

SANEAMIENTO DE VALPARAISO

POR

Gerardo von M. Brockman

SUMARIO.—I. *Introduccion.*—II. *¿Cuál es la cuestion en Valparaiso?*—Las inundaciones periódicas.—La mortalidad anormal—La cuestion es doble.—La bahía contaminada.—Los focos de infeccion.—III. *Estudios anteriores para evitar las inundaciones.*—Remedio del mal en su orijen; plantaciones.—Trasporte de las aguas i de las arenas sin previa separacion.—IV. *Idea jeneral de la solucion propuesta.*—Doble cuestion, doble solucion.—Túnel de cintura.—Conducto de evacuacion.—Descargas de tormenta.—Conmutadores automáticos instantáneos.—Elástica capacidad de las descargas de tormenta.—Fácil saneamiento de los cerros.—Conduccion del sewage léjos de la bahía.—Solucion rápida, sencilla i económica; presupuesto.—En el porvenir.—Los estudios necesarios.

I. — INTRODUCCION

Los sucesos ocurridos en Valparaiso el último invierno han puesto de manifiesto una vez mas, la necesidad de emprender cuanto ántes obras para evitar las inundaciones periódicas.

Ejecutado el proyecto Kraus, esta necesidad se hará mas imperiosa todavia por la importancia universal que adquirirá el Puerto i por la disminucion de pendiente que para los cauces, significa el avance de la costa en el mar.

Despues de estos sucesos me he ocupado detenidamente del exámen de la cuestion en el propio terreno; las cifras anormales de mortalidad que pesan sobre Valparaiso, no obstante la magnífica provision de agua potable de que goza i su canalizacion de desagües, me han obligado a buscar las causas de ellas, que no pueden ser solo las inundaciones transitorias, i me he convencido de la conveniencia simultánea de *suprimir esas inundaciones* i de satisfacer *las demas exigencias hijiénicas del saneamiento* de Valparaiso.

Numerosas soluciones han sido estudiadas, desde hace muchos años, para evitar las inundaciones; el proyecto propuesto en sus líneas mas jenerales en estas pájinas aprovecha ideas en ellas diseminadas, especialmente las de los señores ingenieros Lyon i Renjifo; combina diversas soluciones, i hace fácil el saneamiento jeneral de Valparaiso, al mismo tiempo que libra a la ciudad de las inundaciones.

Se proyecta un *túnel de cintura*, que recoge parte de las aguas lluvias i aluviones de las quebradas i altas faldas de los cerros i que permite el desagüe económico de las habitaciones de las zonas superiores de ellos, cuyos desperdicios i materias fecales bajan hasta el plan; el mejoramiento del sistema actual del desagüe i la conduccion del sewage de la ciudad a un punto alejado de la bahía, suprimiendo así su contaminacion; ademas, para conducir las grandes lluvias directamente a la bahía, se proyecta *descargas de tormenta* situadas en las quebradas, que principian automáticamente a funcionar completamente llenas i solo con velocidades que alejan todo peligro de obstrucciones, dejando al túnel de cintura la conduccion de las lluvias insuficientes para evitar dicho peligro.

Gracias a la disposicion del conjunto (conduccion de grandes caudales por caminos cortos) las obras tendrán reducidas dimensiones i, capaces de desaguar mayores lluvias que las tenidas en vista en el estudio mas completo de los señores Lyon i Renjifo, suben solo a una fraccion de lo que estas últimas importan; ellas permiten, ademas, la supresion de cauces ruinosos, la transformacion de esteros anti-higiénicos, como el de Jaime entre otros, en avenidas; i no requieren obras en las quebradas que entraben la estension i embellecimiento de la ciudad segun un plan racional de ensanche de la poblacion.

II.—¿CUÁL ES LA CUESTION EN VALPARAISO?

Las grandes lluvias caidas en los cerros que rodean a Valparaiso, ocasionan en ello desagregaciones i derrumbes que en aluviones corren por las quebradas; a ellos se unen las aguas cargadas con las arenas de los caminos, calles i escavaciones de la parte alta de la ciudad, i con las inmundicias que durante el año es depositada alrededor de las habitaciones.

Estos impetuosos aluviones, en su rápida caída, arrancan de los flancos i arrastran del fondo de las quebradas nuevas piedras i arenas, llegan al plan, embocan en los cauces i esteros, pierden ahí su velocidad, dejan asentarse sus abundantes arenas i, obstruidos los conductos, buscan nueva salida, inundan la ciudad i depositan en su valiosa parte plana las materias sólidas arrastradas con las infecciones recojidas en los cerros

Eminentemente anti-higiénica es esta diseminacion de jérmenes infectos; pero ella no puede ser la única causa de la mortalidad anormal que grava a Valparaiso, a pesar de existir una canalizacion para el desagüe de sus habitaciones i a pesar de tener una provision i distribucion de agua potable en tan perfectas condiciones hijiénicas, que resistiría victoriosamente una comparacion con la de muchísimas ciudades europeas: Valparaiso, no solo sufre una mortalidad doble o triple de la que corresponde a otras ciudades que gozan de alcantarillado, como puede verse en la primera columna de cifras que sigue, sino que, como se verá en la segunda, ocupa aun un mal lugar entre las ciudades chilenas que no tienen un sistema especial de desagües (1).

(1) En Valparaiso la mortalidad anual ha sido en los años

1899,	1900,	1901	i en término medio
41,4	52,7	40,3	i 44,8 habitantes por cada mil.

La segunda columna es formada por los términos medios de la mortalidad en los años 1899, 1900, 1901 i 1902.

CIUDADES	MORTALIDAD	CIUDADES	MORTALIDAD
Berlin.....	15	Antofagasta.....	35
Berna.....	16	Santiago.....	38
Buenos Aires.....	16	Curicó.....	43
La Haya.....	16	Talcahuano.....	43
Bruselas.....	18	Valparaiso.....	45
Lóndres.....	18	Serena.....	46
Nueva York.....	20	Concepcion.....	47
Paris.....	20	Chillan.....	54
Valparaiso.....	45	Talca.....	55

Para obtener la esplicacion completa de las cifras anteriores, no basta considerar las inundaciones periódicas i el descuido de los hábitos hijiénicos por la porcion mas necesitada i numerosa de la poblacion: es necesario atribuir a la deficiencia del actual sistema de desagüe de las habitaciones, una parte de la enorme mortalidad.

La cuestion es doble, por consiguiente: se ha de librar a la ciudad de las inundaciones i se ha de completar el saneamiento del puerto; estas cuestiones se combinan lójica i económicamente; en los tiempos modernos se estudia simultáneamente ámbos problemas, librar a las ciudades de las aguas usadas i librarlas de las lluvias, i de este estudio resulta la aceptacion de un sistema unitario, como en Santiago, un sistema separado o un sistema intermedio.

La cuestion, en Valparaiso, es algo diferente pero no ménos grave: cierto es que ahí se trata de evacuar aguas llovidas en hoyas en su mayor parte exteriores a la poblacion, i que ya existe un sistema de evacuacion de las aguas usadas; pero tambien es cierto, que muchas ciudades estudian su canalizacion de desagües i gastan sumas considerables para obtener la conduccion subterránea de las pequeñas corrientes que las atraviesan i que esta necesidad se impone aun mas en el caso presente de aguas contaminadas por las materias infectas de la parte alta de Valparaiso; en cuanto al actual sistema de desagües, puesto que hai que estudiar la manera de completarlo, es oportuno hacerlo conjuntamente en el problema de las aguas lluvias, buscando una solucion que, de la mejor manera posible, aproveche lo existente.

En efecto, entre otros inconvenientes de la actual canalizacion, todo el sewage de la densa poblacion del puerto es actualmente introducido frente al fuerte Valdivia en la bahía, que, segun los estudios de Kraus, carece de corrientes apreciables, i en ella quedan estancadas las aguas infectas de la poblacion.

La importancia del peligro que entraña la introduccion del sewage en la bahía, queda netamente manifestada por las costosas obras construidas en Tolon i Marsella, Nápoles i Boston, que, o depuran sus aguas ántes de introducir las en el mar, o solo las introducen a muchos kilómetros de distancia en puntos donde las corrientes no las permiten volver al puerto.

Ademas, como una considerable parte de la poblacion, aquella que ménos hábitos hijiénicos posee i que tiene sus habitaciones en los cerros, no goza de las ventajas

de ningún sistema de desagües, se impone la necesidad de darle uno económico e higiénico, librando así a la población entera de las infecciones que, ahí originadas, llegan hasta el plan.

III.—ESTUDIOS ANTERIORES PARA EVITAR LAS INUNDACIONES

Lógica es la idea de defender los terrenos que dan origen a los aluviones, cubriéndolos de vejetación segun en el año 1892 lo propuso el ingeniero señor Casanova, i por otros medios en la parte habitada donde una plantación sistemática no sea practicable.

Pero donde la doble cuestión de Valparaiso no queda resuelta con las anteriores medidas: aun supuestas satisfechas las numerosas i difíciles condiciones necesarias para que las plantaciones, las represas i los demas medios de consolidación tengan completo éxito, queda siempre por resolver el saneamiento de la ciudad: se impone evitar los antihigiénicos esteros i algunos cauces existentes, modificar i completar el actual sistema de desagües de las habitaciones i, en todo caso, durante el largo período necesario para que las obras de consolidación sean ejecutadas i adquieran su eficacia, es indispensable librar a Valparaiso de las inundaciones,

Un numeroso grupo de los estudios propuestos son dirigidos a evitar la introducción de las arenas a los cauces, separándolas por medio de tranques en las quebradas o por depósitos; pero en jeneral no es prudente fiar en la satisfactoria separación de la enorme masa de arena, que debe verificarse en recintos limitados, sabiendo que una reducida cantidad de ella, arrastrada en la parte plana de la ciudad con velocidad insuficiente, puede obstruir los cauces i, con mayor razón, si se toma en cuenta la necesidad de estender el plan para las obras del puerto.

La clara conveniencia de reducir los costos de explotación de estos sistemas, ha conducido al señor Marambio i a los señores Lyon i Renjifo a proponer ingeniosos medios de trasportar las arenas; estos últimos proponen bajar a la bahía las de cada quebrada trasportándolas hidráulicamente dentro de cañerías, que deben estar dotadas de los correspondientes dispositivos de maniobra.

En estos proyectos, como en los anteriores, se considera solo un lado de la cuestión, i queda sin solución el saneamiento de la ciudad.

De los estudios hechos para librar a Valparaiso de las inundaciones, el mas completo, tambien de los señores Lyon i Renjifo, consulta el transporte de las aguas i de las arenas sin previa separación; en él se propone construir un enorme túnel colector, que llega a tener una sección de 50 metros cuadrados si se le hace capaz de recibir las aguas de todas las quebradas entre Las Zorras i San Francisco inclusive; su presupuesto sube a \$ 7.000.000 oro de 18d; las otras soluciones análogas propuestas por los señores Lyon i Renjifo, es decir, prolongar el colector solo hasta la Aguada, o bien hasta la quebrada de Jaime, siendo soluciones parciales, ocasionarán, por cierto, costos inferiores al de la obra completa.

Cuando fueron proyectadas las obras anteriores no habia estudios suficientes sobre la magnitud e importancia de los aluviones ni sobre la ubicación definitiva de las dársenas; pero la ubicación que les ha dado el proyecto Kraus i los estudios completos acerca

de la magnitud de los aluviones, exigen, como en dicho proyecto consta, sólo la desviacion de algunas quebradas.

No resulta, pues, económicamente justificada la costosísima conduccion de todas las arenas fuera de la bahía, por el gigantesco túnel proyectado.

IV.—IDEA JENERAL DE LA SOLUCION PROPUESTA

La doble cuestion de Valparaiso: evacuacion de los aluviones i saneamiento de la ciudad debe ser resuelta en vista del principio siguiente: conducir los grandes caudales de aluviones por los caminos cortos mas económicos a la bahía, i los infectos caudales de aguas usadas de las habitaciones rápidamente, ántes que su descomposicion sea perjudicial, a lugares de la costa en que su introduccion en el mar no sea un peligro para la higiene de la ciudad.

Aplicando el principio anterior, las aguas cargadas de arena, cuando bajan de las quebradas en caudal reducido, no deben ser admitidas en los conductos capaces de los mas grades aluviones: en ellos perderian su velocidad, depositarian las arenas e impedirian el escurrimiento. Se impone, pues, buscar para estos pequeños aluviones otra evacuacion, i será económico conducir rápidamente i a gran distancia las aguas usadas por el mismo camino de ellos, que tambien para no depositar sus arenas, requieren considerable velocidad.

Las obras propuestas se componen en su parte esencial, de un túnel de cintura, de un conducto de evacuacion, de un número suficiente de descargas de tormenta i de conmutadores automáticos instantáneos, fuera de algunas fáciles obras de desagüe para las aguas meteóricas no recibidas en el túnel de cintura.

Los pequeños aluviones i las aguas usadas de la parte alta de los cerros, serán recibidos i trasportados por un túnel de cintura de reducida seccion, que pasa bajo el fondo de las quebradas i se dirige fuera de la bahía hácia el oeste de Valparaiso; a este túnel pueden tambien ser elevadas las aguas usadas de la parte de la ciudad situada bajo él, en vez de serlo al colector que actualmente las deja caer dentro de la bahía. El túnel de cintura puede prolongarse por un acueducto o cañería de evacuacion hasta un lugar donde la introduccion de las aguas usadas en el mar no sea ningun peligro de infeccion de la bahía de Valparaiso.

Los grandes aluviones deben ser derivados por cortas cañerías forzadas, que van directamente a puntos bien elejidos de la bahía. Esta derivacion, que no puede verificarse por los cauces i esteros existentes, cuya pendiente final es pequeña i lo será todavía mas, ejecutadas las obras del puerto, debe efectuarse por cañerías capaces de resistir presion, para así aprovechar, en la parte plana, el nivel excesivo de la parte alta; estas cañerías solo presentan completa seguridad si comienzan a funcionar cuando el caudal es suficiente para producir la velocidad requerida para el transporte de las arenas; esta condicion, que justifica el nombre de descargas de tormenta, impone la necesidad de conducir los pequeños caudales por el túnel de cintura, cuya forma i pendiente puede estudiarse de manera de alejar todo peligro de obstruccion, i tambien hace necesarios los conmutadores automáticos instantáneos.

Estas construcciones, cuyo detalle no es oportuno dar en estas páginas, satisfacen las siguientes condiciones: conducir los caudales que entran en ellas, al túnel de cintura cuando son pequeños, i a las descargas de tormenta cuando son grandes; verificar el cambio de conduccion estable, total e instantáneamente, i ser sencillas i automáticas; todo lo cual es posible gracias a la continuidad del escurrimiento.

Descritas sumariamente las obras propuestas, corresponde considerar con brevedad la manera cómo ellas satisfacen la cuestion enunciada.

Las descargas de tormenta serán capaces de evacuar los caudales mas grandes que pueden recibir; siempre se establecerá por sí misma dentro de ellos la velocidad conveniente i la correspondiente presion, gracias al márgen disponible para el aumento de carga; por lo tanto, conductos capaces de desaguar las mas grandes lluvias que se han presentado con velocidades previstas, pueden dar cabida a lluvias torrenciales del todo escepcionales, con solo permitir el consiguiente aumento de velocidad.

El túnel de cintura puede servir para el económico saneamiento de los barrios situados actualmente en los cerros mas arriba de él, i de todos los que la futura estension de la poblacion allí requiera. Bastará hacer caer por simples cañerías los desagües de esta parte de la poblacion dentro del túnel de cintura, que las conducirá por la sola accion de la gravedad léjos de Valparaiso, impidiendo que las infecciones nacidas en los antihigiénicos barrios pobres de los cerros contaminen el plan i la bahía. Una prolongacion del actual sistema de desagües hasta los altos barrios de la ciudad requeriria siempre la elevacion mecánica de los volúmenes bajados de aguas usadas i, a pesar de ello, no se evitaria la introduccion de estas aguas infectas en la bahía.

No solo ofrece el túnel de cintura facilidades para conducir el sewage de la poblacion alta léjos de la bahía, sino que elevando hasta él el sewage de la parte baja hará desaparecer totalmente su contaminacion. La altura de elevacion, mayor que la actual, será compensada por la disminucion del caudal elevado, ya que los actuales i futuros barrios altos conducirán sus aguas por la sola gravedad.

Resolviendo la cuestion de Valparaiso de acuerdo con las ideas jenerales espuestas se llega a obras de dimensiones reducidas i fáciles de construir, que pueden considerarse como corrientes i ejecutarse con rapidez; debido a ello el costo de las obras: el túnel de cintura, el conducto de evacuacion i las descargas de tormenta, calculado sobre un anteproyecto alcanza solo a \$ 1.300,000 oro de 18 d.; en esta suma no está comprendida la desviacion de las aguas de la hoya de Las Delicias, porque ella lo está en las obras del puerto para las que ya se ha pedido propuestas. Como efectuado el túnel de cintura con las descargas de tormenta, son innecesarias en su mayor parte las prolongaciones de los cauces, presupuestadas por Kraus en \$ 350,000, queda un márgen para imprevistos. Evidentemente la suma guarda conveniente relacion con los beneficios que las obras importarian a Valparaiso.

Ademas, las obras propuestas en nada entran el progreso i desarrollo de la ciudad i conservarán íntegramente su conveniencia, aunque se logre en el porvenir suprimir totalmente las arenas por el natural desarrollo de la poblacion, la pavimentacion, las plantaciones, u otros medios adecuados.

Estas páginas no indican sino las líneas jenerales de las obras con que puede econó-

micamente efectuarse el saneamiento de Valparaiso; no han permitido mas ni el tiempo, ni la dificultad de los estudios previos necesarios; en el croquis sin importancia que va en la cubierta, puede verse representados el túnel de cintura, descargas de tormenta i conmutadores instantáneos automáticos, pero con ello nada se pretende afirmar de su situacion.

El saneamiento de Valparaiso requiere a lo ménos, fuera de las obras para evacuar los aluviones, el estudio de las mejoras del actual sistema de desagüe de las habitaciones de la parte plana, el estudio de la conduccion de las aguas-lluvias en esta misma parte i del sistema jeneral de los desagües de los cerros; las obras deben ser proyectadas en armonía con el proyecto Kraus i con un plan racional de trasformacion i estension de la ciudad.

Para ello se debe reconocer los terrenos adecuados para las obras; estudiar el régimen de las lluvias i de los caudales de las quebradas, las especiales condiciones de la hoya de Las Delicias i otras; determinar el punto conveniente para la introduccion del sewage en el mar, despues de haber estudiado la importancia de la actual contaminacion de la bahía i las corrientes exteriores a ella; fijar la conveniente ubicacion de las descargas de tormenta; se debe estudiar las variadas exigencias locales i los detalles topográficos, el sistema de desagües actualmente en explotacion, su posible estension i mejora; se debe efectuar prolijos estudios técnicos; se debe conocer la conveniencia de los diversos materiales i sus precios efectivos.

Para hacer posible la contratacion de las obras en condiciones de seguridad i economía es necesario tener planos detallados destinados al contrato definitivo, el presupuesto correspondiente i un pliego de condiciones.

El saneamiento de Valparaiso es impostergable: debe aprovecharse la oportunidad de ejecutarlo con economía, en combinacion con las obras del proyecto Kraus.

