

# INFORME

RELATIVO AL

## DIQUE SECO DE TALCAHUANO

PRESENTADO AL SEÑOR MINISTRO DE INDUSTRIA Y OBRAS PÚBLICAS  
POR DON CAMILO J. DE CARDEMOY, INGENIERO  
DE TRABAJOS MARÍTIMOS

—  
Traducido del francés por A. Capdeville, oficial 1.º del Ministerio de Industria y Obras Públicas)



*Biblioteca*

*del*

*Congreso Nacional*

*de*

*Chile*

SANTIAGO DE CHILE

IMPRENTA NACIONAL, MONEDA NÚM. 112

—  
1892



## INFORME

Relativo al Dique Seco de Talcahuano, presentado al señor  
Ministro de Industria y Obras Públicas

---

Señor Ministro: Tengo el honor de presentar á US. el informe que el Supremo Gobierno ha tenido á bien confiarme por decreto de 28 de Septiembre de 1891, concebido como sigue:

«Comisiónase ..... para que informe...  
... acerca del estado de los trabajos del Dique de Talcahuano y de la forma en que se han llevado á cabo, indicando los que á su juicio convinieren modificar ó introducir en los planos primitivos».

La extensión del programa, trazado de este modo, abarcaría el examen de los proyectos primitivos y de los medios de ejecución empleados. Este estudio exigiría un tiempo bastante largo y no tendría ya un interés práctico. Aunque á primera vista parece que hubieran podido introducirse serias modificaciones, ventajosas para la solidez y funcionamiento del Dique, esta constatación es demasiado tardía. El material funciona, una parte de las mamposterías está hecha; no se puede, pues, ejercer ya acción sino en algunos puntos de detalle.



Espero, sin embargo, que el señor Ministro se dignará excusarme el haber comenzado por señalar esta situación al principio de este informe, no teniendo otro objeto que el de deslindar mi responsabilidad.

## HISTORIA

Para la mejor inteligencia de los hechos, me parece necesario recordar en pocas palabras la historia del Dique de Talcahuano.

Los primeros estudios fueren hechos por el señor Lévêque en 1878 y completados en 1881. Habiéndose presentado proyectos contradictorios á los del señor Lévêque, por los señores Santa María y Martínez, el Gobierno encargó la redacción de los planos definitivos al ingeniero holandés señor Dirks (1883), que fijó al Dique las dimensiones siguientes:

Largo total del Dique.....	174.40	metros
Largo del radier general.....	142.10	"
Ancho entre los coronamientos de los muros (á la entrada).....	22.80	"
Profundidad del agua á la entrada...	9.25	"

El plano de comparación es el nivel de pleamar de aguas muertas.

La construcción debía hacerse en tierra, *probablemente* en la caleta del *Manzano*, indicada por el señor Martínez.

*Contrato Dussaud.*—El contrato celebrado con el señor Dussaud el 10 de Abril de 1888, contiene, entre otros, los artículos siguientes:

«Art. 1.º Don Luis Dussaud se compromete á ejecutar por su cuenta y riesgo un dique seco de mampostería y por el sistema de fundación de cajón ó



cajones de fierro y aire comprimido por la suma de 488,000 libras esterlinas (1).

»Art. 2.º El local en que se construirá el dique es la caleta del Manzano, siempre que los sondajes que haga el contratista manifiesten que hay un fondo suficientemente sólido á la profundidad de quince metros bajo el cero de las mareas.

»Si no hubiere fondo sólido á la expresada profundidad, el contratista propondrá otras localidades de la misma bahía (Taleahuano), donde pueda ejecutar la obra con entera seguridad y el Gobierno se reserva la facultad de elegir entre las localidades designadas la que estime más á propósito.

»Art. 3.º El contratista es libre para elegir los procedimientos de construcción; pero éellos deben conformarse en un todo con las reglas del arte, de manera que parte alguna de la obra deje de tener el carácter de definitiva y de duración permanente.

»El contratista será responsable de las obras que haya ejecutado.

»Art. 4.º El dique seco tendrá las dimensiones en largo, ancho y calado determinadas en el proyecto del ingeniero don Justo Dirks, de 15 de Septiembre de 1883, y *presentará en sus detalles de construcción disposiciones análogas á las de los diques secos de Missiessy (Tolón), Marsella ó Génova.*

»Art. 5.º El Gobierno se reserva el derecho de introducir modificaciones durante el curso de la construcción de la obra, ya sea en las dimensiones del trabajo ó de sus partes, ya en los accesorios, ya en la naturaleza de los materiales.

»Art. 8.º Los planos definitivos para la construc-

---

(1) Por disposición del Ministerio de Marina, de fecha 13 de Julio de 1889, se elevó esta suma á 546,000 libras esterlinas, es decir, á 13.650,000 francos oro.—(Véase el *Boletín del Ministerio de Industria y Obras Públicas*, año 1889, tomo V. segundo cuatrimestre, pág. 71).—N. del T.



ción del dique serán firmados por el contratista y se dejarán archivados, dándole recibo de ellos.

»Art. 12. Los materiales de toda especie que se empleen en la construcción del dique serán de las mejores calidades conocidas (tomándose como base los empleados en la construcción de los diques secos de Tolón, Marsella ó Génova).»

Después de estudios personales el contratista ha preferido ubicar el dique en el banco de *Marinao*, en profundidades bastante grandes, y construir las mamposterías por el sistema de dos pequeños cajones con aire comprimido. Es menester notar que el contrato de 10 de Abril de 1888 no impone sino las dimensiones dadas por el señor Dirks, y que, además, han sido modificadas más tarde. Ningún detalle se precisó, lo que debía necesariamente ocasionar divergencias entre el Estado y el contratista. Para resolverlas había que referirse á las disposiciones análogas de Missiessy, Génova y Marsella, estipulación bastante vaga, por no tener los expresados diques casi ningún punto común.

#### MEDIOS DE EJECUCIÓN

Elegida la ubicación de *Marinao*, ha tenido que hacerse con bloques artificiales y enrocados un recinto de abrigo. Para la ejecución de estos trabajos accesorios, ha habido, parece, contratos especiales que no conozco.

*Derrocamientos.*—La roca se encuentra á los 5 metros, término medio, y hay que sacarla hasta la profundidad de las fundaciones. Se compone de capas muy variadas como composición y como resistencia; es una arenisca que por la presencia de amonitas y otros fósiles característicos se clasifica en los terrenos secundarios; según el doctor Philippi pertenece á la formación cretácea superior.



Para excavar la roca, se ensayó primero como era natural, la draga y la mina submarina; el poco resultado obtenido hizo abandonar este sistema, que habría sido mucho más expedito. Hoy la draga por sí sola da un débil rendimiento, y el derrocamiento se termina trabajando directamente con los dos cajones de aire comprimido.

*Cajones.*—Cada cajón tiene cerca de 20 metros de largo por 6.50 metros de ancho y 3.30 m. de alto. Está suspendido por 20 tirantes de fierro, terminados por un tornillo de acero, á un puente superior que reposa sobre dos chalanas. (fig. 3).

Cuando el cajón desciende hasta hallar la roca, los obreros comienzan la excavación empleando primeramente la mina; en seguida concluyen el emparejamiento con las herramientas del minero, continuando de esta manera hasta llegar al terreno sólido.

*Terreno.*—Al lado de partes resistentes, se encuentran, especialmente en las partes superiores, otras que no ofrecen ninguna consistencia. Se hallan á veces filones de arcilla amarillenta que provienen de la descomposición de rocas micáceas, casi fluidas, cuyo espesor es variable y que además se dice que desaparecen con la profundidad.

Las partes sólidas ofrecen una base excelente para las fundaciones. Sin poseer los medios exactos de ensayo, he efectuado uno, algo grosero, pero suficiente para atestiguar que se puede construir sobre esta roca con toda seguridad. Sobre una muestra irregular de buena calidad, próximamente de 0.20 m. por 0.10 m. y por 0.08 m. de espesor, hice reposar la base de un prisma recto cuadrado de madera, de 21 milímetros por lado (sea 4.41 centímetros cuadrados de superficie). La otra base se cargó de piedra cuyo peso se elevó á 127 kilogramos. Cada centímetro cuadrado ha soportado, pues,  $\frac{127}{4.41} = 28.80$  kilogramos. La madera no dejó impresión en la piedra.



No teniendo una instalación conveniente, no he podido hallar el límite de la ruptura; pero se ve que la resistencia pasa con mucho de 30 kilogramos por centímetro cuadrado.

Ahora bien, en un máximum el peso que soportará cada centímetro cuadrado, frente á los muros, debido á una mampostería de 14 metros de altura y de 3,000 kilogramos de densidad por metro cúbico, es de 4.20 kilogramos, y la presión que debe repartirse sobre la superficie de la fundación es realmente menor.

Pero, lo repito, especialmente en las capas superiores se tiene un terreno de resistencia muy variable. Es, pues, indispensable que la excavación se continúe hasta encontrar la arenisca sólida; según el sistema adoptado, la fundación presentará escalones longitudinales; no importa, la regla debe ser general. Á toda costa es preciso llegar á la roca de *resistencia igual y suficiente*. Entre ciertos límites es más peligroso fundar sobre un terreno de resistencia desigual que sobre un terreno de resistencia menor: las mamposterías sometidas á una compresión irregular están expuestas á una dislocación.

*Excavación.*—La excavación se opera trabajando la roca dentro de los cajones, primero á la mina, después á la picota en la capa inferior, á fin de nivelarla y no agrietarla. Es un procedimiento que exige grandes precauciones; el empleo de la mina tan cerca de las mamposterías ya construidas, y sobre rocas expuestas á desagregarse, es muy delicado. Es, pues, prudente limitar la porción que ha de trabajarse á la mina.

#### PROYECTO DEFINITIVO

El proyecto definitivo tal cual se ejecuta en este momento, no se parece ya al del señor Dirks. El Dique tendrá una longitud total de 200 metros,



y se halla dividido en su longitud en dos partes: una de 130 metros y otra de 70 metros. La primera tendrá 9 metros 25 centímetros de profundidad; la segunda solamente 8 metros. Barcos—compuestas, en número de 3, pueden aún operar tres combinaciones de longitud. El gran compartimento, cerca de la entrada, tendrá 23 metros de ancho y el otro 17 metros. El objeto que se ha querido alcanzar es de poder reparar al mismo tiempo dos buques de la Armada. En el pequeño compartimento sólo pueden entrar los buques menores que la *Pilcomayo*, según las dimensiones de los buques de la Armada, que ha tenido á bien suministrarme, con mucha amabilidad, el señor Almirante Subsecretario de Estado del Ministerio de Marina.

La figura 1 representa el plano general del Dique y la figura 2 una sección transversal.

*Mamposterías.*—Cuando se ha terminado en un cajón la excavación, se introducen los materiales para la mampostería, y se construye un bloque que mide próximamente 19 metros de largo, 4 de ancho y 1.50 de alto (114 metros cúbicos).

Hé aquí el orden de la ejecución de la mampostería. Se construyen en primer lugar, por medio de los cajones, los dos muros A y B (figura 2), en toda la longitud del compartimento pequeño y del hemicíclo. Hecho eso, se cerrará ese compartimento pequeño, por medio de una ataguía provisional. Se agotará el interior y se hará la excavación. Se construirá en seguida el radier al aire libre.

Los muros se componen de dos partes: una inferior cuyo espesor es superior á 8 metros y que llega hasta el nivel del radier; la superior es más delgada.

La parte inferior no puede ejecutarse de una sola vez, pues el cajón no tiene más que 6.50 metros de ancho total. Se la construirá por medio de dos filas paralelas de bloques M M'. Cuando los bloques de la



fila M se han terminado, lo que ha necesitado naturalmente cada vez el cambio de lugar en longitud del cajón, se fija éste contra el paramento *ab* del bloque M para excavar la roca y construir en seguida el bloque M'.

Pero las paredes del cajón impiden evidentemente juntar el bloque M' al bloque M, y queda entre ellos una ranura longitudinal de 0.60 metros de ancho que se llena con hormigón á medida que el trabajo avanza.

Del mismo modo entre los bloques de la fila M quedan ranuras semejantes; de suerte que esos bloques inferiores del muro están colocados de manera que se contraponen, y hay así tres capas superpuestas.

Encima de estas tres capas debe terminarse el muro por bloques aislados en el sentido de la longitud y que constituirán el espesor.

*Examen del sistema.*—En el fondo, el sistema consiste, pues, en poner unos al lado de otros, en la parte inferior de los muros, una serie de bloques aislados de mampostería, cuyos intersticios se llenan con hormigón.

Ahora bien, este no es el sistema empleado en Marsella, ni en Tolón (Missiessy), ni en Génova.

En estos tres puntos, se ha tratado de obtener, como siempre, un radier general que presente lo menos posible soluciones de continuidad.

En Marsella fué fácil, por haberse ejecutado los trabajos al aire libre al abrigo de una ataguía.

En Tolón (Missiessy) el radier se construyó de una sola pieza, con un sólo cajón, inmenso, que abarcó toda la construcción.

En Génova, el cajón, para la ejecución del radier, tenía 38 metros de largo por 32 de ancho; de manera que el ancho pudo hacerse de una sola vez. En el largo, es verdad, hay varias juntas; pero solamente la longitud, (36 metros para la gran dársena), era ya



una garantía; y además se han tomado disposiciones especiales para evitar los inconvenientes.

*Naturaleza de la mampostería.*—No sólo los bloques aislados de Talcahuano están expuestos á depresiones irregulares que podrían traer dislocaciones parciales, á causa de que el terreno de las fundaciones no es muy homogéneo sino también que la unión entre esos bloques, hormigón contra mampostería, no puede ser tan perfecta como si toda la construcción fuese de hormigón, como acontece en Missiessy y en Génova. Un hormigón bien apisonado es más impermeable que una mampostería, que no puede jamás garantizarse bajo este punto de vista. Además se concibe que el hormigón de los rellenos pueda quedar mal adherido á las paredes unidas de los mórtillos, especialmente cuando esas masas están ya desde algún tiempo sumergidas en el agua del mar y pueden ser cubiertas con limo, que á causa del sistema empleado hay gran dificultad en quitar.

Estas críticas ¿significan, acaso, que se producirán filtraciones? No podré asegurarlo y me contento con decir que con otro sistema se habría puesto más á cubierto contra todo evento. Pero es muy posible que la construcción sea absolutamente impermeable.

Lo que es seguro, es que después del establecimiento de la ataguía provisoria, cuando se haya escavado y agotado el interior de la fosa, antes de construir el radier, las fundaciones de los muros soportarán del agua exterior una presión superior á la que experimentarán en seguida. Entonces, si el terreno de fundación no fuera muy homogéneo, si las juntas de los bloques no son muy impermeables, se declararían filtraciones.

Este será el momento crítico y decisivo. Si se consigue remediar los inconvenientes que se ha podido constatar (y pienso que se conseguirá el fin deseado) nada habrá que temer en el porvenir; porque las



cosas irán mejorándose, si los materiales emplearlos han sido de buena calidad.

#### MATERIALES

*Piedra.*—La piedra es excelente, es un granito compacto, extraído de una cantera situada á algunos kilómetros de San Rosendo (2).

Para activar el trabajo se ha pensado explotar otro yacimiento que me ha parecido de calidad muy inferior. Una muestra de la primera clase de piedra ha dado, según mis experiencias, 3 como peso específico, lo que es mucho.

*Cal y cemento.*—Fuera de la cal hidráulica de Theil, la Empresa ha recibido cemento de distintas marcas. En los primeros tiempos se han aceptado á veces, otras veces rehusado, sin examen científico completo. El último ingeniero-inspector jefe de los trabajos, señor V. Martínez, hizo cesar este estado de cosas y sometió las cales y cementos á pruebas, publicadas en el *Boletín del Ministerio de Industria y Obras Públicas* de Diciembre de 1890, las que deben consultarse para juzgar de estos materiales.

Las experiencias han sido ejecutadas en las mismas condiciones con que se llevan á cabo en los laboratorios europeos y se puede tener tanto más confianza en ellas cuanto que consignan las irregularidades como las analogías.

No puedo sino aconsejar la lectura de ese notable trabajo. Debo, por lo tanto, tomar de él algunos resultados muy interesantes en la aplicación.

---

(2) Por decreto de este Ministerio número 2,396, de 25 de Octubre de 1889, se dispuso que los Ferrocarriles del Estado transportarían al pie de la obra del Dique de Talcahuano, á lo menos, por cada semana, mil toneladas de piedra, abonando el contratista 28 centavos por tonelada métrica, ó sea 4 pesos 20 centavos por carro cargado con 15 toneladas de piedra. (Véase el *Boletín del Ministerio de Industria y Obras Públicas*, tomo VI, página 282.)—N. del T.



Aparte del análisis químico de ciertas materias, como el ácido sulfúrico y la magnesia, cuya presencia en cantidad notable en los cementos los hace inadmisibles (análisis que no ha podido hacer el señor Martínez por falta de laboratorio), el más importante ensayo es el de la resistencia á la tracción.

Resulta, pues, de las experiencias del señor Martínez que ninguno de los cementos empleados en Talcahuano habría sido admitido en Europa, ya que ninguno de ellos responde á las condiciones exigidas.

Sin embargo, nadie pondrá en duda el derecho del contratista para emplearlos; porque entre las marcas que ha recibido se encuentra aquella que el Supremo Gobierno en sus pedidos considera como la mejor, el *Best Best*, y es precisamente el que en el mortero con arena ha dado peor resultado. Los otros serían, en consecuencia, superiores.

No he podido repetir las experiencias del señor Martínez por no tener los instrumentos necesarios; pero se comprende que la consecuencia sería la interdicción de la mayor parte de los cementos ensayados. Me permito aún, á este respecto, indicar la necesidad de tener un laboratorio de ensayos, hoy que los materiales de esta naturaleza se emplean en tan grande escala en Chile.

*Arena.*—La calidad de la arena empleada en la confección del mortero deja mucho que desear. Es de esa arena negra muy fina que se encuentra en una gran parte del litoral de la República, y cuyo examen ha tenido á bien hacer el señor Nogués, á instancias mías, en una muestra tomada de las riberas del Maule. El cuarzo no forma sino la décima parte ( $1/10$ ), el resto comprende mas ó menos la vigésima ( $1/20$ ), de óxido magnético de hierro, de otros óxidos de hierro, de silicatos, de restos de rocas cristalizadas, etc. La composición precedente demuestra que debiendo ser esencialmente cuarzosa la



arena para los morteros, la extraída de la bahía de San Vicente no ofrece las garantías necesarias; se puede aun convencerse más al notar que la menor presión basta para desagregarla.

Además, en las experiencias del señor Martínez, los morteros fabricados con esta arena han dado resultados muy inferiores á los obtenidos con la arena blanca casi enteramente cuarzosa, proveniente de las pequeñas caletas situadas cerca de la *Punta Parra* en la bahía de Talcahuano.

Esta es de grano más grande, muy limpia y daría un excelente mortero. Pero el acceso á las caletas es difícil, y sería talvez necesario construir un muelle para embarcarla. Por otra parte, la cantidad de ésta no es muy considerable (mas ó menos 2,000 metros cúbicos explotables.)

La arena de la playa de Lirquén (en la misma bahía, de acceso fácil y muy extendida) es igualmente cuarzosa; pero es más fina que la de *Punta Parra*. Sin embargo, la de San Vicente es más fina todavía. Un cedazo de construcción rudimentaria que contenía, según creo, 150 mallas por centímetro cuadrado ha dejado pasar:

Punta Parra	Lirquén	San Vicente
Menos de 10%	50%	más de 85%

Esta arena de Lirquén bajo todo concepto, valdría, pues, más que la de San Vicente. Se obtendría un excelente resultado mezclándola con una cierta proporción de la de *Punta Parra*, cuya cantidad sería entonces suficiente.

Experiencias recientes han demostrado, en efecto, que la mejor arena es aquella que contiene granos variados.

El peso del metro cúbico de estas arenas es más ó menos el que sigue:



Punta Parra	Lirquén	San Vicente
1,450	1,400	1,360

Mezclando  $\frac{1}{10}$  de la primera con  $\frac{9}{10}$  de Lirquén se tendría una arena de más ó menos de 1,410 kilogramos de peso, que me atrevería á recomendar. Creo que la sustitución, al menos, de la arena de San Vicente por la de Lirquén, se impone (3).

*Cales y cementos.*—Siendo indispensable un análisis químico para poder dar un juicio sobre estas materias, el señor Lemétayer ha tenido á bien encargarse de hacerlo, análisis que acompaño al final de este informe.

*Cajones.*—He examinado bajo el punto de vista de la seguridad de los obreros las amarras del cajón.

Este, desprovisto de lastre, pesa, según se me ha dicho, 150 toneladas. Es la cifra que debe tomarse para el caso de la carga máxima, que tendrá lugar cuando se levante el cajón, después que se haya construido el último bloque superior, operación que exige, además, la supresión de las clavijas de la chimenea.

Los tornillos en número de 20, deben, pues, soportar cada uno 7.50 T; su vástago de acero, teniendo en el interior de la rosca 0.075 m. de diámetro, ofrece una resistencia á la tracción de más de 40 T.

Los tirantes dobles que forman la cadena de soporte, tienen 0.050 m. de diámetro y pueden soportar 11.75 T cada uno y están cargados de 3.75 T. El pasador de unión, del mismo diámetro, basta igualmente para el peso que debe llevar. No es de temer un accidente sino en el caso de una maniobra mal hecha, por apretar unos tornillos más que otros, acci-

---

(3) Después de presentado al Ministerio de Obras Públicas este informe, se dió al contratista la orden de emplear la arena de Punta Parra lo que actualmente se lleva á cabo.—N. del T.



dente que el hábito de los obreros hará más y más difícil su realización.

### RESÚMEN

En resumen, señor Ministro, tomando los hechos tales cuales se encuentran hoy día y sin buscar las críticas á que pudieran haber dado lugar los planos primitivos y la marcha de ejecución adoptada, no puedo menos que formular las siguientes conclusiones:

1.<sup>a</sup> Componiéndose el terreno de las fundaciones de capas diferentes, es indispensable, en el establecimiento de cada bloque, cavar hasta que se encuentre un suelo de resistencia *suficiente y homogéneo*.

2.<sup>a</sup> Es preciso limitar prudencialmente la zona de extracción de la roca á la mina.

3.<sup>a</sup> Es necesario tener mucho cuidado en el relleno de las ranuras de los bloques por medio del hormigón.

4.<sup>a</sup> Si antes de la construcción del radier al aire libre se reconocieren filtraciones, será preciso extinguirlas por procedimientos especiales, antes de ejecutar la mampostería. De otra manera, el porvenir del Dique podría comprometerse.

5.<sup>a</sup> La arena de San Vicente debe proscribirse y reemplazarse por una mezcla de la de Punta Parra y de Lirquén, en todo, ó por lo menos por la de Lirquén.

6.<sup>a</sup> Salvo disposición posterior, los cementos deben emplearse con mucha reserva en las proporciones actuales; la cal del Theil de los sacos manifiestamente averiados debe rechazarse; la de los demás sacos y barriles podrá emplearse en las partes que no estén expuestas á la acción del agua del mar.



Reciba, señor Ministro, el homenaje de mi profundo respeto.

Santiago, 28 de Octubre de 1891.—*C. J. de Cordemoy.*

## Complemento

Este complemento trata del análisis de los cementos y de la cal del Theil, que se emplean en los trabajos del Dique seco de Talcahuano.

Las muestras que he remitido al señor Lemétayer han sido elegidas entre las buenas; he desechado todo lo que era evidentemente averiado, especialmente respecto de la cal del Theil. Adjunto á esta nota los resultados de los análisis que han sido ejecutados con una precisión especial por el sabio químico de la Quinta Normal, en vista de las consecuencias á que pueden dar origen.

*Cementos.*—El cemento *Niell-on-Kuppell* presenta una finura de grano muy notable; la composición es casi normal; sin embargo la proporción de ácido sulfúrico es un tanto fuerte. En Francia se rechaza todo cemento en que esta proporción alcanza 1.500 y élla llega aquí á 1.415. El sulfato de cal es muy peligroso en el mar.

«La pérdida por el fuego» que comprende el ácido carbónico, la humedad y las materias volátiles, da  $1.500 + 3.300 = 4.800$ . Esto prueba que la conservación no es perfecta. «Si la pérdida por el fuego es superior á 3%, dice el señor Candlot, el cemento ha perdido una parte de su energía». Como á primera vista este cemento parece bien conservado, aunque presente partes aglomeradas en forma de bolas, se ve que la cuestión del transporte del cemento á Chile, para obras delicadas, exige que sea estudiada con cuidado.



La cantidad de arena es de 2.800. Es demasiado también. «Si se encuentra más de 1.50% el cemento podría ser considerado como mal fabricado». (Candlot).

En el cemento *Excelsior* la conservación (pérdida por el fuego—4.800) está en grado igual al precedente. Hay en él menos ácido sulfúrico, pero más magnesia, sustancia igualmente peligrosa. La cantidad de arena es absolutamente fuera de proporción: es de 3.300. Agregaré que esto no puede tener otro resultado sino el de influir en las proporciones de las mezclas.

*Cal del Theil.*—El análisis me obliga á volver sobre lo que he dicho á propósito de esta cal. La pérdida por el fuego es de 9.400. Es claro que la acción del aire está muy avanzada y que la traba se hallaría muy comprometida. Hoy más que nunca creo que no se debe emplear esta cal, si se la acepta, sino en las partes de la obra no expuestas á la influencia del mar.

*Proporciones de los morteros.*—Para un dique la proporción de cemento debe ser de 500 kilogramos por metro cúbico de arena, cuando el cemento es de muy buena calidad. Es muy prudente, en Talcahuano, aumentar un poco esta proporción. Es lo que se hace actualmente (220 litros, que pesa 1.300 kilogramo cada uno, por medio metro cúbico de arena), y creo que no se debe de ninguna manera tratar de disminuir las proporciones. Con la arena de San Vicente sería muy peligroso.

Aprovecho esta oportunidad para hablar todavía de esta arena y citar todo un pasaje, muy interesante para el caso presente, de uno de los autores que se han ocupado más recientemente de la cuestión.

«Las arenas gruesas contienen casi siempre cierta proporción de arena mediana y de arena fina, que hace su empleo excelente. Es preciso evitar, aun á



costa de grandes sacrificios, el empleo de las arenas finas; en todo caso, conviene emplearlas exclusivamente en las partes superiores de la obra ó en las mamposterías de relleno, al abrigo de los paramentos, y aun solamente á partir de cierto nivel, que debe determinarse según los casos.

«Cuando los morteros deben emplearse en mamposterías en el mar, susceptibles de ser dañadas inmediatamente después de hechas, conviene no perder de vista el aumento considerable de resistencia que se obtiene con la arena gruesa al principio de la traba, y examinar si en las partes expuestas á averías en el desarrollo de la construcción no sería más económico aumentar el grueso de la arena, aun cuando fuere necesario fabricarla ó hacerla venir de muy lejos, que de aumentar la proporción de cemento.»

Estas reflexiones me parecen que corroboran completamente lo que he dicho á propósito de la arena.

Reciba, señor Ministro, la expresión de mi profundo respeto.—*C. J. de Cordemoy.*

---



## Estación Agronómica de Santiago

*Santiago, 7 de Noviembre de 1891.*

Análisis núm. 230.—Muestra de cemento Excel-sior, enviada por el señor C. J. de Cordemoy:

Designación de los cuerpos dosificados	Tanto por ciento
Ácido carbónico.....	1.500
Cal total.....	59.000
Sílice combinada.....	23.200
Arena, etc.....	3.300
Peróxido de fierro.....	2.300
Alúmina.....	5.300
Magnesia.....	1.100
Ácido sulfúrico.....	0.885
Humedad y materias volátiles.....	3.300
Materias no dosificadas.....	0.115
	<hr/>
	100.000
 Cal viva.....	 6,636
Carbonato de cal.....	3.409

*P. Lemétayer.*

*Santiago, 7 de Noviembre de 1891.*

Análisis núm. 231.—Muestra de cemento Niell-on-Ruppell, enviada por el señor C. J. de Corde-moy:



Designación de los cuerpos dosificados	Tanto por ciento
Ácido carbónico.....	1.750
Cal total.....	60.000
Sílice combinada.....	20,100
Arena, etc.....	2.800
Peróxido de fierro.....	2.600
Alúmina.....	6.200
Magnesia.....	0.949
Ácido sulfúrico.....	1.415
Humedad y materias volátiles.....	3.950
Materias no dosificadas.....	0.236
	<hr/>
	100.000
Cal viva.....	8.300
Carbonato de cal.....	3.977

*P. Lemétayer.*

*Santiago, 7 de Noviembre de 1891.*

Análisis núm. 232.—Muestra de cemento Theil, enviada por el señor C. J. de Cordemoy:

Designación de los cuerpos dosificados	Tanto por ciento
Ácido carbónico.....	2.000
Cal total.....	62.500
Sílice combinada.....	21.900
Arena, etc.....	2.200
Peróxido de fierro.....	0.415
Alúmina.....	1.585
Magnesia.....	1.015
Ácido sulfúrico.....	0.800
Humedad y materias volátiles.....	7.400
Materias no dosificadas.....	0.185
	<hr/>
	100.000



Cal viva.....	14.700
Carbonato de cal.....	4.545

*P. Lemétayer.*

—

Santiago, 15 de Diciembre de 1891.—Publíquese en el *Diario Oficial*.—Anótese.—Por el Ministro, CARLOS RÍOS GONZÁLEZ.





DIQUE DE TALCAHUANO.

Fig. 1.  
Plano general - Escala  $\frac{1}{800}$

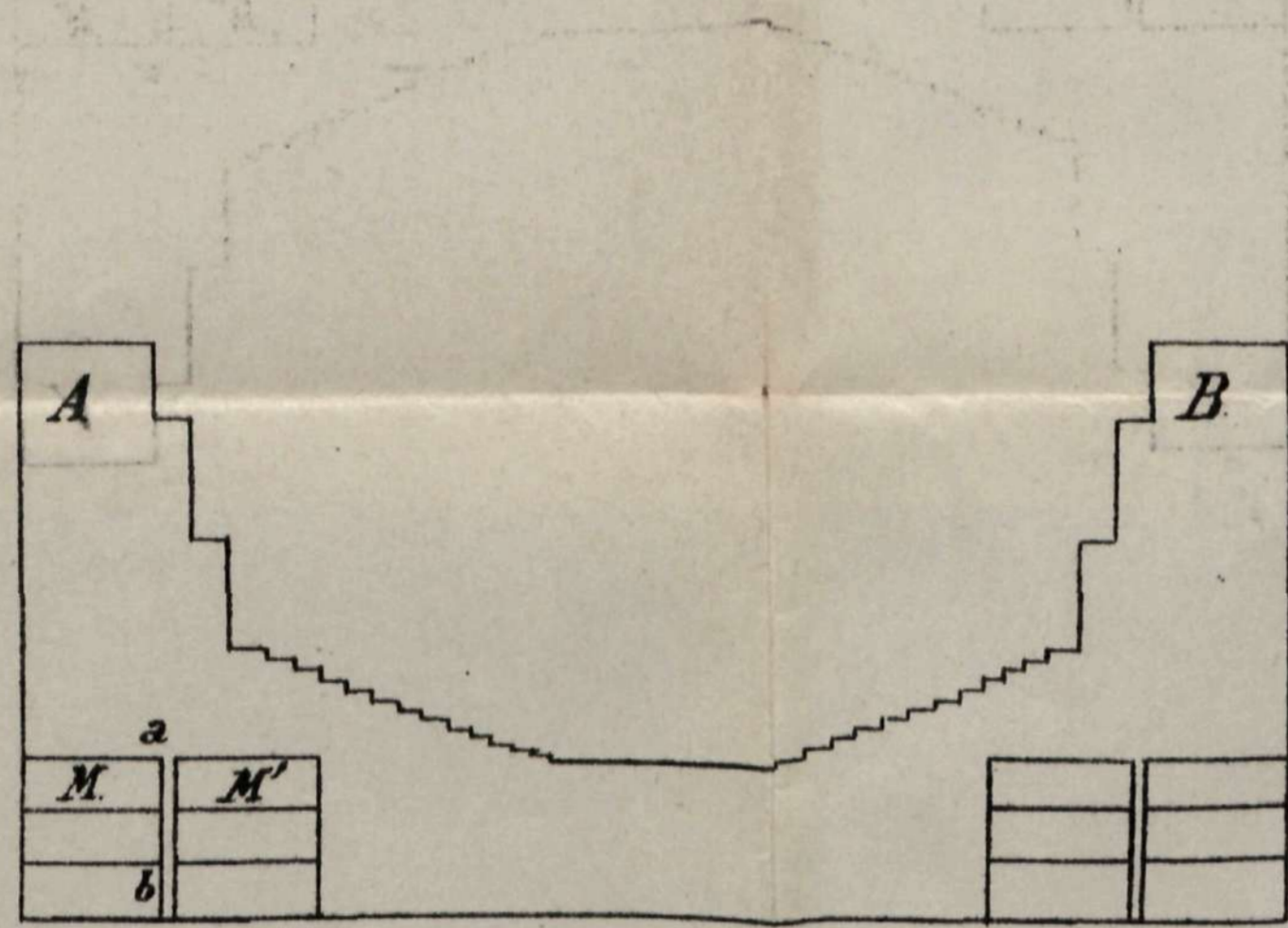
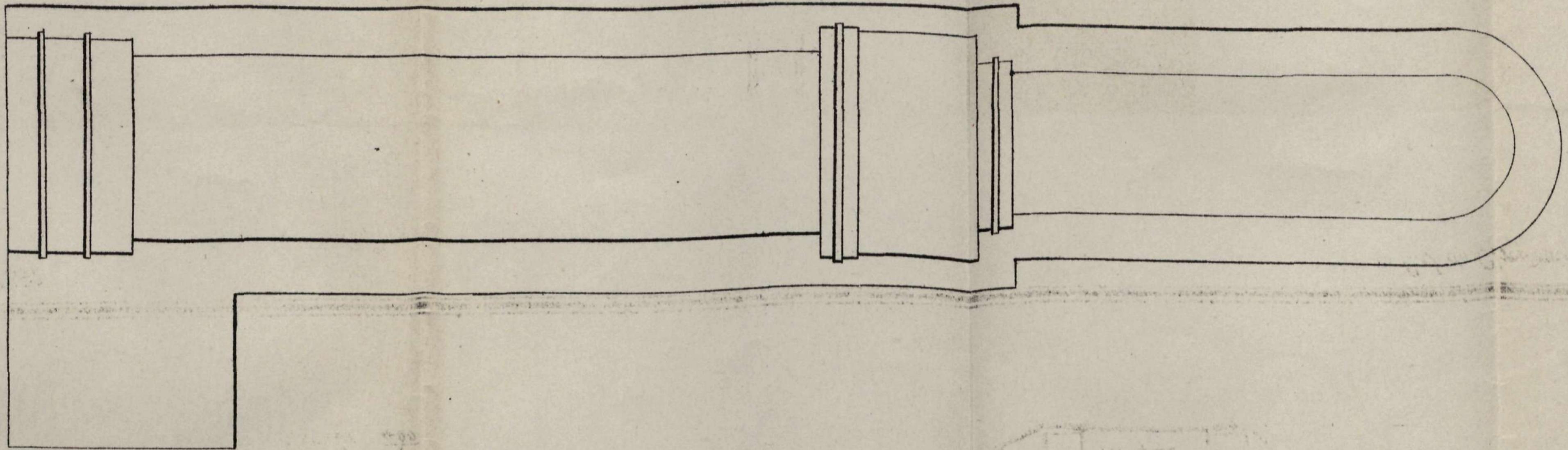


Fig. 2.  
Sección transversal  
Escala  $\frac{1}{400}$

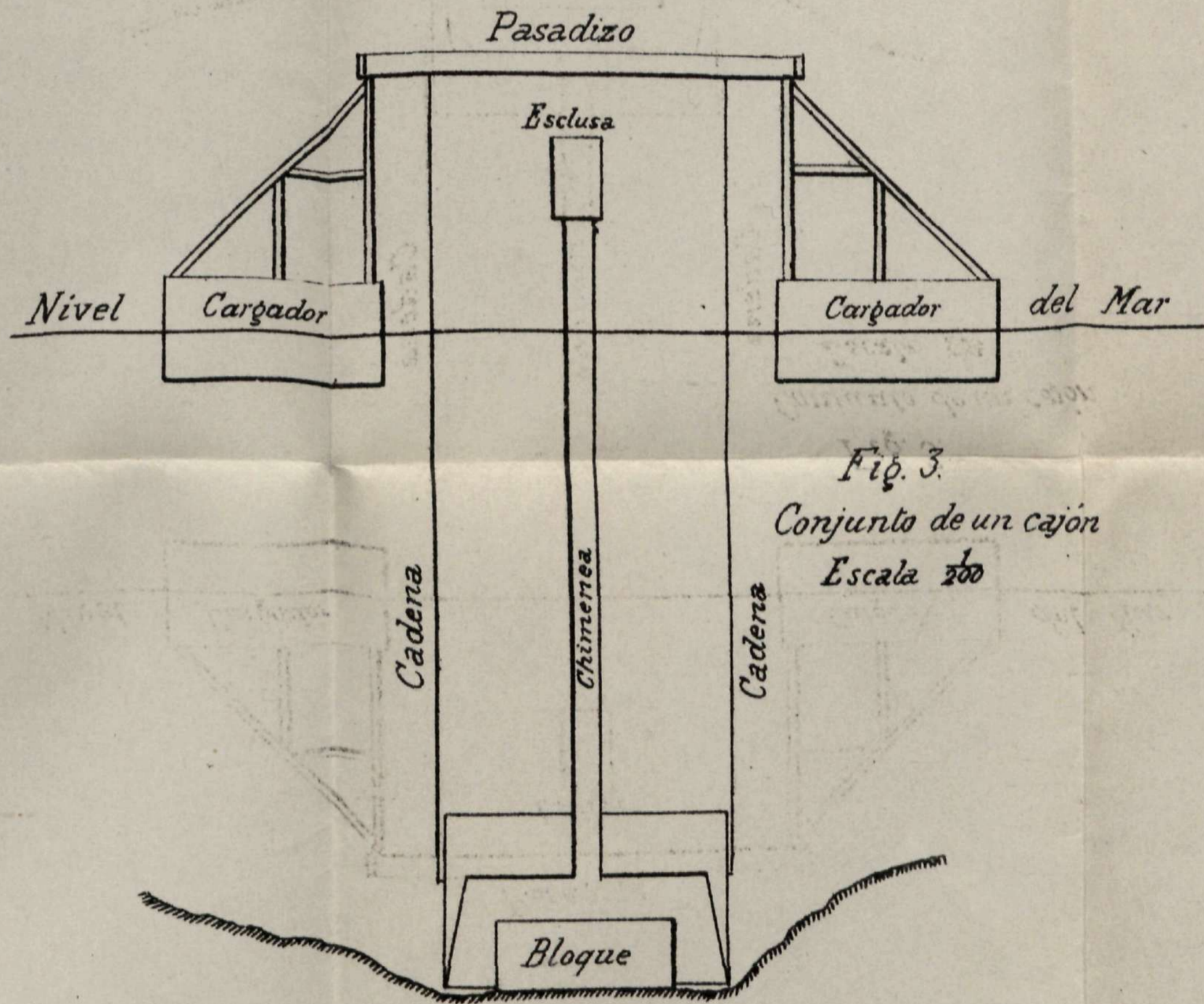


Fig. 3.  
Conjunto de un cajón  
Escala  $\frac{1}{200}$