

CAUSAS DE LA CAIDA DE ALGUNOS PUENTES I MEDIOS DE COMBATIRLAS O PREVENIRLAS EN LOS DEMAS.

Habiendo manifestado algunas ideas durante la discusion que sobre este asunto se suscitó en la sesion del 3 de octubre del año pasado, con motivo de la conferencia del señor Casanova sobre el *cálculo de la desembocadura de un puente* i habiendo sido invitados ahora, por el mismo señor Casanova, para consignar por escrito la opinion que nos hayamos formado sobre el desarrollo que ha dado a esas ideas al compilarlas, habíamos dado forma a nuestras apreciaciones, haciéndolas estensivas a algunos puntos de ese tema, i refiriéndonos sólo a los puentes ferroviarios. Pero, como otros miembros del Instituto han tratado ya algunos de los puntos a que debíamos referirnos, manifestando ideas análogas a las nuestras, poco queda que agregar, i nos limitaremos, principalmente, a esponer algunos hechos que hemos observado i datos que hemos recojido para fundar nuestras apreciaciones.

Siguiendo el órden que indica el señor Casanova en su estudio—que no es una compilacion solamente i que se halla encuadrada en el plan verdaderamente metódico i lójico que se propuso—vamos a ocuparnos solamente de las tres primeras causas de caida de puentes que cita i que atribuye a errores cometidos en tres cuestiones análogas, que hai que considerar en la elaboracion del proyecto de todo puente. Estas causas son:

1). LA MALA UBICACION.

Conviene hacer presente, al enunciar esta causal, que la mala ubicacion de un puente—en el sentido de no estar entre barrancas estables que mantengan en proporcion necesaria el cauce del rio (en aguas arriba) de la parte donde está situado, como lo considera el señor Casanova—no proviene en Chile, en la jeneralidad de los casos, de errores cometidos al proyectar el puente, ni de economías en la longitud del trazado de la vía; sino del camino obligado que ha debido seguir el trazado del ferrocarril, al llevarlo por la parte central del valle longitudinal, que es la zona de produccion i la mas poblada. Esta parte del valle es mas o ménos plana i los ríos al atravesarla van encauzados en el lecho poco profun-

do que se han labrado, quedando contenidos por barrancas bajas i de material blando, por lo ménos de un lado.

En esas condiciones las barrancas se destruyen fácilmente, el ancho del lecho aumenta i se produce la divagacion de las corrientes que forma islas i que acelera la destruccion de las riberas i sus efectos, hasta el punto de permitir corrientes oblicuas que pueden atacar los estribos por sus espaldas i los machones lateralmente.

Esta divagacion de las corrientes viene a veces del exceso de desembocadura que se da a los puentes o de desviaciones de los rios, a distancia aguas arriba, por destruccion de las barrancas o porque son sobrepasadas.

La divagacion de las corrientes en jeneral, creemos, ha sido la causa que motivó principalmente la caida de los puentes ferroviarios en los dos últimos inviernos. Así lo manifestamos en la sesion del 3 de octubre del año pasado, refiriéndonos a los puentes *Lontué*, *Longaví*, *Rio Claro* i *Pailligüe*, caidos en el invierno anterior; i tenemos la conviccion de que la misma causa ha concurrido para la caida del *Tinguiririca*, i de otra parte del *Lontué*, durante los temporales del presente año.

En el *Lontué* (de 7 tramos de 32 metros, con apoyos de mampostería i superestructura metálica), las aguas se cargaron al sur, por destruccion de las barrancas de ese lado, i la divagacion era tan grande que el rio en su mayor parte corria paralelo a la vía, a lo largo del puente, pasando sólo por los tramos del lado norte; provocando así un levante de las aguas, que tomaban velocidades vertijinosas al caer esparciéndose aguas abajo. Las socavaciones que producen esas grandes velocidades, son indudablemente considerables; pero ha sido el machon que recibia por el costado el choque directo de esas aguas, al dar vuelta i embocarse en el puente, el que se ha socavado mas i ha caído, recostándose del lado que recibia el golpe de la corriente. Un machon cayó con la crecida del 31 de mayo de 1899 i otro con la del 12 de julio de 1900.

En el *Longaví* (de 14 arcos de albañilería de 20 metros cada uno), algunas islas—producidas aguas arriba por antiguos embancamientos—trajeron la desviacion de las aguas en el momento de la crecida del 29 de mayo de 1899; el lecho se canalizó en esa dirección i llevó las grandes masas de agua contra el costado del machon, que se socavó hasta caer, derribando los seis arcos centrales del puente, comprendidos entre los machones estribos.

En el *Rio Claro* (de 7 tramos de 11 metros, con vigas de madera, apoyos de albañilería i zampeado jeneral al nivel del lecho de arena), a causa de estar ubicado en una parte donde las aguas dan una vuelta como de 60 grados ántes de embocarse en el puente i despues de enfrentar el terraplen del lado norte en una larga estension: la gran crecida del 28 de agosto de 1899 destruyó primero el terraplen, atacó despues el estribo por la espalda hasta derribarlo, en seguida destruyó el zampeado del tramo contiguo al estribo caído; quedando así sin proteccion el machon siguiente i, recibiendo por el costado el choque de las aguas, fué derribado; siguió la destruccion del zampeado del tramo siguiente i así en se

guida, hasta que cayó la mitad del puente i se destruyó un gran trayecto de terraplen, dejando fácil escurrimiento a las aguas, que adquieren velocidades vertijinosas por la mucha pendiente del lecho.

En el *Pailligüe* (de un tramo de 20 metros, con estribos de albañilería i viga metálica, ubicado 600 metros al norte del puente Bio-Bio), no fueron las aguas del estero las que motivaron la caída, a mediados de julio de 1899, sino un gran brazo del Bio-Bio, desprendido durante la mayor de las crecidas que se conocen, el que destruyó primero el terraplen, dejando en descubierto el estribo sur, al que atacó por la espalda i lo derribó, arrastrando la viga. El otro estribo que recibió el choque de las aguas por el frente quedó en pie sin sufrir nada.

En el *Tinguiririca* (de 4 tramos de 32 metros cada uno, con vigas metálicas, apoyos de albañilería i zampeado jeneral a 1 metro bajo el nivel medio del lecho i 6 metros bajo las vigas), durante las grandes crecidas de julio de 1899 las aguas se desviaron algunos kilómetros aguas arriba del puente, sobrepasando i rompiendo la ribera sur, labrándose un lecho nuevo a través de un terreno de cultivo i viniendo a golpear furiosamente el terraplen de la línea, que pudo defenderse sólo por algun tiempo, pues mas tarde fué cortado en las inmediaciones del cerro de Centinela. Vuelto a su cauce el rio, durante alguna de sus crecidas posteriores, destruyó el zampeado en la parte central del puente, dejando sin defensa el machon del medio, que fué reciamente atacado por sus dos costados durante la crecida del 13 de julio del presente año hasta derribarlo i despedazarlo, arrastrando consigo las vigas de los dos tramos respectivos. Que fué atacado por los dos costados el machon, se deduce de algunos datos obtenidos de los que observaron la crece; de la circunstancia de venir las aguas cargadas a ambas riveras por un lecho que llegó a tener mas de 400 metros de ancho aguas arriba del puente, que tiene sólo 130 de largo total, i por haberse tumbado de cabeza aguas abajo el machon. Las aguas en el puente alcanzaron una altura de unos 4 metros sobre el zampeado, quedando, por lo tanto, 2 metros libres hasta la viga.

Como hemos dado tanta importancia a la causa de caída de puentes que acabamos de detallar, examinaremos con detenimiento la manera de evitarla.

Los medios para combatir o prevenir la caída de los puentes que, por estar mal ubicados, permitan la divagacion de las corrientes, pueden ser encaminados a encauzar el rio i dirigirlo normalmente al puente o a reforzar las fundaciones de los estribos i machonés para que resistan a los esfuerzos extraordinarios de socavacion que producen las corrientes oblicuas.

Los remedios para encauzar normalmente el rio, pueden ser, como dice el señor Casanova, temporales o permanentes.

Sobre el remedio temporal que se cita, de abrir un cauce artificial, creemos conveniente agregar; que tratándose de embancamientos nuevos de cascajo o arena, bastará abrir un canal relativamente angosto en el lecho, en el sentido que se necesite encauzar el rio para que las aguas que se echen por ese camino de mayor pendiente guien el resto i arrastren el material necesario para ensanchar el canal hasta la proporcion que necesite. No estará de mas, tambien, que anote-

mos la importancia que tiene, para evitar se pronuncien las corrientes oblicuas, la necesidad de destruir o arreglar convenientemente las represas, botadores i toda clase de obras que se hayan hecho aguas arriba del puente para desviar las aguas con el fin de ejecutar trabajos; pues, si se dejan para que sean arrastradas por las crecidas del rio, puede suceder que las aguas bajas que corren por los canales oblicuos—que esas desviaciones producen—guíen las masas de la crecida i se pronuncie una gran canalizacion que lleve el conjunto de las aguas en direccion oblicua contra el puente, por lo ménos hasta el momento que adquieren la proporcion necesaria para el socavamiento. Si se trata de embancamientos antiguos, que se hayan endurecido i que abarquen una estension considerable, el remedio de abrir cauce artificial seria sumamente caro i, como su duracion es tan limitada, lo haria inaceptable.

Refiriéndonos a los remedios permanentes, citados por el señor Casanova: estimamos que no es suficiente en la jeneralidad de los casos la construccion de pretilos en cierto largo a partir de los estribos i que esos pretilos se necesitan tambien aguas abajo para evitar la divagacion de las corrientes o la caida que forman las aguas en el mismo puente, si pueden esparcirse en seguida. En cuanto al medio empleado con éxito en Europa, especialmente en el Bolmida, de enfrentar las aguas en el puente por medio de dos espigones, situados sobre la misma normal al eje del rio, a una distancia aguas arriba igual al largo del puente i dejando la abertura conveniente entre sus extremos, opinamos que constituye una buena medida que dará resultado conveniente; pero que en Chile, en la jeneralidad de los casos, no seria práctico, por el gran costo que tendrian esos espigones, por la dificultad para darles la resistencia necesaria i por qué habria que ir alargándolos a medida que se fueran destruyendo las riberas.

En vista de la manera como se destruyen las riberas de nuestros rios i de que en algunos casos son afectados los puentes o terraplenes por divagaciones o desviaciones de rios a distancia considerable aguas arriba de ellos, estimamos conveniente i aun necesaria la inspeccion frecuente de las riberas para observar la marcha de las destrucciones i detenerlas a tiempo o prevenirlas. Los trabajos de proteccion de las riberas, que servirian para el encauzamiento de las aguas, se llevarian a distancias largas, segun las necesidades; pero serian mui sencillos. Las plantaciones, protegidas por espigones o botadores para desviar las aguas convenientemente de trecho en trecho, creemos darian buen resultado: las distintas especies de sauce son de fácil cultivo, de rápido crecimiento, arraigan bastante i se doblan solamente al impulso de las crecidas, circunstancias todas que lo hacen recomendable; los espigones o botadores hechos con piés de cabras o jabas entrelazadas i rellenas convenientemente, darian resultados siempre que formaran ángulos pequeños con la direccion de las corrientes i que tuvieran poca altura; pues bastará guiar las aguas en el comienzo de la crecida o en las napas inferiores, para conseguir el encaminamiento ordenado de ellas. Esos botadores solos bastarian para encauzar la corriente en el primer tiempo i una vez que las plantaciones adquirieran su desarrollo conveniente i se entrelazaran, ya no ha-

bria necesidad de defenderlas; por otra parte, servirian ellas para iniciar en Chile las plantaciones en todo el largo de las riberas de los rios, que evitarian la destruccion de los terrenos i el embancamiento consiguiente, ademas de servir para la proteccion de las aguas

Los buenos resultados de este sistema de proteccion se han observado en distintas partes, principalmente a lo largo del Bio-Bio en las líneas del sur; pues las plantaciones hechas en el talud de los terraplenes, los han defendido perfectamente hasta de las grandes crecidas i sólo han sufrido las partes que no estaban así defendidas o donde los leñadores nocturnos, burlando la vijilancia, habian arrasado la vejetacion. Hará sus ocho o nueve años se hizo una plantacion de sauces mimbrés al pié de la barranca de la ribera derecha del Bio-Bio, a lo largo de la estacion de Diquin, para defender los terrenos de esa estacion, que se destruian rápidamente por el golpe de las aguas i amenazaban derribar la bodega; la plantacion, protegida por un espigon de rieles en forma de jaba, se desarrolló pronto, en forma tal que ha constituido una espléndida defensa.

La vijilancia i defensas a lo largo de los rios no ha podido hacerse en muchos casos, porque los propietarios del terreno lo impiden; de ahí la necesidad de una lei de espropiacion para adquirir las fajas necesarias de terreno en ambas riberas aguas arriba de los puentes. Esa lei no ha sido aun despachada por el Congreso; pero de ella se ha ocupado durante los meses de agosto, octubre i nóviembre de este año. Su necesidad se hace sentir con toda frecuencia; pues, hasta en estos últimos dias, no era posible hacer unas defensas para el puente del Aconcagua en San Felipe, porque el dueño de los terrenos contiguos, se oponia a que se hicieran obras de defensa en su propiedad.

Si se estima que las obras para encauzar el rio son de mucho costo, o si no hai el tiempo necesario para ejecutarlas, hai que recurrir al refuerzo de los estribos i machones, si se reconoce que no han de resistir a los esfuerzos estrordinarios de la oblicuidad de las corrientes. De esto no nos ocuparemos por haber sido tratado de un modo mas o ménos completo por el señor Casanova i otros miembros del Instituto. Sólo vamos a agregar que un buen sistema de defensa para los machones de un puente, por la rapidez con que puede ejecutarse en casos urgentes, es el empleo de sacos llenos de lastre o arena; así fué defendido el machon núm. 2 del puente Maule, atacado reciamente por la crecida del 2 de julio, impidiendo avanzase el tumbamiento pronunciado aguas arriba.

II). LA INSUFICIENCIA EN LA DESEMBOCADURA.

Este punto ha sido tratado ya por el Instituto en años anteriores; queda, pues, poco que agregar:

El señor Casanova creemos, ha incurrido en un error, que es mui frecuente, al atribuir a insuficiencia de desembocadura la caída de varios puentes ~~provisorios~~ *provisorios* i, como, ademas de anti-económico, es perjudicial—por los embancamientos que se producen—aumentar la desembocadura de los puentes que no lo necesitan, con-

viene precisar las causas verdaderas de los daños sufridos por algunos puentes que cita el señor Casanova como faltos de desembocadura:

Batuco.—Sobre este puente dice la comision de injenieros nombrada por el Gobierno: "*Es del todo insuficiente cuando el caudal propio se aumenta con los derrames del rio Colina*" Luego, pues, si se impide que el estero de Colina—cuyo cauce está cegado—se vácie en el Batuco, tendremos que el puente será de desembocadura suficiente.

Roble i La Noche. Estos puentecitos, para acequias i aguas lluvias de superficies reducidas, fueron insuficientes cuando las crecidas extraordinarias del Ancoa i del Longaví sobrepasaron la ribera sur el primero, i la norte el segundo—que son las mas bajas respectivamente i en cuyas direcciones se encuentran los puentecitos citados—i vaciaron brazos considerables sobre ellos.

Longaví.—Segun los datos suministrados por los que observaron la crecida del año 1899 i por las señales dejadas por las aguas en el mismo puente i en los terrenos contiguos, el máximo de la crecida llegó sólo al nivel inferior de las cornisas de los machones, o sea mas de 0.30 metros ántes del arranque de los arcos. No hubo pues, invasion de los tímpanos. Además, en las crecidas de este año las aguas llegaron exactamente al mismo nivel; pero, como el canal oblicuo pasaba en el puente por la parte destruida el año anterior, no hizo en él daño alguno, miéntras que, si hubiera sido insuficiente para esa seccion de las aguas habria caido otra parte del puente, ya que todo es mas o ménos uniforme. Insistimos por esto en atribuir a la divagacion de las aguas la caida de este puente.

Chillan.—Este puente está ubicado a poca distancia aguas abajo de una puntilla de cerro que obliga al rio a dar una vuelta mas o ménos brusca. En las épocas ordinarias, el agua da la vuelta al cerro i se emboca en el puente; pero en las crecidas extraordinarias, la velocidad de las aguas aumenta mucho i el cerro que queda en la ribera derecha o norte, sirviendo entónces de botador, lanza las aguas hácia el sur contra los terraplenes, que fueron cortados en los dos inviernos últimos, dejando establecido un brazo sobre el cual existe un puente para darle pasada en las crecidas. Por el puentecito Nebuco, un poco mas al sur, pasó el año 98 ese mismo brazo destruyéndolo. Otro de los efectos que se producen al ser botadas las aguas por el cerro, es que el cauce bajo el puente se va cegando de un modo notable. Por esto los remedios en este caso serian: sólido espigon o botador en la parte conveniente de la ribera izqu'erta para encauzar las aguas, dirijiéndolas hácia el puente i limpiar el cauce; con esto el puente actual bastaria; pero, como esos trabajos serian caros, se ha creído mas conveniente dejar puentes en la parte donde han formado cauce los brazos.

Rio Claro —Ya esplicamos ántes la manera cómo se ha de haber verificado la caida de este puente, a causa de la divagacion de las corrientes. Agregaremos ahora que las aguas en este puente estuvieron léjos de alcanzar las vigas; pues en las grandes crecidas este estero a lo mas tomó alturas de 3 a 4 metros, de los 5 que tiene; las corrientes, sí, son vertijinosas, por lo que con frecuencia destruían el emplantillado.

Gomero.—Este puente (de 36 metros de largo, en curva, con 6 apoyos de albañilería, vigas armadas de madera independientes i implantillado jeneral al nivel del lecho de arena) tiene bastante desembocadura para las aguas del estero; pero, por estar al lado de su desembocadura en el Bio-Bio, durante las crecidas de este último rio se represan las aguas i cubren todo el puente i los terraplenes contiguos, habiendo quedado sumerjido en las últimas crecidas del Bio-Bio de uno a dos metros, como quedó casi todo el ramal de San Rosendo a Concepcion, que para las crecidas tan estraordinarias debe considerarse sumerjible. En esa situacion, lo que le pasó al puente Gomero, fué que las vigas de madera, que descansaban sólo por gravitacion en los apoyos, flotaron i fueron arrastradas por las aguas, algunas hasta Hualqui, o sea 32 kilómetros. Por lo forzado de la ubicacion, lo mucho que se destruia su implantillado i otras razones mas, desde hace tiempo se tiene proyectado reconstruirlo en mejores condiciones.

Quilacoya. Este puente de 40 metros de largo (que ha quedado con estribos de albañilería cepas i vigas de rieles, despues de haber caido la parte central el 1.º de julio de 1890), situado cerca de la desembocadura del estero en el Bio-Bio, arrastra aguas con velocidades sumamente grandes i. mas que a falta de desembocadura, atribuimos el ligero tumbamiento de uno de los estribos a una defectuosa fundacion sobre pilotes de madera en terreno algo pantanoso

No habiendo sido, pues, la falta de desembocadura lo que ha motivado la caída de estos puentes, seria perjudicial agregarles otros tramos, como indica el señor Casanova. En cuanto a la defensa de los terraplenes con enrocados, se hace siempre i si algunos son cortados, es porque las crecidas estraordinarias atacan sorpresivamente puntos que ántes no habian sido ni amenazados.

III. LA MALA ELECCION DEL TERRENO EN QUE SE FUNDA O MAL SISTEMA DE FUNDACION.

En la elaboracion del proyecto de un puente, hai que dar gran importancia al reconocimiento de la naturaleza del terreno en que se va a fundar, con el fin de precisar el sistema de fundacion que debe adoptarse, los materiales i elementos que se necesitarán i el costo exacto de la obra. Si no se hace ese reconocimiento previo, el proyecto será defectuoso, incompleto; la obra resultará cara i no correcta; pero en todo caso, puede dejarse bien fundada. Por esto es que no encuentro aceptable que el señor Casanova dé como causa de caída de puentes la falta de reconocimiento de la naturaleza del terreno. No podemos convenir en que haya ingenieros que permitan fundar un puente en terreno blando, porque ha llegado a la cota que le indica el proyecto o porque ha plantado los pilotes a la profundidad que se le ha marcado en el plano, pues, hasta en los contratos por suma alzada se prevé esta circunstancia fijando precios por unidad para lo que haya que hacer hasta encontrar el terreno resistente, mas allá de lo previsto en los proyectos.

La falta de reconocimiento del terreno puede llevar, por ejemplo, a construir

con albañilerías al aire libre apoyos cuyas fundaciones deberán hacerse por aire comprimido; pero en ese caso el ingeniero inspector irá sirviéndose de la escavacion como pozo de reconocimiento, i cuando llegue en terreno blando al límite que las bombas puedan agotar, proyectará fundar sobre pilotes, o bien acordará reforzar las fundaciones con recintos de pilotes o barreras de retencion del terreno movedizo; i creemos que no habrá quien se oponga a aceptar algun medio de seguridad. La obra resultará, talvez, costosa e incorrecta; pero no caerá. Luego, no es la falta de reconocimiento previo del terreno lo que motiva la caída de los puentes, sino la mala eleccion del terreno en que se funda o la falta de obras que den la resistencia necesaria. Por otra parte, los pozos para el reconocimiento previo del terreno se hacen casi siempre.

Aquí cabe otra observacion: hai una serie de puentes que, habiendo sido fundados en terrenos aceptables, han caido o pueden caer por socavamientos; éstos son los que han sido o sean víctimas de la divagacion de las corrientes. Ubicado un puente en situacion correcta para que reciba las corrientes segun normales a su eje casi no hai mas esfuerzos que considerar sobre el lecho, para elejir el terreno que ha de soportarlos, que el poder de arrastre de las aguas en vista de las velocidades que adquieran, porque el esfuerzo vertical que produce el choque de las aguas en la cabeza de los machones, que es pequeña i de forma conveniente, es casi insignificante; pero, si las corrientes se dirijen oblicuamente i atacan los estribos por las espaldas i los machones por los costados, la fuerza viva, desarrollada así por el choque de las inmensas masas de agua que vienen a golpear contra esas grandes superficies de los apoyos a una gran velocidad, es tan enorme, que la parte que se trasmite verticalmente hasta el lecho del rio es suficiente para socavar hasta esos terrenos duros para las situaciones normales (1).

El encauzamiento de los rios traerá la conclusion de esta amenaza para los puentes existentes, i las fundaciones por aire comprimido, para los que se hagan en adelante, pues que ellas permiten llegar a las grandes profundidades en que se halla con frecuencia el terreno resistente i dan machones que presentan en todo sentido superficies pequeñas i convenientes al choque de las corrientes oblicuas. Por esto encontramos aceptable la jeneralizacion que el Gobierno ha hecho de esta clase de apoyos *para todos los casos en que se prevean fundaciones profundas*.

Refiriéndonos a los malos sistemas de fundacion, diremos que los zampeados o emplantillados de piedra, ya sean para recibir los apoyos o para distribuir las aguas en todo el puente i proteger las fundaciones, suelen dar malos resultados i ser causa de la caída de puentes, pues las crecidas torrenciales los destruyen con facilidad, en circunstancias que su defensa es insegura i talvez perjudicial por el obstáculo que se opondria a las aguas. Destruídos los emplantillados, los apoyos son fácilmente derribados, como pasó en el Tinguiririca i en el Río Claro.

(1) Al impulso de estas corrientes oblicuas, creemos, han caido el año pasado partes de los sólidos antiqüisimos tajamares del Mapocho, que habian resistido creces mucho mayores cuando las aguas se deslizaban a lo largo de ellos. Los canales de la divagacion se ven aún inclinados de 60 a 80 grados con los tajamares.

Como lo dice el señor Casanova, por lo caro de los zampeados i porque limitan hácia abajo la seccion de la desembocadura, su empleo debe limitarse sólo a los puentes pequeños. Pero debemos citar un caso en que hemos creído ver los buenos efectos de los emplantillados de proteccion i su razon de ser: el puente provisional del Longaví, construido el año 1899, en su mayor parte es de caballetes de madera, colocados casi directamente sobre el lecho—pues apenas se enterraron de 50 a 80 centímetros sus basas—i sólo en la parte central, donde se ha canalizado, tiene cepas de rieles. Dada la proporcion i poder de las crecidas de ese rio, se temió fueran arrastrados los caballetes, i para evitarlo uno de los señores ingenieros del ferrocarril ordenó se arreglase el lecho del rio bajo el puente, formando con las piedras grandes una especie de emplantillado de superficies uniformes, con inclinaciones hácia el centro de los pequeños tramos, aguas arriba i aguas abajo, para facilitar el escurrimiento de las aguas. Confesamos que creímos que esto no iba a dar resultado, e hicimos todas las observaciones que me parecían esplicar como se iria a verificar el arrastre de ese económico emplantillado, del lecho y de los caballetes. Pero llegó el invierno del año actual, las crecidas fueron tan grandes como las del año anterior, las velocidades de las corrientes fueron inmensas, el canal central se profundizó estrordinariamente i destruyó algunas cepas de rieles, mientras que de los caballetes de madera no cayó ninguno.

Es indudable que la gran corriente iba por la parte central donde se la canalizado el lecho; pero es evidente tambien que en el resto las aguas han tenido velocidades considerables, por lo ménos en la proximidad de la parte central, i ello está comprobado por la dimension de las piedras que arrastró i que depositó bajo el puente una vez que disminuyó la crecida. Esas piedras, por lo ménos, eran de la misma dimension de las que sirvieron para la especie de emplantillado que se formó; luego, las aguas tenian una fuerza de arrastre suficiente para haber removido i arrastrado ese emplantillado, derribando los caballetes; pero no lo hicieron.

En vista de este resultado, creemos que aún los emplantillados de piedra en seco, sin barreras de retencion—como los habia proyectado en otros casos el mismo citado ingeniero—pueden dar buen resultado, disponiéndolos convenientemente; porque las aguas, al encontrar superficies uniformes e inclinaciones apropiadas, se escurren con tanta facilidad que adquieren grandes velocidades al pasar, pero sin destruir nada. Hacen, pues, el efecto de aumentar las desembocaduras. Por otra parte, las piedras se sostienen, afirmándose las unas a las otras, i presentan superficies suaves e insignificantes al choque de las aguas, que, si sabe atacan—y rudamente—donde encuentran obstáculos.

E. LOPEZ S.

Santiago, diciembre de 1900.

