

INUNDACIONES DE VALPARAISO

(Continuacion)

INFORME DEL INJENIERO SEÑOR JORJE S. LYON

«Valparaiso, Diciembre 13 de 1904.—Señor Presidente: En cumplimiento de lo acordado por la honorable Comision de Sancamiento en sesion del dia 15 del mes de Octubre próximo pasado, tengo el honor de someter a V. S. algunas observaciones, en su mayor parte esplicativas, sobre los puntos que han sido tratados en los informes que la Direccion Jeneral de Obras Públicas ha elevado a la Comision, relativos a las medidas que deben aplicarse con el objeto de impedir las inundaciones que tienen lugar en la planta baja de Valparaiso. (1)

ANTECEDENTES

Desde tiempos antiguos, la parte baja de la ciudad ha sido inundada, durante las fuertes lluvias, por el gran caudal de agua que recibe de las quebradas circunvecinas. El poner remedio a este mal ha ocupado en varias ocasiones la atencion de la Ilustre Municipalidad de Valparaiso, sin que su labor haya tenido el éxito que era de esperar. Hace unos cuarenta años que ella decidió que el mejor medio de impedir las inundaciones era el de plantar las quebradas i tras largas discusiones sobre la planta mas a propósito para el objeto, se resolvió por la caña. Se acordó, en consecuencia, que se procediera a cubrir las quebradas de cañaverales. La Comision nombrada en Setiembre 1888, recorrió aquellas en cumplimiento de su cometido, i no encontró vestijio alguno de aquellas plantaciones.

Con anterioridad a esta última fecha, se presentaron varios proyectos a la mencionada corporacion, en los cuales se indicaban distintos medios de impedir las inundaciones. Para ayudarle a juzgar de la eficacia de los proyectos presentados, nombró la Municipalidad, a fines del año 1888, una Comision de especialistas, que recibió el encargo de informar sobre los proyectos referidos, i que presentase ademas uno propio, que sirviera para el desagüe jeneral de las aguas pluviales.

(1) Anales del Instituto de Ingenieros de Chile.—Setiembre de 1905.

La Comision, despues de haber presenciado los aluviones que bajaron por las quebradas en el curso de los dos inviernos siguientes, estudiado detenidamente las causas de las inundaciones i los medios preferibles para impedir las, evacuó su informe jeneral i presentó el proyecto que habia elaborado, pero al mismo tiempo recomendó preferentemente el de la Direccion de Obras Municipales, consistiendo éste de un túnel colector que interceptaria las aguas i arenas de las quebradas ántes de que llegaran a la parte baja de la ciudad.

La Comision amplió este proyecto, lo completó en sus detalles e introdujo varias modificaciones, con el objeto de asegurar su buen éxito, i librar a la ciudad baja de todo peligro.

En el año de 1900, nombró el Supremo Gobierno otra Comision de ingenieros, que despues de examinar los antecedentes i veintitantos proyectos nuevos, recomendó igualmente i por unanimidad el de túnel colector, por ser a juicio de ella el único entre los numerosos proyectos presentados que evitaria las inundaciones. En esta Comision se indicaron ciertas modificaciones de detalle, que su autor creyó ventajoso aplicar al túnel, pero que no hubo oportunidad de estudiar con la detencion precisa.

Estos son, en resúmen, los principales antecedentes del asunto que ha sido encomendado a la actual Comision de Saneamiento.

En su informe, el señor Director Jeneral de Obras Públicas, se sirve observar que no basta que los medios aplicados se limiten a evitar los «efectos del mal que orijinan las inundaciones», provocadas por las obstrucciones en los cauces, i cree mas conveniente emprender obras encaminadas a evitar o atenuar las «causas». En consecuencia, despues de mencionar correctamente las que orijinan las inundaciones, en la parte baja de la ciudad, recomienda, que se siembren las laderas de los cerros i se planten árboles en las quebradas, i estima que estas obras evitarián la desegregacion i arrastre del terreno hasta los cauces. El jefe de la Seccion Hidráulica, propone que las siembras i plantaciones se estiendan a toda la parte alta. La Direccion agrega como medida de implantacion inmediata i eficaz, que miéntras se desarrolla la vejetacion, se construyan en cada quebrada pequeños tranques de piedras puestas sin mezcla de 2 a 3 m. de altura i escalonadas a distancia que se crea conveniente. Estas obras detendrian las arenas que arrastren las aguas, escurriéndose solamente estas últimas.

La Direccion juzga que el complemento indispensable de toda obra que se ejecuta para evitar inundaciones en la ciudad, es la reglamentacion de toda remocion de terreno en la parte alta de la poblacion; ademas, opina el Director que deben multiplicarse las entradas de visita a los cauces, pues así se obtendrá la importante ventaja de una constante inspeccion, haciéndose mas espedita i rápida la limpia de ellos, lo que deberá hacerse despues de cada lluvia, porque el Director estima que aun ejecutadas las obras que ántes se han indicado, no quedará suprimido en absoluto el arrastre de materias pesadas i su depósito en los cauces.

El Director Jeneral al ocuparse del túnel colector, único de los proyectos presentados que considera completo, supone que tiende solo a evitar los efectos del mal que orijinan las inundaciones, i prefiere que se impida que las quebradas reciban las materias referidas, porque entónces no tendrá sino agua que conducir, i siendo los cauces en planta

baja, adecuados para trasportar las lluvias sin desbordarse, se evitarian las inundaciones.

Si el Director hubiera examinado el proyecto con mas detencion, no habria dejado de notar que su objeto es el de evitar las inundaciones mismas, pues éstas tienen lugar en la planta baja de la ciudad i el túnel interceptaria las aguas i materias sólidas ántes de que llegaran a dicho plan. No hai duda de que si se empedraran las plazas, calles i patios en los cerros que se han edificado, i si fuera imposible impedir que se dejara depositado material suelto en esos cerros, i se cubrieran de vejetacion en sus superficies no edificadas, cesarian en gran parte las inundaciones; pero falta averiguar si pueden cumplirse estas condiciones, en el caso especial de esta ciudad:

La Comision nombrada en Setiembre de 1888, que por su cometido tuvo que estudiar prolija i detenidamente el asunto de las inundaciones, pues sus trabajos duraron mas de dos años, arribó al convencimiento, poco despues de principiar sus tareas, que no era aquí aplicable medida ordinaria alguna de las que en otras rejiones habian tenido buen éxito. En fin, que no seria posible en la práctica impedir que las materias arrastradas por las lluvias hasta el fondo de las quebradas, i desde allí a las alcantarillas de la ciudad, fueran retenidas en los cerros mismos, pues estas materias procedian principalmente de las localidades que se encuentran en via de trasformacion de rústica a urbana, i que exigen una considerable remocion de tierra ántes de que el terreno pueda ser edificado i puedan abrirse calles i caminos.

Desde años atras se ha tratado de impedir por medio de reglamentos, de los cuales se consideran vijentes los de Mayo 4 de 1874 i Marzo 9 de 1875, que la tierra removida se dejara depositada en los cerros, sin que estas medidas, segun tuvo ocasion de cerciorarse la Comision de 1888, hayan tenido el mejor éxito, i la razon es obvia, porque la obligacion de trasportar el producto de las escavaciones fuera de las hoyas hidrográficas de Valparaiso, equivalía, a causa de su excesivo costo, a la absoluta prohibicion de edificar en los cerros i de ensanchar la ciudad. Dicha Comision se convenció, en consecuencia, de que tenia forzosamente que fracasar todo proyecto que dependiera para su buen éxito, de la nocion de que era practicable impedir que las tierras removidas o superficiales de los cerros, fueran trasportadas por las lluvias al fondo de las quebradas intermedias i que, por consiguiente, deberia buscarse el remedio en alguna medida que interceptara dichas materias ántes de que llegaran a la planta baja de la ciudad.

Lo que antecede, se refiere a la parte de los cerros que puede denominarse urbana i sub-urbana. En cuanto a los terrenos rústicos de las hoyas hidrográficas, que son los únicos que pudieran dedicarse a plantaciones, proporcionan éstos, en comparacion a los ya descritos, una cantidad inferior de sedimentos. La razon de esta diferencia es, con toda probabilidad, la espuesta por la Direccion de Obras Públicas, a saber, que la vejetacion, por medio de sus raices, impide la desagregacion de los terrenos blandos i el transporte de los sueltos, porque la mayor parte del terreno de que ahora se trata, está cubierto de arbustos, i éstos deben ser, mediante sus raices, tan eficaces como los árboles para defender el suelo contra las lluvias. Que los arbustos abundan en la parte rústica de los cerros, se puede observar desde la ciudad misma, especialmente en el invierno, pues aquéllos se cubren de verdor con los primeros aguaceros, salvo una que otra man-

cha de terreno, que ha sido arada o rosada para extraer la arcilla que se emplea en la fabricacion de ladrillos, o que es ocupada por los caminos o sèndas de comunicacion. Es evidente que los arbustos no pueden haber crecido en un solo día, i deben ser los que han existido desde años anteriores, solo que la lluvia les ha quitado el polvo rojizo que los cubria durante el verano. No se divisa, por consiguiente, la ventaja que se obtendria substituyendo los arbustos actuales por nuevas plantaciones de árboles, con tanta mas razon que aquéllos no sirven para leña, i por lo mismo no hai necesidad de protegerlos; en efecto, consisten en gran parte de coligües, arbustos de raices profundas que no tienen utilidad alguna i es difícil prenderles fuego. Si se substituyen los arbustos actuales por nuevas plantaciones de árboles, seria preciso cuidarlas por un numeroso cuerpo de policia, que fuera capaz de impedir el robo de árboles, a semejanza del que ahora tiene lugar en las hoyas vecinas, por ser la leña un artículo de considerable demanda en una ciudad como ésta, en donde escasea el combustible barato. Existiria, ademas, el peligro de grandes incendios en el verano, los que a causa de los fuertes vientos reinantes en esta estacion del año, fácilmente se propagarian hasta la parte poblada. Para impedir estos incendios seria insuficiente subdividir las plantaciones por medio de avenidas, segun se ha insinuado, aunque se mantuvieran éstas sin pasto, porque los fuertes vientos locales, trasportan las ramas incendiadas a grandes distancias, segun consta a los que han presenciado el incendio de quebradas boscosas en los alrededores.

El precio para establecer las plantaciones no seria pequeño, pues, ademas de la preparacion del terreno i de su plantío, habria que espropiar entre las hoyas de Jaime i San Francisco inclusives, unos 9.000,000m.² la mitad de ellos mas abajo de las cañerías de agua potable i, por consiguiente, de alto precio, i el resto, sin agua en el verano, de manera que las plantaciones tendrian que regarse con agua trasportada desde puntos distantes i a traves de terrenos accidentados. Seria un error dar excesiva importancia al efecto de los árboles en impedir la desagregacion de los cerros que dominan a esta ciudad, porque existe el ejemplo de hoyas vecinas de idénticos terrenos que aun siendo mui boscosos suministran arenas a los esteros en no pequeña cantidad, i esto es esplicable, pues para impedir esta desagregacion, los cerros tendrian que estar tan cubiertos de césped que las lluvias no pudieran abrir o zanzar el suelo i, ademas, que no ocurrieran derrumbamientos en los costados de las quebradas. Lo primero no es posible, en este clima de veranos secos, i lo último tiene lugar amenudo, ya sea por saturacion del terreno por las lluvias, o por alguna roca, árbol u otro objeto, que haya rodado de la falda del cerro, i que, atajándose en el lecho de la quebrada, desvie la fuerte corriente del estero contra el pié de la barranca, socavándola hasta ocasionar un desprendimiento de cerro, en masas, que suelen medir varios miles de metros cúbicos. Acontecimientos como éstos, no se evitan ejecutando en los cerros plantaciones de árboles, i si éstos cubren sus faldas, sirven para agregar un nuevo material, a los que ya obstruyen las alcantarillas.

La Comision de 1888 no encontró, pues, ventaja en sustituir los arbustos actuales por plantaciones de árboles, con tanta mas razon que la parte rústica de las hoyas hidrográficas, no desempeñan sino un papel secundario en producir las inundaciones.

Las observaciones anteriores i las que someteré mas adelante, se refieren a las hoyas

que se estienden entre las de Jaime i San Francisco inclusives, porque la de las Delicias se encuentra comprendida en el proyecto Kraus. No me ocuparé pues acerca de lo espuesto por la Direccion Jeneral de Obras Públicas referente a la hoya de las Zorras, salvo para observar que no tiene fundamento lo espresado por el jefe de la Seccion de Hidráulica, que la velocidad media que tendria la corriente en el túnel de las Zorras seria de 10,14 m. por segundo. Testualmente dice: «Para desviar el estero de las Zorras al de la Cabritería, se proyecta hacerlo por un túnel circular de 4 m. de diámetro i 3% de pendiente. El escurrimiento del gasto calculado en 60 m.³ por segundo, lo haria con una velocidad media de 10,14 m.»

Mas adelante agrega: «En consecuencia, hai necesidad de cambiar el trazado en el proyecto que consulta el desvío del estero de las Zorras al de la Cabritería, a fin de que la velocidad media del caudal de agua sea de 4 a 5 m. por segundos». A pesar de un juicio tan terminante, es fácil comprobar que no es 10,14 m., sino ménos de 5 la velocidad media que dejarian pasar por el túnel los 60 m.³ de agua. No habria pues necesidad de cambiar el trazado de esta obra aun admitiendo las bases fijadas por el informante. Pero, repito, es ahora estemporáneo ocuparse de las hoyas que desaguan en el estero de las Delicias.

En cuanto a las que siguen hácia el poniente, que son las que ahora se trata de desaguar sin que causen inundaciones, arribó la Comision de 1888 a la certidumbre de que era irrealizable la idea de impedir que la tierra removida i depositada en los cerros por los trabajos de ensanche fuera arrastrada por las lluvias hasta el lecho de las quebradas, i por lo mismo que todo proyecto que no aceptaba este hecho, tenia que ser ineficaz. La Comision, en consecuencia, indagó si alguno de los proyectos presentados admitian estas condiciones, i en efecto, varios proponian, con este fin, establecer represas en las quebradas, con el objeto de interceptar las arenas ántes de que llegaran a las alcantarillas de la ciudad. Esta idea, sin embargo, no era nueva, pues desde el año 1876, la Municipalidad la habia puesto en práctica, construyendo en varias de las hoyas muros o tranques a traves de las quebradas. No hai duda de que estas obras serian eficaces para impedir las inundaciones, si el contenido del receptáculo formado por el tranque tuviese cabida para la cantidad total de arena que bajara por la quebrada en el mas lluvioso invierno, i que ademas se cumpliera con el indispensable requisito de tener vacio el depósito al comienzo de cada estacion de lluvia, porque es evidente que una vez lleno, cesaria de prestar utilidad alguna. La primera condicion no se ha observado, i la estraccion i acarreo de las arenas, solo parcialmente; esto último debido en parte a la inaccesibilidad para vehículos de la ubicacion de muchos de los depósitos.

El local preferible para construir éstos, es cerca de las desembocaduras de las quebradas, porque hasta este punto tienen éstas el declive suficiente para arrastrar las arenas i piedras pequeñas que obstruyen las alcantarillas, i desde estos sitios es comparativamente fácil el acarreo de las arenas hasta fuera de la ciudad. En varias localidades se ha adoptado esta ubicacion por la Municipalidad, pero dando a los depósitos insuficiente cabida; esto se explica por lo costoso que seria adquirir terrenos en la estension necesaria, pues éstos se encuentran en jeneral densamente poblados.

Entre los proyectos de depósitos interceptores presentados a la Municipalidad, el que

mejor cumpla con las condiciones necesarias, proponia construir grandes depósitos subterráneos en la desembocadura de las quebradas, túneles con vía férrea debajo de las calles, para trasportar las arenas hasta los muelles que se construirán en el mar contra el malecon, i embarcaciones que desde éstos las trasportarian fuera del puerto.

Se proponia que este proyecto fuera aplicado a las hoyas situadas al poniente de la de Jaime. Los túneles medirian en su totalidad de 2 a 3 kilómetros de longitud, serian obras costosas por tener que ejecutarse a traves de las calles i avenidas de la ciudad. Para algunas de estas obras no seria posible encontrar suficiente espacio entre el nivel de los embarcaderos i la superficie de las calles, para que cupiera el túnel. Los depósitos subterráneos serian formados por cuatro muros de albañileria i de una cubierta de fierro sostenida por columnas del mismo metal. Estos depósitos tendrian que ser de grandes dimensiones para poder contener las arenas que bajarian en inviernos extraordinarios. Ademas del costo considerable de las obras i de los terrenos que tendrian que espropiarse, existiria el del gasto anual de la limpia de los depósitos, i del transporte terrestre i marítimo de las arenas. Esta operacion anual indispensable, fué el principal defecto que encontró la Comision en este proyecto, porque una esperiencia de doce años habia probado que no se cumpliria, ya sea por falta de fondos en la caja municipal u otros motivos. La Comision, en consecuencia, desechó este proyecto i los análogos, por depender su buen éxito del fiel cumplimiento de operaciones costosas, que habria que repetir todos los años, sin que existiera seguridad alguna de que serian ejecutadas con la necesaria puntualidad.

La Comision misma elaboró un proyecto que mejoraba las condiciones actuales, evitando las inundaciones, pero arrojando las arenas al mar, tal como sucederia si las alcantarillas tuviesen suficiente declive para trasportarla hasta su desembocadura. Este proyecto designado con el nombre de «sistema hidráulico» conducia automáticamente las arenas por cañería durante el aguacero mismo; era económico en su instalacion i en su conservacion, pero por trasportar las arenas a la bahía, la Comision no lo recomendó, salvo en el caso de encontrarse demasiado costoso el túnel colector, o para aplicarlo en las hoyas que por su pequeña importancia no estuvieran comprendidas en aquel proyecto.

Por fin, la Comision encontró que modificando el proyecto primitivo o de túnel colector, se cumplirian satisfactoriamente las condiciones que consideraba indispensables. Se comprenderá este proyecto teniendo presente que a causa de la fuerte inclinacion del lecho de las quebradas no se detienen las arenas en estas durante los aluviones i es solo cuando se pierde este declive al llegar el agua i la arena a la parte baja de la ciudad, cuando aquéllas se depositan dentro de las alcantarillas, hasta llenarlas, obligando de esta manera a las aguas a repartirse por la ciudad, inundándola. El efecto del túnel es el de continuar las quebradas subterráneamente hasta el mar fuera de la bahía, con el declive que es necesario para el transporte de las materias sólidas que actualmenta se depositan en las alcantarillas; es, en resúmen, una quebrada transversal que intercepta las longitudinarias que bajan a la ciudad. Una obra de esta naturaleza, si ha de ser eficaz, debe cumplir con ciertos requisitos relacionados con la desembocadura del túnel, con su trajecto, el nivel de las entradas en las quebradas, i otros que no es del caso mencionar en

estas observaciones, por no haber sido tratados en el informe de la Direccion Jeneral de Obras Públicas.

DESEMBOCADURA

Es de regla que ésta debe situarse en un punto donde nunca puede obstruirse, porque es evidente que de otra manera no habria suficiente corriente de agua dentro del túnel, i las arenas se depositarian en su interior hasta llenarlo, i la obra quedaria inutilizada.

Un segundo requisito importante en este caso, es la situacion de la desembocadura con respecto a la bahía, para que las arenas una vez arrojadas al mar no fueran trasportadas al puerto por las olas.

El autor del proyecto primitivo propuso colocar la desembocadura en las Habas, local que la Comision consideró inadecuado por no llenar la última condicion. Esta examinó, en consecuencia, la costa desde Punta Anjeles hasta la quebrada de los Lúcumos una distancia de 4 kilómetros, i se convenció de que la localidad mas favorable era la costa acantilada al sur del fuerte Rancagua. La pequeña caleta de Playa de los Pescadores o de las Torpederas, no reunian las condiciones necesarias, pues su ensenada al abrigo de los vientos del norte, contiene una poza de escasa profundidad, que en pocos años se llenaria con las arenas trasportadas por el túnel, obstruyendo su salida.

Quizas no estará de mas observar que esta caleta es la única dentro de los límites urbanos, que por la limpieza de sus aguas es aparente para el establecimiento de baños de mar, i si ahora solo parcialmente se dedica a este uso es esto debido a la falta de medios de comunicacion con la parte poblada de la ciudad, defecto que se subsanará una vez que funcionen los tranvías eléctricos de Playa Ancha. Es evidente que si el túnel se evacuara en esta localidad quedaria la caleta inutilizada para el uso indicado.

La costa situada al sur del fuerte Rancagua tiene un mar profundo, donde no se detienen las arenas, pues los temporales las empujan hácia la playa de la Laguna, esto es hácia el sur. La desembocadura proyectada tendria ademas la ventaja de estar situada frente a un islote que la defenderia contra las olas, ahorrándose con esta defensa natural la artificial que de otra manera seria necesaria.

La costa cerca de la quebrada de la Tortuga i de los Lúcumos reunen la mayor parte de las ventajas de la de Rancagua, pero la longitud del túnel hasta estos lugares seria mayor i por consiguiente no habria motivos para preferirlas.

TRAZADO DE UN TÚNEL

Fijada la desembocadura se presentaban dos trazados hasta la quebrada de San Francisco; uno de ellos rodeaba la costa de Playa Ancha, i el otro se dirijia directamente a aquella quebrada.

El último era kilómetro i medio mas corto que aquél i el trazado de contorno sólo interceptaba quebradas insignificantes, pues todas ellas morian ántes de llegar a la planicie de Playa Ancha. El costo adicional de la obra, si se incluyeran estas quebraditas no

guardaria proporcion con las ventajas que se obtendrian, de manera que se resolvió preferir el trazado directo. El resto del trayecto hasta la hoya de Jaime era indicado por la inclinacion que era preciso dar a la obra para que el agua tuviera la necesaria corriente.

El autor del proyecto primitivo de túnel colector fijó a la obra un declive excesivo que la obligaba a tener su orijen en la quebrada de la Aguada, continuacion de la calle de Las Heras, mas arriba del Camino de Cintura. No habiendo necesidad de tanto declive i teniendo sus desventajas porque no alcanzaba a desaguar partes importantes de la poblacion, fué disminuido por la Comision a lo suficiente para el arrastre de arena, cascajo i piedras de pequeñas dimensiones.

Una línea recta entre la desembocadura i la quebrada de Jaime mide 4,400 m., pero teniendo el túnel que interceptar quebradas de distintas alturas, la línea de trazado tiene que ser poligonal i necesariamente de mayor longitud que la recta, sin embargo, solo la excede en 300 m., diferencia que es probable fuera acortada sensiblemente al ejecutarse el tratado definitivo.

ENTRADA EN LAS QUEBRADAS

El autor del proyecto primitivo fijaba las entradas a «distintas» alturas sobre el mar. La Comision encontró peligrosa esta medida i recomendó que se colocaran todas ellas al «mismo nivel». Si las entradas estuvieran a distintas alturas i ocurriese algun derrumbamiento de cerro dentro del túnel que impidiera el libre curso de la corriente, accidente que no es imposible que aconteciera, sucederia que las aguas de todas las quebradas que estuvieran situadas mas arriba del punto obstruido, se baciarian en las mas bajas. Las graves consecuencias de esta acumulacion de agua en una sola quebrada salta a la vista, i al elaborar el proyecto es indispensable tomarlo en cuenta para evitarla. Este resultado se consigue con la medida sencillísima de colocar «todas» las entradas a la misma altura sobre el mar, porque con esta disposicion las quebradas no pueden tener corriente entre sí por medio del túnel. Sin esta medida u otra de igual eficacia, no habria recomendado la Comision el proyecto de túnel colector.

Las esplicaciones que anteceden sobre esta obra son indispensables para que puedan comprenderse las recomendaciones de la Direccion Jeneral de Obras Públicas sobre el túnel colector, fundadas todas ellas en el informe del señor Chiesa, miembro de la Comision de ingenieros, nombrada por decreto supremo en Setiembre de 1900, para informar sobre los proyectos que se presentaran relativos al desagüe jeneral de la ciudad. No entraba en las atribuciones de esa Comision hacer estudios de variantes de proyectos, sino examinar las que se presentasen i recomendar al Gobierno los que, a su juicio, fueran eficaces para impedir las inundaciones.

La Comision examinó unos treinta proyectos i recomendó unánimemente el túnel colector «por ser la única i sola solucion susceptible de evitar que Valparaiso sea invadido por las arenas de los cerros i quebradas». Hubo, sin embargo, diverjencia de opiniones sobre las disposiciones secundarias de aquella obra. Los cambios sugeridos no fueron comprobados sobre el terreno por medio de operaciones instrumentales, medida indispen-

sable para poder juzgar con acierto de sus ventajas, de manera que no deben considerarse sino como opiniones, que deben estudiarse ántes de ser aceptadas.

El señor Chiesa, autor de ellas, hizo solo una estadía limitada en el país, pues nos visitó para informar a una empresa extranjera acerca de la contratacion del alcantarillado de Santiago. No tuvo tiempo, por lo mismo, para considerar sino de una manera superficial las modificaciones que recomendaba.

Dicho señor estimó que el túnel debería ser prolongado hasta la quebrada del Taqueadero i dirigirse desde allí hasta la caleta de los Pescadores o Torpederas, estableciendo en esta caleta la desembocadura del túnel colector. El señor Chiesa no espresa razon alguna para esta última preferencia i se llega a dudar que haya visto alguna vez esta caletilla.

Ya se ha observado que la Comision de 1888 rechazó esta desembocadura por la pequeña profundidad de sus aguas i por su situacion encerrada, que la hacia mas aparente para servir de depósito a las arenas que trasportaria el túnel, que la de mantener libre de obstruccion su salida.

En efecto, esta desembocadura es inferior a la propuesta por el autor del proyecto primitivo que la establecia en las Habas i que la Comision de 1888 consideró inadecuada.

Una vez fijada la salida en las Torpederas era obligatorio al señor Chiesa recomendar el trazado del túnel por Playa Ancha hasta la quebrada de San Francisco, pasando por la quebrada del Taqueadero. Aquel ingeniero espresa que la ventaja de este trazado, aludiendo al trozo de túnel entre el Taqueadero i Pescadores, es el de pasar por debajo de terrenos que están a menor altura sobre el mar que los de la «seccion final» del túnel, recomendado por la Comision de 1888. Con este cambio estima el informante que se disminuiria el costo del túnel i el tiempo de su ejecucion, pues el trozo recomendado por él mide 1.500 m. miéntras que el de la Comision de 1888 es de 1.850. Esta comparacion no es justa, porque para llegar al Taqueadero desde la quebrada de San Francisco, punto obligado de los dos trazados, habria que ejecutar otro túnel de un kilómetro mas o menos de longitud, de manera que el señor Chiesa debió haber comparado el de 1.830 metros de la comision con los «dos» que habria que perforar en su lugar, i que miden una longitud de 2.600 m.

Los túneles del señor Chiesa pasarian entre San Francisco i la Caleta de las Torpederas, debajo de la Escuela Naval, cuyo piso está a 70 m. sobre el mar; de la Poblacion Bueras de una altura máxima de 90 m., de los jardines de Playa Ancha i del extremo poniente del Campo de Marte

El túnel definitivo recomendado por la Comision se dirige directamente desde la quebrada de San Francisco a la costa al sur del fuerte Rancagua, por debajo del extremo poniente de San Juan del Puerto i del Cementerio número 3. El punto culminante del cerro está a 150 m. sobre el mar, pero al haberse proyectado la perforacion por medio de pozos o piques, el mas profundo de éstos hasta la bóveda del túnel no hubiera excedido de 125 m. el pique correspondiente en el trazado del señor Chiesa, no es probable que fuera menos de 80 o un tercio de menor profundidad que aquél. La afirmacion de este ingeniero que los suyos serian de poca profundidad i que aquellos no serian profundizables, es pues exajerada. Por lo demas, la Comision no recomendó que se profundi-

zaran pozos para la perforacion del túnel entre San Francisco i la costa, de manera que en este caso no era de consecuencia la altura del cerro.

Tampoco se comprende la afirmacion que un túnel perforado por medio de piques, es ménos costoso que otro atacado solo por sus extremos. En aquel caso, la lonjitud perforada es mayor, el transporte del material cavado es mas difícil i costoso, i si se encuentra agua en las labores, acontecimiento bastante comun, el agotamiento es mas caro. En la época en que los túneles largos solo se abrian a mano, era mui jeneral subdividirlos por medio de piques, pero este arbitrio tenia solo por objeto «acortar el tiempo» de su ejecucion, i esto se conseguia aumentando los puntos de ataques, sacrificándose entonces la economía al tiempo ganado, pero despues del perfeccionamiento de las máquinas perforadoras, las condiciones han cambiado i mediante éstas puede prescindirse, con ventaja en numerosos casos de la necesidad, del uso de piques de mina.

En los ejemplos de que se trata, la comparacion debió, pues, hacerse entre el túnel perforado a máquina desde ámbos extremos i de una lonjitud total de 1,830 m., en contraposicion a dos de una lonjitud total de 2,600 m. ejecutados a mano mediante numerosos piques que aumentarían la lonjitud perforada a mas de 3,000 m.

La Comision de 1888 calculó que seria ménos costoso el túnel directo, entre San Francisco i la Costa, i que se obtendrian, ademas, con esta preferencia, otras ventajas importantes, como la de acortar el túnel jeneral, i poder conducir el túnel a una desembocadura adecuada.

Con las mejoras que se han aplicado a las máquinas perforadoras desde 1888, existen ahora razones mas poderosas que en aquella época para preferir el túnel directo entre San Francisco i el mar, al otro que rodeaba los cerros por el Taqueadero.

Si la Comision hubiera encontrado mas ventajosa la perforacion a mano mediante el uso de piques, habria recomendado el trayecto por la quebrada de la Tortuga o de las Casitas, en cuyo caso el túnel habria tenido una lonjitud de 2,200 m., en lugar de los de 2,600 m. que medirían los túneles del señor Chiesa i con piques de menor profundidad i ademas, una desembocadura admisible.

Por fin, la Comision de 1888 estudió en primer lugar el trazado por Playa Ancha, segun se ha insinuado, i lo desechó en favor del directo, por los motivos ya espuestos.

No es fácil comprender al señor Chiesa, en cuanto a la ubicacion del túnel jeneral, quizas por no conocer el infrascrito su informe, sino por una traduccion que últimamente ha visto la luz pública, o quizas por el laconismo de dicho documento. Se deduce que, a semejanza del proyecto primitivo, colocaria el túnel a menor distancia del fondo de las quebradas que la recomendada por la Comision, cuyos piques entre San Francisco i Jaime, tienen 12 m. en término medio. Esta mayor profundidad es una consecuencia de la igualdad en las alturas de las entradas, de que se ha tratado mas atras, i tiene la ventaja adicional de que la obra resulta mas recta i corta.

Del mismo informe se deduce que el señor Chiesa propone que el agua de las quebradas se vácie directamente dentro del túnel. La Comision de 1888 estudió este medio, pero encontrándolo defectuoso, propuso que el ingreso del agua tuviera lugar mediante un ramal en cada quebrada. Este arbitrio permite que la situacion del túnel no esté su-

jeto a la altura variable de las distintas quebradas, que la entrada del agua no perturbe la corriente dentro del túnel i que al contrario, la ayude.

El señor Chiesa no da importancia a que las bocas en las quebradas estén al mismo nivel i, en efecto, segun su recomendacion, aquéllas descenderian progresivamente desde la de Jaime hasta la caleta de las Torpederas, de la misma manera que en el proyecto primitivo entre la Aguada i las Habas. Esta modificacion es probable que aumentaria en el área del terreno desaguado, pero la diferencia, si la hubiera, seria pequeña. El túnel recomendado por la Comision de 1888 tiene una longitud de 4.700 m., el del señor Chiesa 5.500, i, siendo iguales las demas condiciones de ámbos, este último tendria su oríjen en la quebrada de Jaime a «mayor» altura que aquél por ser mas largo, i por consiguiente desaguaria en esta hoya «menor» superficie de terreno, i lo mismo aconteceria hasta la Plaza de la Victoria. Desde aquí hasta la quebrada del Taqueadero, el túnel se aproximaria mas a la bahía, i, en consecuencia, aumentaria en esta parte el terreno desaguado. Seria trabajoso medir cuál de los dos túneles desaguaria mas terreno, pero probablemente lo seria el recomendado por el señor Chiesa, porque éste incluye tambien la pequeña hoya del Taqueadero; la diferencia, sin embargo, si existiera, tendria que ser bien insignificante comparadas con las estensas hoyas desaguadas i, por lo mismo, merece tomarse en consideracion.

Un trazado análogo al del señor Chiesa fué tambien estudiado por la Comision de 1888 i condenado por ésta por los perjuicios a que daria lugar una obstruccion en el túnel. Con el objeto de evitarlos se idearon varios medios, pero ninguno tan eficaz como el recomendado definitivamente de colocar todas las entradas a la misma altura sobre el mar segun ya se ha explicado. El señor Chiesa no considera esto necesario i recomienda que las entradas se coloquen en descenso, desde el oríjen hasta el término del túnel, i propone cierto medio para conjurar el peligro a que esta última disposicion daria lugar. La obstruccion del túnel que es solo una posibilidad en el proyecto de la Comision de 1888 llega a ser una certidumbre, por las razones ya espuestas, si aquella obra desemboca en la Caleta de los Pescadores, segun estima el señor Chiesa que debe hacerse. La consecuencia de quedar cerrada la salida del agua en esta caleta seria que la corriente se dirigiria primeramente a la abertura mas baja que es la del Taqueadero, por donde se evacuarian las aguas acumuladas de todas las quebradas, desde Jaime inclusive, que cupiera por dicha abertura, con una presion, mas de «cuatro atmósferas». El resultado del desborde de esta gran masa de agua seria indudablemente la inundacion desastrosa de los Arsenales de Marina i de los Almacenes Fiscales. No siendo posible que toda el agua que llevara el túnel en un fuerte aguacero, saliera por la boca del Taqueadero, seguiria despues i simultáneamente evacuándose por la del Puerto, aunque con algo ménos presion, i una vez obstruidos éstos por la acumulacion de arena, por las del Almendral hasta Jaime.

La medida indicada por el señor Chiesa para impedir estas catástrofes es la de colocar una puerta de dos hojas sobre la boca en cada quebrada, que un guardian se encargaria de cerrar en el momento oportuno.

Las bocas propuestas por la Comision de 1888 i que el señor Chiesa acepta, consisten de dos muros de albañilería que atravesarian todo el ancho de la quebrada, cubriéndose

el espacio intermedio con vigas de acero de forma especial, que dejarían un intervalo de unos 30 centímetros entre cada par, por el cual penetraría el agua, arena i piedras pequeñas arrastradas por las aguas. El espacio libre en toda la boca excede considerablemente del que bastaría para aquellas materias; pero era preciso tomar en cuenta que los esteros arrastran también árboles i arbustos que no penetrarían por las aberturas, i que, apesar de la corriente torrencial que correría sobre el envigado, pudieran enredarse en alguna de las vigas, obstruyendo parcialmente la entrada. Para hacer frente a esta eventualidad, se ha dado a las entradas una estensa superficie. Las puertas del señor Chiesa serían, pues, de grandes dimensiones i, además, ellas i sus cerraduras de mui fuerte construcción, para que fueran capaces de resistir la presión de una columna de agua que se elevaría hasta 40 m. de altura. En cuanto al guardian, en el caso poco probable de encontrarse en su puesto en el momento preciso de la salida de la gruesa i poderosa columna o chorro de agua, le sería indudablemente imposible operar el cerramiento de las hojas de las puertas, operación que tendría que efectuarse en el fondo del torrente, en medio de las piedras que arrojaría la columna de agua.

El señor Chiesa advierte que la puerta al caer cerraría «herméticamente» la abertura del pozo, pero tratándose de una corriente que acarrea arena, piedras, árboles, etc., es evidente que esto no es posible, aunque es indispensable, si se trata de evitar la presión del agua en las bocas que están a menor altura. El momento que tendría lugar la obstrucción no puede conocerse de antemano, i la primera noticia que recibiría el guardian, sería la ascensión violenta de la masa de agua por la abertura, i es claro, que ya sería demasiado tarde para practicar la operación de cerramiento.

Compárese la medida preconizada por el señor Chiesa, con la Comisión de 1888 que no necesita de puertas ni de guardianes, i en la que se impide automáticamente, i de una manera sencilla i eficaz, que las aguas de dos o más quebradas puedan acumularse en una sola.

La idea del autor del proyecto primitivo i al principio la de la Comisión de 1888, fué la del túnel con las entradas en descenso, tal como la propone el señor Chiesa, pues era la solución que a primera vista parecía la más natural i que fué solo después de estudiar varios medios más o menos eficaces de impedir la acumulación de las aguas de varias quebradas en una sola, en el caso de que era indispensable tomar en cuenta de una obstrucción en el túnel, que la Comisión arribó a la medida que salva eficazmente el peligro previsto i que, por lo mismo, fué recomendada por aquélla. Entre las medidas estudiadas, no se encontraba la propuesta por el señor Chiesa, ni se le ocurrió a la Comisión que era posible conjurar el peligro, dejando caer una puerta al fondo del torrente. En resumen: el señor Chiesa propone un túnel 800 m. más largo que el recomendado por la Comisión de 1888, i que estaría a mayor altura sobre el mar que este último, con las entradas a distintos niveles, i la desembocadura en la caleta de las Torpederas.

La Comisión de 1888 que estudió un trazado semejante, lo condenó, porque implicaba un serio peligro para la ciudad.

La Dirección Jeneral de Obras Públicas acepta las modificaciones del señor Chiesa, e indica que se lleven a cabo, pero se ve claramente que no ha comprendido el alcance de lo espuesto por dicho ingeniero, lo que no es extraño, en vista de lo lacónico de su

informe i el no estar justificadas sus recomendaciones; i, en fin, debe ignorar que sus cálculos no están basados en ningun estudio formal, ni en las operaciones que son indispensables para justificar cualquier cambio en un proyecto ya prolijamente estudiado.

En cuanto al jefe de la Seccion Hidráulica se espresa éste testualmente de la siguiente manera:

«Respecto al trazado del túnel colector, estimamos, como los señores Chiesa i Pinchon en su informe de 28 de Enero de 1901, conveniente acercarlo hácia el mar i que la desembocadura sea en la Caleta de los Pescadores o de la Pólvara, así ese túnel irá a ménos profundidad i tendria una longitud menor, lo cual hace que su ejecucion sea mas económica. Ademas, con esa modificacion se reduciria la parte de la hoya, que quedaria vaciando sus aguas por los cauces existentes.

«El proyecto de los señores Lyon i Renjifo requiere, pues, un mayor estudio, con el fin de hacer los trazados que impondrán las modificaciones enumeradas; i la realizacion de las obras hasta su término demoraria por lo ménos unos cinco años.»

El Director Jeneral de Obras espresa que: «Cree conveniente, tanto bajo el punto de vista de la conservacion de las obras como para el mejor servicio i economía de la construccion que estudie las modificaciones que a ese proyecto se indican:

1.ª En el trazado del túnel del desvío del estero de las Zorras al de la Cabritería; i

2.ª En el trazado del túnel colector que se proyecta desaguar en la Caleta Rancagua i que, segun lo que espone la segunda seccion, a primera vista parece mas ventajoso i económico trasladar la boca de desagüe a la Caleta de Pescadores.»

Se observará que la comparacion que hace el señor Chiesa entre los «trozos finales» de los túneles, la aplica el jefe de la Seccion de Hidráulica como referente a todo el túnel, i deduce en consecuencia que el de aquél es el mas corto, cuando, en realidad, es notablemente mas largo, i, fundándose en su supuesta menor longitud, lo declara ménos costoso. El mismo informante no da razon alguna para preferir la desembocadura en la Caleta de las Torpederas, a la de los acantilados, al sur del fuerte Rancagua. Tampoco la da el señor Chiesa, pero se comprende que este último se vió obligado a adoptarla una vez que se propuso que el túnel pasara debajo de Playa Ancha, porque si hubiera aceptado la desembocadura de la costa, habria tenido que alargar su túnel en medio kilómetro adicional, de manera que en lugar de los 4,700 m. del de la Comision, habria tenido su túnel 6,000 m. en su totalidad. En fin, se comprenderá la principal diferencia entre las condiciones secundarias, pero importantes del proyecto del túnel colector, que son las únicas que han sido tratadas por el señor Chiesa, por la Direccion Jeneral de Obras Públicas, i en estas observaciones; si se tiene presente, que la Comision del 1888 consideró indispensable que la ciudad no corriera peligro en una eventualidad posible, i el señor Chiesa no dió importancia a esta contingencia.

En resúmen, la Direccion Jeneral de Obras Públicas recomienda que para evitar inundaciones, se siembren i planten de árboles los cerros i quebradas i que se reglamente la remocion de tierra en los mismos. La Direccion cree mas ventajoso estas medidas que las del túnel colector, proyecto que debe ser, a juicio de ella, modificado en conformidad con lo informado por los señores Chiesa i Pinchon.

He observado sobre estas recomendaciones que los reglamentos existen, pero que han sido ineficaces para impedir la causa principal de las inundaciones, i que la superficie de los cerros i quebradas que puede ser plantada, se encuentra, en su mayor parte, cubierta de vejetacion i que, aumentándose ésta, no influiria sensiblemente en minorar las inundaciones.

Con respecto a los cambios en el proyecto del túnel colector, he esplicado que ellos serian perjudiciales para la ciudad.

Con lo espuesto, creo haber cumplido con el encargo de la honorable Comision de Saneamiento, esplicando en suficiente detalle los principales proyectos de que se ocupa la Direccion Jeneral de Obras Públicas, en su informe del 6 de Octubre último.

Dios guarde a V. S.

JORJE S. LYON.

