

Es preciso concebir junto con las canalizaciones especiales, *Warring* u otras, una red de cloacas, más o menos tan completa y tan basta como si la canalización no existiese; la red de cloacas, en efecto, debe ser capaz de escurrir los chaparrones comunes, cuya importancia acabamos de indicar, mientras que las aguas sucias, producto de los excusados y de los usos domésticos, tienen un volumen relativamente débil, pudiendo ser holgadamente estimadas en 75 litros por cabeza y por día, que se escurren en 12 horas, o sea, $\frac{1}{2}$ milímetro por hora y por hectárea. ¿Es permitido, entonces, preguntar dónde se encuentra la ventaja económica?

VENTAJAS ESPECIALES ATRIBUIDAS SIN RAZÓN A LAS CAÑERÍAS DEL SISTEMA SEPARADO

Buscamos, pues, en vano las ventajas de los sistemas separados, concebidos en el orden de ideas en que se ha colocado M. Warring. Esos sistemas no pueden evidentemente invocar en su favor su separación absoluta de la atmósfera ambiente, separación que ciertos higienistas han preconizado con entusiasmo, sin razón a nuestro parecer. Se ha visto que el sistema *Warring* comunica libremente con el exterior por las tomas de aire; con razón el aire de la canalización no está jamás confinado; se han utilizado aun en Memphis los ramales de las casas particulares para multiplicar los puntos de contacto con la atmósfera.

El escurrimiento de las materias, ¿es acaso más rápido en un tubo que en una cuneta semicircular? Lo contrario tiene lugar; el cálculo enseña que a pendiente y caudal de aguas iguales, la velocidad es mayor en la cuneta que en el tubo en la relación de 1,15 a 1. La circulación normal estará, pues, mejor asegurada, en igualdad de circunstancias, en la cuneta que en la cañería cerrada. Queda todavía el caso de las materias que forman taco, como trapos, escobas, etc., introducidos en la canalización; es claro, desde luego, que esas materias deben detenerse tanto como sea posible en los orificios de recepción, sifones o bocas, en un sistema como en el otro. En caso que pasen más allá del obstáculo inicial, pueden ser bastante importantes en volumen, bastante pesadas, bastante irregulares para formar taco y detenerse en el tubo o en la cuneta. En el primer caso no queda otro recurso que desarmar las cañerías, operación fastidiosa e incómoda en el más alto grado en una vía bastante frecuentada; en una cloaca convenientemente servida los equipos de obreros sacan sin dificultad en la primera visita las materias que forman taco; en caso que una lluvia un poco abundante o un golpe de agua artificial no haya producido un arrastre enérgico.

Para las materias menos voluminosas, cuyas formas redondeadas permiten la circulación bajo una débil subpresión, la cañería tiene la ventaja de limpiarse por sí misma; el taco provisorio que forman las materias produce un remanso aguas arriba; la cañería se llena y hace circular las materias a condición de que ningún obstáculo, como ser asperezas o codos, venga a detener el movimiento. Los depósitos de agua favorecen esta acción en cada abertura.

Se ha hablado algunas veces de una constancia de gastos o caudal de aguas que se realizaría en las canalizaciones separadas y que aseguraría un nivel sensiblemente constante en las cañerías; se evitarían así sobre las paredes las alternativas de inmersión, temidas por algunos higienistas, preocupados de ver escapar de las paredes secas los microbios más ágiles de los que acarrea la onda impura; esos higienistas ignoran que en las cañerías, y aun en las cloacas, el aire está siempre saturado de la humedad suficiente para retener pegados a las paredes los seres microscópicos. Pero en todo caso, la constancia no se realiza en las cañerías separadas; el gasto es cuestión de los hábitos de los habitantes; nulo en la noche, alcanza el máximo con los lavados de la mañana y a las horas de comida. Los golpes de agua que dan origen a creces repentinas producen idénticamente el efecto de una lluvia abundante en los sistemas ordinarios.

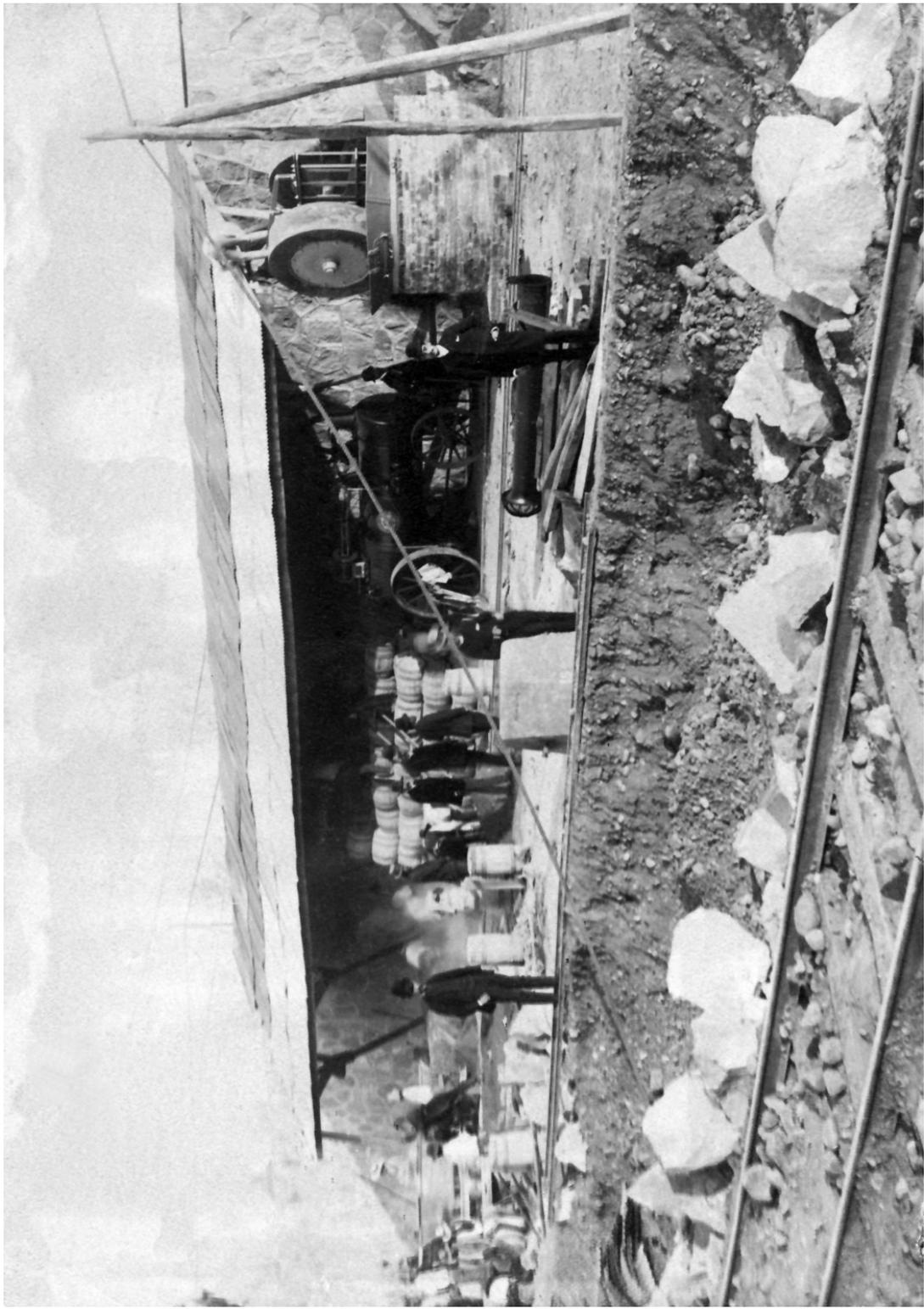
CONDICIONES DE LAS CAÑERÍAS, DE LOS DEPÓSITOS DE AGUA Y DE LAS CLOACAS PROPIAMENTE DICHAS

¿No hay acaso nada útil en el sistema *Warring* y demás sistemas separados? ¿Conviene abandonarlos en bloque y en todas sus partes? ¿Será necesario admitir en todas partes y siempre, lujosas cloacas de grandes tipos?

Nuestra conclusión no es ésa: M. Warring y los ingenieros que han preconizado los sistemas separados han llamado la atención con mucha razón sobre dos puntos:

- 1° La vía que siguen las materias debe calcularse en proporción con el cubo normal de esas materias y no presentar dimensiones exageradas que favorecen la lentitud y el depósito de cuerpos sólidos o pastosos.
- 2° Conviene colocar en diversos puntos de la red depósitos de *chasse* que suministren fuera del cubo normal flujos regulares que aseguren un lavado metódico y enérgico.

Estos principios eran ciertamente conocidos por los higienistas antes de los trabajos de M. Warring y de sus colegas; pero éstos han tenido el mérito de llamar la atención sobre esas dos cualidades esenciales de un buen drenaje. En cuanto a nosotros, estimamos que el drenaje racional de una ciudad de tipo normal que cuente de 20.000 a 500.000 habitantes y aún más, debe reposar sobre una combinación de cañerías y de cloacas. En todas las vías secundarias, cañerías de tierra cocida vidriadas, recibirán a la vez el producto de los excusados, las aguas de uso doméstico y las aguas de lluvia de los inmuebles y de las calles; es lo que se ha hecho con éxito en Berlín, es lo que hemos proyectado para cierto número de ciudades francesas



Canalización del Mapocho. 1888. Colección Archivo Fotográfico, Museo Histórico, Santiago de Chile.

(Niza, Havre, Chantilly). Estas cañerías no necesitan un diámetro exagerado a condición de servir un perímetro limitado y de converger hacia cloacas que forman colector. Es, en efecto, fácil darse cuenta que en los sistemas separados los depósitos de *chasse* producen, como lo hemos hecho notar, exactamente el mismo efecto que un chaparrón e inversamente; así se concibe que una cañería de 0,15 m de diámetro pueda igualmente escurrir en 30 segundos una *chasse* de 500 litros suministrada por un depósito o una lluvia de 1 milímetro, caída en una hora sobre 20 hectáreas, admitiendo, con Belgrand, que la lluvia demora tres veces más en escurrirse que en caer. La canalización de las vías secundarias estará naturalmente provista de depósitos de *chasse* en el origen de las diversas cañerías; en los puntos de unión de las cañerías entre sí o en los cambios de dirección de las pendientes, se instalarán chimeneas de acceso; en esos puntos la cañería será simplemente semicircular; se podrá a cada instante verificar el buen funcionamiento entre dos chimeneas sucesivas y en caso necesario deshacer los tacos en la parte rectilínea intermediaria.

Cuando la red de cañerías sea suficientemente desarrollada y de una importancia que exija diámetros mayores que 0,40 m a 0,45 m, se emplearán verdaderas cloacas de forma ovoidal de una altura suficiente para permitir la circulación de los obreros, o sea de 1,75 a 1,80 m como mínimo.

Se podrá calcular la cuneta de las cloacas de manera que permita el escurrimiento de las aguas normales, aguas de uso doméstico, producto de excusados y pequeñas lluvias; tendrá siempre la forma redonda.

La parte superior debe ser capaz de escurrir los chubascos. Para las grandes tormentas se prepararán derrames hacia el río o curso de agua más próximo, como se ha hecho en París, Londres, Berlín, Frankfurt, Wiesbaden, etc., con lo cual se evitará calcular las cloacas para las lluvias enteramente excepcionales.

Se facilitará singularmente la circulación en las principales galerías, colocando al lado de la cuneta una pequeña banqueteta de 0,40 m de ancho sobre la cual podrán circular los obreros y que permitirá utilizar las cloacas principales para colocar allí las cañerías de agua matriz, los cables telodinámicos, etcétera.

Esta generalización de las cloacas propiamente dichas no es la única solución que se pueda preconizar; es claro que la canalización de tierra cocida, cuando se sustituye a la cloaca y puede reemplazarla absorbiendo las aguas de lluvia, constituye una economía notable que las municipalidades tienen el deber y el derecho de beneficiar, salvo en las arterias matrices y colectoras.

Hemos tenido ocasión recientemente de estudiar comparativamente el establecimiento de una cloaca del tipo ovoidal, capaz de permitir la circulación de los obreros sobre banquetetas en la cuneta, y de una cañería de tierra cocida de 0,30 m con depósito de *chasse* en los dos casos: en 210 metros de longitud, la cloaca estaba valorizada en 23.500 francos y la cañería en 4.400 francos, o sea, sólo la 5ª parte. No debe, pues, haber dudas, salvo en las ciudades de primer orden que quieran asegurar en todas partes un acceso fácil a los obreros, evitar toda posibilidad de obstrucción y utilizar las últimas ramificaciones para colocar las diversas canalizaciones, evitando así la apertura de las calzadas y el movimiento de las tierras del subsuelo.

RESUMEN

En resumen, estimamos que el sistema *Warring* y los sistemas separados, en general, reposan sobre un error higiénico, admitiendo que las aguas de lluvia y de lavado de las calles, que las aguas de los badenes, en una palabra, no tienen ningún inconveniente y pueden ser arrojadas a los cursos de agua que más próximos se encuentren; el escurrimiento de esas aguas en la vía pública no es admisible, so pena de inundación de los barrios bajos. Los sistemas separados implican, pues, las costosas disposiciones de una doble canalización, una de cañerías y otra de cloacas. Hay al contrario interés en construir la canalización de una ciudad, de modo que reúna las inmundicias y aguas sucias de toda especie, incluso las lluvias, salvo las de lluvias excepcionales; la canalización comprenderá, en las vías secundarias, cañerías de tierra cocida y en las vías principales, cloacas colectoras; depósitos de *chasse* se instalarán en el origen de las cañerías que hacen el oficio de cloacas, y en las alturas de los perfiles longitudinales. En estas condiciones, se dará su parte a las exigencias de la higiene y de las necesidades económicas que se imponen a las municipalidades.

A. Composición de las aguas de las canchetas
Agua tomada en plena

Muestras	Materias orgánicas										Gelatina			Observaciones	
	Aluminimide		Azoe		Materias orgánicas						Gelatina				
	Disuelto	Total	Amontacal	Nitro	Total	Disuelas	TOTALES	Cloro	Cal.	Acido sulfurico	Numero de organismos en un centimetro cubico	Aparición de las colonias	Principio de la licuefacción	Fin de la licuefacción	
Pavimento de piedra	1 Calle Berger	0,21	2,70	0,38	1,5	2,0	15,20	129,5	18	211,0	81	25.000	2,5	3,7	14,3
	2 Calle de Tubirgo	1,50	4,40	2,50	2,6	2,7	32,00	83					2,5	3,7	14,3
	3 Calle de Maubéece	4,40	40,20	21,25	1,90	27,6	41,00	128,5	396	1157,0	114	120.000	1,8	4,4	15,0
	4 Calle de las Virtudes	5,20	7,70	23,60	3,2	31,6	50,70	291,0	73	523,0	100	56.000	2,5	4,8	12,3
	5 Calle de Rambuteau	2,20	14,50	2,80	1,6	4,5	22,9	88,6	23	382,0	57	20.000	3,1	5,5	15,0
Pavimento de madera	6 Calle de Rivoli	0,05	21,70	28,51	2,7	30,8	27,1	1641,8	20	1227,0	123	100.000	5,0	6,9	20,7
	7 Calle de Richelieu	5,62	16,80	18,10	2,0	41,8	41,5	81					2,2	5,5	16,8
Asfaltadas	8 Calle de Montpensier	1,30	37,80	35,20	2,1	38,6	123,8	2041,0	58	1267,0	105	200.000	2,2	5,5	16,8
	9 Calle de San Martín	1,80	16,80	1,88	1,9	5,7	39,7	1019,7	30	277,8	66	250.000	2,0	4,1	8,5
Enripiadas	10 Calle de Piromette	2,70	31,60	47,00	2,3	50,5	99,0	2058,7	143	715,0	130	300.000	1,9	4,4	9,2
	11 Calle de Venecia	3,90	7,00	11,30	3,1	14,9	18,3	371,2	22	761,0	78	10.000	3,7	5,1	11,4
Pavimento de piedra	12 Calle de Volta	0,30	42,00	23,60	4,7	31,9	61,2	915,5	157	1149,0	110	200.000	3,1	4,9	12,3
	13 Calle de Cambon	3,60	28,00	28,00	3,1	73,1	112,9	195					"	"	"
Asfaltadas	Vías con drenajes	3,50	27,30	36,40	2,5	66,2	56,0	688,4	85	803,0	218	200.000	"	"	"
	Generales	7,30	"	94,00	3,4	104,7	80,1	"	85	"	"	"	2,0	3,1	18,8
Medias	Vías sin drenaje	0,70	"	5,65	1,9	8,2	105,9	"	71	"	"	"	2,0	3,1	13,8
	Generales	2,67	20,00	19,54	2,4	32,5	50,3	287,0	92	764,0	95	120.111	2,7	4,8	13,5
		4,14	34,65	37,53	3,1	56,8	83,2	801,9	109	976,0	164	200.000	2,3	3,7	15,0
		2,99	22,70	23,45	2,6	37,7	57,5	822,9	97	803,0	107	127.273	2,6	4,5	14,0

B. Composición de las aguas de cunetas
Agua tomada de las bocas de lavado

Muestras	Materias orgánicas										Observaciones					
	Azoe			Gelatina				Observaciones								
	Albuminoide			Materias orgánicas				Gelatina			Observaciones					
	Disuelto	TOTAL	Amoniacal	Nitrico	TOTAL	Disueltas	TOTALES	Cloro	Cal	ÁCIDO SULFÚRICO		Número de organismos en un centímetro cúbico	Apartición de las colonias	Principio de la licuefacción	Fin de la licuefacción	
Pavimento de piedra	1 Calle Berger	0,42	0,80	2,1	3,3	4,7	11,0	26	150	71	15.000	3,0	4,6	15,0	Barrios de las Bodegas	
	2 Calle de Tubirgo	0,07	0,28	1,5	1,9	3,1	4,2	14	657	76	50.000	1,8	4,4	15,0	Vía de gran circulación	
	3 Calle de Maubutee	0,85	14,32	3,6	18,8	35,7	29	72,8	81	222	60	120.000	1,8	3,0	11,1	Vía estrecha, insalubre; poca circulación
	4 Calle de las Virtudes	1,14	16,45	1,9	19,5	19,8	78	42,7	14	259	54	10.000	4,0	8,1	22,0	Muchas aguas industriales
	5 Calle de Rambuteau	0,05	1,18	1,6	2,8	12,4	17	202,9	81	229	93	20.000	2,0	4,8	11,1	Gran circulación; barrio de las Bodegas
Pavimento de madera	6 Calle de Rivoli	0,42	0,96	1,1	2,5	9,2	20	142	52	10.000	2,4	4,9	20,1	Gran circulación		
	7 Calle de Richelieu	0,28	0,70	2,5	3,5	2,6	5,0	16	175	40	15.000	4,8	6,5	14,7	Gran circulación	
Asfaltadas	8 Calle de Montpensier	0,10	0,20	1,7	2,0	2,8	16	18	166	50	20.000	2,5	4,5	11,1	Numeroosos lavados; barrio Palacio Real	
	9 Calle de San Martín	0,61	0,09	1,5	2,1	10,7	14	29	502	78	20.000	3,0	3,9	7,4	Circulación media	
Enripiadas	10 Calle de Pronette	3,40	20,20	4,0	27,6	42,3	66,0	20	44	576	56.000	2,0	3,8	12,3	Barrio de las Bodegas	
	11 Calle de Venecia	0,00	3,29	1,9	5,2	8,4	13,3	14	252	155	20.000	"	"	"	Vía estrecha insalubre; poca circulación	
Pavimento de piedra	12 Calle de Volta	4,20	33,60	2,8	70,0	46,7	351,2	108	65	"	"	1,9	3,5	16,5	Muchas aguas industriales	
	13 Calle de Cambon	2,50	11,80	1,9	16,2	46,5	"	16	"	"	"	3,8	4,5	18,8	Circulación media	
Asfaltadas	Vías con drenajes	0,00	0,05	1,5	1,6	1,4	63,5	29	267	64	33.333	2,8	4,9	13,1	Todas las cifras de estos cuadros salvo las relativas a la micografía, expresan miligramos por litro de agua o gramos por metro cúbico	
	Vías sin drenajes	0,85	6,67	5,99	2,4	11,9	16,3	42	148	365	38.000	2,6	3,9	15,9		
Medias	Generales	1,42	17,19	9,35	2,1	18,8	20,0	85,1	32	254	119	32.363	2,7	4,7	14,6	
		0,97	8,58	6,72	2,3	13,4	17,1	85,1	32	254	119	32.363	2,7	4,7	14,6	

CONGRESO DE HIGIENE DE PARÍS EN 1889

Por otra parte, las conclusiones del Congreso Internacional de Higiene y de Demografía de París, en 1889, dicen así:

9ª HIGIENE MUNICIPAL

Todas las ciudades que quieran mejorar su estado sanitario, si tienen bastante agua y una regular pendiente, para conservar la libre circulación e impedir toda estagnación de las inmundicias y de las aguas, deberán adoptar el sistema de ‘todo a la cloaca’, que se acerca a la perfección más que todos los demás sistemas. Todas las ciudades que han adoptado el ‘todo a la cloaca’, si poseen a proximidad terrenos permeables o apropiados para la utilización del *sewage*, deben aprovecharlos para favorecer la agricultura, para servir a la purificación del *sewage* e impedir la *pollution* de las corrientes vecinas.

El sistema de la doble canalización con separación de las aguas de lluvia que son dirigidas directamente a las corrientes vecinas es complicado, ineficaz, costoso y de una conservación difícil.

No debe aceptarse, a menos que circunstancias particulares recomienden muy excepcionalmente su adopción⁷.

Se desprende de la memoria de Mr. Durand Clayde y de las conclusiones del Congreso de Higiene de París, en 1889, que no puede haber la menor duda sobre la elección del sistema de cloaca que conviene a una ciudad importante o que puede llegar a serlo en un porvenir no lejano.

El *separate system* implica por lo demás una doble canalización: una para las aguas de residuo de la habitación, incluso el producto de los excusados, y otra para las aguas de lluvia. La primera, destinada a evacuar por simple gravitación un volumen constante, no ofrece dificultad alguna en su instalación. La segunda es de tal importancia, que puede decirse que no difiere de la canalización de todo a la

⁷ *Revue des sciences médicales en France et l'Étranger*, número 69, 15 de enero de 1890, p. 105.

cloaca, pues que el máximo del agua de residuo y el máximo de las aguas de lluvia están en la proporción de 1 a 50 aproximadamente. Es, pues, excusado entrar sin más antecedentes a tratar del sistema 'de todo a la cloaca'.

DESIGNACIÓN DE LAS MATERIAS QUE LA CLOACA DEBE EVACUAR

Es de la más alta importancia para el buen funcionamiento y el costo de una canalización, la determinación exacta del volumen de agua que la cloaca debe evacuar. Si las secciones son demasiado pequeñas, los subterráneos y las calles serán inundados y las cloacas podrán ser en gran parte destruidas por el agua bajo presión. Si, al contrario, las secciones son demasiado grandes se formarán depósitos cuya importancia puede ser considerable y los gastos de construcción son exagerados sin provecho.

A fin de formarnos un juicio cabal de la importancia relativa de las cantidades de agua que las cloacas deben evacuar, consideraremos sucesivamente:

- a) Las aguas de lluvia;
- b) Las aguas de residuo de la vivienda y de la industria.

El 'todo a la cloaca' no comporta como algunos creen, la proyección en la cloaca de cuanto residuo sólido se forma en la aglomeración urbana, como ser, desperdicios de cocina, basura y barrido de la habitación y de la calle pública, etc., siendo de notar que la limpieza de las cloacas de París es difícil y costosa únicamente por causa de la arena y barro que proviene del lavado de las calles y que llegan a la cloaca, porque no son interceptados por aparato alguno. Todo residuo sólido debe ser conducido fuera del recinto urbano por otro medio que el de las cloacas que están destinadas a la evacuación de los residuos líquidos, productos de excusados y aguas de lluvia, después de haber pasado por el sifón hidráulico.

a) Lluvias

Las lluvias son esencialmente variables y su volumen es muy superior a las aguas ordinarias que provienen de la habitación. Es, pues, aquélla la que da la medida en la determinación de la sección de las cloacas.

Desde luego observaremos que no son las lluvias ordinarias las que dan el máximo, sino las extraordinarias o fuertes chubascos, puesto que el máximo lo determina la mayor cantidad de agua caída en la unidad de tiempo, o sea, en un segundo.

En segundo lugar, observaciones continuadas durante 14 años en Alemania por la sociedad física de Nassau, han mostrado que cuando un chubasco pasa de 24 milímetros por hora su duración es inferior a 3 horas. Sin embargo, hay chubascos de mayor intensidad, pero como su duración es menor, no toda el agua de la cuenca tributaria llega a la cloaca durante la duración de la lluvia.

No pudiendo fijar cifras a este respecto, puesto que la duración del escurrimiento depende de la superficie edificada, de la inclinación del terreno, de su permeabilidad, del estado de saturación en que se encuentra, etc., y a falta de da-

tos especiales a las localidades por servir, tomaremos como punto de partida las observaciones de M. Belgrand en París, que fijan como duración del escurrimiento un tiempo 3 veces mayor que el de la más fuerte lluvia observada, que fue de 125 litros por segundo y por hectárea, lo que da 41 litros por segundo y por hectárea escurridos en el mismo tiempo.

La cifra en que se ha basado la canalización de Berlín es sólo la mitad.

Como en algunos casos una fórmula empírica puede ser preferida, damos a continuación la de Burkli⁸.

$$A_F = \frac{0,5 R \sqrt[4]{g}}{\sqrt[4]{F}}$$

En que:

A_F = volumen de agua que la cloaca debe evacuar por segundo.

F = extensión de la cuenca tributaria en hectáreas.

R = lluvia en litros por segundo.

g = pendiente del terreno.

b) Aguas ordinarias

Llamamos así las que tienen cierto carácter de permanencia y continuidad, como son las aguas de uso doméstico, las aguas del servicio público, las aguas industriales y finalmente el producto de los excusados aún sin aparato divisor, a condición que los *water closets* sean lavados por abundantes largadas de agua (13 litros por visita es la práctica en Inglaterra y en Estados Unidos).

En cuanto a las aguas subterráneas es costumbre no tomarlas en cuenta más que en el trazado y perfil de las cloacas, tomando disposiciones especiales a cada caso si, por su abundancia o por su proximidad a la superficie, llegasen a entorpecer los trabajos.

El volumen máximo de las aguas ordinarias es de fácil determinación en las ciudades donde existe ya una distribución pública de agua pura o de agua potable. Pero en las ciudades modernas que están en vía de procurarse su dotación completa, la cuestión no es tan fácil porque los usos y costumbres representan un papel considerable.

Así, en París el servicio público tiene una enorme importancia, que corresponde a más de 100 litros por habitante y por día, pero el lavado de las calles consume casi la totalidad.

En Londres, Berlín y Viena, donde no se lavan las calles, el consumo de agua de uso público es muy inferior; sin embargo, como no hay grave inconveniente y sí grandes ventajas en exagerar la cifra del consumo, adoptaremos como volumen máximo de las aguas ordinarias 150 litros por habitante y por día.

Si, pues, designamos por S el número de hectáreas servidas por las cloacas, y por N el número de habitantes por hectárea, el volumen ordinario repartido en 12 horas solamente se expresará por la fórmula siguiente, que da el número de litros por segundo:

⁸ *Mittheilungen des Schweizerischen Ingenieur-und Architekten-Vereins* 1880.

$$Q = 0,00000347 \times SN$$

La existencia de grandes industrias podría llegar a hacer escasa esta cantidad, puesto que una sola máquina de 500 caballos consume tanta agua como una ciudad de 20.000 almas. Pero los grandes establecimientos industriales se ubican fuera del recinto urbano a proximidad de las corrientes naturales donde, sin gran inconveniente, pueden arrojarse las aguas de residuo.

Perfil longitudinal

El tipo racional de una cloaca no es la disposición que ocasiona una limpia más o menos fácil, sino una limpia automática por medio del agua.

Que este ideal se ha realizado, lo prueba la experiencia de varias ciudades inglesas y alemanas, entre otras, Frankfurt, que hace la limpia de toda la red de sus cloacas por medio de *chasses* o largadas de agua y con la vigilancia de 5 fontaneros solamente, cuando en París, se necesitan 1.200 fontaneros.

El ejemplo de Frankfurt no es aislado y puede decirse que en una ciudad donde el declive del terreno no es excepcionalmente débil, y donde el consumo del agua se aproxima a 150 litros por habitante y por día, una red de cloacas bien establecida debe limpiarse por su propia agua acumulada en depósitos de *chasses* automáticas. Es menester, sin embargo, que medidas eficaces impidan la introducción de cuerpos sólidos y voluminosos en las cloacas y que en el proyecto predomine un estudio racional del conjunto y del detalle.

Pendiente

Como el agua acarrea siempre partículas sólidas en suspensión, es menester dar a la cloaca una pendiente tal que la velocidad de escurrimiento no baje de cierto límite.

El eminente ingeniero inglés Baldwin Latham, después de numerosas experiencias, fija para una cloaca bien construida una velocidad en el fondo, de dos pies ingleses. Es evidente que a mayor velocidad corresponde mayor fuerza de arrastre, y como para un volumen dado a menor sección corresponde mayor velocidad, se sigue que la sección económica en la construcción es también económica en la explotación.

Perfil transversal

En atención a la gran variación del volumen de agua que las cloacas deben evacuar es racional elegir el perfil que dé las mejores condiciones de escurrimiento con un pequeño volumen de agua lo mismo que con uno grande. Esta circunstancia se realiza en el perfil ovoidal. El diámetro del radier se determina por la consideración del volumen ordinario y la capacidad total se apropia a la consideración, no del volumen máximo absoluto que conducirá a resultados inadmisibles, sino al máximo ordinario, resultado de una lluvia ordinaria, para la cual se supone que el grado de polución de las aguas de la cloaca ya disminuido por el aumento de volumen puede despreciarse. Todo volumen que exceda al de una lluvia semejante se

evacuará por vertederos o derrames hacia el río o corriente natural que más pronto se encuentra sin temor de contaminar sus aguas. La dificultad que lleva consigo esta determinación, y, por consiguiente, la determinación de la altura a que deben colocarse los vertederos, se ha resuelto en Frankfurt y en Wiesbaden, suponiendo a la lluvia ordinaria, que hace inofensivas las aguas de la cloaca, un volumen 5 veces mayor que el de las aguas ordinarias.

En Berlín la proporción ha sido de 1 a 4⁹. Para las ramificaciones en que el volumen es pequeño se emplearán tubos de greda vidriados en su interior, los cuales por sus excelentes cualidades de impermeabilidad, pulimento interior, resistencia contra los ácidos grasos y otros, bajo precio y, por último, facilidad de limpia por medio de *chasses* o largadas de agua, son las cloacas por excelencia.

En Berlín los $\frac{4}{5}$ de la canalización son de tubos. En las calles anchas se han colocado dos tubos en lugar de uno.

En Frankfurt el tipo ovoidal de 0,93 m por 0,62 m hecho de concreto forma el 50% de la canalización.

Naturaleza de las paredes

Habiendo gran interés en que las paredes interiores sean tan lisas como sea posible, el material que se presta mejor es el concreto o la albañilería de ladrillo estucada, como se ha hecho en París, Londres, Berlín, Frankfurt, etcétera.

Cálculo de la sección. Determinada la naturaleza de las paredes, el perfil transversal y la pendiente, fácil es, valiéndose de las fórmulas conocidas, formar un cuadro con diferentes valores de la pendiente, de la sección, de la velocidad y del volumen de agua máximo que la cloaca debe evacuar.

Un cuadro semejante es de la mayor importancia para el cálculo de una red de cloacas en que la incógnita es tan pronto la sección, tan pronto la pendiente, y por fin el volumen de agua.

Las fórmulas más acreditadas son, como se sabe, las de Darcy y Bazin. Serán las que nosotros adoptaremos, modificando un tanto los coeficientes de la primera categoría conforme a los resultados obtenidos por los ingenieros del servicio hidráulico de la ciudad de Mayence.

La fórmula que ha servido para formar los cuadros que damos a continuación es, pues, la siguiente:

$$\frac{R i}{v^2} = A \quad \text{en que}$$

$$R = \text{radio medio} = \frac{\text{sección líquida}}{\text{perímetro mojado}}$$

$$i = \text{pendiente superficial}$$

$$v = \text{velocidad media}$$

$$A = \alpha + \frac{b}{R} = 0,00017 + \frac{0,0000884}{R}$$

⁹ Hobrech, "Die canalizacion von Berlin", p. 32.

Perfil 1,20/0,80

Altura de agua h m	Sección líquida s m ²	Perímetro mojado φ m	Radio medio R m	v m	Pendiente																	
					1:800		1:600		1:500		1:400		1:300		1:250		1:200		1:150		1:100	
					v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q
0,05	0,009	0,289	0,031	0,29	2,7	0,34	3,1	0,37	3,4	0,41	3,8	0,48	4,4	0,53	4,8	0,58	5,4	0,68	6,2	0,82	6,16	
0,10	0,025	0,419	0,058	0,47	11,7	0,55	13,6	0,60	14,9	0,67	16,6	0,67	19	0,85	21	0,94	23,4	1,10	27	1,34	33,2	
0,15	0,044	0,542	0,081	0,60	26	0,69	30	0,76	33	0,85	37	0,97	43	1,07	47	1,20	52	1,38	60	1,70	74	
0,20	0,066	0,658	0,101	0,69	46	0,80	53	0,88	58	0,98	65	1,14	75	1,25	82	1,38	92	1,60	106	1,96	130	
0,25	0,092	0,771	0,119	0,78	71	0,90	82	0,98	90	1,10	100	1,27	116	1,39	127	1,56	142	1,80	162	2,20	200	
0,30	0,119	0,882	0,135	0,85	101	0,98	117	1,07	128	1,19	143	1,39	165	1,52	181	1,70	202	1,96	234	2,38	286	
0,35	0,150	0,991	0,151	0,91	136	1,05	157	1,15	172	1,28	192	1,48	222	1,62	243	1,82	272	2,10	314	2,56	384	
0,40	0,182	1,098	0,165	0,96	175	1,11	202	1,22	221	1,36	247	1,57	286	1,72	313	1,92	350	2,22	404	2,72	494	
0,45	0,216	1,201	0,179	1,01	218	1,17	252	1,28	276	1,43	308	1,64	356	1,80	390	2,02	436	2,34	504	2,86	616	
0,50	0,251	1,308	0,192	1,05	265	1,22	306	1,33	335	1,48	374	1,71	433	1,87	474	2,10	530	2,44	612	2,96	748	
0,60	0,326	1,513	0,216	1,12	368	1,30	425	1,43	466	1,60	520	1,83	600	2,02	659	2,24	736	2,60	850	3,20	1.040	
0,70	0,404	1,716	0,236	1,19	481	1,38	556	1,51	610	1,69	680	1,94	786	2,13	862	2,38	962	2,76	1.112	3,38	1.360	
0,80	0,485	1,916	0,253	1,23	600	1,43	695	1,57	762	1,75	850	2,62	980	2,22	1.077	2,46	1.200	2,86	1.390	3,50	1.700	
1,00	0,638	2,406	0,265	1,27	810	1,47	936	1,61	1.025	1,80	1.145	2,08	1.325	2,28	1.450	2,54	1.620	2,94	1.872	3,60	2.290	
1,16	0,725	2,822	0,257	1,24	900	1,44	1.045	1,57	1.135	1,76	1.275	2,03	1.470	2,22	1.615	2,48	1.800	2,88	2.090	3,52	2.550	
1,20	0,735	3,172	0,232	1,17	860	1,36	1.000	1,49	1.095	1,66	1.220	1,92	1.410	2,11	1.550	2,34	1.720	2,72	2.000	3,32	2.440	

Perfil 1,05/0,60

Altura de agua <i>h</i> m	Sección líquida <i>s</i> m ²	Perímetro mojado <i>p</i> m	Radio medio <i>R</i> $\frac{r}{2}$	1:800		1:600		1:500		1:400		1:300		1:250		1:200		1:150		1:100			
				<i>v</i>	<i>Q</i>																		
				litros p.s.																			
0,05	0,008	0,252	0,030	0,29	2,2	0,33	2,6	0,36	2,8	0,40	3,2	0,47	3,6	0,51	4,0	0,57	4,5	0,67	5,1	0,82	6,3		
0,10	0,021	0,378	0,055	0,46	9,7	0,53	11	0,58	12,2	0,65	13,7	0,75	15,8	0,82	17	0,92	19	1,06	22	1,30	27		
0,15	0,038	0,498	0,075	0,57	21	0,66	24	0,72	27	0,81	30	0,93	35	1,02	38	1,14	43	1,32	49	1,62	61		
0,20	0,057	0,613	0,093	0,66	38	0,76	43	0,84	48	0,93	53	1,08	62	1,18	67	1,32	75	1,53	87	1,87	106		
0,25	0,079	0,723	0,109	0,74	58	0,85	67	0,93	73	1,04	82	1,20	95	1,32	104	1,48	117	1,70	135	2,09	165		
0,30	0,103	0,830	0,124	0,80	83	0,92	95	1,01	104	1,13	117	1,31	135	1,43	148	1,60	166	1,85	190	2,27	234		
0,35	0,129	0,934	0,138	0,86	110	0,99	127	1,08	140	1,21	156	1,40	180	1,53	198	1,72	221	1,98	255	2,43	312		
0,40	0,156	1,037	0,151	0,91	142	1,05	163	1,15	179	1,28	200	1,48	232	1,62	253	1,81	284	2,10	325	2,57	400		
0,50	0,214	1,124	0,173	0,99	212	1,13	241	1,24	265	1,39	297	1,61	354	1,76	376	1,98	424	2,26	482	2,78	594		
0,60	0,272	1,437	0,191	1,05	285	1,21	328	1,33	360	1,48	402	1,71	464	1,87	508	2,10	570	2,42	656	2,96	804		
0,80	0,388	1,845	0,212	1,11	430	1,28	496	1,41	546	1,57	608	1,82	705	1,99	774	2,22	860	2,56	992	3,14	1.216		
1,02	0,490	2,385	0,205	1,09	533	1,26	616	1,38	675	1,54	754	1,78	872	1,95	955	2,18	1.066	2,52	1.232	2,08	1.508		
1,05	0,495	2,660	0,186	1,03	509	1,19	588	1,31	647	1,46	722	1,69	835	1,85	915	2,03	1.018	2,38	1.176	2,92	1.444		

Perfil 0,60/0,40

Altura de agua h m	Sección líquida s m ²	Perímetro mojado p m	Radio medio R m	Pendiente																	
				1:500		1:400		1:300		1:250		1:200		1:150		1:100		1:175		1:150	
				v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q
litros m	litros p.s.	litros m	litros p.s.	litros m	litros p.s.	litros m	litros p.s.	litros m	litros p.s.	litros m	litros p.s.	litros m	litros p.s.	litros m	litros p.s.	litros m	litros p.s.	litros m	litros p.s.		
0,01	0,0006	0,090	0,0065	0,09	0,1	0,10	0,1	0,12	0,1	0,13	0,1	0,15	0,1	0,16	0,1	0,20	0,1	0,23	0,1	0,29	0,2
0,02	0,0016	0,127	0,013	0,11	0,3	0,19	0,3	0,22	0,4	0,24	0,4	0,27	0,4	0,31	0,5	0,38	0,6	0,44	0,7	0,54	0,9
0,03	0,003	0,158	0,018	0,23	0,6	0,26	0,7	0,30	0,9	0,33	1,0	0,37	1,1	0,43	1,3	0,53	1,5	0,61	1,8	0,75	2,2
0,04	0,004	0,185	0,024	0,30	1,3	0,33	1,4	0,38	1,7	0,42	1,9	0,47	2,1	0,54	2,4	0,66	2,9	0,77	3,4	0,94	4,2
0,05	0,006	0,210	0,029	0,35	2,1	0,39	2,4	0,45	2,8	0,49	3,1	0,55	3,5	0,64	4,0	0,78	4,9	0,90	5,6	1,11	6,9
0,06	0,008	0,235	0,034	0,39	3,1	0,44	3,5	0,51	4,0	0,56	4,4	0,63	5	0,72	5,7	0,88	7,0	1,02	8,1	1,25	9,9
0,08	0,012	0,283	0,042	0,47	5,6	0,53	6,3	0,61	7,3	0,67	8,0	0,75	9	0,80	10,4	1,06	12,7	1,22	14,7	1,49	18
0,10	0,017	0,331	0,050	0,54	8,9	0,60	9,9	0,69	11,4	0,75	12,5	0,84	14	0,97	16,1	1,19	19,8	1,38	22,8	1,69	27
0,15	0,030	0,443	0,067	0,67	20	0,75	22	0,86	26	0,95	28	1,06	31	1,22	36	1,49	44	1,73	51	2,11	63
0,20	0,046	0,550	0,083	0,77	35	0,86	39	1,00	45	1,09	49	1,22	55	1,41	64	1,72	78	1,99	90	2,44	111
0,30	0,081	0,757	0,108	0,92	75	1,03	84	1,19	97	1,31	106	1,46	118	1,68	137	2,06	168	2,38	194	2,92	237
0,40	0,121	0,958	0,126	1,02	123	1,14	138	1,32	160	1,45	175	1,62	196	1,87	226	2,29	277	2,64	320	3,24	392
0,50	0,159	1,167	0,136	1,07	171	1,20	191	1,39	221	1,52	242	1,70	271	1,96	313	2,41	383	2,78	443	3,40	542
0,58	0,182	1,406	0,130	1,04	190	1,16	212	1,34	245	1,47	268	1,64	300	1,89	346	2,33	424	2,68	490	3,28	600
0,60	0,184	1,586	0,116	0,96	178	1,08	199	1,25	230	1,37	252	1,53	282	1,77	325	2,17	398	2,50	460	3,06	564

Perfil 0,45/0,30

Altura de agua <i>h</i> m	Sección líquida <i>s</i> m ²	Perímetro mojado <i>p</i> m	Radio medio <i>R</i> $\frac{r}{2}$	Pendiente																			
				1:500		1:400		1:300		1:250		1:200		1:150		1:100		1:75		1:50		1:30	
				<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>																
litros m	p.s.	litros m	p.s.	litros m	p.s.	litros m	p.s.	litros m	p.s.	litros m	p.s.	litros m	p.s.	litros m	p.s.	litros m	p.s.	litros m	p.s.	litros m	p.s.		
0,01	0,0005	0,078	0,0065	0,09	0,1	0,10	0,1	0,12	0,1	0,13	0,1	0,14	0,1	0,16	0,1	0,20	0,1	0,23	0,1	0,29	0,2	0,38	0,2
0,02	0,0014	0,110	0,0125	0,16	0,2	0,19	0,2	0,21	0,3	0,23	0,3	0,26	0,4	0,30	0,4	0,38	0,5	0,43	0,6	0,53	0,7	0,69	1,0
0,03	0,0025	0,138	0,018	0,23	0,5	0,26	0,6	0,30	0,8	0,33	0,8	0,37	0,9	0,42	1,1	0,52	1,3	0,60	1,5	0,74	1,9	0,96	2,4
0,04	0,004	0,164	0,023	0,29	1,1	0,32	1,2	0,37	1,4	0,40	1,6	0,45	1,7	0,52	2,0	0,64	2,5	0,74	2,8	0,91	3,5	1,18	4,5
0,05	0,005	0,189	0,027	0,33	1,8	0,37	2,0	0,43	2,3	0,47	2,5	0,53	2,8	0,61	3,2	0,75	3,9	0,86	4,5	1,06	5,5	1,37	7,1
0,06	0,007	0,213	0,031	0,38	2,5	0,42	2,8	0,48	3,3	0,53	3,6	0,59	4,0	0,68	4,6	0,84	5,6	0,97	6,5	1,19	8,0	1,54	10,3
0,08	0,010	0,260	0,039	0,45	4,6	0,50	5,1	0,57	5,9	0,63	6,4	0,70	7,2	0,81	8,3	1,00	10,2	1,15	11,8	1,41	14,4	1,82	18,6
0,10	0,014	0,305	0,046	0,51	7,2	0,57	8	0,65	9,3	0,71	10,2	0,80	11,4	0,92	13,2	1,13	16,1	1,31	18,6	1,60	22,6	2,06	29
0,15	0,025	0,413	0,062	0,63	16	0,70	18	0,81	20,8	0,89	22,8	0,99	25,5	1,15	29,4	1,40	36,1	1,62	41,6	1,99	51	2,56	65
0,20	0,039	0,517	0,075	0,72	28	0,81	31	0,93	36	1,02	39	1,14	44	1,31	51	1,61	62	1,86	72	2,28	88	2,94	113
0,30	0,068	0,718	0,094	0,84	57	0,94	64	1,09	74	1,20	81	1,34	91	1,54	105	1,89	129	2,19	148	2,68	182	3,46	235
0,40	0,095	0,937	0,102	0,89	85	1,00	95	1,15	110	1,26	120	1,40	134	1,62	155	1,99	190	2,30	220	2,81	269	3,64	348
0,43	0,101	1,034	0,098	0,87	88	0,97	99	1,12	114	1,23	125	1,37	140	1,58	161	1,94	197	2,24	228	2,74	280	3,54	361
0,45	0,103	1,189	0,087	0,79	82	0,89	92	1,03	106	1,13	116	1,26	130	1,46	151	1,78	184	2,05	213	2,52	261	3,27	337

Perfil 0,375/0,25

Altura de agua m	s m ²	Sección líquida m	Perímetro mojado m	Radio medio m	v	Pendiente																																			
						1:400	1:300	1:250	1:200	1:150	1:100	1:75	1:50	1:30	1:25																										
h	s	φ	R	$\frac{v}{s}$	Q	litros	p.s.	m	Q	litros	p.s.	m	Q	litros	p.s.	m	Q	litros	p.s.	m	Q	litros	p.s.	m	Q	litros	p.s.	m													
0,01	0,0005	0,078	0,0065	0,10	0,1	0,12	0,1	0,13	0,1	0,15	0,1	0,17	0,1	0,20	0,1	0,24	0,1	0,29	0,2	0,38	0,2	0,38	0,2	0,41	0,2	0,2	0,38	0,2	0,38	0,2	0,41	0,2	0,2	0,38	0,2	0,38	0,2	0,41	0,2		
0,02	0,0014	0,112	0,0125	0,19	0,3	0,22	0,3	0,24	0,3	0,27	0,4	0,31	0,4	0,38	0,5	0,44	0,6	0,53	0,8	0,69	1,0	0,69	1,0	0,76	1,1	0,8	0,69	1,0	0,69	1,0	0,76	1,1	0,8	0,69	1,0	0,69	1,0	0,76	1,1		
0,03	0,0025	0,139	0,018	0,26	0,7	0,30	0,8	0,33	0,8	0,37	0,9	0,43	1,1	0,52	1,3	0,61	1,5	0,74	1,9	0,96	2,4	0,96	2,4	1,05	2,6	1,9	0,96	2,4	0,96	2,4	1,05	2,6	1,9	0,96	2,4	0,96	2,4	1,05	2,6		
0,04	0,004	0,164	0,023	0,32	1,2	0,37	1,4	0,41	1,6	0,46	1,7	0,53	2,0	0,65	2,5	0,75	2,9	0,92	3,5	1,18	4,5	1,18	4,5	1,30	4,9	3,5	1,18	4,5	1,18	4,5	1,30	4,9	3,5	1,18	4,5	1,18	4,5	1,30	4,9		
0,05	0,005	0,188	0,028	0,38	2,0	0,43	2,3	0,48	2,5	0,53	2,8	0,61	3,2	0,75	3,9	0,87	4,5	1,06	5,5	1,37	7,1	1,37	7,1	1,51	7,8	5,5	1,37	7,1	1,37	7,1	1,51	7,8	5,5	1,37	7,1	1,37	7,1	1,51	7,8		
0,06	0,007	0,212	0,032	0,42	2,8	0,49	3,3	0,53	3,6	0,59	4,0	0,69	4,6	0,84	5,6	0,97	6,5	1,19	8,0	1,53	10,3	1,53	10,3	11,3	11,3	8,0	1,53	10,3	1,53	10,3	11,3	11,3	8,0	1,53	10,3	1,53	10,3	11,3	11,3		
0,08	0,010	0,257	0,039	0,49	5,0	0,57	5,7	0,63	6,3	0,70	7,0	0,81	8,1	0,99	9,9	1,14	11,4	1,40	14	1,81	18,1	1,81	19,8	19,8	14	1,81	18,1	1,81	19,8	19,8	14	1,81	18,1	1,81	19,8	19,8	14	1,81	18,1	1,81	19,8
0,10	0,014	0,301	0,046	0,56	7,7	0,65	8,8	0,71	9,7	0,79	10,8	0,91	12,5	1,12	15,3	1,29	17,7	1,58	21	2,04	28	2,04	28	3,06	3,06	21	2,04	28	2,04	28	3,06	3,06	21	2,04	28	2,04	28	3,06	3,06		
0,15	0,024	0,404	0,060	0,69	16,6	0,79	19,2	0,87	21	0,97	23	1,12	27	1,38	33	1,59	38	1,94	47	2,51	60	2,51	60	66,6	66,6	47	2,51	60	2,51	60	66,6	66,6	47	2,51	60	2,51	60	66,6	66,6		
0,25	0,048	0,605	0,080	0,85	41	0,98	47	1,07	51	1,20	58	1,38	67	1,69	82	1,95	95	2,39	115	3,09	149	3,09	149	163,8	163,8	115	3,09	149	3,09	149	163,8	163,8	115	3,09	149	3,09	149	163,8	163,8		
0,36	0,071	0,873	0,081	0,85	61	0,98	69	1,07	76	1,20	85	1,38	97	1,70	120	1,95	138	2,40	170	3,10	220	3,10	220	240	240	170	3,10	220	3,10	220	240	240	170	3,10	220	3,10	220	240	240		
0,375	0,073	0,997	0,073	0,79	58	0,92	67	1,00	73	1,12	82	1,30	95	1,59	116	1,83	134	2,24	164	2,90	211	2,90	211	231,7	231,7	164	2,90	211	2,90	211	231,7	231,7	164	2,90	211	2,90	211	231,7	231,7		

Perfil 0,30/0,20

Altura de agua <i>h</i> m	Sección líquida <i>s</i> m ²	Perímetro mojado <i>p</i> m	Radio medio <i>R</i> $\frac{d}{4}$	Pendiente																			
				1:400		1:300		1:250		1:200		1:150		1:100		1:75		1:50		1:30		1:25	
				<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>	<i>v</i>	<i>Q</i>
0,01	0,0005	0,078	0,0065	0,10	0,1	0,12	0,1	0,13	0,1	0,15	0,1	0,17	0,1	0,20	0,1	0,24	0,1	0,29	0,2	0,38	0,2	0,41	0,2
0,02	0,0014	0,112	0,0125	0,19	0,3	0,22	0,3	0,24	0,3	0,27	0,4	0,31	0,4	0,38	0,5	0,44	0,6	0,53	0,8	0,69	1,0	0,76	1,1
0,03	0,0025	0,139	0,018	0,26	0,7	0,30	0,8	0,33	0,8	0,37	0,9	0,43	1,1	0,52	1,3	0,61	1,5	0,74	1,9	0,96	2,4	1,05	2,6
0,04	0,004	0,164	0,023	0,32	1,2	0,37	1,4	0,41	1,6	0,46	1,7	0,53	2,6	0,65	2,5	0,75	2,9	0,92	3,5	1,18	4,5	1,30	4,9
0,05	0,005	0,188	0,028	0,38	2,0	0,43	2,3	0,48	2,5	0,53	2,8	0,61	3,2	0,75	3,9	0,87	4,5	1,06	5,5	1,37	7,1	1,51	7,8
0,06	0,007	0,212	0,032	0,42	2,8	0,49	3,3	0,53	3,6	0,59	4,0	0,69	4,6	0,84	5,6	0,97	6,5	1,19	8,0	1,53	10,3	1,68	11,3
0,08	0,010	0,253	0,040	0,50	5,0	0,58	5,8	0,63	6,3	0,71	7,1	0,82	8,2	1,01	10,1	1,16	11,6	1,43	14,3	1,84	18,4	2,02	20,2
0,10	0,013	0,294	0,044	0,54	7,0	0,62	8,0	0,68	8,8	0,76	9,8	0,89	11,6	1,09	14,2	1,24	16,1	1,54	20	1,99	25,9	2,18	28,3
0,15	0,022	0,387	0,057	0,65	14,3	0,75	16,5	0,82	18	0,92	20,2	1,08	23,8	1,32	29	1,50	33	1,86	41	2,40	53	2,64	58
0,20	0,032	0,486	0,066	0,73	23,4	0,85	27	0,93	30	1,03	33	1,19	38	1,46	47	1,70	54	2,06	67	2,66	85	2,92	93
0,29	0,046	0,706	0,065	0,73	33	0,84	38	0,92	42	1,02	47	1,18	54	1,45	67	1,68	77	2,05	94	2,65	122	2,90	103
0,30	0,047	0,796	0,059	0,68	32	0,78	36	0,86	40	0,96	44	1,10	51	1,35	63	1,56	73	1,91	90	2,46	115	2,70	126

Perfil 0,15/0,15

Altura de agua h	s m ²	Sección líquida	Perímetro mojado	Radio medio	Pendiente																				
					1:200	1:150	1:100	1:75	1:50	1:40	1:30	1:25	1:20	1:15											
Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v								
litros	m	litros	m	litros	m	litros	m	litros	m	litros	m	litros	m	litros	m	litros	m								
p.s.	m	p.s.	m	p.s.	m	p.s.	m	p.s.	m	p.s.	m	p.s.	m	p.s.	m	p.s.	m								
Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v								
litros	m	litros	m	litros	m	litros	m	litros	m	litros	m	litros	m	litros	m	litros	m								
p.s.	m	p.s.	m	p.s.	m	p.s.	m	p.s.	m	p.s.	m	p.s.	m	p.s.	m	p.s.	m								
0,01	0,0005	0,078	0,0065	0,15	0,1	0,17	0,1	0,20	0,1	0,24	0,1	0,29	0,2	0,32	0,2	0,38	0,2	0,41	0,2	0,46	0,3	0,54	0,3		
0,02	0,0014	0,112	0,0125	0,27	0,4	0,31	0,4	0,38	0,5	0,44	0,6	0,53	0,8	0,59	0,9	0,69	1,0	0,76	1,1	0,84	1,1	0,84	1,260	0,97	1,4
0,03	0,0025	0,139	0,018	0,37	0,9	0,43	1,1	0,52	1,3	0,61	1,5	0,74	1,9	0,83	2,1	0,96	2,4	1,05	2,6	1,17	3,00	1,35	3,4	3,4	
0,04	0,004	0,164	0,023	0,46	1,7	0,53	2,0	0,65	2,5	0,75	2,9	0,92	3,5	1,03	3,9	1,18	4,5	1,30	4,9	1,45	5,5	1,66	6,3	6,3	
0,05	0,005	0,188	0,028	0,53	2,8	0,61	3,2	0,75	3,9	0,87	4,5	1,06	5,5	1,18	6,1	1,37	7,1	1,51	7,8	1,68	8,7	1,93	10,0	10,0	
0,075	0,009	0,235	0,0375	0,67	6,0	0,77	6,8	0,95	8,3	1,10	9,7	1,34	11,6	1,50	13,1	1,73	15,1	1,90	16,6	2,12	18,5	2,45	21,5	21,5	
0,15	0,0175	0,470	0,0375	0,67	11,7	0,77	13,5	0,95	16,6	1,10	19,4	1,34	23,3	1,50	26,2	1,73	30,2	1,90	33,2	2,12	37,0	2,45	43,0	43,0	

Perfil 0,10/0,10

Altura de agua h	Sección líquida s	Perímetro mojado φ	Radio medio R	Pendiente																	
				1:100		1:75		1:50		1:40		1:30		1:25		1:20		1:15		1:10	
				v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q
m	m ²	m	litros	m	litros	m	litros	m	litros	m	litros	m	litros	m	litros	m	litros	m	litros		
0,01	0,0003	0,064	0,0047	0,15	0,5	0,17	0,5	0,21	0,6	0,24	0,7	0,27	0,8	0,30	0,9	0,33	0,1	0,39	0,1	0,47	0,1
0,02	0,0010	0,092	0,010	0,31	0,3	0,36	0,4	0,44	0,4	0,49	0,5	0,56	0,5	0,62	0,6	0,69	0,7	0,80	0,8	0,98	1,0
0,03	0,0019	0,116	0,016	0,47	0,9	0,54	1,0	0,66	1,2	0,74	1,4	0,86	1,6	0,94	1,8	1,05	2,0	1,21	2,3	1,50	2,8
0,04	0,0029	0,137	0,021	0,61	1,7	0,70	2,0	0,86	2,5	0,96	2,8	1,10	3,2	1,22	3,5	1,36	4,0	1,57	4,5	1,92	5,5
0,05	0,0039	0,157	0,025	0,70	2,7	0,81	3,1	0,99	3,8	1,10	4,3	1,28	5,0	1,38	5,4	1,57	6,1	1,80	7,0	2,21	8,6
0,10	0,0078	0,314	0,025	0,70	5,4	0,81	6,3	0,99	7,7	1,10	8,6	1,28	10,0	1,38	10,8	1,57	12,2	1,80	14,0	2,21	17,2

Obras accesorias

Las obras accesorias de la canalización son:

- 1° Las bocas de cloacas para las aguas de lluvia;
- 2° Las chimeneas de visita;
- 3° Las obras especiales para la ventilación;
- 4° Las instalaciones destinadas a producir la limpia por medio de largadas de agua o *chasses*.

Bocas

Las bocas de cloacas, destinadas a recibir el agua de lluvia que corre por los badenes de las calles, consisten esencialmente en un pozo que recibe, y en cuyo fondo se depositan la arena y otras materias densas, y que comunica con la cloaca por medio de un sifón que sólo permite el pasaje al agua y a las materias en suspensión. En Frankfurt y en Wiesbaden se ha empleado una disposición muy ingeniosa que consiste en colocar en el fondo del pozo un cilindro de palastro, con un aro que se abate y que permite levantarlo con el auxilio de una pequeña grúa colocada en el carretón que transporta los depósitos. La limpia se opera, pues, con un esfuerzo vertical y un movimiento de báscula.

Chimeneas de visita

Las chimeneas de visita consisten en un pozo vertical, cuyo eje encuentra el eje de la cloaca. Por este pozo bajan los fontaneros a inspeccionar el estado de la cloaca y operar las *chasses* por medio del agua acumulada delante de una compuerta. Estas chimeneas están cubiertas con una puerta en forma de rejilla para la entrada del aire fresco.

Ventilación

La ventilación de las cloacas es de la más alta importancia a fin de que el oxígeno del aire produzca su acción benéfica purificando el aire confinado, oxidando las materias orgánicas en descomposición y atenuando los virus o microbios de enfermedades contagiosas. Esta cuestión, que ha sido sumamente debatida, parece al fin resuelta con la ya larga e importante experiencia de las ciudades de Brooklyn y de Frankfurt, que no emplean el sifón disconector entre la cloaca y el tubo de ventilación de la habitación.

La ventilación de la cloaca se hace, pues, simplemente por el tubo de ventilación del drenaje doméstico y que, abierto en su parte superior a un metro más alto que el techo de la habitación, produce un fuerte tiraje hacia una corriente de aire puro que reconstituye el aire viciado.

Esta disposición suprime todo olor infecto al nivel de las calles, puesto que, como lo ha observado M. M. Davy, sobre 1.000 bocas visitadas en París, el aire infecto salía a la calle por 500 bocas aproximadamente, mientras que en Brooklyn y Frankfurt el aire viciado se escapa por las altas chimeneas de ventilación del drenaje doméstico.

La muy notable disminución del tifus en las ciudades de Brooklyn y Frankfurt se atribuye a su racional sistema de ventilación.

“En este momento –dice el eminente ingeniero inglés Roberto Rawlinson– no conozco mejores trabajos de cloacas públicas y de drenaje doméstico que los de Frankfurt, tanto en Inglaterra como en el extranjero”¹⁰.

Según el distinguido higienista Warrentrapp, la mortalidad por fiebre tifoidea ha disminuido en Frankfurt de 89 a 18 por 1.000¹¹.

Limpias

El mejor medio de mantener limpias las cloacas, y como consecuencia, el mejor medio de impedir que se vicie el aire confinado, consiste en frecuentes y metódicas *chasses*, ya sea automáticas, ya en épocas determinadas por la inspección del servicio y por medio de un suficiente número de compuertas.

Gracias a este sistema Frankfurt mantiene en perfecto estado de limpieza su sistema de cloacas, con un personal de cinco hombres solamente, cuando en París el personal de fontaneros es de mil doscientos.

Al hacer la aplicación a las principales ciudades de Chile de los principios técnicos desarrollados en esta memoria, se darán los modelos y los tipos de aparatos preconizados en la práctica y que realizan el máximo de efecto útil en un drenaje doméstico y en una red de cloacas públicas.

Gante, 30 de marzo de 1890.

V. MARTÍNEZ
Ingeniero

¹⁰ *The Builder*, 1882, p. 444.

¹¹ *4me Congrès d'hygiène*, Geneve, 1882, tít. II, p. 302.

DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS

PROYECTO
DE
DESAGUES

PARA LA
ZONA CENTRAL DE LA CIUDAD DE SANTIAGO

POR

VALENTÍN MARTÍNEZ
INGENIERO

Miembro del Consejo Superior de Higiene Pública, Jefe de la Sección de Hidráulica,
Puentes y Caminos de la Dirección General de Obras Públicas,
Miembro Honorario de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
de la Universidad de Chile, Fiscal Superior y Arbitro
en la construcción de los desagües de Iquique, Ingeniero Consultor Técnico de la
I. Municipalidad de Santiago, Ex-Profesor de Puentes y Calzadas
de la Universidad de Chile



SANTIAGO DE CHILE
IMPRENTA GUTENBERG
38—ESTADO—38
—
1893

Santiago, 21 de enero de 1893.

I. municipalidad:

Me es satisfactorio entregaros completo el proyecto de desagües de la hoya central de Santiago que vuestra Comisión de Higiene y Salubridad Pública se dignó confiarme.

Debo manifestaros que las distintas partes del proyecto han sido examinadas por el consejo de obras públicas y han recibido la aprobación unánime de sus miembros.

No teniendo el presente trabajo otro mérito que el deseo sincero de ayudaros en la realización de la obra en que estáis empeñados, espero tengáis a bien encomendarme las modificaciones que creáis necesarias al ser sometido a vuestra consideración.

V. MARTÍNEZ
Ingeniero

A la I. municipalidad de Santiago.

Santiago, 22 de octubre de 1892

Señor director:

Cumpliendo con el honroso encargo del señor ministro de Industria y Obras Públicas y de la I. municipalidad, de revisar los planos de los desagües de Santiago que la oficina de mi cargo ha hecho en época anterior, he sido conducido, por las razones que expondré, a confeccionar un nuevo proyecto, más en armonía con los progresos realizados por la ciencia sanitaria.

Un sistema de desagües, cuando está bien estudiado, constituye el más importante trabajo que una aglomeración urbana puede realizar en protección de la salud pública; pero si no se consultan las disposiciones racionales, que evitan los graves inconvenientes, que llevan consigo una ventilación y un lavado imperfectos, vale más no tener desagües, si ellos han de ser causa de envenenamiento de nuestros alimentos y del aire que respiramos. Sería temeraria y nunca bastante sentida, la construcción de obras valiosísimas, que importaría tantos sacrificios a la nación, si ellas han de empeorar nuestro actual sistema de desagües.

Ventilación y lavado imperfectos: tales son los más graves defectos que he encontrado en el proyecto de desagües de la oficina. El lavado de la inmensa red de cañerías se haría sólo por 48 aparatos automáticos, y el de las alcantarillas sólo por 3 compuertas de lavado, que ni siquiera son apropiadas para producir golpes de agua; respecto del lavado de los aparatos sanitarios del drenaje doméstico nada se dice; por último, no se ha considerado absolutamente la importantísima cuestión de la ventilación de los colectores, de las cañerías y del drenaje doméstico con sus aparatos sanitarios. Y no se diga que esto puede dejarse para más tarde, porque un sistema nacional lleva encarnada, por decirlo así, la cuestión de la ventilación, la cual si se hace bien, como en Frankfurt y Brooklyn, los miasmas pestilentes, los virus o microbios de enfermedades contagiosas serán destruidos; y si se hace mal, cada recinto habitado será un foco de infección.

Otros defectos menos graves se pueden notar en el proyecto que analizo: las paredes de los colectores tienen sólo 0,15 m de espesor. Estamos en un país en que las conmociones terrestres imponen un espesor mayor.

Para colector de 1,80 m se debe fijar 0,20 m por lo menos, y 0,15 m en colectores de 1,50 m.

El precio fijado a las albañilerías en forma ovoide es también muy bajo, en atención a que el ladrillo debe ser de fabricación especial y el trabajo de gran firmeza.

Razones son éstas que me han decidido a presentar a la aprobación del honorable consejo de obras públicas el proyecto que acompaño.

Consulta este proyecto el mejor sistema de ventilación que la ciencia sanitaria ha realizado hasta hoy día, y un lavado perfecto de los colectores y cañerías, por medio de aparatos automáticos, servidos por una red completa de cañería de agua bajo presión, que tanto necesita nuestra capital para extinguir en su origen los incendios, que cuestan anualmente ingentes sumas a la propiedad y en especial al comercio.

Acompaño, también, una memoria justificativa, un pliego de condiciones especiales, otro de bases de cálculo, otro de precios unitarios y análisis de los mismos, y por fin, el presupuesto de la obra, calculado para ser ejecutada parcial o totalmente.

Dios guarde a Ud.

V. MARTÍNEZ
Jefe de la sección de Hidráulica

Al señor Director General de Obras Públicas.



Canalización del Mapocho. 1888. Colección Archivo Fotográfico, Museo Histórico, Santiago de Chile.

SANEAMIENTO DE SANTIAGO

(ZONA CENTRAL)

ENTRE EL CERRO SANTA LUCÍA, RÍO MAPOCHO,
ALAMEDA DE MATUCANA Y DE LAS DELICIAS

“La salud pública es el pedestal en que reposa
la felicidad del pueblo y el poder del Estado”
(Disraeli, citado por E. Chadwick)

INTRODUCCIÓN

Lo que decía el gran Ministro es más que una verdad, es un axioma, como lo es que la protección de la salud pública es el primer deber de la administración.

La vida no tiene precio, ha dicho el célebre higienista Baldwin Lathan, y el hombre jamás hará lo bastante para protegerla contra los numerosos peligros que la rodean.

Ya no es posible permanecer indiferente a los progresos realizados por la ciencia sanitaria en protección de la salud y de la vida.

Las condiciones de salubridad en que se han colocado pueblos más adelantados que el nuestro han hecho bajar la mortalidad en una proporción muy notable: de 37 a 20 por 1.000 en Berlín, de 30 a 21 en Washington¹.

Entre nosotros la mortalidad es de 50 por 1.000 aproximadamente, a pesar de la benignidad de nuestro clima, lo que prueba hasta la evidencia las malas condiciones de salubridad en que vivimos. El saneamiento se impone, pues, con fuerza irresistible.

Para apreciar mejor aún los beneficios que resultarán en pro de la salubridad pública y privada, citaremos el hecho bien probado hoy día en Berlín, de que en las casas unidas ya a la canalización de desagües sólo se presenta un caso de fiebre tifoidea por 48 viviendas, mientras que en las que todavía no lo están son 6 veces más numerosas.

¹ Proust, Rapport sur passainissement des villes, 19 de agosto de 1889.

Londres, París, Marsella, Frankfurt, Varsovia, Brooklyn, Nueva York y tantas otras ciudades, beneficiadas como Berlín, nos trazan, con la sanción de la experiencia, el rumbo que debemos seguir en protección de la higiene y salud pública.

Saneamiento y salubridad son correlativos de causa y efecto. No puede haber salubridad sin saneamiento, aunque éste sea sólo una parte de las exigencias de la higiene pública y privada.

Por saneamiento entendemos no sólo el escurrimiento rápido y total de las aguas de residuo fuera del recinto habitado sino, también, la extracción de todas las materias usadas: basuras, desperdicios de cocina, residuos industriales, entre otros.

Los procedimientos para conseguir este resultado se han ido perfeccionando con los progresos de la higiene, la cual exige hoy que toda aglomeración urbana posea un abastecimiento abundante de agua potable de buena calidad sin contaminación posible; y como la ciencia sanitaria ha demostrado también que el agua es el vehículo por medio del cual se propagan y se transmiten los gérmenes de las enfermedades infecciosas, de la fiebre tifoidea, del cólera, etc.; y como, por otra parte, está bien probado que la mortalidad causada por la tisis (tan común en nuestro país) disminuye con el drenaje del suelo, se deduce que el sistema más racional para alejar las aguas de residuo de la habitación es una canalización hermética. Sólo así quedará al abrigo de toda contaminación el agua que bebemos y el aire que respiramos. Pero la obra no podrá ser completa si no se dispone de un sistema de colectores que reciban el producto del drenaje doméstico para conducirlo fuera de la aglomeración urbana. Ni podríamos eliminar las aguas lluvias que, corriendo superficialmente, deben recibirse en algunos puntos de la ciudad para llevarlas también fuera del recinto urbano, por canalización especial, o bien por la misma canalización que conduce las aguas de residuo.

De aquí la distinción que se hace entre el sistema separado (*separate system*) y el todo a la cloaca (*tout à l'égout*). El *separate system* tiene su fundamento en la circunstancia de que las aguas de residuo de la habitación son $\frac{1}{50}$ aproximadamente de las aguas lluvias, y por consiguiente, si el *tout à l'égout* exige una canalización tan costosa se debe únicamente a la cantidad de las aguas lluvias, bastando una canalización muy pequeña para las aguas de residuo, si se dejan escurrir por las cunetas de las calles las aguas de lluvia.

El coronel Warring, que implantó el *separate system* en Memphis y los ingenieros que han preconizado este sistema, han llamado la atención con mucha justicia sobre dos puntos, dice el distinguido higienista M. Durand Claye:

- 1° La vía que siguen las materias debe calcularse en proporción del cubo normal de esas materias y no presentar dimensiones exageradas que favorezcan la lentitud y el depósito de cuerpos sólidos y pastosos;
- 2° Conviene colocar en diversos puntos de la red depósitos de agua que suministren, fuera del cubo normal, golpes de agua regulares, que aseguren un lavado metódico y enérgico.

Enseguida agrega: estimamos que el drenaje racional de una ciudad de tipo normal que cuente de 20.000 a 500.000 habitantes y aún más, debe reposar sobre una combinación de cañerías y de alcantarillas.

ELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Siguiendo los preceptos del célebre ingeniero sanitario M. Durand Claye, hemos proyectado para el saneamiento de la zona central de Santiago el sistema mixto; pero, como es preciso no olvidar las circunstancias locales, nos hemos aproximado al sistema Warring en un punto, que paso a justificar.

La más seria y más justa preocupación del ingeniero que proyecta un sistema de desagües para una ciudad, que ya tiene otro sistema o que no tiene ninguno, consiste en la posibilidad de obstrucciones en las cañerías, obstrucciones que pueden llegar a tener inconvenientes muy serios y, en todo caso, desagradables. Es, pues, natural que se trate de alejar cuanto se pueda esa posibilidad de obstrucciones y sus inconvenientes.

En Santiago pasarán muchos años antes que sus calles se encuentren en todo tiempo barridas y lavadas y todos sabemos la cantidad de barro, arena, basuras, bosta de animales, etc., que las aguas lluvias arrastran en un fuerte chubasco. Hacer que pasen por resumideros estas aguas así cargadas de materia y con la velocidad con que bajan por la cuneta de las calles con la esperanza que se decanten en un tiempo inapreciable, para que entren puras a las cañerías, es una ilusión. Entrarán como lleguen, cargadas de materias y susceptibles, por consiguiente, de obstruir las cañerías. Vale más que sigan su camino hasta el colector más próximo, donde no hay inconveniente en recibirlas.

Tiene esta manera de ver dos puntos muy atendibles:

- 1° Cuando la pavimentación y aseo de las calles haya mejorado en parte, el inconveniente si lo hubiese sería también menor, por ser aguas más o menos limpias que no harían sino lavar las cunetas, lo que se hace hoy en París, por ejemplo;
- 2° Siendo las aguas lluvias en término medio 50 veces mayor que las aguas de la habitación, la cañería puede ser de pequeño diámetro.

Por todas estas razones me he apartado en un punto: el de dejar que las aguas que corren por las calles sigan su curso hasta el colector más próximo, en vez de llevarlas al mismo colector por el intermedio de las cañerías.

No podría ser una objeción la de que las aguas lluvias pueden ser un auxiliar para la limpia de las cañerías, porque ese auxiliar, además de tener los inconvenientes apuntados más atrás, viene cuando menos lo pensamos y, por consiguiente, muy poco racional sería el sistema que debiese funcionar en sus limpiezas, contando con las aguas lluvias. Podría suceder que pasasen las cañerías meses y años sin recibir el aseo que les darán las limpiezas periódicas y perfectamente regulares con que nos proponemos completar un sistema racional de limpieza.

La vivienda chilena, por otra parte, con su disposición en patios y la circunstancia de que las aguas del primer patio se quedan en resumideros o van a la calle, así como las de los patios interiores se van a la acequia (que ya no existirá) permitirá echar en el desagüe doméstico las aguas del segundo patio, aguas que por venir de los techos son claras y no hay inconveniente en recibirlas con la interposición de un sifón hidráulico.

De acuerdo con esto, paso a describir el sistema que creo preferible, atendidas las condiciones de pendientes, de buen servicio de lavado de las cañerías y de ventilación de la red.

Colectores y cañerías

La zona central tiene dos pendientes, una de oriente a poniente, que es la mayor y otra de norte a sur bastante menor que la anterior.

Esta circunstancia me ha conducido a subdividir la zona en siete partes por colectores que, yendo de norte a sur por las calles de San Antonio, Morandé, Manuel Rodríguez, Negrete, Bulnes, Esperanza y Matucana, desaguarán en un colector emisario que sigue por la avenida de las Delicias.

Estos colectores son del tipo adoptado en Frankfurt, y de 1,50 m por 1,00 m en un mínimo. El colector emisario de 1,80 m por 1,20 m tiene sus paredes de 0,20 m de espesor, y de 0,15 m los demás. Van estucados en el interior hasta el nacimiento de la bóveda y en el extradós de la misma, con una capa de mezcla de cemento de 0,15 m de espesor.

Los colectores y el emisario llevarán compuertas de lavado, chimeneas de visita y de ventilación de que hablaremos más adelante.

La subdivisión en siete porciones por colectores visitables obedece a la unidad de conjunto de la red del desagüe.

No hay duda que catorce colectores habrían sido mejor que siete, si se atiende a que mientras mayor es el número de colectores, mayor es el número de porciones aisladas e independientes y, por consiguiente, menor la probabilidad de una obstrucción, la cual compromete o puede comprometer la porción total. Pero racionando así llegaríamos a invitar el ideal realizado en París, de tener una red de alcantarillas visitables tan extensa como la ciudad misma. Sistema que por su elevadísimo costo debe admirarse, pero no imitarse.

Era preciso, pues, buscar un límite que realizara el máximo de efecto útil con el menor costo, y esto es lo que constituye la parte esencial de una solución racional, confiada al ingeniero, cuya misión es amoldarse a las reglas del arte sin alcanzar un costo excesivo.

Cañerías

Por otra parte, las cañerías que completan la red no deben bajar de cierto diámetro, y a un diámetro mínimo corresponde una distancia máxima entre colector y colector.

La cuestión es compleja y sólo el ingeniero inspirado en la armonía del conjunto puede ver plenamente justificada la solución que debe realizar el máximo de efecto útil con el menor costo posible.

Las cañerías que completan la red del desagüe serán de tres clases:

- 1° Las cañerías de primer orden que, siguiendo de oriente a poniente por el eje de las calles, sirven a cuatro manzanas, tienen un diámetro de 0,25 m y reciben las de 2° orden;

2° Las cañerías de 2° orden que corren de norte a sur, tienen un diámetro de 0,20 m y sirven a una sola manzana.

3° Las cañerías del drenaje doméstico que desaguan, ya sea en las de 1^{er} orden o en las del 2°, tienen un diámetro de 0,15 m.

Estas cañerías se unen tangencialmente por medio de tubos especiales y están provistas de chimeneas de visita y de ventilación, y de aparatos automáticos de limpia de que hablaremos luego.

Pendientes

La pendiente de las cañerías de primer orden es la general del terreno que varía entre 10 y 12 mm por metro. La profundidad de colocación está calculada de modo que las cañerías de 2° orden tengan una pendiente que no baje de 10 mm por metro, comenzando a 1,20 m en su origen, a fin de poder instalar en su extremidad superior el cajón bascular o sifón Field, y también a fin de que la cañería de 3^{er} orden del drenaje doméstico pueda tener una pendiente que no baje de 30 mm por metro.

La profundidad de los colectores resulta necesariamente del relieve y profundidad del resto de la red. En todo caso hay un límite inferior que resulta de la necesidad de conformarse con la práctica establecida por el distinguido ingeniero sanitario Baldwin Lathan, y que consiste en dar una pendiente tal que la velocidad de arrastre en el fondo sea superior a 1,10 m en las cañerías y a 0,60 m en los colectores.

Lavado

Hemos dicho más atrás que la más justa preocupación del ingeniero encargado del establecimiento de un sistema de desagües es la de evitar la posibilidad de obstrucciones. Un cálculo bien hecho de las secciones, de los perímetros mojados y de las pendientes es ya una primera seguridad que creemos haber conseguido.

Otra seguridad es la elección de paredes lisas e inatacables por los ácidos, la que hemos obtenido con los tubos de loza vidriada.

Pero eso no es bastante: a ciertas horas del día el escurrimiento de las aguas del drenaje doméstico es casi nulo y las materias pastosas adheridas a las paredes acabarían por obstruir las cañerías.

Para alejar en absoluto estas obstrucciones se hace indispensable un sistema de lavado especial por golpes de agua de una duración más o menos larga, según la importancia de la cañería.

El aparato que lo realiza es el sifón Field, que se llena con un hilo de agua, calculado para producir en un tiempo dado el número de golpes que se desea, y que se ceba gracias a una ingeniosa disposición.

La cañería de primer orden se lavaría dos veces al día por golpes de agua a boca llena, dados por un sifón de 500 litros de capacidad.

La cañería de segundo orden que sólo sirve a unas cuantas casas, sería lavada una vez al día por golpes de agua de un sifón de 250 litros de capacidad.

La cañería de tercer orden sería lavada por las aguas del drenaje doméstico, las cuales producen pequeños golpes en cada aparato sanitario cada vez que éstos se usan, y sobre todo el del *water closet*, que por cada visita deben dar un golpe de 15 litros, conforme a lo prescrito por los higienistas ingleses y americanos.

Sería, sin embargo, de desear que cada drenaje doméstico llevase en el extremo del tubo tronco un aparato Field que un hilo de agua llenaría tantas veces al día cuantas se quisiera o fuera menester para conseguir un esmerado aseo.

En los colectores el lavado se hace por medio de compuertas del tipo de Frankfurt, establecidas cada dos cuadras.

Ventilación

No basta procurar un escurrimiento fácil y seguro a las aguas de residuo, es menester también conducir el aire viciado del drenaje de toda la red de cañerías y colectores a las regiones superiores de la atmósfera, después de mezclarlo con aire fresco y puro, destinado a oxidar las materias orgánicas que quedan adheridas a las paredes de las cañerías y destruir o, por lo menos, atenuar los virus o microbios de enfermedades contagiosas (tisis, cólera, etc.) y que tienen su origen en los excrementos de los enfermos.

Es preciso, sobre todo, que jamás el aire viciado penetre en la habitación. Por esto hemos dicho en otra parte que un sistema racional exige una canalización hermética y completamente impermeable, para que los gases viciados no puedan escaparse de la habitación por los orificios destinados a recibir los residuos domésticos: del tocador, del baño, de la cocina, del patio, del *water closet*, etcétera.

Sifón

Es preciso, pues, colocar en cada uno de esos puntos aparatos que realicen esta doble condición: siempre abiertos para la evacuación de los residuos que deben ir a la cañería; siempre cerrados para los gases y el aire viciado del drenaje.

El aparato que realiza esta doble condición es el sifón hidráulico. Es un simple tubo en S que se coloca de modo que presente una de sus aberturas hacia arriba, que se comunica con la taza o embudo de evacuación, y la otra hacia abajo que se comunica con el tubo del drenaje. La válvula hermética la forma el agua que puede contenerse en su rama cóncava.

La práctica ha demostrado la eficacia del sifón hidráulico, a la vez que los graves peligros de las aberturas libres interiores.

Es preciso evitar el sifoneo directo y el sifoneo por inducción. El primero se opera por los golpes de agua dejando vacío el sifón y el drenaje en libre comunicación con la habitación; el segundo por la mayor presión de los gases interiores en circunstancias determinadas y que producen la pulverización del agua del sifón y por consiguiente la proyección de gérmenes o fermentos que tienen su origen en los excrementos de los enfermos de tifus, de cólera, etcétera.

El medio de evitar ambos sifoneos es la ventilación de la corona del sifón que establece la discontinuidad de las dos ramas.

La ventilación más perfecta de una red de cañerías destinada al saneamiento de una ciudad es la que se ha realizado en Brooklyn, y consiste en introducir el aire puro por pequeñas aberturas en las tapas de las chimeneas de visita de los colectores y de las cañerías de primer orden; pasa enseguida a chimeneas especiales de ventilación o, bien, a las cañerías de segundo orden o al tubo tronco del drenaje doméstico, el cual se une sin sifón disconector al de primero o segundo orden, y se termina un metro más arriba que el techo del edificio en que se apoya.

Entradas y chimeneas de visita

Cada dos cuadras se practicará una entrada a los colectores. Estas entradas sirven para visitar y para manejar las compuertas con que se dan los golpes de agua para el lavado. Esta operación se hace en Frankfurt con el agua del drenaje acumulada delante de la compuerta, la cual se suelta bruscamente por medio de un mecanismo especial compuesto de engranajes y de un escape que un hombre gobierna fácilmente.

En todos los cruzamientos de calle frente a la unión de las cañerías de primer orden con las de segundo orden, se practicará también una chimenea de visita, por existir allí la posibilidad de una obstrucción, y a fin de localizar su investigación y determinar los puntos obstruidos.

Creo que sería invadir atribuciones y derechos de la comisión de saneamiento y salubridad de la I. municipalidad de Santiago si entrase a definir las condiciones que deben llenar las habitaciones para asegurar el alejamiento de las inmundicias y la evacuación de las materias usadas.

La reducción de la mortalidad, ha dicho M. Poubelle², prefecto del Sena, puede resultar de dos causas: de los progresos de la higiene individual, dependiente de la instrucción, la cual lleva al hombre con más ilustración a velar mejor por su higiene personal; depende también, a no dudarlo, de la acción que ejerce la administración sobre la salubridad de la habitación y sobre el saneamiento de la ciudad. Para convencerse de ello basta constatar que la mortalidad es siempre más elevada en los barrios y en las habitaciones sucias, mal aireadas e insalubres.

La obra no sería completa si el municipio, en protección de la salud pública, no dictase las ordenanzas relativas al mejor servicio de aseo y de salubridad que debe procurar la red de desagües, y que con el barrido y el riego de sus calles y plazas, adoquinado y plantaciones harán de Santiago una ciudad modelo. La mortalidad bajaría, a no dudarlo, por lo menos al 20 por 1.000 como en otras ciudades que no tienen un clima tan benigno como el nuestro.

AGUA DE LAVADO Y AGUA CONTRA INCENDIO

El proyecto de desagües que acabamos de describir realiza el máximo de efecto útil con la mayor economía, reduciendo a un mínimo la longitud de los colectores.

² *Revue d'hygiène et de police sanitaire*, agosto 1892.

El lavado automático de las cañerías exige sólo 1.000 metros cúbicos por día aproximadamente, lo que permite tomar el agua de la distribución de agua potable de la ciudad, que muy pronto elevará su dotación a 30.000 metros cúbicos por día.

Pero la circunstancia de reclamar imperiosamente la ciudad de Santiago una red completa de cañería contra incendio, conduce naturalmente a una combinación que es el ideal más perfecto: red de cañería de agua bajo presión para extinguir los incendios en su origen y al mismo tiempo para surtir los aparatos del lavado automático de las cañerías de desagüe.

Este ideal puede realizarse desde luego, tendiendo en toda la ciudad una red de cañerías dispuestas de modo que empalmada la cañería matriz con el tubo tronco de la red ramificada de la distribución del agua potable, se conserve la carga piezométrica que se tiene en el tubo tronco. Esta carga piezométrica es de 22 metros en el camino de Cintura. Nuestro estudio a este respecto ha consistido, pues, en determinar los diámetros que nos den, asimismo, una carga piezométrica de 22 metros en la estación de los ferrocarriles del Estado, que es el punto más bajo de la zona central.

Con esta disposición y la de tener un grifo doble capaz de dar 30 litros por segundo, en cada cruzamiento de calle, no habrá incendio que no se sofoque en su origen.

Se necesita, no obstante, prevenir los efectos de la presión estática todo el tiempo que no se extraiga agua de la red. Esto se consigue estableciendo un tubo vertical regulador de 22 metros de altura, el cual a la vez que conserva la carga piezométrica, calculada para toda la ciudad, con escurrimiento de 130 litros por segundo (10 para los sifones Field y 120 para los grifos), impide que en caso alguno la cañería esté fatigada con más de 22 toneladas por metro cuadrado.

El derrame constante de 120 litros por segundo con altura de caída de 22 metros no se perdería y muchos industriales habrá que quieran aprovechar esa fuerza que es capaz de producir 34 caballos de vapor. Se podría también gastar esa agua y esa carga piezométrica en el establecimiento de dos fuentes monumentales en Quinta Normal, de 60 litros cada una, es decir, cinco litros más que las fuentes de la plaza de la *Concorde* de París.

Creemos superfluo añadir que reducidos los siniestros con toda probabilidad a la décima parte, las compañías de seguros podrían pagar, si no el todo, al menos la mayor parte de los gastos de la cañería de agua contra incendio.

Santiago, 1 de enero de 1893.

V. MARTÍNEZ
Ingeniero

PLIEGO DE CONDICIONES ESPECIALES

Art. 1°. Las obras de que se trata en el presente pliego de condiciones están destinadas a servir al establecimiento de un sistema completo de desagües en la zona central de Santiago: entre el cerro Santa Lucía, Mapocho, Matucana y Delicias.

Art. 2°. La licitación que se abrirá para la construcción de estas obras se hará en vista de una propuesta a precio alzado.

Art. 3°. El precio alzado de la propuesta será por el total de las obras sin franquicias de ningún género; los materiales extranjeros pagarán los derechos de internación que les corresponda y el tráfico por los ferrocarriles del Estado no estará sujeto a reducción alguna.

Las excavaciones, los rellenos, la limpia de escombros, la colocación de cañerías, la reposición de soleras, empedrados o adoquinados, y la ejecución de las albañilerías de los colectores, chimeneas de visita, resumideros, etc., se harán conforme a las reglas del arte.

Art. 4°. No podrán hacerse otras variaciones que las que de oficio notifique el ingeniero encargado de la inspección de los trabajos, aumentando o disminuyendo el valor del precio alzado, conforme a los precios de unidades fijados en la lista de precios adjunta a este pliego.

Art. 5°. Los pagos se harán quincenalmente con retención de un 10% hasta la terminación de los trabajos. Para la estimación del trabajo hecho, como igualmente para los efectos de una presunta liquidación, el ingeniero inspector hará la cubrición correspondiente y tomará por norma los precios unitarios disminuidos o aumentados en la proporción del precio de la obra al de la propuesta.

Art. 6°. En caso de desavenencia entre el contratista y el ingeniero inspector, decidirá sin ulterior recurso el Ministerio de Obras Públicas, si el monto de la reclamación no pasa de 10.000 pesos. En el caso contrario decidirán árbitros nombrados por cada parte, y en caso de desacuerdo decidirá un tercero nombrado por la Corte.

Art. 7°. El fisco tendrá derecho a rescindir el contrato si de una manera notoria el trabajo hecho no corresponde al tiempo transcurrido desde la iniciación de los trabajos.

Art. 8°. Ninguna propuesta se aceptará si no viene acompañada de una fianza por valor del 5% del precio alzado de la obra y un depósito por igual valor. La fianza y el depósito subsistirán hasta la entrega definitiva de los trabajos, lo cual tendrá lugar dos meses después de la recepción provisoria, señalada como término del plazo estipulado en el contrato. No obstante, la administración podrá conceder al contratista el retiro del depósito cuando las retenciones acumuladas de que se habla en el art. 5° constituyan un valor igual.

Art. 9°. Los trabajos no podrán durar más de treinta meses que comenzarán a contar seis meses después de aceptada la propuesta; y será motivo de preferencia de una propuesta el menor precio.

Art. 10°. El gobierno se reserva la facultad de rechazar todas las propuestas si así lo creyere conveniente.

MATERIALES

Art. 11°. Todos los materiales serán de la mejor calidad y exentos de defectos capaces de comprometer la solidez o duración de la obra. Serán sometidos, a expensas del contratista, a todas las pruebas que la administración juzgue necesarias.

Art. 12°. *Ladrillo*. Los ladrillos serán perfectamente amoldados, con aristas vivas, bien cocidos, sin ser vitrificados, duros, sonoros, sin grietas y tendrán el grano fino, apretado y homogéneo en su ruptura.

Tendrán 31 cm x 15 cm x 7 cm en los colectores de 1,50 m, y 41 cm x 20 cm x 6 cm en los colectores de 1,80 m, como, asimismo, en los demás casos que los planos determinen.

El empleo de ladrillos quebrados sólo se tolerará en los lugares y en la proporción indicada por la dirección de los trabajos.

El ladrillo aprensado será preferido.

Art. 13°. *Piedra*. La piedra de las canteras próximas a Santiago deberá ser de aristas vivas en su quebradura y de las dimensiones de simple o doble bolón, como se pida.

Art. 14°. *Arena*. La arena debe ser áspera al tacto, indesmenuzable al apretarla en la mano, no tan fina que el cedazo de 120 mallas por centímetro cuadrado deje pasar más de un 25% ni tan gruesa que sea rehusada por el cedazo de 60 mallas por centímetro cuadrado.

Art. 15°. *Cal*. La cal será de alguna de las mejores del país: de la cuesta de Lo Prado, de Lo Aguirre, de Lo Espejo u otra de igual fuerza.

Será suministrada en estado de cal viva, sin mezcla de materias extrañas.

Art. 16°. *Cemento*. El cemento será del llamado Portland y de fragua lenta. Su finura será tal que el residuo que deje al pasar por un cedazo de 4.900 mallas por centímetro cuadrado sea inferior a un 15%.

Toda mezcla al peso hecha con 1 de cemento por 3 de arena lavada y seca, deberá dar bloques que, sumergidos durante 6 días en agua, después de 1 día de seca, tengan a la tracción una resistencia superior a 8 kg por centímetro cuadrado.

Art. 17°. *Mezcla ordinaria*. La mezcla ordinaria deberá hacerse apagando la cal con dos días de anticipación con el agua suficiente para que no queden partes vivas.

La proporción de la mezcla deberá ser de 1 volumen de cal por 3 de arena lavada, debiendo la mezcla ser perfectamente batida con poca agua.

Art. 18°. *Mezcla hidráulica*. La mezcla hidráulica se compondrá de 2 volúmenes de cemento por 5 de arena lavada (trabajos de desagüe de Varsovia), pero en los estucos la proporción será de 1 de cemento por 2 de arena lavada.

Art. 19°. *Mampostería*. La piedra debe bañarse en la mezcla y comprimirse fuertemente. Los morrillos de simple y doble bolón ocupan en mampostería llena los $\frac{6}{10}$ del volumen total y la mezcla los $\frac{4}{10}$.

La mezcla debe ser hidráulica.

Art. 20°. *Hormigón y concreto*. Los guijarros rodados y la piedra chancada, deberán lavarse, y su tamaño no debe exceder de 0,05 m, o mejor dicho deben pasar por una criba de 0,05 m de claro.

La proporción deberá ser de 2 de mezcla hidráulica por 5 de guijarros o de piedra chancada.

La compresión debe hacerse por capas de 0,10 m y debe ser esmerada.

Con el ladrillo chancado y fuera de agua puede usarse la mezcla ordinaria en la confección del concreto, pero sólo en casos previstos o con la aquiescencia de la dirección de los trabajos.

Art. 21°. *Albañilería*. El ladrillo debe colocarse saturado de agua y la mezcla que lo baña debe ser lo más seca posible, pero no tanto que apretada en la mano deje de formar pan. El grueso de mezcla será 0,01 m.

Se usará con el ladrillo mezcla hidráulica en los colectores y mezcla ordinaria en los demás casos, siempre que la construcción no esté sumergida en agua, en cuyo caso deberá usarse mampostería hidráulica o concreto hidráulico.

Art. 22°. *Estuco*. Es absolutamente prohibido extender el estuco sin haber limpiado previamente las juntas. Hecho esto se lanzará con fuerza la mezcla hasta formar una delgada capa que cubra a la manera de enrocado la superficie por estucar. Luego después se extenderá una capa reglándola convenientemente, repasándola al platacho y por fin afinándola.

Se le dará un espesor de $1\frac{1}{2}$ centímetros y se evitará cuidadosamente que reciba los rayos del Sol mientras dure la traba, la cual se tratará de retardar manteniendo húmeda la superficie. El estuco interior se extenderá hasta el arranque de las bóvedas.

Art. 23°. *Chapa*. Toda bóveda deberá ser cubierta con una capa de mezcla hidráulica, aplicada como el estuco interior y con idénticas precauciones.

Art. 24°. *Relleno o terraplenes*. Todo relleno de zanja deberá apisonarse por capas de 0,20 m y con las precauciones requeridas. La tierra sobrante será transportada a los puntos que la administración indique, pudiendo el contratista usar de ella como le convenga.

La calzada será deshecha a la vez en la menor extensión posible y en todo caso el trabajo debe concluirse por pequeñas secciones, a fin de dificultar el tráfico lo

menos posible. En consecuencia, una zanja no podrá permanecer abierta si no se pone trabajo activo en ella y con todas las precauciones necesarias, tanto de día como de noche, para evitar accidentes.

La piedra y adoquines que el contratista saque de su lugar serán las que deberá colocar de nuevo íntegramente, siendo él sólo responsable de la falta que pueda notarse al tiempo de readoquinar o reempedrar.

Art. 25°. Todo reempedrado o readoquinado será hecho sobre capa de arena de 0,10 m de grueso.

COLOCACIÓN Y UNIÓN DE LOS TUBOS DE FIERRO FUNDIDO

Art. 26°. Hecha la zanja, a la profundidad requerida, según el perfil de la obra, se apisonará fuertemente, ganando con una capa de arena el perfil exacto.

Se limpiará bien tanto el empalme como el extremo de la cañería que se va a unir. Se limpiará igualmente el cañón antes de ser colocado.

La penetración del tubo en el empalme debe dejar un juego de $\frac{1}{2}$ centímetro para la dilatación y la flexibilidad del conjunto. El espacio entre la pared del tubo y el empalme debe ser uniforme. Este espacio se rellenará con filástica que envuelve el cañón y que se comprime con el calafateador a fuerza de martillo hasta ocupar una profundidad de dos pulgadas más o menos. Después se rellenará con plomo bien derretido hasta el extremo de la unión y se calafateará bien para apretar el plomo contra las paredes del cañón.

Los tubos colocados de esta manera deben seguir una línea recta, salvo en las curvas y contrapendientes.

Colocada la cañería, el cierre de la zanja debe hacerse en lo posible a la mayor brevedad, pues sometida la cañería a la diferencia de temperatura del día y de la noche, tienen lugar dilataciones y contracciones que hacen ceder las uniones y hay que volver a calafatearlas.

Esto se evitará en parte si se puede mantener con agua la cañería.

COLOCACIÓN Y UNIÓN DE LOS TUBOS DE LOZA

Art. 27°. La colocación de los tubos de loza deberá hacerse después de haber emparejado y apisonado el lecho que debe recibirlas, de modo que todo hundimiento posterior sea imposible. Enseguida se colocará una capa de arena de 0,10 m de espesor.

Hecho esto, se presentará el tubo con el empalme dirigido en contra de la corriente, y el otro extremo del tubo se embutirá en el otro empalme del tubo ya colocado, después de haber limpiado con escobillas el interior de ambos tubos. La penetración de uno en otro debe dejar $\frac{1}{2}$ centímetro de huelga y debe guardar una distancia perfectamente uniforme. Hecho ya lo anterior se introduce la mezcla que debe ser bastante consistente, y se la comprime fuertemente con atacadores de madera.

Concluida la operación de la empaquetadura, el obrero limpiará cuidadosamente la unión de todo exceso de mezcla, alisando la juntura a fin de evitar en lo posible la solución de continuidad entre uno y otro tubo. Verificada esta operación por el inspector fiscal, se procederá a rellenar los costados, comprimiendo la tierra con bastante energía, pero con las precauciones requeridas.

ESTABLECIMIENTO DE LOS COLECTORES

Art. 28°. A menos que el terreno sea bastante firme para mantenerse a pique, es obligación del contratista blindar las paredes de la zanja con tabloncillos colocados a una distancia igual al ancho del tablón y mantenidos a distancia por zoquetes.

Preparada la zanja, a la profundidad necesaria, se colocarán sobre capa de arena los bloques de asiento de los colectores y se rellenarán los costados, apisonando enérgicamente. Sólo entonces se colocará la cimbra ovooidal que servirá para construir las paredes del ovoide y, por fin, la bóveda. Concluida la albañilería del ovoide, y después de transcurrido el tiempo indispensable para la traba del mortero, se rellenarán los costados de la zanja hasta el nacimiento de la bóveda apisonando enérgicamente y con las precauciones requeridas.

Es entonces cuando puede comenzarse a la vez, si se quiere, el estuco interior y la chapa del extradado de la bóveda, pudiendo terminarse el relleno de la zanja 36 horas después de extendida la chapa.

RECEPCIÓN DE MATERIALES

Art. 29°. Los cañones quebrados o trisados y los pedazos de cañones, no podrán emplearse bajo ningún pretexto. Sólo se admitirá en la canalización de una cuadra un trozo de cañón cuidadosamente cortado al largo.

Art. 30°. Todos los materiales deberán recibirse por el funcionario encargado de esta operación antes que el contratista pueda ponerlos en obra.

Art. 31°. El empleo de materiales rechazados dará lugar a una multa igual al doble de su valor sin perjuicio de la demolición de la obra en que ellos hayan sido empleados.

Art. 32°. Todo material rechazado deberá sacarse, a costa del contratista, a 2 kilómetros por lo menos del recinto de los trabajos.

Art. 33°. La recepción de los materiales no envuelve la irresponsabilidad del contratista por desperfectos, que sean el resultado de la mala calidad del material.

TRAZADO DE LAS OBRAS

Art. 34°. Antes de empezar los trabajos en una calle el contratista efectuará el trazado de las obras y establecerá bastantes puntos de referencia, a los cuales se

referirá exactamente la altura del fondo de los cauces. Esas operaciones serán verificadas, si hay lugar, por un agente de la administración. El contratista pondrá a la disposición de este agente los instrumentos y el personal necesarios para asegurarse de que el trabajo está conforme a los planos.

Art. 35°. Los trabajos que no se hayan ejecutando conforme a las reglas de la buena construcción, como también aquéllos para los cuales no se haya empleado materiales que tengan las cualidades requeridas, serán demolidos y reconstruidos a expensas del contratista.

También podrá obligarse al contratista a demoler y reconstruir a su costa los trabajos ejecutados sin autorización o en los cuales se hubiese empleado materiales desechados, como también aquéllos en que por falta del contratista no se hubiese podido ejercer la respectiva vigilancia.

Art. 36°. El contratista no podrá interrumpir ni entorpecer la circulación de la vía pública, ni el fácil curso del agua, sea en canales de riego, sea en las acequias, sin que para ello haya sido formalmente autorizado.

Será obligado a establecer a su costa comunicaciones provisionales en cada local donde sea necesario, conformándose a cuanto le será prescrito por la administración.

Colocará y mantendrá, mientras duren los trabajos, barandas sólidas a lo largo de los cortes, donde el paso sea peligroso, y alumbrará de noche esos lugares.

Si es preciso, la administración tiene el derecho de hacer ejecutar de oficio, con urgencia y sin aviso previo, de cuenta del contratista, las medidas que juzgue necesarias para la seguridad del tráfico, como también de los obreros. En todo caso, el contratista será civilmente responsable de todas las desgracias que resulten por haber descuidado las medidas de precaución que sean necesarias o prescritas por los reglamentos de policía.

Art. 37°. El trabajo de noche es estrictamente prohibido. En ciertos casos, sin embargo, la administración podrá exigir que el trabajo se continúe sin interrupción de noche y de día. El contratista tomará entonces las medidas necesarias para que el trabajo de noche siga con todo cuidado y actividad, así como también el trabajo diurno.

Art. 38°. El contratista cuidará de mantener las cañerías de gas, de agua potable y otras que encuentre en el desarrollo y en la vecindad inmediata de la obra en construcción, y será responsable del daño que pueda resultar a esas cañerías por la ejecución de los trabajos.

Art. 39°. La administración se reserva formalmente la facultad de ordenar durante la ejecución de los trabajos las modificaciones que juzgue convenientes en los trabajos proyectados mediante orden escrita del ingeniero inspector.

Art. 40°. Si una cañería encuentra en algún punto de su trayecto un suelo de mala calidad, deberá éste ser reemplazado o solidificado a satisfacción de la administración.

Art. 41°. Será de cuenta del contratista la demolición de las albañilerías y cualquiera otra construcción que encuentre en los cortes, y soportará los gastos que resulten de todas las medidas necesarias para cuidar del fácil curso de las aguas caseras y de lluvias en toda la extensión de la obra por construir.

Art. 42°. Es obligación de la empresa establecer las uniones de los colectores y cañerías con los servicios domésticos y públicos, dejando cerrada la comunicación con un tapón de madera perfectamente ajustado.

Art. 43°. El precio alzado de la propuesta que haga el contratista deberá ser el resultado de sus propios cálculos y operaciones. No podrá establecer reclamo alguno por causa de errores o faltas que puedan reconocerse en el presupuesto, debiendo éste considerarse como simple dato ilustrativo.

Art. 44°. El contratista deberá dirigir en persona los trabajos o hacer reconocer por la administración a un delegado capaz de reemplazarlo y que tenga pleno poder para obrar en su nombre, de manera que ninguna operación pueda ser demorada o suspendida por ausencia del contratista.

Se reputará que este delegado tiene su domicilio en el del contratista.

Art. 45°. El contratista, durante todo el tiempo que duren los trabajos tendrá su residencia en Santiago y deberá indicar a la administración su domicilio dentro de los ocho días que siguen a la aprobación de su propuesta.

Art. 46°. El contratista no podrá ceder ni una parte ni la totalidad de su empresa a un tercero.

Art. 47°. Los subcontratistas no son reconocidos por la administración.

Art. 48°. Todos los trabajos se concluirán y deben hallarse en estado de recepción dentro del plazo prescrito; por cada semana de atraso el contratista sufrirá una multa de 1/50 centavos del valor de lo que queda por hacer. Por motivos especiales de fuerza mayor esta multa podrá reducirse o suspenderse enteramente.

Art. 49°. Inmediatamente después de aprobada una propuesta, el contratista está obligado a firmar todos los planos originales, y si desatendiese el hacerlo no tendrá derecho a reclamo alguno por las consecuencias que esa omisión le origine.

Art. 50°. El cambio que se ha tomado para la composición de los precios es de dos francos por peso. Será el cambio que se tomará en cuenta al hacer la apreciación de los materiales de procedencia extranjera que sea necesario valorizar por cualquier causa no prevista.

BASES DE CÁLCULO

- 1 ° Población de la zona central, 100.000 habitantes.
- 2 ° Superficie, 552 hectáreas.
- 3 ° Agua potable a razón de 150 litros por habitante y por día.
- 4 ° Agua potable consumida en 8 horas, 75 litros por habitante y por día (Linley-Saneamiento de Varsovia)
- 5 ° Agua de lluvia máxima, 25 litros por segundo y por hectárea.
- 6 ° Coeficiente de reducción 0,5 (en Berlín 0,5 y en París 0,3)
- 7 ° Coeficiente de reducción de la superficie para los cañones 0,5 (calles y primeros patios)
- 8 ° Esguerrimiento por cañería (fórmula de Darcy y Bazin)

$$\frac{Ri}{u^2} = b$$

$Q = \omega u$; en que

$$R = \frac{\text{sección}}{\text{perímetro}}$$

$i = \text{pendiente}$

$u = \text{velocidad media}$

$Q = \text{gasto por segundo}$

$b = 0,00050$

para tubos cubiertos de depósito y de radio comprendido entre 0,10 m y 0,20 m.

La velocidad en el fondo o radier no debe ser menor que 1,10 m.

- 9 ° Esguerrimiento por colector ovoide, tipo Frankfurt (fórmula de Darcy y Bazin)

$$\frac{Ri}{u^2} = A$$

$Q = \omega u$; en que
 $R = \text{radio medio} =$

$$\frac{\text{sección mojada}}{\text{perímetro mojado}}$$

i = pendiente
 u = velocidad media
 Q = gasto por segundo
 $\omega = \text{sección completa del ovoide} =$
 $= 4,460 r^2$
 perímetro completo del ovoide = 7,8412
 R (con sección llena) = 0,56822
 A (con paredes lisas) = $0,00015 \left(1 + \frac{0,03}{R}\right)$

Los radios del ovoide son:

r = radio de la bóveda $\frac{r}{4}$ radio de radier; $\frac{11}{4} r$ = radio de los costados; H altura del ovoide = 3 r.

La velocidad del fondo o radier no debe ser menor que 0,60 m.

10. Para el cálculo de la altura práctica de un chorro se ha tomado la fórmula:

$$h' = 0,96 h - 0,0005 h^2; \text{ en que}$$

h = altura teórica y
 h' = altura práctica.

INJENIO SANITARIO

PROYECTO

DE

DESAGÜES

PARA LA

CIUDAD DE SANTIAGO

POR

Valentin Martinez

INJENIERO

Miembro del Consejo Superior de Higiene Pública, Jefe de la Sección de Hidráulica.

Puentes y Caminos de la Dirección General de Obras Públicas

Miembro Honorario de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas

de la Universidad de Chile, Fiscal Superior y Árbitro

en la construcción de los desagües de Iquique, etc.

CON UNA LÁMINA

SANTIAGO DE CHILE

Imprenta y Encuadernación de "La Democracia"

1896

Santiago, agosto 8 de 1896

Señor Intendente:

Con fecha 21 de enero de 1893 tuve el honor de remitir a la I. municipalidad los planos y presupuestos de la obra de desagües para la zona central de Santiago.

Este trabajo fue sometido a la consideración del consejo de obras públicas, el cual, presidido por el ministro del ramo y asesorado por los ingenieros consultores del gobierno, le dio su aprobación unánime.

La I. municipalidad le prestó igual aprobación, pero dificultades económicas han aplazado la realización de tan importante obra.

Considerando US. y la ilustre corporación, que tan dignamente preside, que tratándose de la salud y de la vida de los habitantes todo sacrificio que se haga por protegerlas será altamente justificado, han resuelto emprender la obra.

Con tan laudable propósito US. ha tenido a bien pedir al que suscribe revise los planos y presupuestos de la zona central y los complete con la de las otras dos zonas, ultra Mapocho y ultra Alameda, trabajo que hoy tengo el honor de elevar a manos de US.

Constituyen el proyecto las siguientes piezas:

- 1° La memoria justificativa.
- 2° Las principales bases de cálculo.
- 3° La lista de los precios unitarios.
- 4° El análisis de los mismos.
- 5° El presupuesto detallado para cada zona.
- 6° Un pliego de condiciones para una licitación pública.
- 7° Aspecto económico y preceptos de ordenanza que deben seguir a la aplicación de la ley que hace obligatorio el servicio de desagües.
- 8° Un plano de conjunto a la escala de 1:10.000 que muestran las curvas de nivel de metro en metro y el trayecto de las acequias dentro de las manzanas.
- 9° Un plano de conjunto a la escala de 1:5.000 que muestra el trazado de las obras.

- 10° Una serie de perfiles longitudinales de cada calle con las indicaciones suficientes para servir de planos de ejecución.
 - 11° Un plano detallado de las entradas de visita de las cañerías y colectores; de los resumideros; de las chimeneas de ventilación; del sifón Geneste y Herscher, aparato de lavado automático de las cañerías; y por fin de la sección ovoide de los colectores.
- Queda a las órdenes de US.

V. MARTÍNEZ
Ingeniero

SANEAMIENTO DE SANTIAGO

“La salud pública es el pedestal en que reposa la felicidad del pueblo y el poder del Estado”.
(Disraeli, citado por Chadwick)

INTRODUCCIÓN

Lo que decía el gran Ministro es más que una verdad, es un axioma; como que la protección de la salud pública es el primer deber de los municipios.

La vida no tiene precio, ha dicho el célebre higienista Baldwin Lathan, y el hombre jamás hará lo bastante para protegerla contra los numerosos peligros que la rodean.

Ya no es posible permanecer indiferente ante los progresos realizados por la ciencia sanitaria en protección de la salud y de la vida.

Las condiciones de salubridad en que se han colocado pueblos más adelantados que el nuestro, han hecho bajar la mortalidad en una proporción muy notable: de 37 a 20 por mil en Berlín, de 30 a 21 en Washington³.

Hoy día la mortalidad es aun menor.

Según el profesor Parkes y los trabajos de Buchanan, citados por Wazon, 21 ciudades de Inglaterra han visto disminuir la mortalidad en más de un 45 por ciento, y el cólera se hizo inofensivo.

Según el doctor Lievin, la ciudad de Dantzik, cuya mortalidad por fiebre tifoidea era de 99, ha bajado en 7 años a 7 por cien mil habitantes.

Frankfurt en 11 años y por la misma causa ha disminuido su mortalidad de 89 a 11 por cien mil habitantes.

Para apreciar mejor aún los beneficios que resultan en pro de la salubridad pública y privada, citaremos el hecho bien probado hoy día en Berlín, de que en las casas unidas ya a la canalización de desagües, sólo se presenta un caso de fiebre tifoidea por 48 habitaciones; mientras que en las que todavía no lo están son seis veces más numerosos.

³ Proust, *Rapport sur la assainissement des villes*, 29 de agosto de 1889.

Entre nosotros la mortalidad pasa de 50 por mil, a pesar de la benignidad de nuestro clima, lo que prueba hasta la evidencia las malas condiciones de salubridad en que vivimos, en especial con la infección a domicilio que reparte el inmundo cieno de las acequias, con la saturación permanente del suelo por falta de drenaje, y consiguientemente con la impureza del aire por los virus o fermentos de enfermedades zimóticas cuya localización se mantiene a causa de la falta de hábitos de aseo de nuestro pueblo.

El saneamiento se impone, pues, con fuerza irresistible.

Londres, París, Marsella, Frankfurt, Varsovia, Brooklyn, Nueva York y tantas otras ciudades beneficiadas como Berlín nos trazan, con la sanción de la experiencia, el rumbo que debemos seguir en protección de la higiene y salubridad de nuestras aglomeraciones urbanas.

Saneamiento y salubridad son correlativos de causa y efecto, no pudiendo existir salubridad sin saneamiento, aunque éste sea sólo una parte de las exigencias de la higiene pública y privada.

El drenaje de la vivienda, o sea, la canalización hermética destinada a conducir en el más breve tiempo las aguas usadas y materias fecales es la condición *sine qua non* del saneamiento; y su alejamiento, sin estagnación posible, fuera del recinto habitado es su complemento indispensable. De ahí la necesidad de una red de drenajes tan basta como la ciudad misma.

Sólo con una canalización hermética quedará al abrigo de toda contaminación el suelo que pisamos, el agua que bebemos y el aire que respiramos.

Pero esta canalización no sería completa si sólo tuviese en vista el alejamiento de las aguas servidas de las habitación; se necesita también considerar las aguas lluvias, las cuales pueden llegar a ser tan impuras como las de los colectores, como lo ha demostrado el análisis hecho en París por M. Marié Davy.

Las aguas lluvias que corren superficialmente por las cunetas de las calles deben ser conducidas igualmente fuera del recinto urbano, ya sea por canalización especial o, bien, por la misma canalización que conduce las aguas de residuo.

De aquí la distinción que se hace entre el sistema separado (*separate system*) y el “todo a la cloaca” (*tout á l’égout*). El *separate system* tiene su fundamento en la circunstancia de que las aguas de residuo de la habitación son una fracción muy pequeña de las aguas lluvias y por consiguiente si el “todo a la cloaca” exige una canalización tan costosa se debe únicamente a la cantidad de las aguas lluvias, bastando una canalización muy pequeña para las aguas de residuo si se dejan escurrir las aguas de lluvia por las cunetas de las calles hasta el colector más próximo.

El coronel Warring, que implantó el *separate system* en Memphis y los ingenieros que han preconizado este sistema, han llamado la atención con mucha justicia sobre dos puntos, dice el distinguido higienista M. Durand Claye:

- 1° La vía que siguen las materias debe calcularse en proporción del cubo normal de esas materias y no presentar dimensiones exageradas que favorecen el depósito de cuerpos sólidos y pastosos;
- 2° Conviene colocar en diversos puntos de la red depósitos de agua que suministren, fuera del cubo normal, golpes de agua regulares que aseguren un lavado metódico y enérgico.



Canalización del Mapocho. 1888. Colección Archivo Fotográfico, Museo Histórico, Santiago de Chile.

Y agrega enseguida:

“estimamos que el drenaje racional de una ciudad de tipo normal que cuente de 20 a 500 mil habitantes y aún más, debe reposar sobre una canalización mixta de cañerías y de alcantarillas”.

ELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Siguiendo los preceptos del célebre ingeniero sanitario M. Durán Claye he proyectado para el saneamiento de Santiago el sistema mixto, esto es, el *tout á l'égout* en los colectores, el *separate system* en las cañerías y aproximándome al sistema Warring en puntos bien justificados.

La más seria y más justa preocupación del ingeniero que proyecta un sistema de desagües para una ciudad consiste en evitar la posibilidad de obstrucciones en las cañerías, obstrucciones que pueden llegar a tener inconvenientes muy serios y en todo caso desagradables. Es, pues, natural que se trate de alejar cuanto se pueda esa posibilidad de obstrucciones y sus inconvenientes, mayormente si por ese medio se consiguen otras ventajas.

En Santiago pasarán muchos años antes que sus calles se encuentren en todo tiempo barridas y lavadas, como sucede hoy en el barrio central de París, y todos sabemos la cantidad de barro, arenas, basura, bostas de animales etc., que las aguas lluvias arrastran en un fuerte chubasco. Hacer que pasen por resumideros estas aguas así cargadas de materias en suspensión y con la velocidad con que bajan por la cunetas de las calles, en la esperanza de que se decanten en un tiempo inapreciable, para que entren puras a las cañerías es una ilusión; entrarán como llegan, cargadas de materias y susceptibles, por consiguiente, de obstruir las cañerías. Vale más que sigan su curso hasta el colector más próximo donde no hay inconveniente en recibirlas.

Tienes, además, esta manera de ver, dos ventajas muy atendibles.

Mientras no estén nuestras calles debidamente pavimentadas, un completo aseo es cosa poco menos que imposible. Es, pues, una ventaja dejar que las aguas lluvias que lavan la calzada llevando a las cunetas los detritus orgánicos e inorgánicos los arrastren hasta el colector más próximo, es decir, en una longitud de 500 m, a lo sumo. Hoy se las ve correr distancias que son diez veces mayores sin graves inconvenientes.

Y siendo el volumen de las aguas lluvias en término medio 50 veces mayor que el de las aguas del drenaje doméstico, la cañería puede ser de pequeño diámetro, circunstancia que favorece el arrastre de las materias pastosas, pues es sabido que para la misma cantidad de agua el poder de arrastre es menos enérgico en una cañería a medida que su diámetro aumenta.

Por todas estas razones me he apartado, como lo dije más arriba, del sistema *tout á l'égout* en el punto que me ocupa, esto es, en dejar que las aguas lluvias que corren por las calles, incluso las que provienen de los primeros patios de las vi-

viendas, sigan su curso hasta el colector más próximo en vez de llevarlas al mismo colector por intermedio de las cañerías.

No podría ser una objeción la de que las aguas lluvias pueden ser un auxiliar para la limpia de las cañerías, porque ese auxiliar además de tener los inconvenientes apuntados más atrás, viene cuando menos se piensa y, por consiguiente, muy poco racional sería el sistema que debiese funcionar contando con las aguas lluvias para sus limpias. Podría suceder que pasasen las cañerías muchos meses depositando materias que concluirían por obstruirlas si no recibiesen el aseo que les darán las limpias periódicas y perfectamente regulares con que nos proponemos dotar el sistema de desagües.

La casa chilena, por otra parte, con su disposición en patios y por la circunstancia de que las aguas del primer patio se quedan en resumideros o van a la calle así como las de los patios interiores se van a la acequia, permite echar en el desagüe doméstico las aguas del segundo patio, aguas que por venir de los techos son claras, y no hay inconveniente en recibirlas con la interposición de un sifón hidráulico.

Sentado esto, paso a describir el sistema que creo preferible, atendidas las condiciones de pendiente, de buen servicio de lavado de las cañerías y de perfecta ventilación de la red.

Colectores y cañerías

La zona central y la zona ultra Alameda tiene dos pendientes, una de oriente a poniente, que es la mayor, y otra de norte a sur menor que la anterior. Una y otra pendiente disminuyen a medida que nos alejamos del ángulo noreste hacia el suroeste, donde se ha proyectado el desagüe común de las dos zonas.

Está, pues, indicado el sistema por simple gravitación y el relieve del suelo aconseja naturalmente formar la red de los desagües, disponiendo los colectores en la dirección norte-sur por necesitar éstos de menor pendiente que las cañerías.

De esta suerte hemos conseguido tener en los colectores velocidades de arrastre siempre mayores que 0,60 m conforme al precepto del ingeniero sanitario Baldwin Lathan y en las cañerías velocidades de arrastre mayores que 1,10 m; y si en éstas hemos tenido una que otra excepción, hemos subsanado el inconveniente aumentando en ellas el número de golpes de agua de los aparatos de lavado.

Los colectores de la zona central se vacían todos en el colector emisario de la Alameda y los de la zona ultra Alameda en el colector emisario de La Aguada y ambos colectores emisarios se reúnen en un tronco que va a desaguar en el zanjón de La Aguada cerca del puente del ferrocarril de Melipilla. Este canal, que sería la cloaca máxima de los desagües de Santiago, conduciría a terrenos admirablemente apropiados para servir de campos de depuración de las aguas, campos muy superiores a los de Génerevilliers en París.

Las secciones de estos colectores, como puede verse en los planos de detalle, son todas visitables.

En la zona ultra Mapocho se tiene también dos pendientes, una de oriente a poniente y la otra de sur a norte.

La red del desagüe está formada por colectores que van de sur a norte y se vacían en un colector emisario que lleva los desagües al lado norte del molino de La Estampa, cerca de terrenos apropiados para un cultivo intenso.

Completan la red del desagüe cañerías de primer orden que van a vaciarse en los colectores, cañerías de segundo orden que desaguan en las de primer orden y por fin cañerías de tercer orden que se vacían en las de segundo y que constituyen el drenaje doméstico.

No hay duda de que aumentando el número de colectores de la red y disminuyendo, por consiguiente, la longitud de las cañerías se alejarían más las posibilidades de obstrucción y se disminuirían sus inconvenientes con la subdivisión en un mayor número de porciones aisladas e independientes; pero raciocinando así llegaríamos a igualar el ideal realizado en París de tener una red de alcantarillas visitables tan extensa como la ciudad misma, sistema que por su elevadísimo costo debe admirarse, pero no imitarse, como que hasta hoy no ha sido imitado por ninguna ciudad del mundo. Al contrario, hay la tendencia a aumentar la proporción de las cañerías disminuyendo la de los colectores, como se acaba de hacer en Berlín y como se está haciendo en Marsella. Eso sí que las precauciones tomadas en estos casos para mantener siempre limpias las cañerías son mayores.

Es preciso, pues, buscar un límite que realice el máximo de efecto útil con el menor costo y con la menor suma de molestias y esto es lo que constituye la parte esencial de una solución racional confiada al ingeniero, cuya misión es amoldarse a las reglas del arte sin alcanzar un costo excesivo.

La cuestión es compleja y sólo el ingeniero, inspirado en la armonía del conjunto, puede ver plenamente justificada la solución que debe realizar el máximo de efecto útil con el menor costo posible.

Secciones y pendientes

Aparte de la resistencia, que no debe faltar en ningún caso, preocupa vivamente al ingeniero la naturaleza de las paredes de los colectores y cañerías, la sección de escurrimiento, el perímetro mojado de la misma pendiente, por depender de todas ellas las mejores condiciones de escurrimiento de los líquidos, de arrastre de las materias densas y pastosas y de duración de las obras.

Determinados los máximos de las aguas usadas y aguas lluvias que cada sección debe escurrir, determinada la pendiente máxima de que se puede disponer, determinada por fin la naturaleza de las paredes, lo que queda es una mera aplicación de las fórmulas que el uso ha sancionado.

En atención a que las cañerías y colectores deben colocarse a bastante profundidad a fin de recibir en perfectas condiciones el desagüe doméstico se acepta sin restricción el tubo de loza vidriada para las cañerías y la mampostería de ladrillo estucada para los colectores. Se realizan así excelentes condiciones de escurrimiento a causa de la ausencia casi absoluta de roce opuesto por las paredes. El vidriado de los tubos impide también su destrucción por los ácidos grasos, que tan funesta acción tienen sobre los metales, el hierro fundido, por ejemplo, cuyo empleo algunos preconizan.

Sólo los tubos de vidrio cuya fabricación, según parece, llegará a hacerse corriente, podrán reemplazarlos con ventaja.

En cuanto a los colectores no negamos que la aplicación del sistema Monier o Cotancin pudiera reemplazar a la mampostería de ladrillos. A este propósito, se podría autorizar a los proponentes, en una licitación, el reemplazo de la albañilería estucada de los colectores por el sistema Monier o Cotanein, que consiste en un esqueleto de hierros perfilados o redondos bañados en mortero de cemento Portland.

En todos los casos la sección debe ser la ovoide que permite concentrar las aguas mínimas, que son las del drenaje doméstico, en una pequeña sección capaz de llevar en suspensión las materias pastosas.

El ovoide más perfecto es el aplicado en los desagües de Frankfurt.

Cúmplenos tratar aquí una cuestión que, aunque halagüeña, lo es sólo en apariencia.

Hay quienes desearían ver implantado el sistema de desagües por gravitación en nuestra ciudad de Santiago, con proporciones que no sólo basten para su objeto primordial sino, también, para alojar en la cavidad de sus bóvedas las diferentes redes de los distintos servicios ya establecidos y por establecerse como son: la red de cañerías del agua potable y agua contra incendio, la red de cañerías del gas de alumbrado, la red del servicio telefónico, las futuras redes del alumbrado eléctrico, etcétera.

Las objeciones en contra son de tal peso que bastará su enunciado después de la consideración de que sólo en París se ha llevado a efecto aquel ideal, sin que haya merecido los honores de ser imitado por ninguna otra ciudad del mundo.

Como las cañerías de toda magnitud y distintas redes se desarrollan en todas las calles, sería necesario que el alcantarillado, no obstante sus vastas proporciones, fuese tan extenso como la ciudad misma.

¿Qué valor no tendría semejante alcantarillado de tal longitud si las secciones de los colectores deberían ser tres o cuatro veces mayores para contener sobre el nivel de las aguas máximas las distintas redes mencionadas y permitir la libre circulación de los agentes del servicio, como sucede en el bulevar Sebastopol de París?

Se da como razón una temida remoción de los pavimentos de las calles, pero se olvida que los distintos servicios domésticos necesitan de esa remoción, además de la consiguiente perforación de la bóveda de la alcantarilla. Es ésta una verdadera paralogización que sólo se explica suponiendo que con la alcantarilla queden de una vez instalados todos los servicios; pero entonces, ¿dónde estaría la temida remoción de pavimentos?

Pendientes

Como se ha dicho más atrás, las pendientes de los colectores y cañerías en toda la red son suficientes para producir con aguas mínimas y por simple gravitación las velocidades que los ingenieros sanitarios han fijado como necesarias, 0,60 m en los colectores y 1,10 m en las cañerías, sin contar con los golpes de agua que periódicamente dan los aparatos de lavado de que hablaremos. Sólo excepcional-

mente nos ha faltado en una que otra cañería la pendiente necesaria, pero hemos suplido esa deficiencia con un escurrimiento forzado por mayor número de golpes de agua de los mencionados aparatos.

Aunque sea incidentalmente debemos tratar aquí otra cuestión promovida por los que desean que el confort de nuestras habitaciones se conserve tal cual es desde el tiempo de la Colonia, quiero decir que los aparatos sanitarios como excusados, orinales, baños, etc., queden donde hoy están en el 2° o 3er patio.

Y consecuentes con este orden de ideas dicen que las cañerías de primero y segundo orden deberían ir por dentro de las manzanas aprovechando el curso de las acequias, en vez de ir por el eje de las calles.

Pero las razones a favor de este ideal no resisten la más ligera observación, pues sus inconvenientes son insubsanables y de ningún resultado práctico y ni siquiera económico.

Basta echar una mirada al trazado que muestra el plano de las acequias, que adjuntamos a esta memoria, para convencerse de la imposibilidad material de seguir su curso con las cañerías. Su curso es tan caprichoso y con tantos codos y desvíos que la pendiente se hace casi nula, razón por la cual no deberían llamarse acequias sino receptáculos de inmundicias.

Las cañerías establecidas según ese trazado no tendrían la pendiente exigida para el arrastre de las materias pastosas, y por consiguiente, cada codo de los infinitos que tienen las acequias sería el sitio obligado de depósitos y obstrucciones. La cañería debería removerse tal vez con más frecuencia que la limpia de las acequias.

No se explica esta paralogización sino concediendo que se abandone la idea de llevar por las acequias las cañerías y estableciéndolas a través de las manzanas, rectas como en el eje de las calles; pero en tal caso no pasarían por los puntos en que hoy están los servicios y vendrían a cortar los comedores, dormitorios, etc., de las habitaciones propias y ajenas, lo que higiénicamente es inadmisibile.

No hay ejemplo de que ciudad alguna haya implantado un sistema de desagües en esas condiciones en que dos costados de cada manzana tengan el derecho de echar sus desagües a través de las habitaciones de más abajo; ni es posible imaginar siquiera que una ley pueda autorizar semejante servidumbre.

“Hay un principio, ha dicho el célebre higienista inglés Robert Rawlinson, con el cual no se debe jamás transigir, sea en la construcción de un palacio o de un cotaje, y es que ninguna cañería del desagüe se establezca debajo de una parte cualquiera de la habitación”.

El verdadero confort consiste en tener los aparatos sanitarios, el excusado, el baño, etc., no en el 2° o tercer patio sino lo más cerca posible de los dormitorios. Ahora bien, como la habitación moderna tiene su mayor densidad cerca de la calle donde el edificio se eleva de dos o tres y más pisos y donde se encuentra también la cochera de los ricos propietarios, se sigue que el drenaje aumenta sus ramificaciones viniendo de adentro hacia afuera donde debe naturalmente estar el colector o cañería receptora del desagüe doméstico.

Por otra parte, toda habitación tiene una salida a la calle y, por consiguiente, por allí puede ir el tronco del drenaje sin imponer servidumbre a su vecino.

En fin, ni siquiera un pretexto de economía se podría aducir a favor, puesto que la longitud de cañería necesaria para recibir los desagües de los cuatro costados de una manzana sería, en el mejor de los casos, de dos cuadras que es precisamente lo que se necesita cuando se llevan por el eje de las calles donde sirven a dos frentes a la vez.

Lavado

Hemos dicho más atrás que la más justa preocupación del ingeniero encargado del establecimiento de un sistema de desagües es la de evitar la posibilidad de obstrucciones. Un cálculo bien hecho de las secciones de los perímetros mojados y de las pendientes, es ya una primera seguridad. Otra seguridad es la elección de paredes lisas e inatacables por los ácidos, lo que obtenemos con los tubos de loza vidriada.

Pero eso no es bastante, a ciertas horas del día el escurrimiento de las aguas del drenaje doméstico es casi nulo y las materias pastosas adheridas a las paredes acabarían por obstruir las cañerías.

Para alejar en absoluto estas obstrucciones se hace indispensable un sistema de lavado especial, por golpes de agua de una duración más o menos larga, según la importancia de la cañería.

El aparato que lo realiza es el sifón Geneste y Herscher de 500 litros de capacidad que se llena con un hilo de agua, calculado para producir en un tiempo dado el número de golpes que se desea y que se ceba gracias a una ingeniosa disposición.

En una cañería de 0,20 m, por ejemplo, cada golpe de agua equivale a un émbolo líquido de 16 metros de longitud, el cual puede repetirse las veces que se quiera con sólo un mayor gasto de agua y, ¿qué importaría ese mayor gasto en una ciudad acostumbrada a consumir sólo 50 litros por habitante y por día y que tendrá pronto a su disposición 300?

Se puede, pues, sin inconveniente, aumentar el número de golpes de agua previstos y que son los siguientes:

Para las cañerías de más de 1% de pendiente, 4 veces al día.

Para las cañerías cuya pendiente oscila entre 9 y 10 milímetros por metro, 6 veces.

Para las cañerías cuya pendiente oscila entre 8 y 9 milímetros por metro, 8 veces.

La cañería del drenaje interior sería lavada por los pequeños golpes de agua que da cada uno de los aparatos sanitarios cada vez que se usan, sobre todo el excusado que por cada visita debe dar un golpe de 15 litros conforme a lo prescrito por los ingenieros sanitarios ingleses y americanos.

Sería, sin embargo, de desear que cada drenaje doméstico llevase en el origen del tubo tronco un aparato Geneste y Herscher que un hilo de agua llenaría tantas veces al día cuantas se requiera o fuera necesario para conseguir un esmerado aseo.

En los colectores el lavado se hace por medio de compuertas automóviles del tipo de Frankfurt.

Como dato ilustrativo agregaremos que en esta ciudad bastan 5 obreros para mantener un lavado perfecto en la red completa de los desagües y que en París, con sus grandes cloacas, se necesita de 1.200 fontaneros y eso que todavía es sólo parcial el uso del todo a la cloaca.

Ventilación

No basta procurar un escurrimiento fácil y seguro a las aguas de residuo, es menester también conducir el aire viciado de toda la red de cañerías y colectores a las regiones superiores de la atmósfera, después de mezclarse con el aire fresco y puro destinado a oxidar las materias orgánicas, que quedan adheridas a las paredes de las cañerías, y destruir o por lo menos atenuar los virus o microbios de enfermedades contagiosas (cólera, tífus, difteria, etc.) y que tienen su origen en las materias en putrefacción o en los excrementos de los enfermos.

Es preciso, sobre todo, que jamás el aire viciado penetre en la habitación. Por eso hemos dicho en otra parte que un sistema racional de desagües exige una canalización hermética y completamente impermeable para que los gases viciados no puedan escaparse a la habitación por los orificios destinados a recibir los residuos domésticos, del tocador, del baño, de la cocina, del patio, de la caballeriza, del excusado, etcétera.

Sifón

Es preciso, pues, colocar en cada uno de esos orificios aparatos que realicen esta doble condición: siempre abiertos para la evacuación de los residuos que deben ir al drenaje, siempre cerrados para los gases y el aire viciado de la red del desagüe.

El aparato que realiza esta doble condición es el sifón hidráulico. Es un simple tubo en S que se coloca de modo que presente una de sus aberturas hacia arriba y que comunica con la taza o embudo de evacuación, y la otra hacia abajo que comunica con el ramal del drenaje. La válvula hermética la forma el agua que puede contenerse en su rama cóncava. En el momento de derramarse el líquido en la rama descendente, la inmersión que forma trampa está deprimida ordinariamente de 0,07 m.

La práctica ha demostrado la eficacia del sifón hidráulico al mismo tiempo que los graves peligros de las aberturas libres interiores.

Es preciso, no obstante, evitar el sifoneo directo y el sifoneo por inducción. El primero se opera por los golpes de agua que dejan vacío el sifón y, por consiguiente, el drenaje comunicado libremente con la habitación. El segundo se opera por la mayor presión de los gases interiores en circunstancias determinadas y que pulverizan el agua que forma la válvula hermética.

Desde este segundo punto de vista es, pues, indispensable procurar a los gases del drenaje comprimidos por cualquier causa escapes fáciles y numerosos, como se

ha hecho con tanto éxito en Brooklyn, cuyo ejemplo hemos imitado estableciendo una libre respiración de la red por chimeneas de ventilación y disponiendo que todo sifón sea ventilado en corona por un tubo que va a las regiones superiores de la atmósfera.

La ventilación en corona estableciendo la discontinuidad de las dos ramas del sifón evita también el primer sifoneo.

Chimeneas de ventilación

La introducción del aire puro en la red y la expulsión del aire viciado se ha realizado también en Brooklyn con éxito completo. En la red de cañerías y de colectores se hallan distribuidas a corta distancia entradas de visita con tapa de claros por donde entra el aire puro. Estas entradas alternan con otras de tapa hermética en que se encuentra una ramificación hacia una chimenea que se levanta contra el muro del edificio más próximo hasta más arriba del techo y que produce el tiraje de los gases viciados.

Este tiraje está activado por un pequeño aparato neumático movido por el viento y que con un sistema de paletas en hélice tiende a hacer el vacío en la chimenea.

Entradas de visita

Como ya lo hemos dicho, se han proyectado entradas de visita en los colectores y en las cañerías. Las primeras sirven para manejar las compuertas con que se dan los golpes de agua para el lavado. Esta operación se hace en Frankfurt con el agua del drenaje acumulada delante de la compuerta, la cual se suelta bruscamente por medio de un mecanismo especial de escape que un hombre gobierna fácilmente, volviendo la compuerta a su lugar por medio de un engranaje.

En todos los puntos de descarga de una cañería de segundo orden en las de primer orden se ha proyectado también una entrada de visita (véase el plano de detalles).

Hay también entradas suplementarias siempre que la distancia de las anteriores pasa de 125 metros, con el fin de investigar o determinar los puntos en que una obstrucción se haya producido.

Favorables condiciones del subsuelo

La hondura a que se establecerá la red del drenaje varía entre 2 y 4 metros. Se cortará, pues, un subsuelo virgen que no ha sido removido por ninguna causa. Este subsuelo está formado, como todos sabemos, de un conglomerado compacto compuesto de piedrecillas rodadas, arena y arcilla. Se podrá, pues, cortar a pique sin temor de derrumbes. Nuestro precio de excavación consulta, no obstante, un blindaje para impedir todo accidente.

Por otra parte, las primeras manifestaciones de la napa de agua subterránea no se notan antes de 8 metros de profundidad y, por consiguiente, no se tendrán los

inconvenientes que han sido tan molestos en otras ciudades y que sólo gracias a un drenaje especial en el radier de las alcantarillas ha sido posible su construcción.

Todo esto manifiesta que el plazo para la terminación de los trabajos puede ser relativamente corto, pudiendo establecerse faenas en tantos puntos como se quiera sin sujeción por desagües obligados, porque se trabajará siempre en seco.

Hay una circunstancia, sin embargo, que imprime un rumbo obligado a la marcha de las faenas:

En la zona central y ultra Alameda los trabajos deben comenzar en el ángulo SO y en la zona ultra Mapocho deberán comenzar en el ángulo NO, que son al mismo tiempo los puntos de desagüe de los colectores emisarios.

La razón es obvia, puesto que las acequias que forman nuestro actual sistema de desagües no podrán borrararse sino a medida que puedan ser reemplazadas por el nuevo sistema y este estado de cosas no puede progresar sino de aguas abajo hacia aguas arriba. En vista de esta consideración se puede fijar 5 años como plazo máximo para la duración de los trabajos, los cuales, sin embargo, podrían ejecutarse en 3 años.

Aguas de riego derivadas de las aguas de la ciudad

Las aguas de las acequias tienen hoy un aprovechamiento fuera del recinto urbano.

La Quinta Normal de Agricultura, por ejemplo, aprovecha de las aguas del Galán yendo en su totalidad a constituir el riego de los fundos Lagunas, Coronel, etc. Será, pues, necesario pensar en mantener esos derechos que tienen su origen en tomas del Mapocho o en regadores del Maipo.

Ninguna dificultad se divisa para conseguir ese resultado introduciendo en las alcantarillas esas aguas y extrayéndolas desde un punto convenientemente elegido.

La diferencia consistirá tan sólo en el abono que llevarán esas aguas. Hoy día son materias en putrefacción que no constituyen abono inmediato y sí, por el contrario, un raquitismo en las hortalizas, una pésima calidad en los vinos sobre todo en los tintos, etc., según la opinión del acreditado ingeniero don José P. Alexandri.

Al contrario, las aguas que se darán después serán las fertilizantes aguas del Mapocho o del Maipo mejoradas en su curso a través de la ciudad con el verdadero abono de los drenajes públicos y particulares sin materias pútridas que hoy constituyen el cieno de las acequias, resultado de una prolongada estagnación.

La obra no sería completa si el municipio, en protección de la salud pública, no dictase las ordenanzas relativas al mejor servicio de aseo y salubridad que debe procurar la red del desagüe y que hará bajar la mortalidad a un 20 por mil, como en otras ciudades que no tienen un clima tan benigno como el nuestro.

Santiago, agosto de 1896

V. MARTÍNEZ.
Ingeniero

ANEXOS

I. ASPECTO ECONÓMICO

A. Empréstito

Tratándose del saneamiento de una ciudad, el camino para llegar a la realización de las obras no podría ser otro que el empréstito garantizado por el fisco y servido con las rentas municipales y en especial con el producto de la contribución sobre derecho a los desagües que la ley ha hecho obligatorios.

El municipio, en efecto, tiene el deber de velar por la higiene y salubridad pública con la imposición de la menor suma de sacrificios y debe, por consiguiente, buscar los medios de realizar esa gran obra en las mejores condiciones posibles.

Por otra parte, una empresa exigiría beneficios pecuniarios que el municipio no busca, porque la obra es de interés público como que es la más importante de las obras que pueden emprenderse en protección de la salud y de la vida.

Pero es lógico hacer participar de los sacrificios así como de las ventajas de obra tan grande a toda una generación, mancomunando un bienestar que será de perpetua bendición para los que hoy se empeñan en realizarla.

El empréstito, amortizado en largo plazo y garantizado por el fisco es, pues, a nuestro juicio el ideal de la realización de la obra que nos ocupa.

Hemos encontrado que la construcción de los desagües costaría la suma de \$4.492.865,02 de 17½ peniques.

Las condiciones en que se han llevado a cabo los últimos empréstitos del gobierno nos autorizan para creer que no habría dificultad para obtener ese empréstito al 5 por ciento de interés y 1 por ciento de amortización. De esta suerte haríamos extensivos los sacrificios a toda la presente generación, puesto que el capital sería amortizado en 37 años.

B. Monto de la contribución por desagües

El monto de la contribución por desagües deberá satisfacer el servicio de la deuda y la conservación de las obras.

El servicio de la deuda, como acabamos de verlo, tiene por anualidad el 6% del costo de implantación del sistema, o sea:

$$\$4.492.865,02 \times 0,06 = \$269.571,90$$

Los gastos de administración y conservación son difíciles de apreciar; pero teniendo en vista el reducido gasto de los desagües de Frankfurt, que he visitado y cuyo sistema me ha servido de modelo en muchos puntos, creo no alejarme de la realidad presupuestando una suma igual al 15% del servicio de la deuda, o sea, \$40.435,78.

Tenemos, pues, que la contribución por desagües deberá alcanzar a la cantidad de:

$$\$310.007,68$$

Por otra parte, la ley que hace obligatorio el uso de los desagües autoriza una contribución que, en conformidad a las tasaciones hechas para el cobro del impuesto de haberes, asciende a:

$$\$460.898,71$$

Cantidad muy superior al monto del servicio de la deuda aumentado en un 15% por administración y conservación.

C. Drenaje doméstico

El establecimiento de los distintos servicios de la habitación podría ser contratado por la misma empresa constructora o por otra distinta, previa licitación pública y conforme a una lista de precios unitarios.

El pago de la implantación de esos servicios podría hacerse en un plazo prudencial de seis meses o un año a fin de dar facilidades al vecindario, como se ha hecho en tantas otras ciudades.

II. ESTUCO INTERIOR DE LOS COLECTORES

A. Barrio central

a) Colectores de 1,50 m x 1,00 m

Todos los colectores de 1,50 m x 1,00 m de sección llevan al interior un estuco de 15 milímetros de espesor hasta el nacimiento de la bóveda solamente, salvo los de la Alameda de las Delicias, desde la calle Manuel Rodríguez hasta la calle Bulnes, que van estucados completamente al interior.

b) Colectores de 1,80 m x 1,20 m.

Estos colectores llevan estuco en todo el perímetro interior.

B. Barrio ultra Alameda

Los colectores del barrio ultra Alameda van estucados al interior del modo siguiente:

- a) Los colectores de 1,20 m x 0,80 m hasta el nacimiento de la bóveda.
- b) Los colectores de 1,50 m x 1,00 m hasta el nacimiento de la bóveda salvo el de S. Ignacio desde la calle Pedro Lagos hasta la avenida Penitenciaría; el de la calle Conferencia y el de la calle Antofagasta que llevan estuco en todo el perímetro interior.
- c) Los colectores de 1,65 m x 1,10 m, de 1,95 m x 1,30 m, los circulares de 1,95 m y los de 1,95 m x 3,00 m van completamente estucados al interior.

C. Barrio ultra Mapocho

Todos los colectores van estucados al interior hasta el nacimiento de la bóveda solamente, excepto el colector que va en continuación de la calle del Panteón, desde la avenida de Independencia hasta las Hornillas y el colector alcantarilla a la desembocadura, que llevan estuco en todo el perímetro interior.

III. BASES DE CÁLCULO

1° Población

Se ha fijado como base de cálculo una población de 300.000 habitantes distribuida como sigue:

a) Barrio Central	100.000 habitantes
b) Barrio ultra Alameda	150.000 habitantes
c) Barrio ultra Mapocho	50.000 habitantes

2° Superficie por desaguar

La superficie por desaguar resultada ser de 1.900 hectáreas distribuida como sigue:

a) Barrio Central	570 hectáreas
b) Barrio ultra Alameda	1.010 hectáreas
c) Barrio ultra Mapocho	320 hectáreas

3° Cantidad de agua suministrada

Se ha supuesto que se deriva hacia la ciudad la cantidad de 300 litros por habitante y por día los cuales se descomponen como sigue:

a) Pérdidas inevitables	50 litros
b) Consumo en riego de plazas, jardines y ornamentación	100 litros
c) Consumo en la habitación	150 litros

4° Consumo por segundo

Se ha supuesto que los 150 litros por habitante y por día son consumidos en 10 horas, o sea, en 36.000 segundos, lo que da:

$$\frac{150}{36.000} = 0,00416 \text{ litros por segundo}$$

5° Consumo por segundo y por hectáreas

La población media por hectárea es:

$$\frac{300.000}{1.900} = 158 \text{ habitantes}$$

De consiguiente, el consumo por segundo y por hectárea es:

$$158 \times 0,00416 = 0,66 \text{ litros}$$

6° Agua de lluvia

Se ha tomado como base de cálculo la cantidad de agua caída durante la fuerte lluvia de tempestad ocurrida el 17 de julio de 1877, cuya duración fue de 10 horas dando el pluviómetro la cantidad de 93 milímetros. Por consiguiente, la cantidad de agua caída por segundo y por hectárea es:

$$\frac{0,093 \times 10.000}{10 \times 60 \times 60} = 25,833 \text{ litros}$$

7° Coeficiente de reducción

En atención a que no toda el agua caída llega a los colectores por razón de la imbibición y evaporación; en atención al tiempo que demora en llegar a los colectores; en atención al vacío de éstos, etc., es costumbre adoptar un coeficiente de reducción que hemos tomado como en los desagües de Berlín igual a 0,5.

El agua por evacuar por hectárea y por segundo es, pues:

$$25,833 \times 0,5 = 12,916 \text{ litros}$$

8° *Gasto total por hectárea y por segundo*

Este gasto es, pues:

$$12,916 + 0,66 \text{ litro} = 13,576 \text{ litros}$$

Es también el gasto que se ha introducido en la fórmula que da la sección de los colectores.

En cuanto a las cañerías, recordaremos que ellas están destinadas a conducir sólo las aguas usadas del menaje y las que provienen de los techos del 2° patio.

A fin de tener un gran margen para el aumento futuro de la población que sólo entra en los cálculos por una fracción de litro por segundo y por hectárea, hemos dado a las cañerías capacidad para 4,3 litros por segundo y por hectárea, en vez de 0,66, que corresponde al consumo máximo de agua potable para una población de 300.000 habitantes.

9° *En el cálculo de los colectores y cañerías hemos adoptado las acreditadas fórmulas de Darcy y Bazin*

$$\frac{Ri}{u^2} = b; Q = \omega u$$

en que:

R = radio de la sección
 i = pendiente
 u = velocidad media
 Q = gasto por segundo
 ω = sección mojada
 b = 0,00056

En los colectores ovoides, tipo de Frankfurt, tendremos:

$$\frac{Ri}{u^2} = A; Q = \omega u$$

en que:

$$R = \frac{\text{sección completa del ovoide}}{\text{perímetro completo del ovoide}} = \frac{4,460r^2}{7,841r} = 0,568 r$$

$$A = 0,00015 \left(1 + \frac{0,03}{R} \right)$$

Las demás letras tienen la misma significación que anteriormente:

Las radios del ovoide Frankfurt, son:

r = radio de la bóveda
 $r/4$ = radio del radier
 $8/3 r$ = radio de los costados del ovoide
 3 r = altura del ovoide.

IV. PLIEGO DE CONDICIONES ESPECIALES

Art. 1°. Las obras de que se trata en el presente pliego de condiciones están destinadas a la implantación de un sistema completo de desagües en las tres zonas en que el canal del Mapocho y la Alameda de las Delicias dividen la ciudad de Santiago, esto es, la zona ultra Mapocho al norte del canal de este nombre; la zona Central entre el Mapocho y la Alameda; y, por último, la zona ultra Alameda, al sur de la Alameda de las Delicias.

Art. 2°. La licitación que se abrirá para la construcción de estas obras se hará en vista de una propuesta a precio alzado que se cubrirá con el producto de un empréstito y en la forma que se indicará en el presente pliego de condiciones.

Art. 3°. El precio alzado de la propuesta será por el total de las obras con las franquicias que la ley concede para la internación de los materiales destinados a ellas.

Art. 4°. La propuesta deberá hacerse con estricta sujeción a las condiciones impuestas por este pliego y a los planos aprobados por la Dirección General de Obras Públicas y por la I. municipalidad. Se harán por escrito en pliego cerrado y se acompañarán de:

- a) Un depósito bancario a la orden del tesorero municipal por un valor igual al 1% del monto de la propuesta.
- b) De una escritura de fianza por un valor igual al 5% de la propuesta. Esta fianza deberá ser previamente calificada por el tesorero municipal, si no se dispone otra cosa.

A fin de subsanar ciertos inconvenientes que resultan en la práctica, el pliego cerrado que contiene la propuesta se deberá depositar hasta cinco días antes del día en que se abrirán las propuestas y el pliego que contiene el depósito y la fianza dentro de los cinco días últimos.

- c) De una lista de precios unitarios de materiales y de obra de mano modelada por la que acompaña a este pliego, debiendo ella servir para constituir el precio alzado y para el abono por obra hecha al darse los estados de pago.
- d) De certificados de competencia y señas del domicilio del proponente,

Art. 5°. Se abrirán las propuestas en presencia de los interesados que concurrán, del director de Obras Municipales y de las personas que designe la I. municipalidad en la oficina, día y hora señalados de antemano y se levantará un acta que firmarán los proponentes y el director de obras municipales.

Art. 6°. Las propuestas se calificarán atendiendo a la competencia del proponente, al más bajo precio y al plazo estipulado. La administración se reserva el derecho de desechar todas las propuestas si lo estima conveniente.

Art. 7°. Aceptada que sea una propuesta se avisará por escrito al interesado, quien deberá reducir el contrato a escritura pública dentro de los diez días siguientes a este aviso, firmando él por sí y el funcionario que se designe en representación de la I. municipalidad.

Art. 8°. Dentro de los 15 días siguientes a este aviso deberán llenarse los requisitos de firmar los planos y este cuaderno de condiciones, fijar residencia, nombrar apoderado, etcétera.

Art. 9°. Dentro de los cuatro meses siguientes al mismo aviso se iniciará la construcción, para lo cual se dará oportuno aviso al interesado con la entrega del trazado de las obras que el contratista solicite desde luego, de los planos y especificaciones, etc., levantando actas triplicadas y firmadas por el contratista o su representante y por el ingeniero o funcionario que hace la entrega. Un ejemplar se dará al contratista, otro quedará en poder del inspector de la obra y el tercero se remitirá a la alcaldía.

Art. 10°. Si transcurridos los plazos de que hablan los artículos anteriores no se hubieran llenado los requisitos que se expresan, se entenderá que el interesado desiste de su propuesta, a cuyo efecto se declarará administrativamente sin más trámite y sin recurso para el interesado que el depósito de 1% ingresa a tesorería municipal por vía de pena por el atraso ocasionado.

Del contratista

Art. 11°. El contratista deberá dirigir personalmente los trabajos o nombrar un apoderado de acuerdo con la administración. En todo caso, el contratista o apoderado deberá tener residencia fija en la ciudad.

Art. 12°. Siempre que el contratista crea necesario hacer reclamo o solicitudes que tengan relación con su contrato deberá hacerlo por escrito dirigiéndose a la oficina o persona encargada de la vigilancia de los trabajos. Se entenderá que renuncia a todo reclamo a que pudiera tener derecho si después de transcurridos 15 días no lo hubiere hecho en la forma indicada.

Art. 13°. No podrá el contratista subcontratar la obra o parte de ella ni traspasar a ningún título el contrato sin la debida autorización.

Art. 14°. Aceptará todas las órdenes de servicio que se le dirijan por la oficina o por el director de la obra y que tuvieran en vista:

- A. Alterar los planos y especificaciones aumentando o disminuyendo las obras siempre que estas alteraciones no importen más de un 20 por ciento del valor de la propuesta.
- B. Cambiar materiales de mala calidad y remover empleados u operarios que no sean prenda de garantía y buena ejecución de las obras.

Art. 15°. En caso de desavenencia entre el contratista y el ingeniero director de la obra, decidirá el intendente de la provincia y si su fallo no satisface decidirán árbitros nombrados por cada parte y en caso de desacuerdo, un tercero nombrado por la corte.

Resolución del contrato

Art. 16°. La administración tendrá derecho a rescindir el contrato en los casos siguientes:

- A. Cuando el contratista se resistiere a cumplir las órdenes escritas del director de la obra y siempre que estas órdenes no sean motivo de algún reclamo que necesite el juicio pericial de árbitros.

- B. Cuando después de iniciados los trabajos permanecieren paralizados por más de la quinta parte del plazo fijado para su terminación.
- C. Cuando terminado el plazo, sin estar terminada la obra, no hubiere ejecutado el contratista los cuatro quintos del trabajo contratado.
- D. Cuando los aumentos de las obras pasan del 20% del valor del contrato y el contratista no acepta la aplicación de los precios estipulados en su lista.

Art. 17°. Resuelto el contrato, se continuarán las obras por administración o por nuevos contratos por cuenta y riesgo del contratista, pudiendo éste inspeccionar los trabajos.

De la ejecución de las obras

Art. 18°. Al iniciar los trabajos recibirá el contratista copias autorizadas de los planos y especificaciones. La ejecución de las obras deberá, en todos casos, hacerse conforme a las reglas del arte y con estricta sujeción a los planos y a estas especificaciones.

Art. 19°. En la instalación de las faenas, que el contratista deberá hacer enteramente a su costa, se consultarán en lo posible las mejores condiciones de seguridad tanto para los transeúntes como para los obreros, estableciendo parapetos donde se necesiten.

Art. 20. Las partes de obras que resulten defectuosas o ejecutadas con materiales de mala calidad serán demolidas y reemplazadas por el contratista sin derecho a remuneración de ningún género.

De los pagos

Art. 21°. Los estados de pago se harán con fecha 1° de cada mes en vista del trabajo ejecutado y con aplicación de los precios unitarios de la propuesta. El valor de los materiales al pie de obra podrá anticiparse por estados especiales con reducción de un 50%.

Este anticipo se descontará de los estados de trabajos en que esos materiales hayan sido empleados.

Art. 22°. En cada estado de pago se hará una retención de un 10% para responder de la buena ejecución. Estas retenciones se devolverán una vez recibidos los trabajos a entera satisfacción de la administración.

Art. 23°. Los aumentos o disminuciones de obras se tomarán en cuenta consultando los mismos precios unitarios de la propuesta.

De las multas

Art. 24°. El contratista pagará una multa diaria si terminado el plazo no hubiese finalizado las obras contratadas.

Recepción de las obras

Art. 25°. Una vez concluidas las obras se procederá a la recepción provisoria. La definitiva tendrá lugar un año después y sólo entonces se devolverán las retenciones y se cancelará la fianza.

Art. 26°. Si durante la recepción provisoria, o sea, en el año de prueba, se creyese necesario para imponerse de la calidad del trabajo, deshacer alguna parte de la obra, el contratista tendrá la obligación de rehacerla inmediatamente. El costo de este trabajo no le será abonado si resultan efectivos los defectos presuntos.

La recepción definitiva constará de un acta levantada por duplicado y firmada por ambas partes en la que se deje establecido que el trabajo se ha ejecutado en buenas condiciones, y las observaciones, si hay lugar, que se hubiere creído necesario estampar.

Materiales

Art. 27°. Todos los materiales serán de la mejor calidad y exentos de defectos capaces de comprometer la solidez o duración de la obra. Serán sometidos, a expensas del contratista, a todas las pruebas que la administración juzgue necesarias.

Art. 28°. *Ladrillos*. Los ladrillos serán perfectamente amoldados, con aristas vivas, bien cocidos, sin ser vitrificados, duros, sonoros, sin grietas y tendrán el grano fino, apretado y homogéneo en su ruptura.

El empleo de ladrillos quebrados sólo se tolerará en los lugares y en la proporción indicada por la dirección de los trabajos. El ladrillo aprensado será preferido.

Art. 29°. *Piedra*. La piedra de las canteras próximas a Santiago deberá ser de aristas vivas en su quebradura y de las dimensiones de simple o doble bolón, como se pida.

Art. 30°. *Arena*. La arena debe ser limpia y áspera al tacto, indesmenuzable al apretarla en la mano, no tan fina que el cedazo de 120 mallas por centímetro cuadrado deje pasar más de un 25% ni tan gruesa que sea rechazada por el cedazo de 60 mallas por centímetro cuadrado.

Art. 31°. *Cal*. La cal será de alguna de las mejores del país: de la cuesta de Lo Prado, de Lo Aguirre, de Lo Espejo u otra de igual fuerza. Será suministrada en estado de cal viva, sin mezcla de materias extrañas.

Art. 32°. *Cemento*. El cemento será del llamado Portland y de fragua lenta. Su finura será tal que el residuo que deje al pasar por un cedazo de 4.900 mallas por centímetro cuadrado sea inferior a un 15%.

Toda mezcla al peso hecha con 1 de cemento por 3 de arena lavada y seca, deberá dar bloques que, sumergidos durante 6 días en agua, después de un día de seca, tengan a la tracción una resistencia superior a 8 kilogramos por centímetro cuadrado.

Art. 33°. *Mezcla ordinaria*. La mezcla ordinaria deberá hacerse apagando la cal con dos días de anticipación con el agua suficiente para que no queden partes vivas. Deberá arnearse antes de su empleo. La proporción de la mezcla deberá ser de un volumen de cal por 3 de arena lavada, debiendo la mezcla ser perfectamente batida con poca agua.

Art. 34°. *Mezcla hidráulica*. La mezcla hidráulica se compondrá de 2 volúmenes de cemento por 5 de arena lavada (trabajos de desagües de Varsovia), pero en los estucos la proporción será de 1 de cemento por 2 de arena lavada y arneada.

Art. 35°. *Mampostería*. La piedra debe bañarse en la mezcla y comprimirse fuertemente. Los morrillos de simple y doble bolón ocupan en mampostería llena los seis décimos del volumen total y la mezcla los cuatro décimos. La mezcla debe ser hidráulica.

Art. 36°. *Hormigón y concreto*. Los guijarros rodados y la piedra chancada deberán lavarse, y su tamaño no debe exceder de 0,05 m o mejor dicho deben pasar por una criba de 0,05 m de claro. La proporción deberá ser de 2 de mezcla hidráulica por 5 de guijarros o de piedra chancada. La compresión debe hacerse por capas de 0,10 m y debe ser esmerada.

Con el ladrillo chancado y fuera de agua puede usarse la mezcla ordinaria en la confección del concreto, pero sólo en casos previstos o con la aquiescencia de la dirección de los trabajos.

Art. 37°. *Albañilería*. El ladrillo debe colocarse saturado de agua y la mezcla que lo baña debe ser lo más seca posible, pero no tanto que apretada en la mano deje de formar pan. El grueso de mezcla será 0,01 m.

Se usará con el ladrillo mezcla hidráulica en los colectores y mezcla ordinaria en los demás casos, siempre que la construcción no esté sumergida en agua, en cuyo caso deberá usarse mampostería hidráulica o concreto hidráulico.

Art. 38°. *Estuco*. Es absolutamente prohibido extender el estuco sin haber limpiado previamente las juntas. Hecho esto se lanzará con fuerza la mezcla hasta formar una delgada capa que cubra a la manera de enrocado la superficie por estucar. Luego después se extenderá una capa reglándola convenientemente, repasándola al platacho y por fin afinándola.

Se le dará un espesor de un centímetro y medio y se evitará cuidadosamente que reciba los rayos del Sol mientras dure la traba, la cual se tratará de retardar manteniendo húmeda la superficie. El estuco interior se extenderá hasta el arranque de las bóvedas.

Art. 39°. *Chapa*. Toda bóveda deberá ser cubierta con una capa de mezcla hidráulica, aplicada como el estuco interior y con idénticas precauciones.

Art. 40°. *Rellenos o terraplens*. Todo relleno de zanja deberá apisonarse por capas de 0,30 m y con las precauciones requeridas. La tierra sobrante será transportada a los puntos que la administración indique, pudiendo el contratista usar de ella como le convenga.

La calzada será deshecha a la vez en la menor extensión posible y en todo caso el trabajo debe concluirse por pequeñas secciones, a fin de dificultar el tráfico lo menos posible. En consecuencia, una zanja no podrá permanecer abierta si no se pone trabajo activo en ella y con todas las precauciones necesarias, tanto de día como de noche, para evitar accidentes.

La piedra y adoquines que el contratista saque de su lugar serán los que deberá colocar de nuevo íntegramente, siendo él sólo responsable de la falta que pueda notarse al tiempo de readoquinar o reempedrar.

Art. 41°. Todo readoquinado será hecho sobre capa de arena.

Colocación y unión de los tubos de loza

Art. 42°. La colocación de los tubos de loza deberá hacerse después de haber emparejado y apisonado el lecho que debe recibirlas, de modo que todo hundimiento posterior sea imposible. Enseguida se colocará una capa de arena de 0,05 m de espesor.

Hecho esto, se presentará el tubo con el empalme o cazoleta dirigido en contra de la corriente, y el otro extremo del tubo se embutirá en el otro empalme del tubo ya colocado, después de haber limpiado con escobillas el interior de ambos tubos. La penetración de uno en otro debe dejar 0,005 m de huelga y debe guardar una distancia perfectamente uniforme. Hecho ya lo anterior se introduce un cordón de filástica bien alquitranado, se la comprime con calafate y, por último, se introducen la brea y arcilla plástica hasta llenar la cazuleta y formar reborde.

Concluida la operación de la empaquetadura, el obrero limpiará cuidadosamente la unión de todo exceso de mezcla, alisando la juntura a fin de evitar en lo posible la solución de continuidad entre uno y otro tubo. Verificada esta operación por el inspector fiscal, se procederá a rellenar los costados, comprimiendo la tierra con bastante energía, pero con las precauciones requeridas.

Establecimiento de los colectores

Art. 43°. A menos que el terreno sea bastante firme para mantenerse a pique, es obligación del contratista blindar las paredes de la zanja con tablones colocados a una distancia igual al ancho del tablón y mantenidos a distancia por zoquetes.

Preparada la zanja, a la profundidad necesaria, se colocarán sobre capa de arena los bloques de asiento de los colectores y se rellenarán los costados, apisonando enérgicamente. Sólo entonces se colocará la cimbra ovoidal que servirá para construir las paredes del ovoide, y por fin la bóveda. Concluida la albañilería del ovoide, y después de transcurrido el tiempo indispensable para la traba del mortero, se rellenarán los costados de la zanja, hasta el nacimiento de la bóveda apisonando enérgicamente y con las precauciones requeridas.

Es entonces cuando pueden iniciarse a la vez, si se quiere, el estuco interior y la chapa del extradós de la bóveda, pudiendo terminarse el relleno de la zanja 36 horas después de extendida la chapa.

Recepción de materiales

Art. 44°. Los cañones quebrados o trizados y los pedazos de cañones, no podrán emplearse bajo ningún pretexto. Sólo se admitirá en la canalización de una cuadra un trozo de cañón cuidadosamente cortado al largo.

Art. 45°. Todos los materiales deberán recibirse por el funcionario encargado de esta operación antes que el contratista pueda ponerlos en obra.

Art. 46°. El empleo de materiales rechazados dará lugar a una multa igual al doble de su valor sin perjuicio de la demolición de la obra en que ellos hayan sido empleados.

Art. 47°. Todo material rechazado deberá sacarse, a costa del contratista, a 2 kilómetros por lo menos del recinto de los trabajos.

Art. 48°. La recepción de los materiales no envuelve la irresponsabilidad del contratista por desperfectos, que sean el resultado de la mala calidad del material.

Trazado de las obras

Art. 49°. Antes de empezar los trabajos en una calle, el contratista efectuará el trazado de las obras y establecerá bastantes puntos de referencia, a los cuales se referirá exactamente la altura del fondo de los cauces. Esas operaciones serán verificadas, si hay lugar, por un agente de la administración. El contratista pondrá a disposición de este agente los instrumentos y el personal necesario para asegurarse de que el trabajo está conforme a los planos.

Art. 50°. Los trabajos que no se hayan ejecutado conforme a las reglas de la buena construcción, como también aquéllos para los cuales no se haya empleado materiales que tengan las cualidades requeridas, serán demolidos y reconstruidos a expensas del contratista.

También podrá obligarse el contratista a demoler y a reconstruir a su costa los trabajos ejecutados sin autorización, o en los cuales se hubiese empleado materiales desechados, como también aquéllos en que por falta del contratista no se hubiese podido ejercer la respectiva vigilancia.

Art. 51°. El contratista no podrá interrumpir ni entorpecer la circulación de la vía pública, ni el fácil curso del agua, sea en canales de riego, sea en las acequias, sin que para ello haya sido formalmente autorizado.

Será obligado a establecer a su costa comunicaciones provisionales en cada local donde sea necesario, conformándose a cuanto le será prescrito por la administración.

Colocará y mantendrá, mientras duren los trabajos, barandas sólidas a lo largo de los cortes, donde el paso sea peligroso, y alumbrará de noche esos lugares.

Si es preciso, la administración tiene el derecho de hacer ejecutar de oficio, con urgencia y sin aviso previo, de cuenta del contratista, las medidas que juzgue necesarias para la seguridad del tráfico, como también de los obreros. En todo caso, el contratista será civilmente responsable de todas las desgracias que resulten por haber descuidado las medidas de precaución que sean necesarias o prescritas por los reglamentos de policía.

Art. 52°. El trabajo de noche es estrictamente prohibido. En ciertos casos, sin embargo, la administración podrá exigir que el trabajo se continúe sin interrupción de noche y de día. El contratista tomará entonces las medidas necesarias para que el trabajo de noche siga con todo cuidado y actividad, así como también el trabajo diurno.

Art. 53°. El contratista cuidará de mantener las cañerías de gas, de agua potable y otras que encuentre en el desarrollo y en la vecindad inmediata de la obra en construcción, y será responsable del daño que pueda resultar a esas cañerías por la ejecución de los trabajos.

Art. 54°. La administración se reserva formalmente la facultad de ordenar, durante la ejecución de las obras, las modificaciones que juzgue convenientes en los trabajos proyectados mediante orden escrita del ingeniero inspector.

Art. 55°. Si una cañería encuentra en algún punto de su trayecto un suelo de mala calidad, deberá éste ser reemplazado o solidificado a satisfacción de la administración.

Art. 56°. Será de cuenta del contratista la demolición de las albañilerías y cualquier otra construcción que encuentre en los cortes, y soportará los gastos que resulten de todas las medidas necesarias para cuidar del fácil curso de las aguas caseras y de lluvias en toda la extensión de la obra por construir.

Art. 57°. Es obligación de la empresa establecer las uniones de los colectores y cañerías con los servicios domésticos y públicos, dejando cerrada la comunicación con un tapón de madera perfectamente ajustado.

Art. 58°. El precio alzado de la propuesta que haga el contratista deberá ser el resultado de sus propios cálculos y operaciones. No podrá establecer reclamo alguno por causas de errores o faltas que puedan reconocerse en el presupuesto, debiendo éste considerarse como simple dato ilustrativo.

Art. 59°. El cambio que se ha tomado para la composición de los precios es de 17,5 peniques por peso. Será el cambio que se tomará en cuenta al hacer la apreciación de los materiales de procedencia extranjera que sea necesario valorizar por cualquier causa no prevista.

V. MUNICIPALIDAD DE SANTIAGO

Proyecto de desagües

Sesiones de la comisión y proyecto de acuerdo

Sesiones de la comisión especial de desagües en 12 y 13 de agosto de 1896.

Se abrieron estas sesiones presididas por el señor Intendente, con asistencia del señor primer alcalde Luco Linch, del señor tercer alcalde Carrasco Bascuñán, de los señores regidores Ojeda, Marambio, Nieto, Garcés Puelma, Arrate, Espejo, Salinas Herrera y del director de obras municipales.

Después de examinar detenidamente el proyecto del ingeniero don Valentín Martínez, el señor Intendente manifestó la buena voluntad del supremo gobierno para coadyuvar a la ejecución de los desagües de la ciudad de Santiago.

Después de discutir varias indicaciones del señor Intendente, de los señores alcaldes y de los regidores señores Nieto, Ojeda, Marambio y Garcés Puelma, la comisión arribó a las conclusiones siguientes:

- 1° Aprobar el proyecto del ingeniero don Valentín Martínez, a fin de que sirva de base para la contratación de las obras, sin perjuicio de que se pueda aceptar después otro, en propuestas públicas que satisfaga mejor las condiciones higiénicas y de ejecución;

- 2° Proponer a la I. municipalidad, solicite del supremo gobierno que tome a su cargo la contratación y ejecución de los trabajos, bajo su garantía, y en la forma que juzgue más conveniente;
- 3° Expresar al supremo gobierno que la I. municipalidad fijará oportunamente la cuota que se exigirá a los vecinos para el pago de estos servicios, cuando y como sea necesario, dentro de las atribuciones que para ello le otorga la ley número 342, de 19 de febrero de 1896, después de conocer el costo de la obra, aun cuando sea aproximadamente;
- 4° Solicitar de la I. municipalidad que recabe del supremo gobierno, que se reduzca la amortización al uno por ciento anual y que el interés que se abone a los contratistas sea no más de cinco por ciento también anual.
- 5° Que la recaudación de la contribución que se fije se haga por la tesorería municipal de Santiago, por la fiscal o por los contratistas;
- 6° Que una vez terminada la cancelación de la deuda contraída con motivo de la realización de los trabajos de desagües, éstos pasen a ser propiedad municipal;
- 7° La I. Municipalidad podrá hacer amortizaciones extraordinarias y adquirir las obras por su precio de costo actual sin tomar en cuenta el valor comercial. (Firmados). José Alberto Bravo, Eduardo Carrasco B., Polidoro Ojeda, Santiago Polloni, Manuel H. Concha, Raimundo Valdés, Juan de Dios Correa I., Manuel A. Ríos, Miguel Arrate L., Julio Novoa, Alfredo Pedregal, Alberto Luco Lynch, Pedro A. Herrera C., Benjamín Marambio, Rodolfo Salinas, Álvaro Garcés Puelma, Hermógenes Espejo, Francisco Landa, Carlos Ovalle, Moisés G. Huidobro, Manuel A. Fuenzalida U., José Arce, Jorge Dan Ewing.

Santiago, 14 de agosto de 1896. En tabla. Proveído por la I. municipalidad en sesión de hoy. (Firmado). F. 2° Lopetegui.

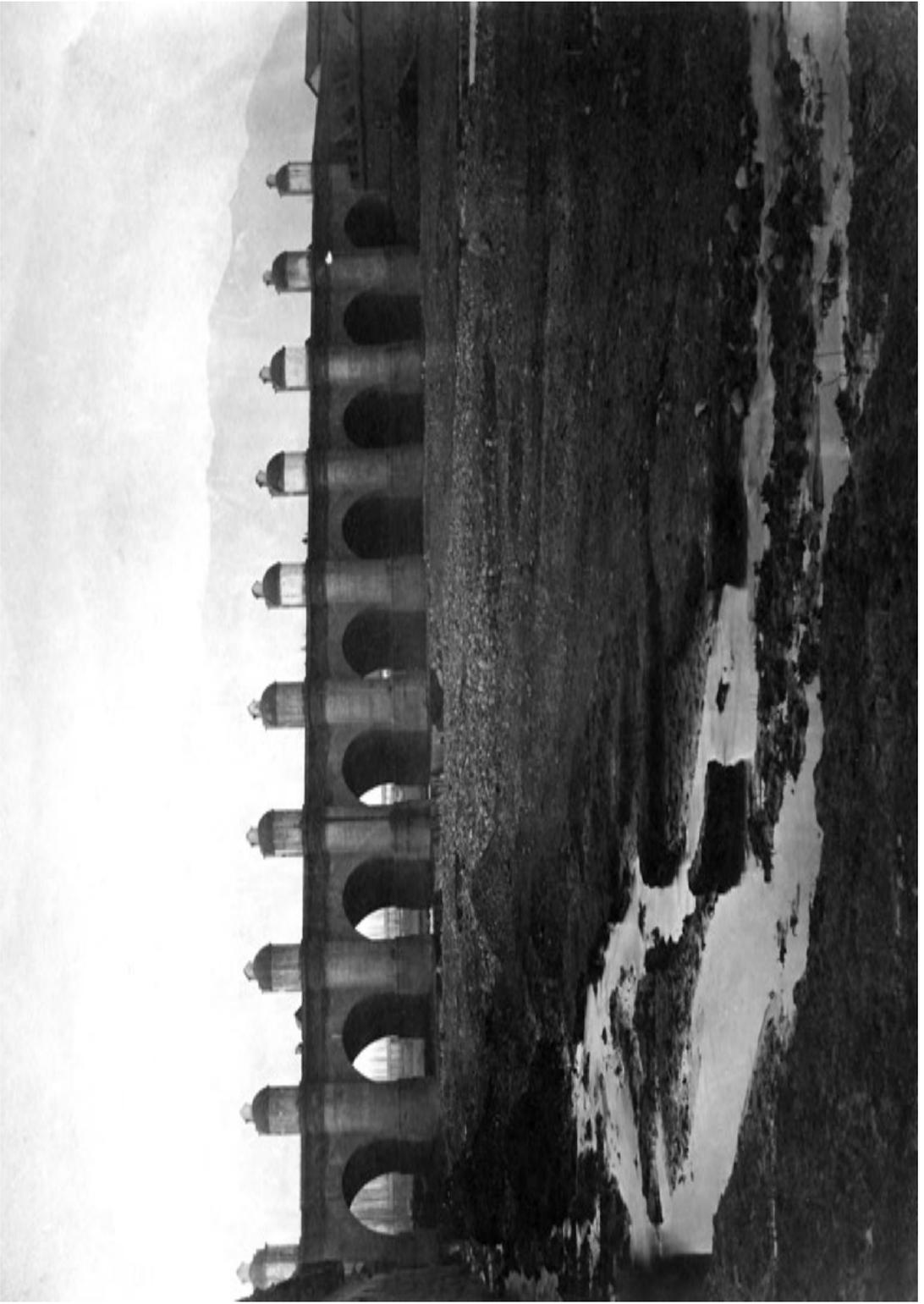
I. municipalidad

Una de las obras de más vital importancia para la salubridad, comodidad y acaso ornato de una extensa y populosa ciudad, como nuestra capital, es sin duda alguna la implantación de un sistema completo y perfecto de desagües. Las ventajas de este sistema son reconocidas por todos los higienistas y la práctica ha podido manifestar de un modo evidente, en las principales ciudades del Viejo y Nuevo Mundo, que su instalación significa la disminución de la mortalidad en una proporción considerable.

La I. municipalidad de Santiago se ha preocupado, con el interés que requiere una obra de esta naturaleza, en estudiar los medios de dotar a la capital de la república con esta mejora local, que cambiará por completo su estado sanitario, que ya por su clima y topografía está llamada a ser una de las más saludables del mundo.

Sin embargo, varios son los factores que han influido para que este problema no haya tenido una solución práctica hasta el presente.

La municipalidad pretérita, como sabe la I. corporación, encomendó al ingeniero señor Valentín Martínez el estudio de un sistema de desagües para la zona



Puente de Calicanto. 1885. Autores: **nombres** Díaz y Spencer. Colección Archivo Fotográfico, Museo Histórico, Santiago de Chile.

central de la ciudad comprendida entre el río y la Alameda, y el municipio actual, al iniciar sus tareas, pudo imponerse de que ese proyecto, aprobado por comisiones especiales de la dirección de obras públicas y del consejo superior de higiene, y completo para la zona estudiada era insuficiente por no abarcar el extenso y populoso barrio de ultra Alameda ni el importante de ultra Mapocho.

Actualmente, podemos anunciar que este inconveniente ha desaparecido, pues mediante el celo e interés desplegado por nuestro intendente y el ingeniero señor Martínez, tenemos un estudio completo de desagües conforme a los sistemas más modernos implantados con éxito en varias ciudades, y que puede servir de base para las propuestas y contratación de una obra de tan vital importancia.

Además existía un serio inconveniente para que el actual municipio abordara la cuestión de que nos ocupamos, pues se carecía hasta hace poco de una ley que permitiera el cobro de una contribución proporcionada a los servicios que prestase un sistema racional de desagües. Esa ley ha sido promulgada y en ella se han fijado los límites dentro de los cuales los municipios designarán, según sus recursos y necesidades, el monto de aquella contribución.

Otro de los inconvenientes con que se tropezaba era la falta absoluta, por parte del municipio, del capital necesario para afrontar por su cuenta la ejecución de esa obra o, bien, las dificultades que resultarían de ofrecer la responsabilidad de la corporación en obra de tal entidad.

No obstante, el vivo interés que el actual municipio ha manifestado por implantar este servicio ha encontrado una amplia acogida por parte del supremo gobierno y, mediante su poderosa cooperación, estimamos que podemos llegar a una fórmula que será, sin duda, la solución de tan importante problema de interés público.

Por último, se ha impuesto a nuestro estudio la oportunidad de ejecución de la obra, en vista de la situación económica del país. Después de un detenido examen, y considerando que su realización, en algunos meses más daría trabajo a centenares de operarios que hoy no encuentran el pan para sus familias, y que los capitales casi en su totalidad quedarían radicados en Chile, dando impulso a numerosas industrias durante y después de su ejecución, no hemos vacilado en proponer que el proyecto se lance cuanto antes para que a la brevedad posible entre en vías de ejecución.

No nos puede detener la consideración de que, por el servicio de desagües, se imponga a los vecinos un gravamen de instalación y una nueva contribución o, más propiamente, el pago de un servicio, porque ese gravamen puede hacerse insensible distribuyendo su pago en cierto número de años y esta contribución o pago de servicios no necesita llevarse a los límites que autoriza la ley, ya que con mucho menos puede ofrecerse un interés suficiente si la obra se ejecuta por licitación y, además, esa contribución sería menos onerosa en las clases poco acomodadas.

Tenemos muy presente por último que todo sacrificio, si lo hubiere, debe hacerse en Chile como se ha hecho en todas partes para librar de la muerte y de la enfermedad, con sus consiguientes consecuencias de miseria y destrucción, a todos los habitantes y muy especialmente a la clase proletaria. Al efecto, no debe olvidarse que Santiago es una de las ciudades con más alto índice de mortalidad del mundo, en razón de la falta de higiene pública, así como una de las menos gra-

vadas por contribuciones, ya sea tomando en cuenta los capitales en ella radicados ya sea con relación al número de habitantes.

Con los antecedentes expuestos, creemos que es llegado el caso de que la I. corporación se pronuncie sobre la cuestión de tan vital importancia y al efecto tenemos el honor de someter a consideración el siguiente

PROYECTO DE ACUERDO

- 1° Aprobar el proyecto de desagües para la ciudad de Santiago presentado por el ingeniero don Valentín Martínez con fecha 8 de agosto corriente a fin de que se sirva de base para la contratación de esta obra, sin perjuicio de aceptar otros proyectos, o las modificaciones que la I. municipalidad estime convenientes, en vista de las propuestas que se presenten para la ejecución de dicha obra;
- 2° Solicitar del supremo gobierno que tome a su cargo la contratación y ejecución de los trabajos bajo su garantía y en la forma que juzgue más conveniente para los intereses locales y municipales.
- 3° Designar oportunamente, y en vista del valor real o aproximado de la obra, la cuota que por el servicio de desagües puede la I. corporación imponer a los vecinos, en virtud de la ley de 19 de febrero del corriente año; de modo que el interés de los capitales invertidos no sea superior al cinco por ciento anual al entregarse instalados los servicios, ni el siete por ciento anual en tiempo alguno, cualquiera que sea el monto de la contribución;
- 4° Fijar como amortización acumulativa para la adquisición de la obra por la I. municipalidad el uno por ciento anual sobre el capital invertido; quedando facultada dicha corporación para hacer las amortizaciones extraordinarias que estime oportunas y
- 5° Manifiestar al supremo gobierno que, no obstante ser intervención y contratación de la obra la percepción de la contribución por el servicio de desagües podría hacerse por las oficinas municipales o en cualquier otra forma que aquél determine. (Firmado) Alberto Luco Lynch, Miguel Arrate L., Polidoro Ojeda, Eduardo Carrasco B., M. G. Huidobro, Álvaro Garcés Puelma, Francisco A. Gaete, F. Landa Z., Benjamín Marambio D., S. Pollo-ni, H. Espejo, M.A. Ríos, Jorge Dan Ewing, Nicanor Moreno, R. Salinas, Jerónimo Plaza, Carlos Ovalle B., Pedro A. Herrera G., J. de D. Correa Irrarrazaval, Carlos Reyes E., Raimundo Valdés, J. Ramón Nieto, Julio Novoa G., Alfredo Pedregal, Manuel A. Fuenzalida U., José Arce, Enrique Morandé y José Toribio Lira.

Certifico que la precedente es copia del original del expediente del caso que existe en la secretaría municipal. Santiago, 27 de octubre de 1896.

F. 2° LOPETEGUI
Prosecretario

LEY QUE AUTORIZA
A LAS MUNICIPALIDADES DE LA REPÚBLICA,
CUYA POBLACIÓN EXCEDA
DE CINCO MIL HABITANTES,
PARA ESTABLECER COMO OBLIGATORIO
EL SERVICIO DE DESAGÜES

MINISTERIO DEL INTERIOR

Ley núm. 342. Santiago, 19 de febrero de 1896. Por cuanto el Congreso Nacional ha prestado su aprobación al siguiente:

PROYECTO DE LEY

Artículo 1°. Autorízase a las municipalidades que funcionen en ciudades y villas cuya población exceda de cinco mil habitantes para establecer como obligatorio el servicio de desagües por medio de alcantarillas o cañerías.

Art. 2°. Los propietarios de inmuebles situados dentro de los barrios en que se coloquen dichas alcantarillas o cañerías quedan obligados.

- a) A instalar y mantener dentro de sus propiedades y a su costa las cañerías y demás aparatos que el servicio de desagües requiere.
- b) A permitir a los agentes que la autoridad local designe la inspección de los servicios particulares para cerciorarse de su regular funcionamiento.
- c) A cegar dentro de sus propiedades los pozos o depósitos destinados a excusados.

Art. 3°. Los propietarios pagarán por el servicio de desagües la cuota que fije la respectiva municipalidad. Este gravamen no excederá de un tres por mil al año sobre el valor de la propiedad, computado según el avalúo que rija para el cobro del impuesto de haberes; pero podrá elevarse hasta seis pesos anuales cuando el valor de la propiedad baje de dos mil pesos. Si este valor excede de cincuenta mil pesos por el exceso sólo podrá cobrarse en la proporción de uno por mil, y en ningún caso el gravamen anual subirá de quinientos pesos.

Art. 4°. La obligación que impone el artículo anterior se hará efectiva en cada edificio o sección de edificio destinado a una habitación o servicio independiente; pero no se tomarán en cuenta las varias aplicaciones que dentro de ellas se hagan para el uso de las mismas familias u ocupantes del lugar gravado.

Art. 5°. La municipalidad hará los trabajos a que se refiere el artículo 2° de esta ley por cuenta de los propietarios cuando éstos no los hicieren. Si la propiedad valiere menos de dos mil pesos y su dueño careciere de recursos, el trabajo se hará por la municipalidad sin cargo a los interesados.

Art. 6°. Cuando los desagües sirvan barrios construidos en cerros o terrenos muy accidentados, podrán los propietarios que no tuvieren acceso directo a las cañerías matrices atravesar con sus cañerías particulares las propiedades intermedias, si de él no se sigue grave daño a los dueños de éstas y previa la correspondiente indemnización.

Art. 7°. Se declaran libres de derecho los materiales que se importen del extranjero para la construcción del servicio principal de desagües en las poblaciones. El Presidente de la República fijará en cada caso la cantidad a que se extiende la liberación en vista de los presupuestos de las obras y del informe de la dirección de obras públicas.

Art. 8°. Autorízase a las municipalidades para que puedan contratar con empresas particulares la construcción y explotación de los servicios de desagües, debiendo sujetarse esos contratos a las condiciones establecidas en la presente ley y pudiendo extenderse hasta treinta años su duración.

Y por cuanto, oído el consejo de Estado, he tenido a bien aprobarlo y sancionarlo; por tanto, promúlguese y llévese a efecto como ley de la República.

JORGE MONTT

Oswaldo Rengifo

PROYECTO DE LEY PRESENTADO
POR EL EJECUTIVO PARA QUE SE AUTORICE
AL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA
PARA CONTRATAR
LA EJECUCIÓN DE LOS DESAGÜES
DE LA CIUDAD DE SANTIAGO

Conciudadanos del Senado y de la Cámara de Diputados:

Las malas condiciones de salubridad de esta capital, de que da testimonio el movimiento extraordinario de defunciones, no obstante su clima templado y las facilidades para la vida que en ella se obtienen, dependen en gran parte del pésimo sistema de desagües que se mantiene desde la era colonial agravándose día a día, con el ensanche de la población, sus perniciosas consecuencias.

Aunque la idea de reemplazar el servicio actual de acequias por un sistema bien combinado de alcantarillas se ha propuesto desde hace años, no se ha logrado llevar a efecto esta obra, cuyos benéficos resultados no es posible poner en duda y cuya facilidad de ejecución es manifiesta.

Construida la ciudad sobre un plano inclinado con pendiente constante y uniforme, permite que se haga el escurrimiento de los desagües por simple gravitación en todas partes, sin recurrir a los medios dispendiosos de extracción artificial, que recargan no sólo el costo de las obras sino, también, el mantenimiento de un servicio regular.

Recientemente se ha formado por el ingeniero jefe de la sección de hidráulica de la dirección de obras públicas, don Valentín Martínez, un estudio completo de las obras que deben ejecutarse, para establecer el desagüe en todos los barrios, aun los más apartados de la capital, y las conclusiones a que llega demuestran no sólo la posibilidad de llevar a cabo en condiciones ventajosísimas este trabajo, sino también la pequeñez de su costo con relación a los inapreciables beneficios que está llamado a producir.

De los planos principales del proyecto del señor Martínez, que en copia se acompañan y del presupuesto total de la obra que también se agrega, resulta que

con un gasto de sólo cuatro millones cuatrocientos noventa y tres mil pesos de nuestra moneda podrá realizarse el desagüe completo de esta ciudad, suprimiéndose las actuales acequias que constituyen un foco permanente de infección y son causa principal de nuestra extraordinaria mortalidad.

Es verdad que, aparte de la canalización matriz, será necesario que se invierta alguna considerable suma por los propietarios para establecer en sus casas los servicios interiores.

Pero, a pesar de esto, es indudable que tales sacrificios son pequeños al lado de la utilidad que un sistema regular de desagües habrá de proporcionar al vecindario.

La ley de 19 de febrero del presente año ha autorizado a las municipalidades para costear el servicio de desagües por medio de alcantarillas, creando una contribución especial que pueda llegar hasta el 3 por mil del valor de la propiedad urbana. Estimado el producido de este impuesto en Santiago, según se ve en el estado adjunto, hay motivo para afirmar que excederá de 470 mil pesos al año; de modo que se asegura con este ramo de entradas, una suma anual que equivale a más de un diez por ciento del capital que se requiera para la ejecución de los desagües.

Realizada esta obra con capitales extranjeros y asegurado el reintegro de éstos con la garantía que el rendimiento del mismo servicio habrá de proporcionar, no hay duda alguna de que podrán obtenerse condiciones satisfactorias, que permitan atender al servicio de las obligaciones que se contraigan sin otros sacrificios de fondos públicos o sólo con la destinación de una corta suma de la que hoy está afecta a los servicios municipales.

La municipalidad de Santiago, con laudable interés ha procurado dar impulso a estos trabajos; pero comprendiendo sus miembros que es preferible para su conveniente realización aprovechar el crédito del Estado, han manifestado el deseo que sea el gobierno quien tome a su cargo la ejecución de las obras de desagües, según se desprende del documento adjunto, suscrito por 28 de los 30 miembros que componen aquella corporación.

El gobierno por su parte estima conveniente esta forma de procedimiento y acude con tal objeto solicitando la autorización necesaria.

En mérito de lo expuesto y oído el consejo de Estado, tengo el honor de someter a vuestra consideración el siguiente

PROYECTO DE LEY

Art. 1°. Autorízase al Presidente de la República para que contrate, por medio de propuestas públicas, la ejecución de los trabajos de desagüe de la ciudad de Santiago, con arreglo a los planos formados por el ingeniero don Valentín Martínez u otros que juzgue más convenientes.

Art. 2°. El Presidente de la República fijará las bases para las propuestas, celebrará a nombre del fisco el respectivo contrato y velará por la conveniente ejecución de las obras.

Art. 3°. El total producto del impuesto de desagües autorizado por ley de 19 de febrero último, se destinará permanentemente a cubrir los intereses y amortización de las obligaciones que contraigan para la ejecución de las obras, no pudiendo disminuirse la cuota máxima del impuesto que la ley fija, sino en cuanto exceda de la cantidad que anualmente deba invertirse en dichos intereses y amortización.

Si el producido del impuesto no bastare para el objeto expresado, se reducirá el déficit de los fondos que las tesorerías fiscales perciban, por cuenta de la municipalidad por la contribución de haberes, conforme al artículo 41 de la ley de 22 de diciembre de 1891.

Art. 4°. Mientras no esté amortizado un cincuenta por ciento de las obligaciones que se contraigan para la ejecución total de las obras, podrá el Presidente de la República retener la administración del servicio de desagües y percepción del impuesto respectivo, o contratar con una empresa particular este servicio, en los términos que indica el artículo 8° de la ley de 19 de febrero último.

Amortizada aquella cuota, pasará la administración a la municipalidad.

Santiago, agosto 28 de 1896

JORGE MONTT

O. Rengifo

MODELO DE UNA AUTORIZACIÓN PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS DEL DRENAJE DE UN INMUEBLE

Santiago, .. de de 189...

Visto el artículo ... de la ordenanza de fecha de 189 . , se concede la autorización para ejecutar los trabajos del desagüe del inmueble calle número, en contestación a la solicitud dirigida el día y despachada con las correcciones hechas al proyecto presentado.

La ejecución de los trabajos deberá someterse a las condiciones siguientes:

- 1° Antes de salir del inmueble el tubo tronco del drenaje estará provisto de un sifón hidráulico en una cámara de visita. Esta cámara deberá tener un metro de largo por 0,60 m de ancho.
- 2° El tubo tronco de la habitación deberá colocarse a una profundidad de al llegar a la cámara de visita y no podrá establecerse sino después de terminada la ramificación interior.
- 3° Los tubos de loza serán colocados a una profundidad mínima de 0,80 m. En los demás casos y en especial en el atraveso de los muros deben reemplazarse por tubos de hierro.
- 4° Las uniones deben empaquetarse con un cordón de filástica y una mezcla de brea y arcilla en los tubos de loza; y con filástica, brea y plomo derretido y calafateado, en los tubos de hierro. Los tubos de caída de los segundos pisos serán de hierro y podrán unirse con estopa y antióxido.
- 5° Las cañerías secundarias no deben unirse a ángulo recto sino tangencialmente y por uniones especiales con las cañerías principales.
- 6° Los tubos de ventilación deben ser en lo posible verticales y en ningún caso con elementos horizontales.
- 7° Estos tubos que deben tener 0,10 m de diámetro para los *water closets* y 0,05 m para los demás aparatos sanitarios, deben ser de fierro o de zinc, y deben sobrepasar el techo de un metro por lo menos.

- 8° Los tubos de caída de las aguas lluvias de los techos del 2° patio deberán llevar sifón.
- 9° Los resumideros deberán ser cubiertos con una rejilla de hierro con claros de 0,01 m a lo más y la taza deberá llevar una trampa con inmersión de 0,07 m. Deberán establecerse en el punto más bajo del patio.
- 10° Habrá llaves de agua potable para el uso de los fregaderos de cocina, lavaderos, etc. El agua para los *water closets* procederá de estanques o cisternas automóviles, o por lo menos, si no hay estanques, aquello debe estar arreglado para dar un golpe de agua que permita el lavado perfecto de la taza.
- 11° Todos los cierros herméticos deben ser visitables.
- 12° Si cada alojamiento no estuviese provisto de los diversos aparatos necesarios para las aguas usadas, se deberá establecer por lo menos uno, para que sea usado en común. Si está establecido en el patio deberá estarlo a una altura cómoda sobre el nivel del suelo. En este caso se dispondrá en forma de embudo de hierro fundido, esmaltado o alquitranado de 0,30 m por lo menos de diámetro y provisto de una rejilla de claros de 0,01 m a lo más y de un tubo de caída con inmersión de 0,10 m. Este embudo será de sacar y poner.
- 13° Los *water closets* y orinales de patios deben estar al abrigo de la helada.
- 14° La evacuación de las aguas industriales o de fábricas, que no puede ser autorizada sino por permiso especial, estará sometida a las siguientes reglas:
 - a) Las aguas que provienen de fábricas que elaboran cobre, bronce, etc., o de farmacias, laboratorios de química, etc., que contienen ácidos en disolución, bases o sales, deben conducirse a un resumidero de 1 metro de hondura debajo del tubo de desagüe. Las materias disueltas no deben sobrepasar la proporción de un décimo.
 - b) Las aguas de condensación no deben tener una temperatura superior a 37 grados centígrados.
- 18° En todos los establecimientos que suministran en gran cantidad materias grasas o jabonosas, como ser lavanderías de restaurantes, mataderos, etc., deberá intercalarse en la cañería especial de desagüe un condensador de grasa. Estos aparatos serán visitables y de fierro fundido y esmaltado. Su altura mínima será de 0,75 m y sus dimensiones en plano de 0,35 m por 0,25 m. Los tubos de salida de estos depósitos deberán estar provistos de cierre hidráulico, con inmersión de 0,10 m a lo menos.
- 19° En los establecimientos que emplean la arena para limpiar o pulir, como fundiciones de cobre, cocinas de restaurantes, etc., deberán establecerse resumideros con depósito para la arena.
- 20° La administración se reserva el derecho de hacer instalar estos depósitos cuando lo estime conveniente.
- 21° La unión de la canalización interior del inmueble con el drenaje público no podrá hacerse sino cuando todas las disposiciones se han encontrado conforme con las prescripciones de la prefectura de policía.

22° Los trabajos del drenaje, so pena de ejecución de oficio y por cuenta del propietario, deben llevarse a cabo en el plazo de seis semanas, a contar desde la fecha de esta autorización. Antes de poner en servicio el drenaje, todas las materias que pudieran quedar en los tubos, cascote, tierra, arena, greda, etc., deberán sacarse cuidadosamente y por completo.

Firmado.....

DESAGÜES DE SANTIAGO



DOCUMENTOS OFICIALES

Y

JUICIOS CRÍTICOS



SANTIAGO DE CHILE
IMPRESA Y ENCUADERNACIÓN BARCELONA
Moneda, entre Estado y San Antonio

—
1897

DOCUMENTOS OFICIALES

PROYECTO DE DESAGÜES

SESIONES DE LA COMISIÓN Y PROYECTO DE ACUERDO

Sesiones de la comisión especial de desagües en 12 y 13 de agosto de 1896.

Se abrieron estas sesiones presididas por el señor Intendente, con asistencia del señor primer alcalde Luco Lynch, del señor tercer alcalde Carrasco Bascuñán, de los señores regidores Ojeda, Marambio, Nieto, Garcés Puelma, Arrate, Espejo, Salinas, Herrera y del director de obras municipales.

Después de examinar detenidamente el proyecto del ingeniero don Valentín Martínez, el señor Intendente manifestó la buena voluntad del supremo gobierno para coadyuvar a la ejecución de los desagües de la ciudad de Santiago.

Después de discutir varias indicaciones del señor Intendente, de los señores alcaldes y de los regidores señores Nieto, Ojeda, Marambio y Garcés Puelma, la comisión arribó a las conclusiones siguientes:

- 1° Aprobar el proyecto del ingeniero don Valentín Martínez, a fin de que sirva de base para la contratación de las obras, sin perjuicio de que se pueda aceptar después otro en propuestas públicas que satisfaga mejor las condiciones higiénicas y de ejecución;
- 2° Proponer a la ilustre municipalidad solicite del supremo gobierno que tome a su cargo la contratación y ejecución de los trabajos, bajo su garantía y en la forma que juzgue más conveniente;
- 3° Expresar al supremo gobierno que la ilustre municipalidad fijará oportunamente la cuota que se exigirá a los vecinos para el pago de estos servicios, cuando y como sea necesario, dentro de las atribuciones que para ello le otorga la ley número 342, de 19 de febrero de 1896, después de conocer el costo de la obra, aun cuando sea aproximativamente;
- 4° Solicitar de la ilustre municipalidad que recabe del supremo gobierno que se reduzca la amortización al 1% anual y que el interés que se abone a los contratistas sea no más de 5%, también anual;
- 5° Que la recaudación de la contribución que se fije se haga por la Tesorería Municipal de Santiago, por la fiscal o por los contratistas;

- 6° Que una vez terminada la cancelación de la deuda contraída con motivo de la realización de los trabajos de desagües, éstos pasen a ser propiedad municipal;
- 7° La ilustre municipalidad podrá hacer amortizaciones extraordinarias y adquirir las obras por su precio de costo actual sin tomar en cuenta el valor comercial.

(Firmados). José Alberto Bravo, Eduardo Carrasco B., Polidoro Ojeda, Santiago Polloni, Manuel H. Concha, Raimundo Valdés, Juan de Dios Correa I., Manuel A. Ríos, Miguel Arrate L., Julio Novoa, Alfredo Pedregal, Alberto Luco Lynch, Pedro A. Herrera C., Benjamín Marambio, Rodolfo Salinas, Álvaro Garcés Puelma, Hermógenes Espejo, Francisco Landa, Carlos Ovalle, Moisés G. Huidobro, Manuel A. Fuenzalida U., José Arce, Jorge Dan Ewing.

Santiago, 14 de agosto de 1896. En tabla. Proveído por la ilustre municipalidad en sesión de hoy (Firmado). F. 2° Lopetegui.

Ilustre municipalidad

Una de las obras de más vital importancia para la salubridad, comodidad y acaso ornato de una extensa y populosa ciudad, como nuestra capital, es sin duda alguna la implantación de un sistema completo y perfecto de desagües. Las ventajas de este sistema son reconocidas por todos los higienistas y la práctica ha podido manifestar de un modo evidente, en las principales ciudades del Viejo y Nuevo Mundo, que su instalación significa la disminución de la mortalidad en una proporción considerable.

La ilustre municipalidad de Santiago se ha preocupado, con el interés que requiere una obra de esta naturaleza, en estudiar los medios de dotar a la capital de la república con esta mejora local, que cambiará por completo su estado sanitario, que ya por su clima y topografía está llamada a ser una de las más saludables del mundo.

Sin embargo, varios son los factores que han influido para que este problema no haya tenido una solución práctica hasta el presente.

La municipalidad pretérita, como sabe la ilustre corporación, encomendó al ingeniero señor Valentín Martínez el estudio de un sistema de desagües para la zona central de la ciudad, comprendida entre el río y la Alameda, y el municipio actual, al iniciar sus tareas, pudo imponerse de que ese proyecto, aprobado por comisiones especiales de la Dirección de Obras Públicas y del consejo superior de higiene, y completo para la zona estudiada, era insuficiente por no abarcar el extenso y populoso barrio de ultra Alameda ni el importante de ultra Mapocho.

Actualmente podemos anunciar que este inconveniente ha desaparecido, pues, mediante el celo e interés desplegado por nuestro intendente y el ingeniero señor Martínez, tenemos un estudio completo de desagües conforme a los sistemas más modernos implantados con éxito en varias ciudades y que puede servir de base para las propuestas y contratación de una obra de tan vital importancia.

Además, existía un serio inconveniente para que el actual municipio abordara la cuestión de que nos ocupamos, pues se carecía hasta hace poco de una ley que

permitiera el cobro de una contribución proporcionada a los servicios que prestase un sistema racional de desagües. Esa ley ha sido promulgada y en ella se han fijado los límites dentro de los cuales los municipios designarán, según sus recursos y necesidades, el monto de aquella contribución.

Otro de los inconvenientes con que se tropezaba era la falta absoluta, por parte del municipio, del capital necesario para afrontar por su cuenta la ejecución de esa obra o, bien, las dificultades que resultarían de ofrecer la responsabilidad de la corporación en obra de tal entidad.

No obstante, el vivo interés que el actual municipio ha manifestado por implantar este servicio ha encontrado una amplia acogida por parte del supremo gobierno, y mediante su poderosa cooperación, estimamos que podemos llegar a una fórmula que será, sin duda, la solución de tan importante problema de interés público.

Por último, se ha impuesto a nuestro estudio la oportunidad de ejecución de la obra, en vista de la situación económica del país. Después de un detenido examen, y considerando que su realización, en algunos meses más, daría trabajo a centenares de operarios que hoy no encuentran el pan para sus familias y que los capitales casi en su totalidad quedarían radicados en Chile, dando impulso a numerosas industrias durante y después de su ejecución, no hemos vacilado en proponer que el proyecto se lance cuanto antes para que a la brevedad posible entre en vías de ejecución.

No nos puede detener la consideración de que, por el servicio de desagües, se imponga a los vecinos un gravamen de instalación y una nueva contribución, o más propiamente, el pago de un servicio, porque ese gravamen puede hacerse insensible distribuyendo su pago en cierto número de años, y esta contribución o pago de servicios no necesita llevarse a los límites que autoriza la ley, ya que con mucho menos puede ofrecerse un interés suficiente si la obra se ejecuta por licitación y, además, esa contribución sería menos onerosa en las clases poco acomodadas.

Tenemos muy presente, por último, que todo sacrificio, si lo hubiere, debe hacerse en Chile como se ha hecho en todas partes para librar de la muerte y de la enfermedad, con sus consiguientes cortejos de miserias, a todos los habitantes, y muy especialmente a la clase proletaria. Al efecto, no debe olvidarse que Santiago es una de las ciudades con más alto índice de mortalidad del mundo, en razón de la falta de higiene pública, así como una de las menos gravadas por contribuciones, ya sea tomando en cuenta los capitales en ella radicados, ya sea con relación al número de habitantes.

Con los antecedentes expuestos, creemos que es llegado el caso de que la ilustre corporación se pronuncie sobre cuestión de tan vital importancia y, al efecto, tenemos el honor de someter a su consideración el siguiente.

PROYECTO DE ACUERDO

- 1° Aprobar el proyecto de desagües para la ciudad de Santiago presentado por el ingeniero don Valentín Martínez con fecha 8 de agosto corriente, a

fin de que sirva de base para la contratación de esta obra, sin perjuicio de aceptar otros proyectos, o las modificaciones que la ilustre municipalidad estime convenientes, en vista de las propuestas que se presenten para la ejecución de dicha obra;

- 2° Solicitar del supremo gobierno que tome a su cargo la contratación y ejecución de los trabajos bajo su garantía y en la forma que juzgue más conveniente para los intereses locales y municipales;
- 3° Designar oportunamente, y en vista del valor real o aproximado de la obra, la cuota que por el servicio de desagües puede la ilustre corporación imponer a los vecinos, en virtud de la ley de 19 de febrero del corriente año; de modo que el interés de los capitales invertidos no sea superior al 5% anual al entregarse instalados los servicios, ni el 7% anual en tiempo alguno, cualquiera que sea el monto de la contribución;
- 4° Fijar como amortización acumulativa para la adquisición de la obra por la ilustre municipalidad el 1% anual sobre el capital invertido, quedando facultada dicha corporación para hacer las amortizaciones extraordinarias que estime oportunas y
- 5° Manifiestar al supremo gobierno que, no obstante su intervención y contratación de la obra la percepción de la contribución por el servicio de desagües podría hacerse por las oficinas municipales o en cualquiera otra forma que aquel determine.

(Firmado. Alberto Luco Lynch, Miguel Arrate L., Polidoro Ojeda, Eduardo Carrasco B., M. G. Huidobro, Álvaro Garcés Puelma, Francisco A. Gaete, F. Landa Z., Benjamín Marambio D., S. Polloni, H. Espejo, M. A. Ríos, Jorge Dan Ewing, Nicanor Moreno, R. Salinas, Jerónimo Plaza, Carlos Ovalle B., Pedro A. Herrera G., J. de D. Correa Irrarrázaval, Carlos Reyes E., Raimundo Valdés, J. Ramón Nieto, Julio Novoa G., Alfredo Pedregal, Manuel A. Fuenzalida U., José Arce, Enrique Morandé y José Toribio Lira.

Certifico que la precedente es copia del original del expediente del caso que existe en la secretaría municipal.

Santiago, 27 de octubre de 1896.

F. 2° LOPETEGUI
Prosecretario.

**LEY QUE AUTORIZA
A LAS MUNICIPALIDADES DE LA REPÚBLICA,
CUYA POBLACIÓN EXCEDA
DE CINCO MIL HABITANTES,
PARA ESTABLECER COMO OBLIGATORIO
EL SERVICIO DE DESAGÜES**

Ministerio del Interior

Ley núm. 342. Santiago, 19 de febrero de 1896. Por cuanto el Congreso Nacional ha prestado su aprobación al siguiente

PROYECTO DE LEY

ARTÍCULO PRIMERO. Autorízase a las municipalidades que funcionen en ciudades y villas cuya población exceda de cinco mil habitantes, para establecer como obligatorio el servicio de desagües por medio de alcantarillados o cañerías.

Art. 2°. Los propietarios de inmuebles situados dentro de los barrios en que se coloquen dichas alcantarillas o cañerías, quedan obligados:

- a) A instalar y mantener dentro de sus propiedades y a su costa las cañerías y demás aparatos que el servicio de desagües requiere;
- b) A permitir a los agentes que la autoridad local designe la inspección de los servicios particulares para cerciorarse de su regular funcionamiento;
- c) A cegar dentro de sus propiedades los pozos o depósitos destinados a excusados.

Art. 3°. Los propietarios pagarán por el servicio de desagües la cuota que fije la respectiva municipalidad. Este gravamen no excederá de un tres por mil al año sobre el valor de la propiedad, computado según el avalúo que rija para el cobro del impuesto de haberes; pero podrá elevarse hasta seis pesos anuales, cuando el valor de la propiedad baje de dos mil pesos. Si este valor excede de cincuenta mil pesos, por el exceso sólo podrá cobrarse en la proporción de uno por mil, y en ningún caso el gravamen anual subirá de quinientos pesos.

Art. 4°. La obligación que impone el artículo anterior se hará efectiva en cada edificio o sección de edificio destinado a una habitación o servicio independiente; pero no se tomarán en cuenta las varias aplicaciones que dentro de ellas se hagan para el uso de las mismas familias u ocupantes del lugar gravado.

Art. 5°. La municipalidad hará los trabajos a que se refiere el artículo 2° de esta ley, por cuenta de los propietarios cuando éstos no los hicieren. Si la propiedad valiere menos de dos mil pesos y su dueño careciere de recursos, el trabajo se hará por la municipalidad sin cargo a los interesados.

Art. 6°. Cuando los desagües sirvan barrios construidos en cerros o terrenos muy accidentados, podrán los propietarios que no tuvieren acceso directo a las cañerías matrices, atravesar con sus cañerías particulares las propiedades intermedias, si de él no se sigue grave daño a los dueños de éstas y previa la correspondiente indemnización.

Art. 7°. Se declaran libres de derecho los materiales que se importen del extranjero para la construcción del servicio principal de desagües en las poblaciones. El Presidente de la República fijará en cada caso la cantidad a que se extiende la liberación en vista de los presupuestos de las obras y del informe de la dirección de obras públicas.

Art. 8°. Autorízase a las municipalidades para que puedan contratar con empresas particulares la construcción y explotación de los servicios de desagües, debiendo sujetarse esos contratos a las condiciones establecidas en la presente ley y pudiendo extenderse hasta treinta años su duración.

Y por cuanto, oído el Consejo de Estado, he tenido a bien aprobarlo y sancionarlo; por tanto, promúlguese y llévase a efecto como Ley de la República.

JORGE MONTT

Oswaldo Rengifo

PROYECTO DE LEY PRESENTADO
POR EL EJECUTIVO PARA QUE SE AUTORICE
AL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA
PARA CONTRATAR LA EJECUCIÓN
DE LOS DESAGÜES
DE LA CIUDAD DE SANTIAGO

Conciudadanos del Senado y de la Cámara de Diputados:

Las malas condiciones de salubridad de esta capital, de que da testimonio el movimiento extraordinario de defunciones, no obstante su clima templado y las facilidades para la vida que en ella se obtienen, dependen en gran parte del pésimo sistema de desagües que se mantiene desde la era colonial, agravándose día a día con el ensanche de la población, sus perniciosas consecuencias.

Aunque la idea de reemplazar el servicio actual de acequias por un sistema bien combinado de alcantarillado se ha propuesto desde hace años, no se ha logrado llevar a efecto esta obra, cuyos benéficos resultados no es posible poner en duda y cuya facilidad de ejecución es manifiesta.

Construida la ciudad sobre un plano inclinado con pendiente constante y uniforme, permite que se haga el escurrimiento de los desagües por simple gravitación en todas partes, sin recurrir a los medios dispendiosos de extracción artificial, que recargan no sólo el costo de las obras sino, también, el mantenimiento de un servicio regular.

Recientemente se ha formado por el ingeniero jefe de la sección de hidráulica de la Dirección de Obras Públicas, don Valentín Martínez, un estudio completo de las obras que deben ejecutarse para establecer el desagüe en todos los barrios, aun los más apartados de la capital, y las conclusiones a que llega demuestran no sólo la posibilidad de llevar a cabo en condiciones ventajosísimas este trabajo sino, también, la pequeñez de su costo con relación a los inapreciables beneficios que está llamado a producir.

De los planos principales del proyecto del señor Martínez, que en copia se acompañan, y del presupuesto total de la obra, que también se agrega, resulta que con un gasto de sólo cuatro millones cuatrocientos noventa y tres mil pesos de

nuestra moneda podrá realizarse el desagüe completo de esta ciudad, suprimiéndose las actuales acequias, que constituyen un foco permanente de infección y son causa principal de nuestra extraordinaria mortalidad.

Es verdad que, aparte de la canalización matriz, será necesario que se invierta alguna considerable suma por lo propietarios para establecer en sus casas los servicios interiores.

Pero, a pesar de esto, es indudable que tales sacrificios son pequeños al lado de la utilidad que un sistema regular de desagües habrá de proporcionar al vecindario.

La ley de 19 de febrero del presente año ha autorizado a las municipalidades para contratar el servicio de desagües por medio de alcantarillas, creando una contribución especial que pueda llegar hasta el 3 por mil del valor de la propiedad urbana. Estimado el producido de este impuesto en Santiago, según se ve en el estado adjunto, hay motivo para afirmar que excederá de 470 mil pesos al año; de modo que se asegura con este ramo de entradas una suma anual que equivale a más de un 10% del capital que se requiera para la ejecución de los desagües.

Realizada esta obra con capitales extranjeros y asegurado el reintegro de éstos con la garantía que el rendimiento del mismo servicio habrá de proporcionar, no hay duda alguna de que podrán obtenerse condiciones satisfactorias que permitan atender al servicio de las obligaciones que se contraigan sin otros sacrificios de fondos públicos o sólo con la destinación de una corta suma de la que hoy está afecta a los servicios municipales.

La municipalidad de Santiago, con laudable interés, ha procurado dar impulso a estos trabajos; pero comprendiendo sus miembros que es preferible para su conveniente realización aprovechar el crédito del Estado, han manifestado el deseo de que sea el gobierno quien tome a su cargo la ejecución de las obras de desagües, según se desprende del documento adjunto, suscrito por 28 de los 30 miembros que componen aquella corporación.

El gobierno, por su parte, estima conveniente esta forma de procedimiento y acude con tal objetivo solicitando la autorización necesaria.

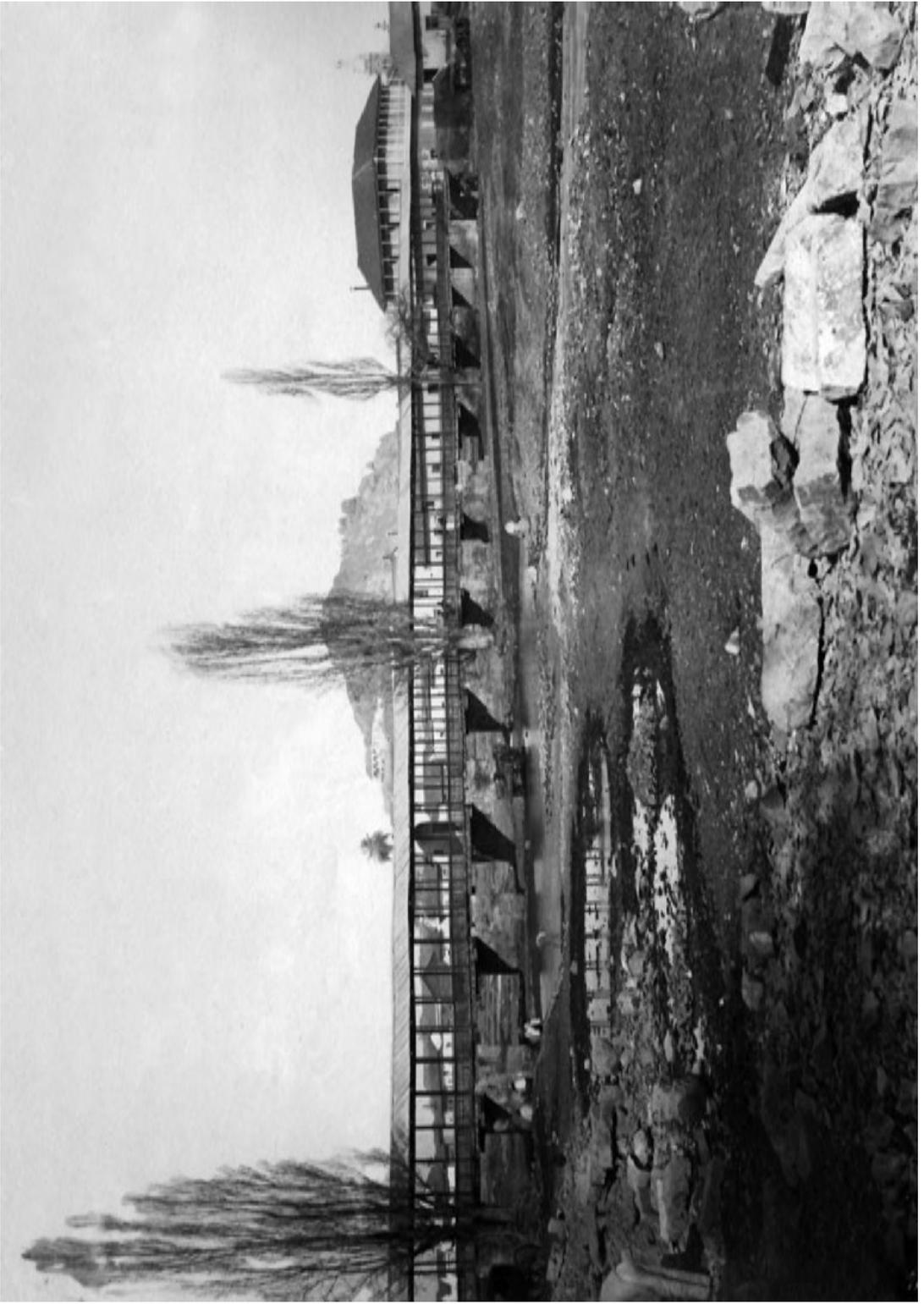
En mérito de lo expuesto y oído el Consejo de Estado, tengo el honor de someter a vuestra consideración el siguiente:

PROYECTO DE LEY

ARTÍCULO PRIMERO. Autorízase al Presidente de la República para que contrate, por medio de propuestas públicas, la ejecución de los trabajos de desagüe de la ciudad de Santiago, con arreglo a los planos formados por el ingeniero don Valentín Martínez u otros que juzgue más convenientes.

Art. 2°. El Presidente de la República fijará las bases para las propuestas, celebrará a nombre del fisco el respectivo contrato y velará por la conveniente ejecución de las obras.

Art. 3°. El total producto del impuesto de desagües autorizado por ley de 19 de febrero último se destinará permanentemente a cubrir los intereses y amortización



Puente de palo. Vista del antiguo puente de palo sobre el río Mapocho. Colección Archivo Fotográfico,
Museo Histórico, Santiago de Chile.

de las obligaciones que se contraigan para la ejecución de las obras, no pudiendo disminuirse la cuota máxima del impuesto que la ley fija, sino en cuanto exceda de la cantidad que anualmente deba invertirse en dichos intereses y amortización.

Si el producido del impuesto no bastare para el objeto expresado, se deducirá el déficit de los fondos que las tesorerías fiscales perciban, por cuenta de la municipalidad, por la contribución de haberes conforme al artículo 41 de la ley de 22 de diciembre de 1891.

Art. 4°. Mientras no esté amortizado un cincuenta por ciento de las obligaciones que se contraigan para la ejecución total de las obras, podrá el Presidente de la República retener la administración del servicio de desagües y percepción del impuesto respectivo, o contratar con una empresa particular este servicio, en los términos que indica el artículo 8° de la ley de 19 de febrero último.

Amortizada aquella cuota, pasará la administración a la municipalidad.

Santiago, agosto 28 de 1896.

JORGE MONTT

O. Rengifo

CÁMARA DE DIPUTADOS

(SESIÓN DE 10 DE SEPTIEMBRE DE 1896)

Corresponde discutir en particular el proyecto del gobierno sobre desagües de la ciudad de Santiago.

El señor Secretario. Dice el artículo 1°:

“Artículo primero. Autorízase al Presidente de la República para que contrate, por medio de propuestas públicas, la ejecución de los trabajos de desagües de la ciudad de Santiago, con arreglo a los planos formados por el ingeniero don Valentín Martínez u otros que juzgue más convenientes”.

El señor Corvalán Melgarejo. Hago indicación para que se agregue la frase: “previo informe del consejo superior de higiene pública”.

Me parece que, tratándose de un servicio esencialmente relacionado con la higiene pública, es natural y conveniente no prescindir del consejo de higiene en lo relativo a las condiciones en que debe emprenderse la obra.

El señor Rengifo (ministro del Interior). Tal vez el trámite que indica el señor diputado puede llegar a ser dilatorio y producir inconvenientes. Mejor es dejar el artículo en su forma actual, y puede estar cierto el señor diputado de que el gobierno, en este caso, como en todos los que necesitan de consulta, ocurrirá, sin necesidad de disposición especial, a las corporaciones técnicas que puedan dictaminar con más conocimiento sobre las dudas que se ofrezcan.

El señor Corvalán Melgarejo. En vista de las observaciones que acaba de hacer el señor Ministro y creyendo que el gobierno ocurrirá en consulta al congreso de higiene, en este caso retiro mi indicación.

El señor Rengifo (ministro del Interior). Hace un momento tuve oportunidad de decir que el presupuesto formado es de cuatro millones cuatrocientos noventa y tres mil pesos, y para hablar en números redondos, diré que es de cuatro millones y medio.

El señor Díaz Besoain. ¿Qué parte se hará con esa suma?

El señor Rengifo (ministro del Interior). La obra completa, señor diputado; es decir, este presupuesto corresponde a toda el área de la población.

Para que el señor diputado se persuada de que no es imposible la ejecución de la obra con este presupuesto, me bastará llamar su atención al detalle que se acompaña al proyecto. Se ve en él que los cálculos son bastante exagerados; así, el ladrillo, cuyo precio corriente no pasa de cincuenta pesos, se calcula en sesenta y tres; el quintal de cal, que se obtiene en plaza por ochenta u ochenta y cinco centavos, está calculado en el proyecto a un peso diez centavos.

Esta exageración en los cálculos formados tiene la ventaja de darnos la certidumbre de que no será excedido el presupuesto que se ha formado.

En los cálculos anteriores se tomaba en consideración un factor que hoy felizmente no existe, el de las cañerías del agua potable necesaria para hacer el servicio de los desagües. Los antiguos cañones eran delgados y no podían contener toda el agua necesaria; pero, como la cámara lo sabe, hoy felizmente este obstáculo no existe, porque la municipalidad ha cambiado la antigua cañería por otra de mucho mayor capacidad, por lo cual el gasto que habría importado la implantación del servicio de desagües ha disminuido de una manera hartamente considerable.

La Dirección de Obras Públicas ha estudiado con prolijidad los presupuestos de la obra y encuentra que ella es perfectamente hacedera. La municipalidad nombró también una comisión, en la que figuraban ingenieros y otras personas inteligentes y entendidas, y también encuentran aceptables los planos y presupuestos formados.

De manera, pues, que no hay razón alguna para temer que el gasto que estos trabajos demandarán sea superior a la suma que se ha calculado. Por el contrario, hay motivos para creer que puede ser menor.

Quedó despachado el proyecto y se acordó tramitarlo, con los anteriores, sin esperar la aprobación del acta.

CÁMARA DE SENADORES

(SESIÓN DE 12 DE SEPTIEMBRE DE 1896)

DESAGÜES DE SANTIAGO

El señor secretario. El proyecto aprobado por la Cámara de Diputados dice así:

“Artículo primero. Autorízase al Presidente de la República para que contrate, por medio de propuestas públicas, la ejecución de los trabajos de desagües de la ciudad de Santiago, con arreglo a los planos formados por el ingeniero don Valentín Martínez u otros que juzgue más convenientes.

Art. 2°. El Presidente de la República fijará las bases para las propuestas, celebrará a nombre del fisco el respectivo contrato y velará por la conveniente ejecución de las obras.

Art. 3°. El total producto del impuesto de desagües autorizado por ley de 19 de febrero último, se destinará permanentemente a cubrir los intereses y amortización de las obligaciones que se contraigan para la ejecución de las obras, no pudiendo disminuirse la cuota máxima del impuesto que la ley fija, sino en cuanto exceda de la cantidad que anualmente deba invertirse en dichos intereses y amortización.

Si el producto del impuesto no bastare para el objeto expresado, se deducirá el déficit de los fondos que las tesorerías fiscales perciban, por cuenta de la municipalidad, por la contribución de haberes conforme al artículo 41 de la ley de 22 de diciembre de 1891.

Art. 4°. Mientras no esté amortizado un cincuenta por ciento de las obligaciones que se contraigan para la ejecución total de las obras, podrá el Presidente de la República retener la administración del servicio de desagües y percepción del impuesto respectivo, o contratar con una empresa particular este servicio, en los términos que indica el artículo 8° de la ley de 19 de febrero último.

Amortizada aquella cuota, pasará la administración a la municipalidad”.

El señor Miers Cox. Es la primera ocasión que tengo conocimiento de este proyecto. El estado de mi salud no me permite leer los diarios y no he podido imponerme antes de este proyecto por las publicaciones que ha hecho la prensa.

Con todo, considero que este negocio es de tan grave importancia que no podría emitir opinión y mucho menos votarlo sobre tabla.

Recuerdo, y conmigo lo recordarán muchos otros señores senadores, que hace algunos años los vecinos de Santiago se vieron muy afligidos con motivo de otro proyecto de esta naturaleza, dándose el caso de que muchos de ellos vieron rematadas sus propiedades porque no tenían con qué sufragar a los gastos que se les impuso. Esto ocurrió hace 28 o 30 años, siendo ministro del Interior, si mal no recuerdo, el señor Amunátegui, y no me parece prudente que hoy se renueven estos mismos desgraciados sucesos.

Este proyecto está basado en otro del señor Martínez y no sé si este último ha sido confeccionado por encargo del gobierno o por medio de licitación pública o por simple iniciativa particular.

Hace cinco años, más o menos, tuve conocimiento de que varios ingenieros competentes, me consta de uno, que es muy capaz, que estudió este negocio y al cual yo mismo animé para que presentara sus propuestas.

Como encuentro tantos vacíos, me limito por ahora a pedir que este asunto pase a comisión.

El señor Rengifo (ministro del Interior). Este proyecto, señor presidente, no es una novedad. La idea de realizar los desagües de Santiago viene estudiándose desde hace muchos años y para nadie puede ser desconocido que ésta es una obra a la cual le han dedicado su estudio muchos ingenieros y que ha merecido de parte de la municipalidad de Santiago una atención preferente.

El señor Martínez ha sido comisionado por la municipalidad para presentar la base de los trabajos, para presentar el proyecto que hoy se trae ante esta honorable cámara.

Este proyecto fue presentado hace algún tiempo de un modo parcial, comprendiendo sólo la parte central de la ciudad.

Esta obra no es obra de una empresa particular; no es tampoco la petición de un contratista o empresario, sino que ha sido encomendada por la municipalidad de Santiago a aquel ingeniero, quien la ha sometido a la dirección de obras públicas; y todos los miembros de esa dirección aprobaron los trabajos presentados, en la condición de que ellos vendrían a realizar el ideal que se persigue desde tiempo atrás y en los cuales se han consultado las mejoras introducidas en este servicio por otras ciudades más adelantadas, como Hamburgo, París, Viena, etcétera.

Esta obra fue examinada por una comisión numerosa nombrada por la municipalidad, de la cual formaban parte ingenieros distinguidos, quienes la consideraron también aceptable.

Además, ella, en su forma parcial primitiva, mereció la aprobación completa de personas que en Europa se preocuparon de estudiarla, con la expectativa de hacerse cargo de su realización.

Estos antecedentes manifestarán al honorable senador que se trata de un proyecto o de una idea que ha sido muy bien meditada y que viene a satisfacer de una manera conveniente esta necesidad que se hace sentir.

Sin embargo, a pesar de que los datos suministrados por el señor Martínez eran más que sobrados para confiar en que la obra, realizada en esa forma, era y

debía ser provechosa para la ciudad, el proyecto se ha puesto en el caso de que pudieran presentarse otras ideas nuevas y por eso no exige que los trabajos se hagan precisamente con arreglo a estas condiciones, sino que deja lugar a que pueda adoptarse alguna otra idea, si es que pudiera juzgarse más conveniente, porque podrían tal vez presentarse otros proyectos que fueran mejor concebidos que el del señor Martínez. Pero, entretanto, era necesario, ya que se trataba de emprender una obra de esta magnitud, tener una base que sirviera de punto de partida y esa base era la que, con estudios suficientes, había preparado el señor Martínez.

Por esto yo me atrevería a rogar al honorable senador señor Cox que no insistiera en su petición de pasar este asunto a comisión; porque si la comisión hubiera de dedicarse a estudiar la parte científica del proyecto, probablemente se demoraría mucho tiempo en despacharlo y acaso carecería de la competencia necesaria, que sólo tienen personas técnicas, para dictaminar sobre una obra de esta naturaleza, y mientras tanto, retardaríamos la ejecución de los trabajos por mucho tiempo, tal vez por años.

Es verdad que antes se han ejecutado trabajos, como aquél que recordaba el honorable señor Cox, de la reconstrucción de las acequias, cuyos resultados no han sido satisfactorios. Pero el mal consistía en el sistema mismo; porque este sistema de las acequias abiertas, a las cuales se arrojan los desperdicios de toda la población, es el peor que ha podido imaginarse. Si en el primer tiempo pudo satisfacer las necesidades del vecindario, que eran pequeñas, y no daban lugar a la acumulación de desperdicios y a la formación de miasmas que contaminaran el aire, hoy día no necesito recordar la condición en que se encuentra este servicio. Las acequias son un verdadero foco de emanaciones pestilenciales y son la causa reconocida por todos los médicos y por todos los que entre nosotros se preocupan de estudiar la higiene pública, de nuestra enorme mortalidad. En los países europeos peor conceptuados por sus condiciones higiénicas, una mortalidad de treinta por mil se considera enorme y que sólo es posible en aquellas ciudades de clima sumamente insalubre. Entretanto, nosotros, que tenemos uno de los climas más benignos del mundo, que tenemos una ciudad dotada de agua en abundancia, que tenemos un terreno parejo con pendiente sobrada para el escurrimiento de los desperdicios, y que por la naturaleza pareceríamos estar destinados a gozar de una salubridad excepcional y excesivamente benéfica, sin embargo, nuestra condición a este respecto toca los límites reservados a los pueblos peor favorecidos. La mortalidad llega entre nosotros a sesenta por mil.

Conocida, pues, esta situación, sería inexplicable que no tratásemos de remediar el mal. ¿Y cuál es este remedio? Construir alcantarillas y desagües, a fin de evitar los focos de infección que forman las actuales acequias, y que en concepto de todos los higienistas, son la causa reconocida de innumerables enfermedades y epidemias y la causa de nuestra triste estadística sanitaria.

De manera que nos encontramos en presencia de un problema que necesitamos resolver pronto, porque cada día que avanza se agrava el mal.

Hoy nos encontramos con un proyecto bien estudiado, con facilidades para encontrar capitales, porque habrá capitalistas extranjeros que vendrán a contratar la obra, la cual, lejos de imponer al Estado ningún gasto, permitirá el ingreso de

grandes capitales al país. En estas condiciones, la obra será altamente favorable a nuestra situación económica, y mucho más favorable todavía si al beneficio que nos traerá de hacer ingresar capitales extranjeros, se agrega el de salvar innumerables víctimas de la muerte.

Repito que en este proyecto no se trata de dar la última palabra y que, por consiguiente, no siendo posible que la comisión del Senado vaya a estudiar la parte científica, sino solamente la posibilidad de llevarlo a cabo, el pasarlo a comisión no sería sino retardar de un modo indefinido su ejecución y mantener la situación imposible que hoy experimentamos, tal vez por más tiempo del que se cree.

Por esto me atrevo a creer que el honorable senador por Valdivia no insistirá en su petición.

El señor Barros Luco (presidente). Tiene la palabra el honorable señor vicepresidente.

El señor Santelices (vicepresidente). Yo iba a rogar también al honorable senador por Valdivia que tuviera la bondad de no insistir en su petición, porque creo que no va a conseguir el objeto que su señoría pretende con llevar este asunto a una comisión.

Existe una ley de la república que autoriza a las municipalidades para establecer el servicio de desagües y fijar la contribución correspondiente por este servicio. En consecuencia, los cabildos podrían, en virtud de esa ley, contratar la ejecución de estas obras y hacer efectiva la contribución.

Ahora, es indudable que si ellos ejecutan estas obras, el gravamen que se impondrá al vecindario, que es el fundamento de la oposición al proyecto por parte del honorable senador por Valdivia, será mayor a causa de la falta de crédito de estos cabildos para obtener capitales. Algunos de ellos no encontrarían créditos en el extranjero; otros lo encontrarían, pero a un tipo de interés muy superior al que lo obtendrá el gobierno, y esto redundaría en perjuicio del vecindario.

De manera que el gravamen sería menor ejecutando estas obras el gobierno; porque el proyecto actual lo que establece simplemente es que se autorice al Estado para que sea el Estado el que contrate el empréstito destinado a realizar esta obra. Contratado el empréstito por el Estado, se obtendrán indudablemente mejores condiciones de interés, y realizada la obra por el Estado, se tendrá más estabilidad en la administración y más seguridad y fijeza en el plan. Sabemos, en efecto, que los cabildos cambian periódicamente y no hay, por consiguiente, plan fijo para la ejecución de esta clase de obras; en cambio, la administración fiscal es más estable y más segura que la administración local.

Todo lo que se pretende en este proyecto es que sea el Estado el que realice esta obra, que está encomendada por la ley a las municipalidades. Los recursos con que debe pagarse este empréstito están también determinados por la ley. De manera que con llevar este asunto a comisión no se consigue nada.

Por otra parte, la aprobación del proyecto es urgente. Como ha dicho el señor ministro del Interior, la mortalidad en Santiago es muy grande, y además el considerable desnivel del terreno, que facilita las infiltraciones de las acequias, contribuye a hacer más alarmante la cifra de la mortalidad.

Por otra parte, el gobierno, como se ha dicho, no queda obligado a aceptar la base propuesta por el señor Martínez; puede aceptar otra que se considera más conveniente, si ella se presenta por algún proponente que quiera contratar la ejecución de la obra. Entonces, cuando se presenten estas propuestas, será el momento de estudiar ese punto; ahora de lo que se trata es de la conveniencia de la obra, y esto me parece que puede apreciarlo el honorable senador sin necesidad de que vaya a comisión el proyecto. No veo, pues, qué ganaríamos con enviar este asunto a comisión.

Después de lo dicho por el señor Ministro, me parece que basta lo expresado para que el honorable senador por Valdivia no insista en su petición.

El señor Miers Cox. Me es muy duro resistir a una súplica como la que me han hecho el honorable ministro del Interior y el honorable señor vicepresidente.

Pero, en este caso, no son los sentimientos personales los que me guían en mi conducta. Lo que me guía son los precedentes en asuntos de esta naturaleza.

Cuando tengo delante de mí, como puede atestiguarlo el señor ministro de la Guerra, que a petición mía nos presentó una lista del costo de diversos edificios y construcciones públicas; cuando tengo delante la canalización del Mapocho, para la cual se presupuestaron 1.500.000 pesos y se han gastado en ella 6.000.000 y tantos mil pesos; el edificio del pensionado, que con el corazón ligero tuvimos a bien votar 140.000 pesos para acomodar un poco más aquella enormidad de edificio, y en el cual se han gastado 1.600.000 pesos; cuando pienso que estos errores se cometen por falta de estudios, y cuando veo que en el presente caso no ha habido estudios suficientes, porque no hay siquiera presupuesto de lo que va a costar esta obra, para mí es imposible acceder a aquellas súplicas; creo que ésta no es una cosa que pueda votarse así sencillamente.

Como miembro de la junta de beneficencia, estoy palpando las necesidades de la población. Tengo un establecimiento de beneficencia bajo mi administración y puedo ver lo que es la salud pública entre nosotros. Miro este asunto con los ojos abiertos de la necesidad y creo que todas las necesidades deben ser subsanadas; pero es necesario proceder con mesura y no dejarse arrastrar por los sentimientos benévolos, diciendo: hágase tal cosa porque tal mal existe, porque puede suceder que los medios que se emplean sean más gravosos que el mal mismo que se quiere remediar.

Por eso, aprobando en general el proyecto, yo insisto en que pase a comisión, a fin de obtener datos más satisfactorios, al menos para mí.

No tengo conocimiento de que haya ley alguna sobre este particular. El honorable vicepresidente dice que hay; si es así, yo desearía que se leyera.

El señor Barros Luco (presidente). La indicación del honorable senador para que este proyecto pase a comisión se discute conjuntamente con la idea general del proyecto.

El señor Rengifo (ministro del Interior). Yo me explico ahora hasta cierto punto las observaciones que ha hecho el honorable senador por Valdivia, por cuanto su señoría no conoce los antecedentes que se han acompañado, de los cuales voy a ocuparme muy brevemente.

El proyecto del señor Martínez no es un proyecto caprichoso; es un estudio completo el que se ha acompañado, es bastante extenso y meditado y en él se entra en los más minuciosos detalles. Se ha acompañado el plano general de los desagües, que comprende la ciudad entera, y todos los planos de detalle, tanto los que determinan la forma y dimensiones de las alcantarillas, cuanto los que se refieren a las llaves, golpes de agua, etc., y a todos los aparatos que han de emplearse.

Este estudio, lo repito, es bastante completo, y en él, lejos de haberse disminuido los precios, ha habido exageración intencionada, por cuanto se deseaba tener el *maximun* de precio que podría invertirse. Así, tomando al caso algunos detalles del estudio del señor Martínez, puede ver el honorable Senado que el precio de los ladrillos, por ejemplo, se ha estimado en 70 pesos el mil, cuando puede obtenerse a 40 pesos.

El señor Barros Luco (presidente). Para el manicomio se ha contratado a 35 pesos el mil.

El señor Rengifo (ministro del Interior). Tanto más en mi abono.

El precio de la cal se ha estimado en un peso diez centavos, cuando puede comprarse a ochenta centavos el quintal.

En esta forma se han hecho todos los cálculos, con el propósito de no formarse ilusiones. De manera que este cálculo, lejos de ser diminuto, es exagerado.

Por lo demás, señor Presidente, debo todavía recordar que en este caso no tiene aplicación aquello que el honorable senador decía respecto de otras obras públicas. En efecto, en la construcción del canal del Mapocho y del edificio fiscal a que se refirió su señoría, se procedió por cuenta y bajo la dirección del fisco; de manera que en esos casos no había una cantidad fija a la cual someterse como gasto total; mientras tanto aquí se procede por cuenta de la municipalidad.

El señor Miers Cox. De todos modos, los trabajos se han hecho con arreglo a un presupuesto y, sin embargo, se ha excedido el valor de esos presupuestos.

El señor Rengifo (ministro del Interior). A eso me refería. En esos casos se ha procedido por administración y no por presupuestos.

Mientras tanto, hoy no sería posible llegar a aquel resultado que censura su señoría, puesto que se va a pedir la contratación del total de la obra en conformidad a los planos presentados; de manera que el contratista deberá formar el cómputo y hacer su propuesta por el total de las obras, sin que sea posible que venga más tarde con nuevas peticiones. Pero, ni esa libertad le quedaría al Estado de poder acceder a nuevas peticiones, porque obra por cuenta de la municipalidad y como mandatario de ella.

Todavía en esta misma ley se establecen los recursos con que deben pagarse los intereses y amortización del empréstito; esos recursos consisten en el impuesto total que haya de cobrarse por el servicio de desagües, el cual, según los cálculos hechos, representa un valor de 270.000 pesos, que permitirá atender con todo desahogo el servicio del empréstito.

Esta obra no impondrá tampoco un gravamen considerable al vecindario, porque con ella se ahorrará el gasto de la limpia de acequias, que representa un gravamen poco menor que el que demandará este nuevo servicio.

De manera, pues, que estamos en situación de llevar a cabo esta obra sin que haya necesidad de un sacrificio excepcional de parte del Estado o de parte de los particulares.

En cuanto a la observación que hacía su señoría de que no conocía la ley que autoriza a las municipalidades para emprender estas obras, debo recordar que esa ley es de fecha 19 de febrero del presente año. En esa ley se establece lo siguiente: se autoriza a las municipalidades de la república, que funcionen en poblaciones de más de cinco mil habitantes, para que puedan instalar e imponer como obligatorio el servicio de desagües y cobrar el impuesto correspondiente en razón del valor de la propiedad, el cual puede elevarse hasta el tres por mil. De manera que la ciudad de Santiago, y cualquiera otra, puede hoy hacer estos trabajos. Todavía hay otro artículo, el 8° de la misma ley, que dice que estos trabajos pueden hacerse por las mismas municipalidades o contratarse con empresas particulares, facultando a las municipalidades para extender hasta 30 años el término del contrato.

De manera que la municipalidad de Santiago tendría perfecto derecho, como cualquiera otra de la república, para contratar ella en el extranjero o en Chile la ejecución de esta obra y no habría medio de impedirselo. Pero, como ha observado muy bien el honorable vicepresidente, si la municipalidad de Santiago hiciera este contrato, se obtendrían condiciones mucho menos ventajosas que si se valiera del crédito que el Estado tiene en el extranjero para obtener capitales. Así es que vendría a ser el vecindario el perjudicado, si no se recurriera a este arbitrio.

Como decía al principio, yo me explico que la falta de estos datos, que no han sido suministrados oportunamente al señor senador haya podido inducirlo en error, suponiendo que se trata de algo que no ha sido estudiado suficientemente para formar juicio sobre la materia, como también el no haber tomado en cuenta la ley de 19 de febrero del presente año, que coloca a las municipalidades en situación de poder ejecutar estas obras sin que se les pueda impedir.

Creo que estas explicaciones vendrán a disipar los escrúpulos del honorable senador y permitirán a su señoría desistir de su petición.

El señor Santelices (vicepresidente). Podría leerse la ley a que he hecho referencia y que deseaba conocer el honorable senador por Valdivia.

El señor Miers Cox. La exposición hecha por el señor ministro del Interior es bastante. Desgraciadamente, en el mes de febrero se despacharon algunas leyes, en cuya discusión yo no tomé parte y ésta es tal vez una de ellas.

Debo manifestar que los datos expuestos por el señor Ministro han dado solución a muchos puntos sobre los cuales yo estaba enteramente a oscuras; pero de ningún modo me inducen a desistir de mi idea. Hay antecedentes, hay planos, hay presupuestos, según parece, hay opiniones; pero que vamos en el espacio de una hora, por explicaciones dadas por dos o tres senadores, así no más, sin tratar de arribar a un conocimiento bastante de los antecedentes, a autorizar la inversión de cuatro millones de pesos y a imponer una contribución de tres por mil a los habitantes del municipio, me parece un asunto sumamente grave, y de ningún modo mi opinión será favorable a su despacho inmediato, ya que el único arbitrio que tengo para hacer que este negocio sea debidamente estudiado es pedir que

pase a comisión. Lo aprobaré en general, porque reconozco su importancia; pero de ningún modo aceptaré que se vote en detalle. Creo que es necesario que el Senado acepte la indicación que he hecho para que pase a comisión; así se tendrá conocimiento exacto de los antecedentes. Es cierto que habrá demora; pero qué hemos de hacer.

El señor Balmaceda. Voy a tener el gusto de dar mi voto al proyecto que está en debate y respecto del cual el honorable Senado sólo tiene que pronunciarse sobre dos puntos: la utilidad y conveniencia de la obra que trata de llevarse a efecto, y los recursos con que se cuenta para su ejecución.

Por lo que hace a la utilidad y conveniencia, es innegable; el solo hecho de que con ella va a asegurarse la salubridad pública basta y sobra para comprobar su conveniencia; y aún más, la imperiosa necesidad de emprender cuanto antes esta magna y salvadora obra. Entre nosotros la mortalidad alcanza proporciones verdaderamente alarmantes y con el sistema de alcantarillado que va a establecerse disminuirá considerablemente, como ha sucedido en todas las ciudades donde se ha implantado.

No hay población en el mundo, más o menos importante, que no haya adoptado este sistema de alcantarillado como medio indispensable de mejorar la salubridad pública; y si vamos a salvar de la muerte implantándolo entre nosotros, a centenares de nuestros compatriotas, haremos obra de patriotismo y verdaderamente benéfica.

Nosotros no podemos entrar a estudiar este proyecto en sus detalles técnicos, porque carecemos de competencia para ello. Entre nosotros no hay ningún ingeniero, y, ¿cómo iríamos a disertar sobre puntos de ingeniería que no conocemos? El Senado sólo debía ocuparse de la utilidad y conveniencia del proyecto. ¿Es útil y conveniente establecer en Santiago el sistema de desagües por alcantarillas? Si lo es, como nadie puede negarlo, votamos el proyecto; si no lo es, lo cual nadie se atrevería a sostener, el que así pensara votaría en contra. Lo repito, el Senado no puede tomar en cuenta sino la utilidad y conveniencia de la obra y los recursos para ejecutarla.

Se ha recordado lo ocurrido con la canalización del Mapocho; pero esto se debe a lo mismo que ahora se quiere hacer: constituir a la Cámara en una institución técnica.

Tengo la conciencia que el ingeniero señor Martínez hizo un trabajo concienzudo y acabado, como todos los que ejecuta; pero se encontró con dos corrientes opuestas, la de la prensa y la de la Cámara. Llegó a hacerse de ese trabajo hasta cuestión política; se atacó al señor Martínez en todo sentido; se dijo que en cualquiera avenida el canal sería insuficiente para contener las aguas; se excitó al gobierno para que se diera más ancho y mayor altura al canal. Y así se hizo, al fin, por meterse la Cámara y la prensa a ingenierías. Aumentándose las dimensiones del canal, empleándose en vez de *radiers*, colocados de trecho en trecho, un emplantado costoso, una obra colosal, y, por consiguiente hubo de aumentar su costo.

Si se acordara pasar el proyecto a comisión, ¿qué va a hacer ésta? ¿Estudiará los planos, los detalles técnicos de la obra? Ya el señor ministro del Interior ha

expresado que los planos trabajados por el señor Martínez servirán de base para el desarrollo de la obra, sin perjuicio de aceptar otros que personas competentes conceptúen mejores o más convenientes.

Como digo, yo tengo plena confianza en los trabajos del señor Martínez; la práctica ha venido a probar que eran infundados los ataques que se le dirigieran.

El señor Miers Cox. Yo no he hablado de la competencia del señor Martínez; sólo me he referido a que siempre se gasta mucho más de lo que se presupone.

El señor Balmaceda. Exacto, y ya el señor ministro del Interior ha demostrado que el presupuesto que se ha formado es excesivo; pues se calcula a más de 60 pesos el mil de ladrillos y cuestan menos de cuarenta; el quintal de cal se avalúa en 1 peso 10 centavos y el que habla lo ha pagado hoy a ochenta centavos.

Por lo demás, ¿qué importa el gasto de 4 o 5 millones, si con esta obra vamos a salvar la vida de tantos compatriotas? Y este punto es muy importante para el legislador, y por esto sólo daré con gusto mi voto al proyecto.

En cuanto a los recursos para ejecutar la obra, no va a imponerse gravamen alguno al erario nacional.

El señor Rengifo (ministro del Interior). En realidad, la obra va a hacerse con el impuesto que deben pagar los vecinos.

El señor Balmaceda. ¿De manera que el fisco no se impone gravamen ninguno?

El señor Rengifo (ministro del Interior). Ninguno, señor.

El señor Balmaceda. Si no va a imponerse gravamen al Estado, son capitales extranjeros los que van a hacer la obra; si así vamos a dar trabajo a tantos brazos desocupados, si todo esto significa bienestar y salubridad, ¿por qué no abrir ancho camino a tan magna obra?

Por lo que a mi toca, lo repito una vez más, gustoso doy mi voto al proyecto.

El señor Martínez. ¿Hay informe de la comisión respectiva de la Cámara de Diputados?

El señor Rengifo (ministro del Interior). No, señor senador; la honorable Cámara de Diputados eximió este proyecto del trámite de comisión.

El señor Walker Martínez. Creo que se facilitaría el debate suspendiendo la sesión.

El señor Barros Luco (presidente). Como ha pasado la hora, se suspende la sesión.

Segunda hora

A segunda hora no continuó la sesión por no haber número suficiente de señores senadores para formar *quorum*.

CÁMARA DE SENADORES

(SESIÓN DE 18 DE FEBRERO DE 1897)

El señor Antúnez (ministro del Interior). El honorable Senado sabe la importancia que la ciudad de Santiago atribuye al servicio de alcantarillado cuya necesidad se hace sentir, desde años atrás, de la manera más elocuente a causa de la gran mortalidad, producida en muchas partes por el actual sistema de desagües. La mortalidad en Santiago pasa del cincuenta por mil de la población, cifra enorme a la que no se llega en países de clima verdaderamente mortíferos.

Es de suponer que llevada a cabo la obra del alcantarillado de Santiago y dadas las benignas condiciones de nuestro clima, alcance la capital de Chile la situación a la que han llegado las ciudades de los pueblos más cultos de Europa y dándole una economía de siete mil víctimas al año.

La opinión pública se ha hecho sentir a este respecto; es deseo unánime establecer este trabajo que, como he dicho en otra ocasión, es el principio de otros análogos que se emprenderán tanto aquí como en el resto de la república.

He tenido, asimismo, ocasión de decir que ocupa lugar preferente en el programa de gobierno el atender al mejoramiento de la salubridad pública; y haciéndome órgano del gobierno, me permito pedir que en la primera hora de la presente sesión, tenga a bien el honorable Senado ocuparse del proyecto sobre alcantarillado de Santiago, que pende de su consideración, que ha sido aprobado por la Cámara de Diputados y aguarda lo sea por esta honorable Cámara.

El señor Miers Cox. Pido la palabra, señor presidente, para observar que, a última hora y cuando se ha excedido más de lo ordinario el período de nuestras sesiones, venga a pedirse esta preferencia. Más todavía: cuando estamos aquí haciendo verdadero sacrificio en pro del bien público y para mí es sacrificio vital, pues estoy desahuciado por los facultativos respecto de la mejoría de mi vista haciendo sacrificios, repito; soy, sin embargo, de los primeros en concurrir a las sesiones, a fin de facilitar, como es nuestro deber, la marcha del Estado, dándole los elementos y recursos que necesita para el buen servicio y correcta administración de los intereses nacionales.

El Senado ha pospuesto toda otra cuestión a dos asuntos culminantes: primero el despacho de la ley de presupuestos y enseguida su propia constitución; y para

dar cima a esto nos hemos impuesto este mayor trabajo, que absorbe, puede decirse, casi todo nuestro tiempo.

Muy plausible, sin duda alguna, que el gobierno se preocupe de mejorar la higiene pública, que en tan malas condiciones se encuentra entre nosotros; pero también merecen ser tomadas en cuenta algunas otras consideraciones y si debe otorgarse esa preferencia en vista de la labor ya hecha y en que todavía está empeñada la Cámara.

Tuve el honor, en época anterior, de oponerme a la aprobación en general de este proyecto, sólo en atención a que desde luego imponía una deuda al fisco de cuatro millones seiscientos mil pesos, según el proyecto con arreglo al cual deben ejecutarse los trabajos.

Y, en las circunstancias actuales en que, como se dice “hay que sujetar la bolsa” para no gastar un centavo de más, en que es doloroso negar la satisfacción de necesidades de las más apremiantes, se quiere que nos embarquemos en esta empresa, que se emprenda obra de tal magnitud que sólo ha sido estudiada por quien la ha proyectado y formado planos y presupuestos.

Y digo esto, sin tocar para nada la idoneidad, inteligencia y conocimientos del ingeniero autor del proyecto de alcantarillado de Santiago.

Recordará el Senado que cuando se trató de los estudios para la canalización del Mapocho, se presupuso para ello la suma de 481.000 pesos, si no estoy equivocado; y esa obra todos sabemos que ha costado algunos millones. Y lo mismo es de temer que suceda en el presente caso, a pesar de los estudios minuciosos, detallados de metro por metro, que se han hecho y que contienen los folletos publicados sobre esta materia.

Según ellos, la obra costaría cuatro millones seiscientos mil pesos, más el pago del doble de la contribución mobiliaria que hoy soportan los propietarios y sin contar todavía con lo que costará a cada uno la instalación de este servicio dentro de su pertenencia.

La cuestión es de trascendental importancia y no debemos resolverla tan a la ligera, ni proceder a la ejecución de la obra conforme a los únicos estudios que se han hecho por un solo ingeniero, por competente que él sea, ¿por qué no pedir propuestas, dando un plazo más o menos largo, para la presentación de planos y presupuestos de la ejecución de esta obra de gran importancia y en que debemos tomar en consideración tantos y diversos factores?

Se trató del asunto en la municipalidad y en veinticuatro horas se aprueban planos y presupuestos; y, llegado el asunto a la Cámara de Diputados, es igualmente aprobado, no sé después de qué estudios e informe de comisión. Yo creo, señor presidente, que no es discreto, que no es prudente, cuando se trata de obras de esta naturaleza, fiar en la opinión de un solo hombre, cuando hay otros que son o pueden ser tan inteligentes, poseer conocimientos más vastos y prácticos y que han ejecutado ya trabajos análogos.

Como no quiero entrar al fondo de la cuestión, no formularé indicación alguna; ahora sólo me permito observar, con perdón del señor Ministro del Interior, que no me parece oportuno entrar a la consideración de este negocio cuando he-

mos postergado otros de intereses más general aún, a fin de despachar los presupuestos y de que los empleados públicos sean pagados de sus sueldos, que tanto necesitan para vivir; no me parece oportuna la petición de preferencia que se hace a nombre del gobierno, cuando podemos decir que mañana nos vamos, después de penosa y cansada labor.

Es muy digno de aplauso que el gobierno se preocupe, y vivamente, de la salubridad pública; pero no puede negarse que el proyecto que nos ocupa requiere mayores estudios. Me parece que dentro de las atribuciones del Ejecutivo está la de pedir propuestas para la ejecución de estos trabajos, estudios, planos y presupuestos, concediendo un plazo para que puedan venir de Europa ingenieros o empresas interesadas en esta obra, como creo que vendrán, y llevarla a cabo en condiciones más satisfactorias y ventajosas.

Yo sé de dos ingenieros que se han ocupado de este negocio y me parece que uno de ellos desistió de seguir adelante cuando supo que ya habían sido aprobados los planos presentados por el señor Martínez.

Por otra parte, es necesario tomar en cuenta que el sistema de desagües de Santiago no tiene más de treinta y cuatro años, invirtiéndose una buena suma de dinero. Yo no digo que esté a la altura del progreso actual en este servicio importantísimo; pero niego, sí, que esa crecida mortalidad que justamente a todos nos alarma, sea efecto únicamente del sistema de desagües que tenemos. Hay otras causas, señor, que contribuyen muchísimo a esa mortalidad, y una de ellas es que vivimos en esta tierra, y hablo por supuesto en general, en cierto estado de descuido y desaseo propicio para las epidemias. No achaquemos esa gran mortalidad únicamente a las acequias y sistema de desagües.

Precisamente en estos días se ha hecho alarde de que la fiebre tifoidea hace grandes estragos y esto debido a los desagües. Pero esto no es así; no puede afirmarse tan en absoluto.

Con fecha de diciembre último, el oficial del registro civil de Ancud comunicaba que habían sucumbido ciento veintiocho personas atacadas de tifoidea. En Talca últimamente se ha hablado, asimismo, de las muchas víctimas que hacía esta plaga. Y en mi mismo fundo, en el departamento de Maipo, donde se goza de uno de los climas más benignos, se ha desarrollado también la fiebre tifoidea y he tenido el sentimiento de perder en el personal de mis inquilinos a tres de ellos.

Y esto, ¿puede atribuirse a los desagües, cuando a un lado está el río y al otro un ancho canal de aguas limpias?

Aquí mismo en Santiago, en la casa de huérfanos, ubicada, como es sabido, en un sitio de los más salubres, en primeras aguas, como se dice, hemos tenido que lamentar que la fiebre tifoidea haya hecho no pocas víctimas. ¿Podrá atribuirse esto a los desagües? ¿Influyen allí en algo éstos? No señor; hay epidemias que se desarrollan y que uno no sabe a qué causas poder atribuir las.

Cuando hay empeño de llevar a cabo tal cosa, tal empresa, los que en ello se empeñan, se interesan, promueven en todos sentidos la opinión pública en su favor.

No vaya a estimarse por esto que no creo que hay conveniencia, que hay necesidad de implantar entre nosotros un nuevo sistema de desagües; no, señor. Lo que

sostengo es que necesita estudiársele con más detenimiento, con mayor acopio de datos; no atenernos a un solo proyecto que seguramente no ha sido suficientemente recapitado, tomando en consideración al elaborarlo tantas y diversas circunstancias y detalles de que no es posible desentenderse. Soy el primero en poner el hombro a trabajos de esta naturaleza; pero, lo repito, es indispensable estudiarlos con toda mesura y circunspección; ver que sean completos, que consulten todas las necesidades, que la obra y su realización haya sido examinada en todos sus pormenores, de manera que pueda ofrecer seguridad en sus buenos resultados.

Pero cuando veo que únicamente debemos atenernos a los estudios hechos por un solo ingeniero, y puede haber otros tan buenos, no podemos ir tan de ligero, no es posible echar sobre los propietarios carga tan pesada como la que va a imponérseles con este proyecto.

Hace poco hablaba de dos ingenieros que se habían ocupado de este negocio. Uno de ellos es el señor Schatzman, que tuvo a su cargo el ferrocarril trasandino y cuya reputación es de todos conocida; me dijo, hace algunas semanas, que había pensado en el asunto. En Valparaíso existe otro ingeniero inglés, cuyo nombre no recuerdo en este momento, que ejecutó los trabajos de desagües de Valparaíso.

Pues bien, sé por un amigo que éste le sugirió la idea de que se interesara en esta empresa y él le contestó que ya había planos y presupuestos aprobados para la ejecución de esta obra y mal podría interesarse en ella.

Ahora, el proyecto dice:

“Autorízase al Presidente de la República para que contrate, por medio de propuestas públicas, la ejecución de los trabajos de desagües de la ciudad de Santiago, con arreglo a los planos formados por el ingeniero don Valentín Martínez u otros que juzguen más convenientes”.

Y yo pregunto: ¿creen los señores senadores que con esa facultad y en esta forma puedan pedirse propuestas? ¿Cómo van a presentarse esas propuestas sobre estos planos u otros que no se conocen? Por esto, señor, tuve el honor de oponerme a este proyecto y ciento infinito oponerme también a la proposición que a nombre del gobierno ha formulado el señor ministro del interior.

Y la razón es obvia; primero, porque se trae este negocio en las postrimerías de nuestras sesiones, y enseguida, cuando hemos postergado el despacho de tantos proyectos que importan un progreso o bienestar para el país, a fin de que se promulgue cuanto antes la ley de presupuestos.

Toda medida tendiente a facilitar la marcha expedita de la administración contará siempre con mi apoyo, porque tal es mi deber; pero no puedo aceptar que en la hora undécima venga a pedirse preferencia para discutir asuntos de tanta trascendencia, de tan largo aliento y que requieren más detenido y circunspecto estudio. Hay muchas otras cuestiones de interés más general e inmediato que atender; y, sobre todo, cuando se trata de algo en que es preciso proceder con tanta discreción como mesura. Es preciso estudiar, es menester pedir el concurso de otras opiniones, de otras inteligencias, antes de autorizar la inversión de cuatro millones

y tantos miles de pesos por cuenta del fisco, y a más que los propietarios tengan que doblar del tres al seis por mil la contribución que hoy pagan. Y esto sólo para establecer el servicio en la calle, sin contar con su instalación en el interior de sus casas, que les impondrá crecidos gastos y sin los deterioros que ocasionará esa misma instalación en sus propiedades.

Me parece, señor, que con mirada más detenida, el mismo señor Ministro habría titubeado antes de formular su indicación. Dispéñeme el honorable señor Ministro estas palabras, si considera que ellas no son perfectamente respetuosas y pudiera atribuir las a otro espíritu del que me guía en este negocio, y que no es otro que defender los bien entendidos intereses nacionales y las conveniencias y buen servicio de la localidad. Mi intención es sana; no persigo sino que, antes de iniciar obras de tamaña magnitud, sean estudiadas con detenimiento, con el necesario acopio de datos y con la conciencia de que vamos a obtener los resultados que todos deseamos.

El señor Antúñez (ministro del Interior). No puedo menos de reconocer las sanas intenciones que animan al señor senador de Valdivia al formular las observaciones que ha oído la honorable Cámara; pero, a la vez, creo que su señoría obedece a un criterio errado.

El honorable senador cree que éste es un negocio de largo aliento, difícil de resolver y de realizar con éxito. Señor, hace mucho tiempo, hace algunos lustros que se trata de la realización de esta obra. Recuerdo que en la época en que era intendente de Santiago el señor Vicuña Mackenna, ya se pensaba en este sistema de alcantarillado para la ciudad de Santiago y que entonces se encomendó el estudio de estos trabajos al ingeniero señor Ansart. Y, si como parece desearlo el señor senador, hemos todavía de dejar que el tiempo corra antes de emprender esta obra, habremos desaparecido todos los que aquí nos encontramos y muchos de nuestros conciudadanos, por no haberla iniciado.

El señor senador ha hablado también de las circunstancias económicas por que atraviesa el país, y que esta obra se hará imponiendo fuertes gastos a que se atenderá con fondos fiscales. No, señor; no va a ejecutarse con dineros fiscales, sino con capitales extraños, que serán amortizados con esa contribución a que su señoría se ha referido.

Agregaba su señoría que a última hora venía a pedirse a la ligera el despacho de este proyecto, cuando todos los miembros del Congreso estaban fatigados de la pesada labor que les ha agobiado. Lo reconozco, señor, y siento tener que abusar de la benevolencia de los señores senadores. Pero nunca es tarde para ocuparse de obras de esta naturaleza, que son vida para el país y salvación de tantas víctimas como nos arrebató el actual sistema de desagües, y nunca faltará tampoco patriotismo suficiente a los honorables senadores para consagrar algunas horas en beneficio de los habitantes de esta tierra y en beneficio de lo que todos consideramos como indispensable para el bienestar de nuestras poblaciones.

Ha dicho también el señor senador que no hay más estudios que los hechos por el distinguido ingeniero señor Martínez. Su señoría incurre, asimismo, en un error al hacer esta afirmación; hay varios otros trabajos hechos por ingenieros de

la dirección de obras pública o de la municipalidad. Pero, como su señoría ha dicho además que las propuestas deben ajustarse a los planos formados por el señor Martínez, es oportuno observar que en el artículo primero del proyecto se dice: “con arreglo a los planos formados por el ingeniero don Valentín Martínez u otros que juzgue más convenientes”.

Debe suponer, a lo menos, el señor senador que el gobierno no se embarcará en la ejecución de esta obra sin previo y maduro estudio; y los mismos proponentes o interesados en llevarla a cabo vendrían a perfeccionarla.

El señor senador parecía sentirse satisfecho del servicio actual de las acequias que cruzan e infestan la ciudad, pues apenas había sido instalado hace pocos años. Efectivamente, el trabajo que hace treinta y tantos años se hizo mejoró en mucho lo que antes existía, porque las acequias iban a tajo abierto, sobre el haz de la tierra. Pero ésta es la obra del progreso; lo que ayer era bueno, hoy no lo es y se necesita algo más. Y si su señoría recuerda lo que Santiago era treinta años atrás, no negará que ha cambiado, mejorándose considerablemente.

Por estas consideraciones, y pidiendo perdón a su señoría y al honorable senado, me permito insistir en la indicación que he tenido el honor de formular.

El señor Miers Cox. Al referirme que únicamente se basaba este proyecto en los estudios hechos por un solo ingeniero, he querido hacer notar que no se había traído a contribución la inteligencia, los conocimientos de otras personas tan aptas como el autor del proyecto, cuando hay gentes tan talentosas y prácticas en la ejecución de estos trabajos, como las que han servido de base al señor Martínez para sus estudios y planos.

El asunto es muy grave, señor, y es indispensable estudiarlo. Lo repito, la gabela va a ser muy pesada, insoportable para los propietarios que, en vez del tres van a pagar el seis por mil, el doble de la contribución mobiliaria, nada más que porque se establezca este servicio afuera. Y, ¿cuánto va a costarles la instalación dentro de sus casas y cuánto lo que van a perder y los perjuicios que por causas que, en la discusión del proyecto, haré presente van a sufrir?

Poco importa que se gasten muchos millones a fin de mejorar la higiene pública; pero antes de invertirlos, repito otra vez, estudiemos esta cuestión, que es una de las más graves, quizá la más trascendental que puede afectar a la ciudad de Santiago.

El señor Walker Martínez. Sólo voy a decir dos palabras para facilitar el debate, porque si nos envolvemos en la cuestión de fondo, será imposible resolver la proposición del señor Ministro.

Por lo que ha dicho el señor senador de Valdivia y por lo que ha dicho el señor Ministro, no cabe duda que todos estamos de acuerdo en la necesidad de establecer en Santiago el sistema de alcantarillado, y la única dificultad estriba en los estudios hechos o por hacer para la realización de la obra.

Para unos bastan los estudios practicados por el ingeniero señor Martínez, para otros no; aquéllos creen que el alcantarillado debe llevarse por el interior de las manzanas de edificios y éstos por el centro de las calles.

La dificultad, pues, está en la forma en que deban ejecutarse los trabajos, no en la necesidad del alcantarillado.

Ahora bien, para satisfacer a unos y a otros, para complacer al señor Ministro y al señor senador de Valdivia, creo que todo es cuestión de forma, y me permito, a fin de facilitar la resolución de este negocio, proponer que suspendamos por diez minutos la sesión y que el senado se constituya en comité con el objeto de ponerse de acuerdo y llegar a solución.

El señor Balmaceda. Yo también sólo voy a decir dos palabras, anticipando que apoyo la indicación formulada por el señor ministro y acepto, dada la situación, el temperamento propuesto por el señor senador de Santiago.

Hay un punto sobre el cual está de acuerdo el senado, y es el que se refiere a la necesidad de establecer en Santiago el sistema del alcantarillado como medio indispensable de salubridad y para disminuir la enorme mortalidad que tiene por causa las infecciones producidas por las acequias.

En su primer discurso, el señor senador de Valdivia manifestó algo que conviene tomar en cuenta. Es indudable, dijo su señoría, que el proyecto ha sido bien estudiado por el ingeniero señor Martínez. No se necesita más, entonces, para que el Senado tenga base de que partir. ¿O querría su señoría que cada uno de los señores senadores tuviera los conocimientos técnicos que posee el señor Martínez? Lo que nosotros necesitamos saber es si la ley que trata de dictarse consulta el bien público. ¿Lo consulta ésta? Evidentemente.

El señor Miers Cox. Si me permite el señor senador...

Soy el primero en reconocer que los estudios del señor Martínez son de los más detallados; lo que pido es que se hagan mayores estudios, que no nos atengamos a la opinión de un solo individuo, que veamos el resultado de los tratados de otros ingenieros.

El señor Balmaceda. Es evidente que los estudios del señor Martínez, por más inteligente y bien preparado que él esté para esta clase de trabajos, adolecerán de algunos defectos. Nada hay, nada conozco perfecto, que haya salido de manos de los hombres. Debe haber errores en esos estudios, porque si hubiera trabajos irreprochables sería una gran cosa, una felicidad; buscar la perfección en absoluto, es imposible.

Se construye, por ejemplo, un ferrocarril. ¿Cuántos defectos no se notan en su construcción que, con el transcurso del tiempo y el perfeccionamiento de la industria, se van corrigiendo y modificando? Y, ¿no debemos entonces hacer ferrocarriles mientras no tengamos trabajos absolutamente perfectos?

Entretanto, señor, los detalles del proyecto del ingeniero señor Martínez nos manifiestan que el estudio sobre la materia es perfecto en cuanto es posible; de tal modo que, dada nuestra situación actual, yo acepto la indicación formulada por el señor senador por Santiago a fin de que sea cuanto antes ley de la república el alcantarillado de Santiago.

El señor Santelices (vicepresidente). Pido la palabra para decir algunas cosas. Creo que podríamos simplificar esta cuestión dividiéndola en dos partes. Si el senador desea, como he creído comprender por las palabras pronunciadas por el señor senador por Santiago, que se realice el alcantarillado de esta ciudad, me parece que podríamos dar por aprobado en general el proyecto y enseguida cons-

tituirnos en comité para entrar después a la discusión particular en la forma común y ordinaria.

Ahora, si se hace oposición a la idea misma de hacer esta obra, votemos también en general el proyecto para ver si se acepta o no.

Propondría, en consecuencia, que se adoptara esta forma: primero, la probación en general, y después el comité y la cuestión de preferencia, para la discusión particular, porque, según entiendo, la cuestión de preferencia promovida por el señor ministro del Interior está pendiente.

Hago indicación en este sentido, si es que no haya quien se oponga a la aprobación en general del proyecto.

El señor Barros Luco (presidente). La indicación del señor vicepresidente es para que el senado se pronuncie desde luego sobre la idea en general del proyecto, y, aprobada en general, para que nos constituamos en comité a fin de buscar una fórmula para la discusión particular.

El señor Matta. Entendía que, antes de pasar a comisión este proyecto, había sido aprobado en general.

El señor Barros Luco (presidente). No señor.

El señor Miers Cox. Si la indicación del señor senador por Santiago es para suspender por diez minutos la sesión, por mi parte no hay inconveniente.

El señor Barros Luco (presidente). El señor vicepresidente ha modificado esa indicación.

El señor Santelices (vicepresidente). Rogaría al señor senador por Santiago que aceptara la modificación para que, aprobado en general el proyecto, pasara el Senado a constituirse en comité o, bien, acordar la discusión inmediata en particular.

El señor Tocornal. ¿Sólo en la primera hora?

El señor Santelices (vicepresidente). Sí, señor, en la primera hora, no más.

El señor Barros Luco (presidente). Procederemos entonces a votar las indicaciones.

En votación la formulada por el señor vicepresidente para que el proyecto se apruebe desde luego en general.

El señor Salas. Pero todavía no se ha acordado la preferencia y hay quien se opone a ella.

El señor Barros Luco (presidente). Votaremos entonces la preferencia.

El señor Walker Martínez. Pero para votar la preferencia sería necesario votar la indicación previa del comité.

El señor Barros Luco (presidente). Entonces votaremos primero si el Senado se constituye en comité por diez minutos.

Si no hay oposición, daremos por aprobada esta indicación.

Aprobada.

Queda el Senado constituido en comité.

El señor Santelices (vicepresidente). Pero, sin la aprobación en general del proyecto, no comprendo que se constituya en comité.

El señor Matta. Vamos a hablar inútilmente en el comité, puesto que enseguida habrá que tratar nuevamente de este negocio. Supongo que el comité será para convencer a la Cámara.

El señor Barros Luco (presidente). ¿Pide la palabra algún señor senador? Estamos constituidos en comité.

Después de algunos minutos de suspensión del debate:

El señor Barros Luco (presidente). Continúa la sesión ordinaria. Continúa la discusión de la indicación del señor ministro del Interior para dar preferencia a este negocio relativo a desagües.

El señor Balmaceda. Yo, señor presidente, como tuve ocasión de manifestarlo al Senado, daré con gusto mi voto a la indicación formulada por el señor ministro del Interior, con el objeto de remediar la triste y penosa situación que cabe a la ciudad de Santiago, invadida y diezmada constantemente por enfermedades de todo género, enfermedades a que contribuye enérgica y poderosamente el sistema de acequias por las cuales se hace el servicio de las habitaciones de la población.

No hay país alguno de la tierra, no hay ciudad alguna de la tierra que tenga cierto valor, cierta importancia, en que la acción de los municipios y de los gobiernos no se haya dejado sentir con el objeto de modificar un estado de cosas tan irregular e inconveniente.

Nos dieron ejemplo, señor presidente, de cuánto contribuye a la salubridad pública el establecimiento de alcantarillas, las ciudades de Londres, París, Frankfurt y Berlín, y, sin ir tan lejos, sin necesidad de recurrir al viejo continente europeo, muy cerca de nosotros, en la república Argentina, se encuentra establecido este sistema.

El Congreso se manifestaría mezquino de la vitalidad misma de los habitantes de la población de Santiago, si no contribuyera a esta obra de bien público.

Los argentinos, cuyo espíritu de adelanto y de progreso se ha desarrollado de una manera tan extraordinaria y fecunda desde 1878 adelante, nos han dado ya el ejemplo del establecimiento de alcantarillas en la ciudad de Buenos Aires.

El costo que demandó aquella obra colosal es diez veces mayor que el que ahora se consulta para el alcantarillado de Santiago.

La suma de pesos, de millones de pesos gastados en Buenos Aires con el objeto de atender y mejorar la salubridad pública y proteger la vida de los habitantes, que debe ser lo primero en todos los Estados libres, alcanza a 46.000.000.

Mientras tanto, señor presidente, la cantidad que se consulta para una obra de igual naturaleza entre nosotros sube solamente a la cantidad de cuatro millones y medio, es decir, ni más ni menos que la décima parte de lo que en aquellos trabajos se empleó por el gobierno argentino.

No fueron pocos los inconvenientes y los estorbos de todo género con que se tropezó en la ciudad de Buenos Aires para llegar a establecer el alcantarillado. Pero, después de esfuerzos, de considerables trabajos y de estudios bien meditados sobre la materia, llegó a dominarlos y vencerlos.

Todos los hombres de aquel país amantes del bien público, todos los espíritus caritativos, todos los propósitos sanos y patrióticos se pusieron de acuerdo para llevar a cabo y finalizar aquella obra de salubridad pública y de tan gran aliento.

La cantidad invertida en aquellos trabajos fue ciertamente considerable; sirvió de tema y de arma de lucha en la agitación incesante en que allí viven algunos círculos políticos.

Ataques enérgicos y violentos se dirigieron entonces contra el ministerio y contra el gobierno. Se hizo el denuncio de obras mal ejecutadas, de malos materiales empleados en aquel trabajo; pero, a pesar de todo, continuó aquella obra en movimiento y en constante acción.

Ataques fueron aquéllos que se llevaron adelante, siempre y constantemente, como una acusación de desmoralización en aquel país.

En realidad fue, sin embargo, que aquel trabajo, contra viento y marea, se llevó a debido término.

Vino después la calma y la reflexión a los espíritus, y comenzaron a observar que aquellos gastos tan considerables no habían sido tan extraordinarios, y que, si en realidad hubieran llegado a serlo, estaban amplia y suficientemente compensados con los bienes que traía a aquella población.

La mortalidad en Buenos Aires era enorme, tan enorme, que llamaba la atención de nacionales y extranjeros, y con el alcantarillado se redujo considerablemente.

Ahora, señor, querría que el Senado tomara nota de este hecho: la ciudad de Santiago, con sólo 200.000 habitantes, tiene una mortalidad mensual de mil trescientos, mil cuatrocientos a mil quinientos. Entretanto, la población de Buenos Aires, tres veces mayor que la nuestra, hoy día con 600.000 habitantes, tiene una mortalidad que no alcanza a ser el doble de la de Santiago.

Este solo dato debe manifestar al Senado la necesidad absoluta en que se encuentra de poner término a tan dolorosa situación.

Por otra parte, señor, ¿a quién da nuestra Constitución el encargo de administrar?, ¿al gobierno o al Congreso?

Pues entonces, ¿por qué el Congreso pretende intervenir hasta en los menores detalles técnicos de las obras que se proponen a su aprobación?

¿Cuál es el papel que corresponde al Senado en proyectos de esta naturaleza?

No otro que el de estimar, de apreciar si aquellos proyectos son útiles y convenientes.

Si este proyecto de alcantarillado consulta un bien cierto y positivo, y, sin embargo, encuentra tropiezos en su camino, el Congreso no hace bien, procede mal.

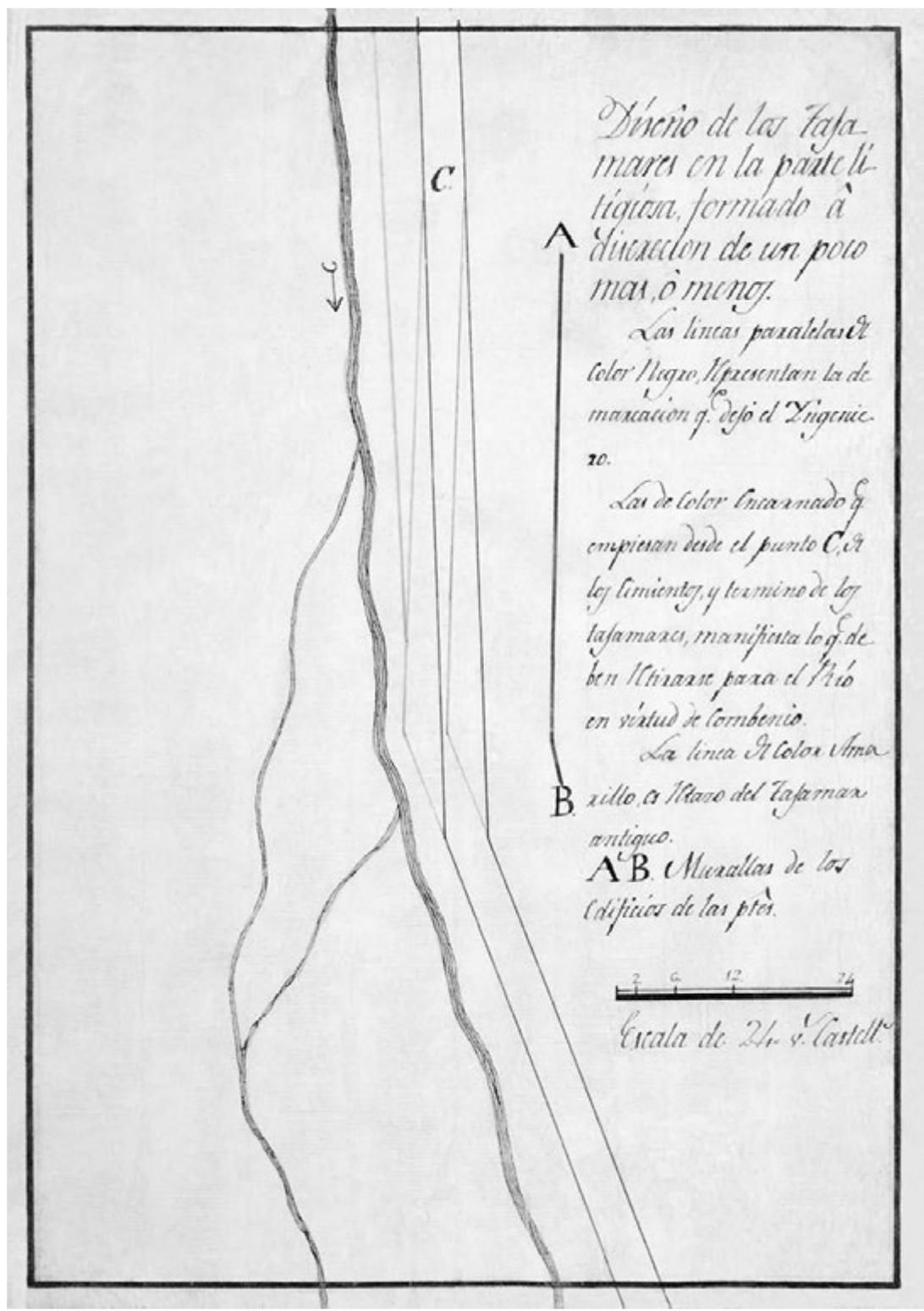
Por otra parte, ¿vamos nosotros a inmiscuirnos en los detalles, a averiguar los codos que deben tener las cañerías, a estudiar la instalación que debe hacerse, los materiales que deben entrar en la construcción de la obra, etc., etcétera?

No, señor; es el gobierno a quien toca hacer los diversos estudios para que la obra que se realiza sea buena y perfecta y cumpla con el objeto al que ha sido destinada.

Continuó el señor senador manifestando la necesidad del alcantarillado de Santiago y refiriéndose a obras análogas, como el de las cloacas de París, cuya construcción ha disminuido considerablemente la mortalidad y el efecto de las epidemias.

El señor Barros Luco (presidente). Ha terminado la primera hora.

La indicación del señor ministro del Interior era para destinar la primera hora de esta sesión al despacho de este proyecto...



*Curso de las Taja-
mares en la parte li-
tigiosa, formado à
direccion de un polo
mas, ò menor.*

*Las lineas paralelas à
color Negro, representan la de-
marcacion q. deço el Eugenio.
10.*

*Las de color Encarnado q.
empiesan desde el punto C, à
los límites, y termino de los
Tajamares, manifiesta lo q. de-
ben Mirarse para el Rio
en virtud de Corbenio.*

*La linea A color Alma-
B. zillo, es Itaco del Tajamar
antiquo.*

*AB. Murallas de los
Edificios de las ptes.*



Escala de 24. y Castell.

Diseño de los tajamares en la parte litigiosa formado a discreción de un poco más o menos, 1802.
Autor: Feliciano José Letelier. Archivo Fotográfico y Digital, Biblioteca Nacional. Santiago de Chile.

El señor Balmaceda. Pero yo hice indicación para que continuáramos tratando de él toda la sesión...

El señor Miers Cox. ¿Y seguir hablando, su señoría?

El señor Balmaceda. Sí, señor; y si tengo derecho para hacerlo, como efectivamente lo tengo, su señoría no puede sentirse lastimado porque yo lo ejercite; porque sólo ponerlo en duda es un atropello a la libertad parlamentaria.

Cuando su señoría habla de la Quinta Normal de Agricultura y sobre la mejor distribución que debe hacerse allí de los chanchos, yo jamás he pretendido impedirselo a su señoría.

Se procedió a votar la indicación del señor Balmaceda, y fue desechada por 9 votos contra 3, absteniéndose de votar los señores Lazcano y González.

Se suspendió la sesión.

EL PROYECTO DE ALCANTARILLADO PARA SANTIAGO

Con fecha de ayer se ha dirigido la siguiente carta por los miembros de la municipalidad:

A los honorables señores ministros del Interior don Carlos Antúnez y senadores don José María Balmaceda y don Ramón Santelices.

Los que suscriben, miembros de la municipalidad de Santiago y que constituimos la casi totalidad de los que forman esta corporación, creemos de nuestro deber apresurarnos a hacer presente a sus señorías la expresión de nuestras felicitaciones por la patriótica actitud asumida por sus señorías en la discusión promovida en el honorable Senado a propósito del proyecto sobre alcantarillado para esta ciudad.

La ilustre municipalidad de Santiago ha considerado desde hace muchos años como su primer desiderátum la realización de la interesante reforma que pende en estos momentos exclusivamente de la resolución del honorable Senado.

El amplio proyecto que aguarda el beneplácito de ese alto cuerpo y los planos y estudios que le sirven de base, son el resultado de los constantes esfuerzos y preocupación de esta municipalidad en dos períodos sucesivos y de la inteligente cooperación del señor Valentín Martínez, ingeniero de la Dirección de Obras Públicas. El proyecto de este caballero ha merecido además la aprobación de esa oficina y de numerosas autoridades técnicas.

Existe entre nosotros la convicción y la sustentada por los mayores higienistas del país, que si Santiago realiza sus proyectos de saneamiento, suprimiendo el actual sistema de acequias, podrá disminuir la mortalidad hasta ponerla a la altura de la de cualquier otra capital civilizada de Europa y América. Este resultado significaría para Santiago la economía de cinco a siete mil vidas al año y el aumento en una cifra preciosa de las probabilidades de vida y de su prolongación. Creemos que estas conquistas valen más que el dinero que costará la obra del alcantarillado, y que la incertidumbre, a propósito del monto final del gasto, si llegara a haberla a pesar de los prolijos presupuestos hechos, no alcanzará a excusar el aplazamiento a que quiere condenársela.

Los habitantes de Santiago, no lo dudamos, han de aplaudir como sus representantes en el municipio el honroso empeño con que sus señorías tratan de abrir camino a tan capital e impostergable progreso.

De SS. Attos. y S.S. Enrique Morandé Vicuña, José Toribio Lira, Alberto Luco Lynch, H. Espejo, José Arce, Eduardo Carrasco B., Manuel A. Fuenzalida U., R. Salinas, Miguel Arrate L., F. Landa Z., Polidoro Ojeda, Jerónimo Plaza, Pedro A. Herrera C., M.A. Ríos, Alfredo Pedregal R., Carlos Reyes E., Benjamín Marambio Dublé.

JUICIOS CRÍTICOS

LOS DESAGÜES DE SANTIAGO

LA SUPUESTA NECESIDAD DE UNA DEPURACIÓN
ARTIFICIAL DE SUS AGUAS

Señores editores de *El Ferrocarril*
Sometido a la consideración del honorable Senado el proyecto de desagües de Santiago, después de haber sido aprobado por la Cámara de Diputados, no estaría demás dilucidar, aunque sea a la ligera, un punto que se relaciona con la realización de tan benéfica obra para la higiene pública y privada.

Me refiero a la pretendida necesidad de la depuración artificial de las aguas del drenaje a la salida de los colectores emisarios y que algunos creen indispensables, guiados por una generalización que nada justifica.

¿Qué es lo que hace pensar en tal depuración después que esas aguas han llenado todo su objeto en la ciudad? Nada más que la consideración de hacerlas inofensivas y aptas para la bebida y usos domésticos en poblaciones situadas más abajo.

¿Debe preocuparnos en el caso actual esa consideración que ha sido causa determinante de costosos trabajos en otras ciudades menos favorecidas por la naturaleza que nuestra capital?

Admitiendo la hipótesis de que más abajo de Santiago haya otras poblaciones que estén en la imprescindible necesidad de beber aguas que han recibido el producto de las alcantarillas, ¿sería esto bastante para pensar en costosas operaciones de depuración que serían nuevas dificultades para la realización de tan benéfica obra?

La razón de ser de una depuración artificial existe allí donde no ha alcanzado a verificarse una depuración natural. Dos causas producen y aceleran esta depuración hasta hacerla perfecta: la dilución en gran masa y la agitación al contacto del aire.

En estas condiciones se llevan a cabo fenómenos biológicos y químicos que devuelven al agua más impura a su primitiva pureza.

Las aguas corrientes se purifican por sí mismas, dice Arnould, y así lo han dejado probado las investigaciones hechas en el Sena, el Danubio, el Isar, el Elba y los ríos americanos.

Todo es cuestión de tiempo y de la concurrencia de las condiciones naturales que aceleran los fenómenos químicos y biológicos.

En París, por ejemplo, en que las circunstancias no son favorables para una pronta depuración, puesto que las aguas del río llegan a ser sólo quince veces las del colector emisario de los desagües y en que la pendiente del río es muy pequeña y, por consiguiente, la agitación casi nula, a los veinte kilómetros ya las aguas impuras han perdido toda sustancia nitrogenada y la proporción de oxígeno queda restablecida frente a Nantes.

Pero al lado de este ejemplo citaremos el del Isar, que recibe los desagües de las cloacas de Munich, y que, según las investigaciones de Petenkofer, las aguas ya son inofensivas a los pocos kilómetros de Munich.

Es de advertir que aquellos ríos, por su mansedumbre, no tienen nada de parecido con los nuestros, que por sus pendientes sólo son comparables a los torrentes de los Alpes. Su escurrimiento en infinitas cascadas es, pues, la circunstancia que acelera la dilución y purificación natural de las aguas, librándolas de toda sustancia orgánica en putrefacción y haciéndolas inofensivas.

Sabemos que las poblaciones que se encuentran más abajo de Santiago, siguiendo el curso de las aguas, son Peñaflo, Malloco, Talagante y San Francisco del Monte, de las cuales la más próxima está a más de 10 leguas, o sea, unos 45 kilómetros de Santiago, siguiendo el curso de las aguas.

El río lleva además allí, en todo tiempo, un caudal que es cien veces por lo menos el de los futuros desagües.

Condiciones son éstas que en absoluto vuelven a las aguas su primitiva pureza y su inocuidad.

Pero hay algo más que puede dispensarnos de entrar en estas consideraciones.

Peñaflo, Malloco, Talagante, beben las aguas de las abundantes vertientes que constituyen las vegas de Santa Cruz y que parecen provenir de la infiltración de las aguas meteóricas y del riego del extenso valle situado aguas arriba.

¿Dónde está, pues, la pretendida necesidad de una depuración artificial, banal pretexto para obstruir la más necesaria de las obras de salubridad de nuestra capital?

Se dirá tal vez que el pueblo de Renca no está tan favorecido como Peñaflo, Malloco, etc., puesto que bebe el agua de los canales que reciben los desagües del barrio ultra Mapocho.

La distancia de Renca a Santiago es menor que la de Nantes a París, pero es mayor que la de Munich al punto donde las aguas del Isar son inofensivas, según Petenkofer.

Además, la gran pendiente del canal Pinto Solar que recibirá los desagües del barrio ultra Mapocho, pendiente diez veces por lo menos mayor que la del Sena, no necesita de 20 kilómetros para operar una regeneración completa de sus aguas.

Le bastan y sobran los pocos kilómetros que la separan de Santiago.

¿Pero necesitaba acaso recurrir a estas comparaciones para demostrar que el estado de cosas será para Renca mejor que hoy?

¿No habría bastado apuntar que las aguas de las alcantarillas serán incomparablemente menos impuras y menos contaminadas que las de nuestras acequias,

que hoy se escurren a los mismísimos cursos de agua que más tarde recibirán las aguas de las alcantarillas?

Serán menos impuras:

- 1°. Por la ausencia completa de todo embanque o estagnación de las materias excrementicias y aguas usadas que resultan de la economía doméstica y que es hoy la principal causa de putrefacción y del desarrollo de gases pestilentes, siendo condición del sistema de desagües la perfecta limpieza de las paredes por lavados enérgicos y repetidos.
- 2°. Porque a causa de la discontinuidad y falta de estuco de las paredes interiores de las acequias, en cada metro corrido hay 3 o más metros de juntas donde se anidan millares de seres organizados (lombrices, gusanos, etc.), y que son puestas a descubierto, pero no limpiadas en las tardías limpiezas de las acequias.

Serán menos contaminadas:

- 1°. Porque las causas de contaminación por enfermedades infecciosas, el tifus, por ejemplo, serán notablemente menores; de 89 a 11, como en Frankfurt.
- 2°. Porque el rápido escurrimiento de las aguas en contacto de paredes vidriadas o estucadas siempre limpias y en un ambiente siempre renovado, la atenuación de los virus o fermentos que alcanzaran a producirse es, por decirlo así, completa.

De ello dan prueba la perfecta salud de los fontaneros en alcantarillas bien establecidas como en Frankfurt, que he visitado, y en las cuales no se nota ni el más ligero mal olor.

No habrá, pues, inconveniente en vaciar los desagües al zanjón de la Aguada para que sigan su curso hasta el Mapocho y de ahí al Maipo, que las vacía en el mar.

No habrá inconveniente sobre todo si se considera que en el trayecto son aprovechadas en la irrigación de los campos, donde son depuradas aun antes de caer al Mapocho.

Los campos de Maipú, rinconada de Lo Espejo, etc., están compuestos de una gruesa capa de terreno de migajón y constituyen por sí solos excelentes campos de depuración natural.

No habrá tampoco inconveniente para echar los desagües del barrio norte al canal Pinto Solar, porque su caudal es veinte o treinta veces mayor que el caudal de las alcantarillas y porque, según ya lo hemos dicho, la gran pendiente del canal, que hace que sus aguas se precipiten en cascadas continuas, hará que a los pocos kilómetros sean inofensivas por idénticas causas que en el Isar.

Al escribir estas líneas no tengo otro propósito que hacer ver que hasta en eso está favorecida nuestra capital, esto es, que no se encuentra en la imprescindible necesidad de hacer la depuración artificial de las aguas de las alcantarillas⁴.

Soy de ustedes, señores editores, atento y S. S.

V. MARTÍNEZ
Ingeniero

⁴ Nota: en noviembre del año pasado una comisión del consejo superior de higiene pública, después de detenido estudio en el terreno, opinó de la misma manera

REMITIDOS

DESAGÜES DE SANTIAGO

PARALELO ENTRE BERLÍN Y SANTIAGO DE CHILE
DESDE EL PUNTO DE VISTA DE SUS DESAGÜES

El saneamiento de Berlín constituye, según la expresión de M.F. Launay, la más considerable empresa de este género que existe a la época actual en el mundo entero. Su éxito incontestable da una nueva fuerza a los grandes principios sobre los cuales reposa, los que acaban de ser consagrados por el congreso internacional de Budapest.

No carecerá, pues, de interés una comparación entre las condiciones naturales y artificiales del saneamiento de Berlín y las de igual clase que permitirán realizar con el éxito más completo el saneamiento de Santiago de Chile, ciudad envidiable por su clima, pero comparable por su mortalidad a las más insalubres de la tierra.

BERLÍN Y SU PLANTA

Las condiciones naturales y artificiales de Berlín son poco favorables.

Situada en una llanura arenosa casi horizontal y cruzada por los diversos brazos del Spree, lento en su curso a causa de la poca pendiente del suelo, con un subsuelo impermeable a muy poca profundidad (0,90 m a 1,20 m), ha hecho excepcionalmente difícil la implantación de un sistema racional de desagües.

De ahí la necesidad de crearse artificialmente la pendiente que las aguas de residuo exigen para su escurrimiento rápido y total fuera del recinto habitado.

De ahí también la necesidad de bajar la napa subterránea por medio de un drenaje profundo.

Y por fin, la necesidad de llevar los desagües por un sistema radial a diversos puntos situados en la periferia de la ciudad y de levantar las aguas impulsándolas a 20 o 30 metros para ser conducidas con grandísimo costo a campos de depuración.

Esos campos, lejos de tener un espesor suficiente, son arenales estériles de muy poca profundidad, que reposan sobre una capa impermeable que lleva las hume-

dades a la superficie en todas las depresiones del suelo. La vegetación que allí se cría es raquílica y en sus numerosos pantanos saltan los sapos por millones, según la gráfica expresión de M. Eliseo Réclus.

SANTIAGO Y SU PLANTA

Las condiciones naturales de Santiago de Chile y las artificiales que lógicamente se derivan de un proyecto racional, son excepcionalmente favorables.

Situada al pie de los últimos contrafuertes de los Andes, en un terreno de acarreo de gran profundidad, no tiene, podría decirse, napa subterránea a menos de diez metros, y sólo excepcionalmente y según las estaciones se encuentra agua a menos profundidad, como se demuestra por los pozos de ciudad.

Cruzada por el río Mapocho, se ofrece el singular fenómeno de presentar una cresta allí donde corre el río, hoy canalizado, sin estagnación posible a causa del fuerte declive del suelo.

De ahí la ninguna dificultad para la implantación del sistema de desagües por simple gravitación.

Su adaptación al sistema radial en el sentido de llevar los desagües a diversos puntos de la periferia de la ciudad tiene su razón de ser en las excelentes condiciones de su doble pendiente, que permite derivarlos por simple gravitación a los campos de cultivo que depuran las aguas naturalmente.

Por otra parte, las condiciones hidrológicas de nuestros cursos de agua y las acciones químicas y biológicas desarrolladas, permiten asegurar con Arnould y Petenkofer, la completa inocuidad de esas aguas, como lo hemos dejado expuesto en una publicación anterior.

POBLACIÓN DE BERLÍN

Cuando Berlín inició los trabajos de su gran obra de saneamiento en 1874, contaba con una población de 700 mil habitantes. Hoy día su población pasa de 1.600.000 habitantes repartidos en una superficie de 6.310 hectáreas.

Sobre toda esta vasta extensión se ha llevado a cabo la benéfica obra de los desagües y su derivación a campos de cultivo preparados con grandísimo costo en una extensión de 9.000 hectáreas.

Toda esta obra colosal, y a pesar de las innumerables dificultades naturales, se ha realizado en menos de 20 años.

Aunque la población es bastante densa en los doce distritos saneados, voy a considerar sólo una parte, la de mayor densidad, a fin de que no se nos tilde de optimistas en nuestras comparaciones.

Consideraré, pues, solamente los cinco distritos que se extienden a ambas orillas de Spree, Berlín viejo y Berlín nuevo, con una población de 750.000 habitantes repartidos en una superficie de 2.560 hectáreas, que difiere poco de la de Santiago (1.900 hectáreas).

POBLACIÓN DE SANTIAGO

Según el último censo, la población de la ciudad de Santiago es de 250.000 habitantes en números redondos, es decir, tres veces menor que la población de los cinco distritos considerados. Esta población está repartida en 1.900 hectáreas, es decir, en una superficie que es los tres cuartos de la de Berlín sin contar los suburbios.

PENDIENTES DE COLECTORES Y CAÑERÍAS

Hemos dicho que en Berlín la falta de pendiente del terreno obligó a crear pendientes artificiales llevando los desagües por un sistema radial de colectores a pozos distribuidos en la periferia de la ciudad y de donde las aguas son levantadas por bombas para ser conducidas a campos de depuración y de cultivo.

La pendiente de los colectores es inferior a dos milímetros por metro y la de las cañerías rara vez sobrepasa esa pendiente. Las arenas no son, pues, arrastradas en su totalidad y frecuentes limpiezas son necesarias no sólo por golpes de agua sino por la odiosa operación de limpia sistemática con el escobillón, que exige un numeroso personal adiestrado.

En Santiago la pendiente en los colectores no bajará de seis milímetros por metro, o sea, tres veces mayor que en los de Berlín.

En las cañerías será de diez milímetros por metro, esto es, cinco veces mayor que en las cañerías de Berlín.

Estas pendientes son suficientes para el arrastre de las arenas. No se necesitará, pues, de lavados especiales. Sin embargo, para prevenir toda obstrucción hemos dispuesto compuertas automóviles en los colectores y aparatos de lavado automáticos Genest y Herscher en las cañerías, los cuales se vacían muchas veces al día.

AGUAS DE LAVADO DE LOS COLECTORES Y CAÑERÍAS

En Berlín, en 1884, época de la terminación de los desagües de la parte central, la dotación de agua potable por habitante y por día era de 60 litros, lo que da para los 740.000 habitantes 44.400 metros cúbicos, que repartidos en las 2.560 hectáreas da 17 litros por hectárea.

Ésta es, pues, la cantidad de agua con que se hace el aseo de los desagües de Berlín.

En Santiago la dotación de agua potable está fijada en 300 litros por habitante y por día; pero, como lo digo en mi proyecto de desagües de Santiago, es prudente considerar sólo 150 litros que van a los desagües y el resto a los riegos de árboles, jardines, calles y plazas.

Resulta, pues, que las cañerías de desagüe recibirán 37.500 metros cúbicos, los que repartidos en las 1.900 hectáreas da 20 litros por hectárea, cantidad mayor que la de Berlín.

Pero no es ésta la sola consideración que permite esperar mejores condiciones de saneamiento en Santiago que en Berlín.

En esta última ciudad, a causa de la poca pendiente de las cañerías, han necesitado éstas una sección mayor, máxime teniendo que escurrir también la totalidad de las aguas lluvias con parte de las arenas del pavimento de las calles que aquéllas arrastran. Esta doble circunstancia es causa de que el poder de suspensión y de arrastre sea menor. En efecto, en las cañerías de menor diámetro la lámina de agua que se escurre es más profunda y, por consiguiente, su poder de suspensión de las materias pastosas es mayor.

Por otra parte, a mayor pendiente corresponde mayor velocidad y por consiguiente mayor fuerza viva (masa multiplicada por el cuadrado de la velocidad), lo que significa mayor poder de arrastre de las arenas y otros cuerpos que por su peso se adhieren a las paredes.

Pero hay más todavía: en Berlín se limpian las cañerías con escobillón una vez por semana y con un golpe de agua cada 12 días.

En Santiago, aparatos automáticos harán el lavado con golpes de agua repetidos 4 y hasta 6 veces por día, es decir, que en el tiempo en que en Berlín se da un golpe de agua, en Santiago se darán 72, sin que esto importe un gasto de agua considerable, porque los 943 aparatos de 500 litros vaciados 6 veces al día, consumen 2.829 metros cúbicos solamente, lo que significa bien poco en una ciudad que dispondrá de 15.000 metros cúbicos por día.

Se conciben, pues, la mayor limpieza y por consiguiente las mejores condiciones de salubridad.

VENTILACIÓN DE LA RED DE DESAGÜES

En Berlín, con la aplicación del sistema inglés, esto es, del sifón desconector que separa el drenaje de las casas del drenaje público, la ventilación del alcantarillado se hace por puntos relativamente limitados y la de los inmuebles por los tubos de caída prolongados hasta por encima de los techos.

No obstante, no se levantan quejas por malos olores ni en las vías públicas ni en los inmuebles.

En Santiago, con la aplicación del sistema perfeccionado de Frankfurt y de Brooklyn, la red de alcantarillas será ventilada en conexión con la red del desagüe doméstico, por no existir el sifón desconector, y como cada aparato sanitario será ventilado en corona, se sigue que la alcantarilla pública ramifica su ventilación en tantas chimeneas como aparatos sanitarios se establezcan en toda la ciudad.

Se concibe igualmente la superioridad de la ventilación de los futuros desagües de Santiago sobre los de Berlín y, por consiguiente, las mejores condiciones higiénicas.

RESUMEN

Las poco favorables condiciones naturales y artificiales del saneamiento de Berlín han hecho costosa la construcción y dispendiosa la conservación de las diversas obras.

El resultado obtenido para la higiene y salubridad de Berlín es, sin embargo, muy satisfactorio. La mortalidad, que alcanzaba a 40 por 1.000 antes de la construcción de los desagües, ha bajado a la mitad aproximadamente, y en las enfermedades infecciosas en una proporción mucho más notable.

Las excelentes condiciones naturales de Santiago, tan superiores a las de Berlín, permiten esperar que después de realizado el alcantarillado, la mortalidad, que hoy pasa de 50 por 1.000, bajará a no dudarlo a 20 por 1.000 y en las enfermedades infecciosas aún mucho más.

VALENTÍN MARTÍNEZ
Ingeniero

NOTA DE LA DIRECCIÓN GENERAL
DE OBRAS PÚBLICAS
AL CONSEJO SUPERIOR DE HIGIENE PÚBLICA

Núm. 1.030

Santiago, 15 de diciembre de 1896.

Señor director:

Impuesto del oficio adjunto del honorable consejo superior de higiene pública, y en cumplimiento a su providencia de fecha 5 de noviembre próximo pasado, debo decir a usted lo siguiente:

El honorable consejo pide al señor director se sirva ordenar

“se hagan los estudios necesarios para formar un proyecto de instalación del servicio de desagües en el interior de las casas y en conexión con la red de alcantarillado que ha proyectado el señor Martínez”.

La primera lectura, debo confesarlo, señor director, me dejó perplejo; pero, con el deseo de satisfacer a aquella ilustre corporación, me puse resueltamente a la obra.

Una instalación del servicio de desagües en el interior de las casas exige, en efecto, los planos del edificio y un programa que sólo el propio dueño puede suministrar, consultando la comodidad, el gusto y la economía.

No por otra causa las naciones cultas, al establecer sistemas racionales para hacer los desagües de una ciudad que carece de ellos, se han preocupado del alcantarillado público y sus ramificaciones hasta la puerta de las casas, dejando a cada particular el cuidado de presentar el proyecto de la instalación interior a una comisión técnica a medida que la alcantarilla pública se encuentra lista.

Y no se concibe que pudiera ser de otra manera.

Concretándonos a Santiago, se puede decir que es absolutamente imposible fijar tipos que comprendan las quince mil casas que sería necesario tomar en cuenta, porque, aun en aquéllas que más se parecen, sucedería que el propietario P no quie-

re abandonar su disposición colonial de conservar el lugar común allá en el tercer patio, donde pasa hoy la acequia; que el propietario P', bien inspirado en las ventajas que procura a una habitación el colocar el inodoro, el baño, etc., lo más cerca posible del dormitorio, los colocará en el primer patio en un retrete aislado de los dormitorios por dos simples tabiques, si no quisiera destinar una pequeña pieza para este fin.

Es de advertir que el primero necesitaría gastar una gran longitud de cañería y en su término un costoso aparato Genest y Herchert para el lavado sin estar seguro de impedir que el día menos pensado se manifieste una obstrucción con todas sus consecuencias; que el segundo, sea cual fuere el rigor de la estación, sea cual fuere la delicadeza del enfermo que deba usar los aparatos sanitarios de mi referencia, tendrá, con la disposición adoptada, el mismo confort que tanto influye en la conservación de la salud y de la vida y que las ciudades inglesas, alemanas, francesas y estadounidenses nos lo presentan como modelo, y esto lo conseguiría con una cañería de poco costo, sin más aparato de lavado que los propios de los aparatos sanitarios; y por último, con la más completa seguridad de no tener obstrucciones en la red, porque el escurrimiento se haría en las mejores condiciones.

Mas, el propietario P' puede tener el propósito (que él solo sabe) de levantar en uno o más pisos el frente de su casa, acumulando allí las habitaciones y, por consiguiente, los aparatos sanitarios, obteniendo así las condiciones más higiénicas como habitación y las mejores como escurrimiento, lavado, ventilación y economía, en la instalación de la cañería, la cual podría costar la quinta parte de la del propietario P, que tiene instalado su lugar común en el tercer patio o en la huerta.

Lo que dejo diseñado de estas dos casas que se parecen en su planta, puede variar del simple al dúplex cuando se pasa de la modesta habitación del obrero al palacio-hotel del rico propietario, que tiene gustos y costumbres tan diversos de los de aquél.

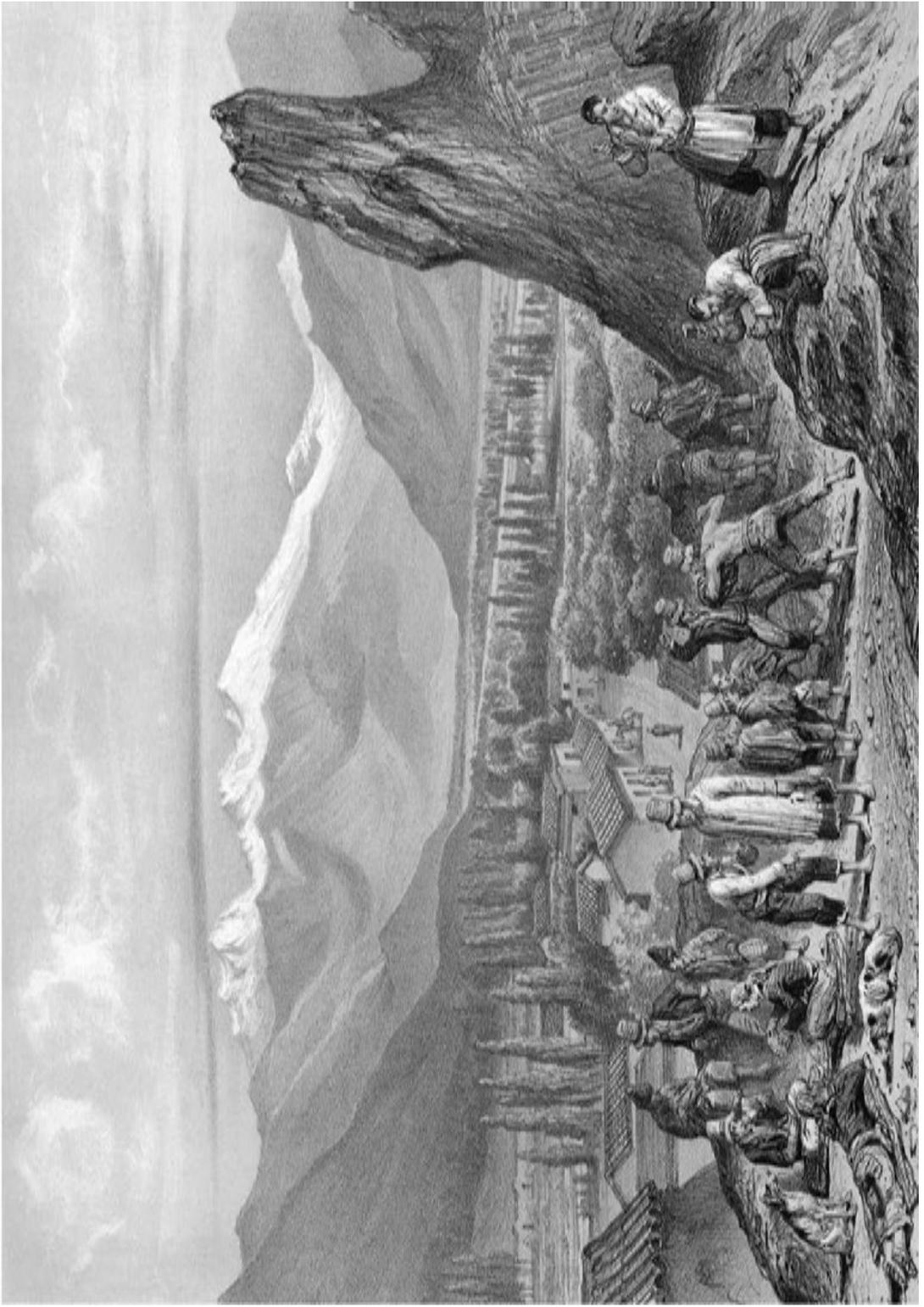
Todo eso, ¿qué nos dice? Que para hacer algo racional sería preciso multiplicarse al infinito para ir de casa en casa pidiendo el programa de su instalación a cada propietario y que suprimiendo el portento de que en unos seis meses se hicieran los quince mil proyectos de instalaciones que se necesitan, no diré a los diez años, pero mucho antes, el mayor número de esos inmuebles se habría modificado profundamente, trayendo los extremos de las cañerías del drenaje con su cortejo de aparatos sanitarios de lavado y de ventilación a un sitio que nadie ha podido imaginar, ni siquiera su propio dueño, máxime el ingeniero que tenga la imprevisión de formar los quince mil proyectos de instalaciones del servicio de desagües en el interior de las casas.

Considerando, señor director, completamente imposible satisfacer al honorable consejo de higiene, declino el honor que se me ha hecho, por lo cual pido al señor director se sirva disculparme en consideración a que en un sistema racional de desagües debe siempre consultarse el máximo de efecto útil con el mínimo práctico de precauciones exigidas por la ingeniería sanitaria y que con programas hipotéticos nada se puede hacer.

Dios guarde a Ud.

V. MARTÍNEZ

Al señor director general de Obras Públicas.



Vista del valle del Mapocho, sacada del cerro Santa Lucía, en Claudio Gay, *Atlas de la historia física y política de Chile*, edición facsimilar, con estudio introductorio de Rafael Sagredo B., Santiago, LOM Ediciones, Centro de Investigaciones Diego Barros Arana de la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos, 2004, tomo primero.

ÍNDICE

Presentación	v
El ingeniero, las aguas y la ciudad: técnica y nación en la obra de Valentín Martínez por <i>Simón Castillo Fernández</i>	ix
LA CANALIZACIÓN DEL MAPOCHO. PROYECTO TRABAJADO POR ENCARGO DE LA MUNICIPALIDAD DE SANTIAGO Y DON LUIS COUSIÑO, POR ERNESTO ANSART	
Una palabra	3
Memoria descriptiva del proyecto de canalización del río Mapocho presentado a la Ilustre Municipalidad de Santiago	5
CANALIZACIÓN DEL RÍO MAPOCHO. PROYECTO PRESENTADO A LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD, POR EL INGENIERO VALENTÍN MARTÍNEZ	
Introducción	23
I parte descriptiva	25
II parte razonada	31
III parte económica	37
PROYECTOS PARA LA CANALIZACIÓN DEL RÍO MAPOCHO E INFORME DE LA COMISIÓN NOMBRADA PARA SU ESTUDIO	
Informe de la subcomisión nombrada para estudiar el proyecto por las comisiones de Árbitros y de Obras Públicas reunidas	49
Modificaciones al proyecto a que se refiere el informe que precede	63
CANALIZACIÓN DEL MAPOCHO. OBSERVACIONES AL PROYECTO APROBADO POR LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD, POR RICARDO FERNÁNDEZ FRÍAS	
Primera parte	73
Segunda parte	83
Apéndice	91
PROYECTO PARA LA CANALIZACIÓN DEL RÍO MAPOCHO, POR VALENTÍN MARTÍNEZ	
Al señor don Pedro Montt	99
Historia	101
INGENIO SANITARIO. EL AGUA EN SUS RELACIONES CON EL MEJORAMIENTO DEL ESTADO SANITARIO DE LAS POBLACIONES CON APLICACIÓN A LAS PRINCIPALES CIUDADES DE CHILE, POR EL INGENIERO VALENTÍN MARTÍNEZ	
Una palabra	113
Introducción	117

Capítulo II	119
Capítulo III	123
Congreso de Higiene de París en 1889	141
PROYECTO DE DESAGÜES PARA LA ZONA CENTRAL DE LA CIUDAD DE SANTIAGO, POR VALENTÍN MARTÍNEZ	
Saneamiento de Santiago (zona central) entre el cerro Santa Lucía, río Mapocho, Alameda de Matucana y de las Delicias	165
Pliego de condiciones especiales	173
Bases de cálculo	181
INGENIO SANITARIO. PROYECTO DE DESAGÜES PARA LA CIUDAD DE SANTIAGO, POR VALENTÍN MARTÍNEZ	
Saneamiento de Santiago	187
Anexos	201
Ley que autoriza a las municipalidades de la república, cuya población exceda de cinco mil habitantes para establecer como obligatorio el servicio de desagües	219
Proyecto de ley presentado por el Ejecutivo para que se autorice al presidente de la República para contratar la ejecución de los desagües de la ciudad de Santiago	221
Modelo de una autorización para ejecutar los trabajos del drenaje de un inmueble	225
DESAGÜES DE SANTIAGO. DOCUMENTOS OFICIALES Y JUICIOS CRÍTICOS	
Documentos oficiales	
Proyecto de desagües	233
Ley que autoriza a las municipalidades de la república, cuya po- blación exceda de cinco mil habitantes para establecer como obli- gatorio el servicio de desagües	237
Proyecto de ley presentado por el Ejecutivo para que se autorice al presidente de la República para contratar la ejecución de los desagües de la ciudad de Santiago	239
Cámara de diputados (sesión de 10 de septiembre de 1896)	245
Cámara de senadores (sesión de 12 de septiembre de 1896)	247
Cámara de senadores (sesión de 18 de febrero de 1897)	257
El proyecto de alcantarillado para Santiago	271
Juicios críticos	
Los desagües de Santiago	275
Remitidos	279
Nota de la Dirección General de Obras Públicas al Consejo Superior de Higiene Pública	285



B

¿Qué relación existió entre naturaleza y ciudad desde que se proyectó y cambió el sistema de aguas de Santiago, en el último tercio del siglo XIX? Este volumen reúne ocho estudios, todos vinculados a dos grandes proyectos urbanos: la canalización del río Mapocho y la instalación de alcantarillado y agua potable para la ciudad, en el período que va desde 1873 (intendencia de Vicuña Mackenna) hasta 1897, cuando las obras públicas adquirieron un vigor insospechado años antes. Seis de esos trabajos son de autoría del ingeniero Valentín Martínez, una de las figuras más destacadas de la modernización material de la capital chilena en el período del fin de siglo. Fue entonces cuando la relación entre sociedad urbana y naturaleza se alteró radicalmente por obras públicas sobre el río Mapocho. Cuatro de los proyectos presentados aquí corresponden al encajonamiento del torrente: la dominación de la naturaleza, la construcción de una urbe higiénica, la generación de plusvalía, la expulsión de los sectores populares y la expansión hacia el norte de Santiago (la Chimba) emergen como las cinco principales razones de Valentín Martínez para llevarlo a cabo. Y su opinión, discutida más de una vez en el medio local, no fue indiferente: se trató del principal ingeniero hidráulico chileno de finales del siglo XIX.



FACULTAD DE HISTORIA,
GEOGRAFÍA Y CIENCIA POLÍTICA



Biblioteca Nacional
de Chile

