



ESTUDIO RELATIVO A LOS PUERTOS DE IQUIQUE, PICHILEMU, TALCAHUANO E IMPERIAL

Camilo J. de Cordemoy



BIBLIOTECA FUNDAMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHILE

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

BIBLIOTECA FUNDAMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHILE

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

COMISIÓN DIRECTIVA

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

COMITÉ EDITORIAL

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

EDITOR GENERAL

RAFAEL SAGREDO BAEZA

EDITOR

MARCELO ROJAS VÁSQUEZ

CORRECCIÓN DE ORIGINALES Y DE PRUEBAS

ANA MARÍA CRUZ VALDIVIESO
PAJ

BIBLIOTECA DIGITAL

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

GESTIÓN ADMINISTRATIVA

CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN

DISEÑO DE PORTADA

TXOMIN ARRIETA

PRODUCCIÓN EDITORIAL A CARGO

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

PRESENTACIÓN

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

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

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

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

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

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

CORDEMOY, CAMILO J. DE 1840-
387.10983 ESTUDIO RELATIVO A LOS PUERTOS DE IQUIQUE, PICHILEMU, TALCAHUANO E IMPERIAL/
C794e CAMILO J. DE CORDEMOY; [EDITOR GENERAL, RAFAEL SAGREDO BAEZA]. -[1ª ED.]-
2012 SANTIAGO DE CHILE: CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN: PONTIFICIA UNI-
VERSIDAD CATÓLICA DE CHILE: DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS,
c2011.

xxxix, 99 p.: IL. COL., FACSIMS., 28 CM (BIBLIOTECA FUNDAMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHILE); V. 73

INCLUYE BIBLIOGRAFÍAS.

ISBN: 9789568306083 (OBRA COMPLETA) ISBN: 9789568306854 (TOMO LXXIII)
1. Puertos-Chile-Iquique. 2. Puertos-Chile-Pichilemu. 3. Puertos-Chile-Talcahuano. 4. Puertos-Chile-Nueva Imperial. I. SAGREDO BAEZA, RAFAEL, 1959-ED.

© CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN, 2012
MARCHANT PEREIRA 10
SANTIAGO DE CHILE

© PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE, 2012
AV. LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS 390
SANTIAGO DE CHILE

© DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS, 2012
AV. LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS 651
SANTIAGO DE CHILE

REGISTRO PROPIEDAD INTELECTUAL
INSCRIPCIÓN N° 216.881
SANTIAGO DE CHILE

ISBN 978-956-8306-08-3 (OBRA COMPLETA)
ISBN 978-956-8306-85-4 (TOMO SEPTUAGÉSIMO TERCERO)

IMAGEN DE LA PORTADA
ANCLA

DERECHOS RESERVADOS PARA LA PRESENTE EDICIÓN

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

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

SE TERMINÓ DE IMPRIMIR ESTA EDICIÓN, DE 1.000 EJEMPLARES,
DEL TOMO LXXIII DE LA *BIBLIOTECA FUNDAMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHILE*,
EN VERSIÓN PRODUCCIONES GRÁFICAS LTDA., EN ABRIL DE 2012

IMPRESO EN CHILE / PRINTED IN CHILE

CAMILO J. DE CORDEMOY

ESTUDIO RELATIVO
A LOS PUERTOS
DE
IQUIQUE,
PICHILEMU,
TALCAHUANO
E IMPERIAL



SANTIAGO DE CHILE
2012

MINISTERIO DE INDUSTRIA I OBRAS PÚBLICAS

ESTUDIO

RELATIVO A LOS PUERTOS DE

IQUIQUE, PICHILEMU,
TALCAHUANO E IMPERIAL

POR

CAMILO J. DE CORDEMOY
CONSULTOR TÉCNICO DEL GOBIERNO DE CHILE



SANTIAGO DE CHILE
IMPRENTA NACIONAL, CALLE DE LA MONEDA N.º 73

1896

TRANSFORMAR EL PAÍS
A COMIENZOS DEL SIGLO XX.
EL APORTE EXTRANJERO.
CAMILO DE CORDEMOY

Eduardo Cavieres F.

CHILE EN EL CAMBIO DE SIGLO:
LA TRANSICIÓN DEL SIGLO XIX AL SIGLO XX

Difícil es pensar el Chile de la transición del siglo XIX al XX. Por una parte, éxitos indiscutibles en la política institucional y en la economía que, a pesar de la crisis de 1891, le ubicaban como uno de los Estado-nación con mayores proyecciones, y uno que podía exhibir los mayores avances entre sus vecinos. Por otra parte, desde fines del siglo XIX y a pesar de los mayores ingresos fiscales provenientes desde los impuestos del salitre y a las modernizaciones de la época, una creciente manifestación de las carencias sociales que dieron paso no sólo a serias reflexiones intelectuales sobre el carácter de la sociedad chilena sino, también, a una real “cuestión social”.

En efecto Chile había logrado sortear de manera exitosa una serie de desafíos planteados a las nuevas repúblicas surgidas en el siglo XIX y, debido precisamente a una serie de circunstancias y adecuadas decisiones del ámbito político el país había progresado en diversos escenarios a unos pasos notables, motivando una autopercepción positiva y optimista del modelo de desarrollo local que aún se mantiene en el presente. Uno de los ejes más importantes del siglo XIX fue el crecimiento del sector importador-exportador y en ello, el comercio exterior fue fundamental. No obstante, para lograrlo la infraestructura relativa a las comunicaciones y, en particular, la portuaria, eran prioridad. Sin embargo, las realidades distaban mucho de los requerimientos y, en ello, existían una serie de razones necesarias de considerar: los problemas técnicos, los montos de las inversiones necesarias para estar a la altura de la modernidad de la época y de los principales puertos europeos, además, y esencial, la dificultosa geografía del país, se alzaban como los principa-

les obstáculos que impedían estar al nivel real de lo que el país aparentaba ser. En efecto, Chile es un país que goza de una larga costa a través de todo su territorio y que, por ello, una de sus posibilidades más ciertas ha estado relacionada con sus posibilidades marítimas. Aunque, en general, es una costa difícil y complicada: o muy abrupta entre tierra y mar, o con bahías muy abiertas y difíciles de controlar. A comienzos del siglo XIX, gracias a una buena inserción en el comercio internacional debido a la importación de gran nivel de sus productos básicos, la actividad marítima del país crecía de forma acelerada, pero, en contradicción con ello, las actividades de embarque y desembarque seguían las formas tradicionales que imponían duras cargas para los trabajadores, fuertes gastos para los armadores y navieros y una fuerte presión sobre las políticas de desarrollo del Estado. Al pasar de una centuria a otra se consideró, como algo impostergable, el problema de la infraestructura portuaria y hubo personalidades notables que pensaron la situación desde la tecnología, la economía y, en especial, desde sus singulares miradas sobre el futuro del país.

De las descripciones historiográficas existentes sobre las últimas décadas del Chile del siglo XIX, destaca la realizada años atrás por Gonzalo Vial. Decía que el pulso económico del país era el norte salitrero. Sostenía que los puertos nortinos, refiriéndose a Iquique, Pisagua, Antofagasta, Tocopilla, Taltal, Chañaral rebosaban riqueza y pujanza, pero que, Antofagasta, por ejemplo, era un puerto con numerosos buques de vela, que semejaba un bosque flotante, pero que no poseía rompeolas ni muelles dignos de consideración. Por el sur, en la última década del siglo XIX, Talcahuano había recibido ciertas atenciones: el presidente José Manuel Balmaceda había construido un dique seco y en 1895 se le había agregado el apostadero naval. No mucho más¹.

En realidad, el Chile de la época era un país de profundos contrastes: por una parte, crecimiento económico, auge del sector exportador, desarrollo del gran comercio y de las finanzas, todavía horizontes promisorios para la agricultura; por otra, no sólo una clara y creciente pobreza de los sectores sociales más desposeídos sino, también, una realidad e infraestructura material atrasada e inadecuada a los tiempos que se vivían. En estos aspectos, es evidente que el presidente José Manuel Balmaceda, desde la perspectiva de las preocupaciones del Estado y de sus compromisos con respecto a lo que debería ser el desarrollo del país, constituyó un punto de inflexión bastante importante como para no considerarlo.

Cuando los países desarrollados acrecentaron sus demandas sobre materias primas, Chile se benefició de manera notable de sus recursos naturales, lo que propició que toda la minería del país se consolidara como sector insustituible y fundamental como fuente de ingresos fiscales. Así, se incrementaron oficinas como las del registro civil, servicio postal, establecimientos industriales, administración de justicia y, muy particularmente por sus efectos, la expansión de ferrocarriles, de telégrafos del Estado y la creación del Ministerio de Industria y Obras Públicas.

¹ Gonzalo Vial, "Introducción", en *Historia de Chile, 1891-1973*, tomo I, pp. 12 y 22, pero se puede releer toda la sección para recordar el "escenario" del país en el cambio de siglo del XIX al XX.

Cuando Enrique Espinoza publicó su *Geografía descriptiva de la república de Chile*, en 1890, el Estado poseía mil doscientos kilómetros de líneas férreas en explotación, 1.558 km pertenecientes a ferrocarriles particulares, y se encontraban en construcción, por cuenta del gobierno, otras diez líneas que sumarían nuevos 982 km. El país se unía por vía terrestre y hacía posible comunicaciones más expeditas de las personas y mayores volúmenes de mercaderías para los mercados internos y externos. La preocupación de José M. Balmaceda por la inversión fiscal en obras públicas se basaba en su convencimiento que el Estado debería ser el más interesado en la construcción de caminos, ferrocarriles, puertos, diques, edificios, alcantarillados y otros, por su redundancia en variados beneficios para el país. Siendo, además, un Presidente que quiso recorrer el país para preocuparse en persona del estado de las provincias, su gran quehacer estuvo identificado con ferrocarriles, pero también se consignan actividades directas relacionadas con el sector portuario. En 1889, por ejemplo, se reunió en Iquique con sus ministros, el Intendente, los ingenieros, el jefe de muelles y el de ferrocarriles para revisar los planos de la bahía, el puerto y el proyecto de malecón. En 1890, dentro de todas sus inquietudes, se preocupó de Talcahuano y los proyectos de obras de ingeniería portuaria que debían realizarse. En especial por la construcción del dique seco cuyas obras, una vez inauguradas, independientemente de las discusiones y coyunturas políticas, fueron consideradas por la prensa local como algo espectacular².

Junto al gobierno, el mundo intelectual y técnico representó un papel importante. Había mucho que hacer. Hasta fines del siglo XIX, el modelo de ingeniería chileno, siguiendo la Ley General de Caminos de 1842, estaba en transición y no había alcanzado los objetivos propuestos: personal y remuneraciones insuficientes, sin atribuciones para decidir en cuestiones técnicas, dispersión geográfica, poca claridad en el modelo de administración, formación ingenieril no adecuada a las necesidades del país y que se había orientado preferentemente hacia el mantenimiento y reparación de los caminos existentes. Como iniciativa importante, en la década de 1860, el ingeniero francés Eduardo Sallés, experto en puentes y calzadas, dictó un curso y en 1870 tres miembros del cuerpo de ingenieros fueron enviados a Europa para enseñar más tarde en la sección universitaria del Instituto Nacional. No obstante, la escasez de ingenieros civiles nacionales, en vez de promover cambios sustantivos al interior de la universidad, frente a las urgencias en las necesidades de infraestructura, llevó a favorecer la contratación de ingenieros extranjeros³. Por otra parte, estaban los ingenieros que trabajaban en el ejercicio libre de la actividad o a partir de iniciativas privadas, pero el grupo más importante estuvo en relación con el Estado. De los extranjeros, destacó Jacobo Krauss, que trabajó en mejoras de los puertos de Valparaíso y Talcahuano, ejerciendo docencia en la universidad y adquiriendo una experiencia formativa importante en el país,

² Véase Rafael Sagredo Baeza, *Vapor al norte, tren al sur. El viaje presidencial como práctica política en Chile. Siglo XIX*, pp. 42, 47, 62, 145, 310, 379 y 395.

³ Véase con más detalles Jaime Parada Hoyl, "La profesión de ingeniero y los *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, 1840-1927*", pp. xiii-xviii.

lo cual le permitió llegar a ser ministro de Obras Públicas en Holanda y realizar obras marítimas de envergadura mundial⁴.

El gobierno del presidente Balmaceda y su ministro Julio Bañados Espinoza introdujeron reformas importantes en la enseñanza de la ingeniería y emprendieron una fuerte acción en obras públicas. Santiago Marín no dudaba en valorar el trabajo de los extranjeros:

“Fue entonces cuando llegaron al país los señores Luis Cousin, y Carlos Köning, de las célebres universidades de Lovaina y Gantes (Bélgica), dedicados a la enseñanza de puentes, caminos e hidráulica; Alfonso Niegues, de la Sorbona (Francia), que abrió un curso notable sobre física industrial y tecnología y, Jacobo Krauss, de la Universidad de Delf (Holanda), especializado en las grandes construcciones de obras marítimas, por lo cual el gobierno, a la par de utilizarlo en la enseñanza, principalmente lo dedicó a estudiar lo mucho que teníamos que hacer para mejorar los entonces deplorables puertos de Valparaíso, Talcahuano, etcétera.

Estando el señor Krauss entre nosotros, a cargo de estos importantes trabajos, fue llamado por el gobierno de su país natal, para encomendarle el desempeño del Ministerio de Trabajos Públicos, que pudo más tarde ilustrar iniciando la realización de las obras marítimas más grandiosas del mundo: la disecación del golfo de Zinderzee, proyectado por el ingeniero Leley, y que venía propiciándose en Holanda desde siglos atrás, desde que Steven, en 1667, presentó un proyecto inicial; obra que una vez que sea debidamente terminada, está llamada a modificar totalmente hasta la propia geografía de aquella nación, al dedicar a cultivos agrícolas extensiones enormes, hoy ocupadas por el mar.

También es digno de ser citado a este respecto, el nombre de un ingeniero de gran capacidad, don Camilo Cordemoy, que actuó entre nosotros como consultor técnico del Ministerio de Industria y Obras Públicas, y a quién se debe gran parte de los proyectos de mejora de nuestros ríos navegables y de nuestros puertos comerciales, como Llico, Pichilemu y Constitución.

Krauss y Cordemoy, fueron, pues así, los grandes maestros prácticos de la juventud de aquellos tiempos, que se dedicaron al estudio de tan importantes obras portuarias⁵.

Debemos destacar el reconocimiento de Santiago Marín a los ingenieros extranjeros, en particular a Camilo Cordemoy. De este último presentamos en este libro algunas de sus más importantes obras referidas a las actividades portuarias. Cabe mencionar también un breve artículo de Domingo Casanova publicado en el año 1900. En él se refería a la creación de juntas de puerto que, además, consideraba inoportunas. Dichas juntas tenían por finalidad conservar y fomentar las obras marítimas a fin de facilitar el embarque y desembarque de mercaderías y la seguridad de las naves. Pensadas, en primer lugar, para el puerto de Valparaíso, la propia Cámara de Comercio local había manifestado su oposición al declarar que en los puertos debían existir, antes que todo, obras destinadas particularmen-

⁴ Parada, *op. cit.*, p. xxxv.

⁵ Santiago Marín, *Bosquejo histórico de la enseñanza de la ingeniería en Chile*, la cita en p. 296.

te a dichos fines. Domingo Casanova insistía en la necesidad de que el país se preocupase de iniciar, con urgencia, obras marítimas para no inutilizar la red de ferrocarriles. Al momento no existía ningún recinto que pudiera servir de abrigo a las naves y las condiciones eran primitivas. Entre otros problemas, estaba la falta de profesionales que entendieran sobre trabajos hidráulicos marítimos y muchas gobernaciones marítimas eran servidas por empleados civiles sin formación especializada. Se trataba, en primer lugar, de reorganizar de forma conveniente la Dirección General de Obras Públicas, con personal necesario y estable para lo cual era necesario formarlos de manera adecuada,

“nombrando comisiones que estudien definitivamente los puertos de Valparaíso, San Antonio, Llico, Pichilemu, etc., como también la canalización del río Valdivia, la mejora de la barra del Imperial, del Lebu, del Maule, etc., aprovechando para éste la reciente avenida que arrastró el muelle de Constitución, riada que permite asistir a la destrucción del banco foráneo y a la formación de la nueva barra, mediante sondeos ejecutados periódicamente, y en especial después de cada braveza del mar... si faltan ingenieros para esas comisiones será necesario que vengan de la vieja Europa; pero no en calidad de consultores técnicos, pues ya hemos tenido ingenieros de trabajos marítimos como consultores técnicos, que se han creído dioses infalibles, pontificando en vez de razonar”⁶.

Camilo de Cordemoy y Jacobo Krauss, debe repetirse, constituyen dos de esos extranjeros que resultaron esenciales por sus aportes, conocimientos y entusiasmo, para la modernización del país en las obras portuarias necesarias para que existiera una relación más efectiva entre éstas y las posibilidades de crecimiento económico del país sobre la base de su sector importador-exportador. A continuación referimos algunas de ellas.

HABILITACIÓN INICIAL DE PUERTOS

Como se acaba de señalar, a fines del siglo XIX, la situación portuaria del país no había logrado adelantos significativos pese a las urgentes necesidades existentes y a la continua preocupación oficial de las décadas anteriores.

El desarrollo del comercio local y en particular del externo, fue creando en los diferentes grupos de influencia y poder, y en el propio gobierno, la convicción de que era necesario emprender grandes obras e implantar técnicas modernas en la infraestructura portuaria a pesar del alto costo que representaba. Lamentablemente, la mayoría de los principales puertos que se habían venido habilitando, algunos desde tiempos bastante lejanos, se ubicaban en bahías abiertas a los vientos y en áreas de bajas condiciones naturales. Valparaíso, Arica, Iquique, Antofagasta, Constitución, Talcahuano y otros puertos del país no reunían las características necesarias para el tráfico de la época.

⁶ Domingo Casanova O., “La creación de las Juntas de puerto no es oportuna”, pp. 183-186.

Con la excepción de Valparaíso, que contaba con un muelle fiscal para recibir buques de gran calado, en los demás puertos sólo existían muelles para lanchones. En ellos, la carga y descarga de mercancías se efectuaba por un sistema de transbordo lento y antieconómico.

Dada la falta de instalaciones fiscales, en la habilitación de esos puertos las empresas privadas representaron un papel importante. Construyeron muelles, bodegas, patios de depósito, caminos y vías férreas. Instalaron grúas y andariveles. En muchos puertos y caletas del norte, las compañías salitreras levantaron similares obras e instalaron maquinarias que destinaban a su uso exclusivo. Así ocurrió en Pisagua, Caleta Junín, Caleta Buena, Iquique, Tocopilla, Antofagasta y Taltal. En Lota, la Compañía Carbonífera contó con un excelente y largo muelle para el embarque de carbón y para el movimiento de la fundición de cobre y la fábrica de ladrillos. Más al sur, en Punta Arenas y otros puertos magallánicos, las compañías ganaderas contaron también con muelles e instalaciones propias⁷.

No obstante las características de la economía chilena y el volumen creciente de exportaciones e importaciones, se careció de un organismo fiscal técnico, especializado en puertos, que elaborara proyectos de obras integrales, revisara los estudios pertinentes y supervisara los trabajos de construcción. Se agregaba la falta de una legislación que permitiera a los gobiernos concretar variados proyectos de obras de abrigo y otras complementarias que ingenieros chilenos y comisiones extranjeras especializadas habían presentado en la segunda mitad del siglo XIX⁸.

Con todo, y, aunque lentos al comienzo, diversos gobiernos habían dado los primeros pasos para la búsqueda de soluciones técnicas permanentes y se había llegado a contratar a ingenieros extranjeros de cierto prestigio en la construcción de puertos, para hacer los estudios y presentar los proyectos de cada obra. Tal como ya se ha mencionado, entre éstos se encontraban el inglés Juan Hughes y el holandés Jacobo Krauss contratados en 1871 y 1901, respectivamente, para Valparaíso; el francés Alfredo Lévêque, en 1874, para Talcahuano y Constitución y a Camilo de Cordemoy, en 1890, para este último. Gracias a ellos se realizaron estudios profundos sobre cada uno de estos puertos que, en general, concluyeron en proposiciones bastante semejantes a las presentadas por ingenieros chilenos, pero que agregaron mayores especificaciones sobre algunos tipos de obras. Entre ellos, muy importante fue Alfredo Lévêque, quien organizó el Servicio de la Oficina Hidráulica de Chile. Esta oficina contribuyó mucho al conocimiento de las condiciones naturales de las bahías, permitiendo, al mismo tiempo, la formación de un distinguido grupo de profesionales chilenos especialistas en obras portuarias de alto nivel. En la mayoría de los casos, éstos encontraron el más amplio canal de difusión y discusión técnica para sus ideas y estudios, a través de las páginas de los *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile*.

El período de mayor trascendencia en obras portuarias fue el transcurrido entre los años 1900 y 1930. Para desarrollar y estudiar los alcances de los proyectos

⁷ Eduardo Cavieres, "Las obras portuarias", pp. 265-274.

⁸ Pedro Sapunar, *Historia de las obras portuarias en Chile*, pp. 12-14.

respectivos se organizó, según decreto orgánico de 5 de marzo de 1904, una junta central de obras de puertos y otras juntas departamentales en Iquique, Antofagasta, Coquimbo, Constitución, Talcahuano, Valdivia y Punta Arenas.

A partir de las proposiciones de las juntas departamentales y de las decisiones de la Junta Central se efectuaron obras importantes en los siguientes puertos y años: Arica en 1929, Iquique en 1930, Antofagasta alrededor de 1910, Chañaral en 1930, Quintero en 1921, San Antonio entre 1912 y 1918, Valparaíso entre 1912 y 1930, Constitución entre 1926 y 1929, Talcahuano (base naval) entre 1912 y 1924, Puerto Montt entre 1929 y 1931. Aunque, en general, estas obras se relacionaron con la construcción de molos, muelles y espigones, prácticamente dieron forma a lo que son los puertos de Chile en la actualidad. De ellas pueden destacarse las de Talcahuano y de San Antonio, por ser las primeras de envergadura y por la intensa discusión abierta por algunas personalidades de la época que consideraron al segundo como una fuerte y desleal competencia con Valparaíso. Además, y, aunque con diferentes caracteres, problemas y destinos, los puertos de Valparaíso y Constitución fueron muy significativos e ilustran los avances alcanzados en esos años en el conocimiento hidráulico, de las mareas y profundidades marinas y en el desarrollo y ejecución de grandes obras de ingeniería. El puerto de Antofagasta muestra también aspectos técnicos que merecen destacarse.

Para Valparaíso, la construcción del puerto de San Antonio fue todo un desafío y abrió un gran debate. En 1874, Benjamín Vicuña Mackenna, como intendente de Santiago, apoyó las iniciativas emprendidas por el vecindario de esa localidad para modernizar la ciudad y sus instalaciones portuarias, obviamente en la costa. Por decreto de la Intendencia del 16 de abril de ese año, en que enfatizaba la importancia y urgencia de efectuar trabajos inmediatos en el puerto de San Antonio, que era visitado cada año por no menos de cincuenta buques y que exportaba medio millón de fanegas de cereales, Benjamín Vicuña Mackenna elevaba al gobierno una solicitud relativa a que éste pudiera también gozar de las concesiones otorgadas a los puertos menores del país, por ley de noviembre de 1840. Al mismo tiempo, tomaba una serie de medidas para la construcción de nuevas avenidas y una calle (terrazza) que corriera por fuera de la ciudad a fin de disminuir el tránsito de carretas por sus arterias centrales, durante la época de mayor atochamiento del puerto⁹.

En cuanto a obras portuarias, el primer anteproyecto importante, conocido por el nombre de su autor –el ingeniero Enrique Vergara Montt– se presentó en 1897, teniendo por base los datos de la Oficina Hidrográfica. El proyecto partía de la idea de que los trabajos debían ejecutarse en la poza de San Antonio, en el ángulo NE de la rada que, abrigada de los vientos del N y NE, estaba abierta a aquellos del SE y a corrientes como la del Maipo, cuyos sedimentos habían formado un embancamiento arenoso que, a ochocientos metros de la orilla, daba una profundidad de doce metros. Con estos datos, el ingeniero Enrique Vergara Montt pen-

⁹ Roberto Hernández, *Las obras marítimas de Valparaíso y el puerto de San Antonio. La concesión de Quintero. Estudio histórico sobre un gravísimo problema regional a la vez que nacional. Con ilustraciones y dibujos hechos especialmente (1900-1926)*, p. 297.

saba que la poza (hasta los cuatrocientos metros anteriores a la bahía) dejaba una profundidad libre de cincuenta metros con fondo de piedra. Su proyecto consistía en la construcción de un rompeolas de oriente a poniente, de profundidad máxima de veinte metros y una media de doce, de un kilómetro de extensión aproximada y que correría a unos seiscientos metros paralelo a la costa. Se proporcionaría una superficie de sesenta hectáreas de abrigo¹⁰.

En noviembre de 1908, y por encargo del gobierno, el ingeniero holandés Gerardo van M. Broekman entregó un estudio que, sin diferir mucho de los trabajos anteriores, resultaba más de acuerdo con las necesidades de la actividad portuaria de San Antonio, considerando obras de abrigo del puerto, seiscientos treinta metros de malecones para el atraque de los buques y la construcción de terraplenes para ferrocarril y bodegas suficientes para movilizar hasta quinientas mil toneladas de carga anual¹¹. El proyecto fue aprobado por el gobierno que propuso su ejecución, mediante un mensaje al Congreso fechado en agosto de 1909, en que se pedía la autorización para licitar las obras señaladas. En dicho mensaje se advertía que la carga transportada entre Santiago y Valparaíso debía recorrer 186 km que, debido a las fuertes gradientes del trazado del ferrocarril, se convertían virtualmente en trescientos, mientras que la distancia correspondiente a Santiago-San Antonio sólo alcanzaba a los 113 km. La discusión del proyecto agregó nuevos temas al ya largo debate entre los intereses de los porteños de Valparaíso –que veían posibles pérdidas de privilegios históricos– y los de San Antonio¹².

En definitiva, la licitación se realizó en 1910 y, al año siguiente, se expidieron los decretos de contrato con la casa francesa de Augusto Galtier para que, basándose en el proyecto Broekman y de acuerdo con los informes de la Comisión de Puerto, se construyera un molo de abrigo protegido por un talud de enrocados. Los malecones que se adosaron a éste, en 1918, le dieron una longitud total de 1.600 m. Desde un punto de vista técnico, las obras de San Antonio no ofrecieron grandes problemas y a raíz de eso fueron menos significativas que las de Valparaíso, salvo que tuvieron un mayor interés comercial, ya que el capital invertido en ellas fue relativamente menor¹³. El molo, conocido como Molo Norte, cuyo objetivo central fue la protección del área de la actividad portuaria comercial de San Antonio, terminó de construirse en 1918, precediendo en dos años la entrega del llamado “molito” de 250 m de largo, que sirve en la actualidad de protección a la llamada caleta pesquera de *puertecito* y cuyas características técnicas están basadas en un desmante de *cantera* reforzado por rocas pesadas.

La construcción de obras portuarias en Antofagasta marcó otro hito en el desarrollo de la ingeniería chilena. De acuerdo con el proyecto original presentado

¹⁰ Enrique Vergara Montt, “El puerto industrial de San Antonio”, pp. 14-15.

¹¹ Sobre el proyecto Broekman, véase *Anales del Instituto de Ingenieros*, año 8, N° 11, Santiago, noviembre de 1908.

¹² Hernández, *op. cit.*, pp. 94-96.

¹³ Jorge Lira Orrego, *Puertos chilenos*, p. 29 y ss. Véase, además *Anales del Instituto de Ingenieros*, vol. XII, Santiago, 1912, pp. 89-96, 191-195 y 586-588.

por los profesionales chilenos Jorge Lira Orrego, Raúl Claro Quezada y Carlos Rivas Vicuña, se consultaba la construcción de un gran rompeolas o molo de abrigo de 1.468 m de longitud, que arrancaba de la costa en dirección al oeste con un largo de 648 m para doblar después hacia el norte con un segundo brazo de 820 m de largo, cuyo extremo llegaba a veintiocho metros de agua. Se proyectaba, además, un segundo molo que cerraba el puerto por el lado norte, dejando una boca de acceso de doscientos cincuenta metros. En el interior se desarrollaban los atracaderos para buques, en varios espigones, con una longitud total, supuesto todos construidos, de 2.308 m.

En agosto de 1918, el gobierno llamó a licitación pública de las obras obteniendo el contrato el chileno Luis Lagarrigue, quien organizó la empresa constructora de puertos (Baburizza, Lagarrigue y Cía.), primera sociedad en el país de tal naturaleza y primera en asumir una tarea de tal envergadura. Todo su personal era chileno, incluido el cargo de Director de Obras, confiado al ingeniero Eduardo Reyes Cox.

Los problemas presupuestarios derivados de la fuerte alza del valor de materiales y maquinarias que siguió a la Gran Guerra, llevaron a reducir el proyecto original a la construcción completa del gran molo principal y a cien metros de malecones de atraque con sus terraplenes correspondientes.

En general, los caracteres técnicos de construcción fueron similares a los de otros puertos: macizos de enrocados de diferente material y consistencia y grandes bloques montados unos sobre otros. Sin embargo, la constante agitación del mar en Antofagasta hizo variar aspectos de los cálculos y diseños originales y, además, sirvió de incentivo a los profesionales para solucionar los continuos problemas presentados por la naturaleza. Las

“condiciones naturales eran tan desfavorables que el acceso a las naves fondeadas en mar abierto frente a la ciudad era siempre difícil y ordinariamente peligroso”¹⁴.

De acuerdo con la descripción hecha por el propio ingeniero jefe de obras del puerto, la constante agitación del mar hizo casi imposible construir un molo sobre la base de un conjunto de bloques colocados por una grúa del tipo Titán que se moviera sobre un andamio. En caso de mal tiempo, habría sido imposible conservar dicho andamio, dejando la grúa expuesta a un gran desastre.

El mismo ingeniero señalaba que, por esta razón, habían propuesto reemplazar el concreto en sitio de la parte superior del molo, por bloques que se harían en cancha. El parapeto también se formaría de bloques anclados. Pensaban que para que este sistema diese resultado, era indispensable trabar o ligar los bloques superiores entre sí. Con tal objetivo, primero se había adoptado el sistema de pozos hexagonales entre los bloques, los que se deberían rellenar en sitio. El hecho de que la parte inferior de estos bloques quedasen sumergidos hasta la bajamar, causó que la alta marea, unida a la agitación violenta del mar, hizo fracasar este sistema,

¹⁴ Lira Orrego, *Puertos...*, *op. cit.*, p.36.

pues el agua, subiendo y bajando con fuerza en el pozo, lavaba el concreto colocado en sitio. Para hacer posible el relleno en buenas condiciones, se hizo necesario rellenar la parte inferior con sacos de concreto en sitio, esperando siempre mar tranquilo, pues si había la agitación ordinaria, se transmitiría al pozo a través de la junta de los bloques¹⁵.

Debido a las continuas pérdidas de tiempo y a las frecuentes contrariedades que se experimentaban, se debió cambiar ese sistema adoptando un nuevo tipo de bloques endentados entre sí. Todavía en 1943, los problemas subsistían. Entonces, la Dirección Fiscal del Puerto de Antofagasta, debió presentar nuevos argumentos para proponer la construcción de un malecón de costa y el molo de defensa norte, explicando que

“treinta años atrás el puerto de Antofagasta era el que necesitaba con mayor apremio la construcción de obras sustantivas de mejoramiento, pues su importancia era tal que lo colocaba a un nivel superior a Valparaíso con la cantidad de mercaderías movilizadas en el año, pero con sus condiciones naturales desfavorables, ya que el acceso a las naves fondeadas en mar abierto frente a la ciudad era siempre difícil y extraordinariamente peligroso”¹⁶.

El período analizado, el de mayores resultados en la construcción de obras portuarias, terminó hacia 1930, coincidiendo con los primeros efectos de la gran depresión, la suspensión del crédito externo y la paralización de los proyectos de obras públicas del gobierno de Carlos Ibáñez. Sin embargo, junto a las obras aquí descritas y a otras de igual importancia, hubo también medidas complementarias fundamentales para un más eficiente desarrollo de las actividades portuarias: la preocupación por el servicio de dragas, la señalización e iluminación de las costas chilenas.

En el primer caso, hasta 1906, sólo estaban en servicio dos dragas y dos gán-guiles, para una extensa costa con variedad de puertos y ríos navegables que se hallaban expuestos a embancamientos en forma constante. Más aún, una de las dragas estaba entregada casi al servicio exclusivo del puerto naval de Talcahuano. A partir de ese año, el gobierno determinó la adquisición de otras máquinas, comenzando con dos encargadas a astilleros holandeses.

La iluminación de los puertos y costas fue otro adelanto importante en el mejoramiento de las condiciones de navegación. En la primera década del siglo XX estaban ya en funcionamiento cerca de cuarenta faros, algunos de impresionante arquitectura como el de Evangelistas, situado en la entrada occidental del estrecho de Magallanes. Construido de albañilería y hierro, su luz se encuentra a sesenta y

¹⁵ Eduardo Reyes Cox, “Las obras de mejoramiento del puerto de Antofagasta y Empresa Constructora del puerto de Antofagasta: obras en ejecución”, en vol. XXII, pp. 146-171 y vol. XXIII, pp. 349-353. Anteriormente, escribió sobre el particular en los mismos *Anales...*, vol. XI, Santiago, 1911, pp. 162-174 y 190-192.

¹⁶ Cámara de Comercio, Servicios y Turismo de Antofagasta A.G., *Octagésimo Aniversario, 1924-2004*, p. 26.

un metros de altura sobre el nivel del mar y ya a comienzos de siglo XX extendía su visibilidad hasta veintiuna millas de la costa¹⁷.

Habiendo cumplido la Comisión de Puertos un significativo ciclo de adelantos portuarios en el país, la mayor complejidad en el funcionamiento y mantención de los ahora remozados puertos llevó al gobierno, en 1927, a la creación del Departamento de Obras Marítimas con el objetivo de centralizar la organización de las diversas actividades. Terminaba entonces la época de mayor impacto en la ingeniería portuaria chilena y su concreción en una serie de obras cuya envergadura no ha sido reeditada.



Vista del Puerto de Iquique. Año 1940. Fotografía Miguel Rubio. Colección Museo Histórico de Chile.

LOS PROYECTOS Y APORTES DE CAMILO DE CORDEMOY: IQUIQUE, PICHILEMU, TALCAHUANO E IMPERIAL

En 1899, en París, Camilo de Cordemoy publicó *Au Chili*. Se trataba de un relato de uno de sus viajes, iniciado unos años antes al embarcarse en Europa en el vapor inglés *La Sorata*, perteneciente a la Pacific Steam Navigation Company el cual, después de navegar por el Atlántico, había entrado al Pacífico permitiéndole obtener completas y muy sensibles impresiones de lo que era el Chile de ese entonces desde el extremo sur hasta el extremo norte. El libro, profusamente ilustrado con imágenes, permite apreciar el vasto conocimiento del autor sobre el paisaje, la economía, los habitantes y las realidades políticas, institucionales y sociales de un país que conocía y admiraba.

¹⁷ Alberto Fagalde, *Breves apuntes sobre las obras marítimas y fluviales de Chile*, pp. 64-67.

Un hombre culto, poseedor de una formación científica que unía a su capacidad para mirar de forma amplia Chile, fue capaz de unir sus impresiones generales y conocimientos relativos al paisaje urbano y natural, con el detalle técnico y con la acuciosidad de los datos y la racionalidad fundamentada de sus propuestas. En el caso de Iquique, como se podrá observar en el estudio correspondiente que presentamos, no obviaba aspecto que restara información a sus estudios de contexto para fundamentar sus proyectos. La isla Serrano, frente a la ciudad; los vientos, sus características, los días que soplaban; las corrientes, las mareas, las olas; la playa, sus arenas; los muelles y el muelle de pasajeros; las dependencias perteneciente al ferrocarril situado al principiar la playa del Colorado, con vías prolongadas que facilitaban el desembarque del carbón y que poseía la única grúa poderosa para bultos pesados. En los otros muelles, inferiores respecto a sus construcciones, los sacos de salitre se botaban por corredores en las lanchas atracadas. Todo el trabajo se hacía a mano: los hombres llevaban el saco al hombro y avanzaban en el agua hasta los botes llamados *cachuchos*, que no recibían más de cinco sacos. Los cachuchos llevaban su carga hasta las lanchas ancladas a una distancia de unos cuarenta metros. Las transbordaban, por fin, al buque. Excusado era decir, que en esas condiciones el carguío del salitre era muy demoroso y caro... En promedio, los buques permanecían tres meses en la bahía, empleando más de un mes en la carga.

También se refería, con mucha seriedad, a los proyectos que con anterioridad, algunos muy antiguos, incluso, del tiempo de lo que él llamaba de la *ocupación* peruana, habían tratado de abordar obras sobre construcción definitiva de un verdadero puerto. La idea más recurrente correspondía a la unión entre la isla Serrano y el continente, a lo cual hacía serias objeciones: el puerto serviría para los botes y las lanchas, pero mantendría las condiciones existentes; para el muelle del pasajeros y el del Rosario Nitrate Co. el cambio sería completo; el cachuchaje quedaría suprimido; pero en todo caso la economía en el embarque del salitre sería de mínima importancia, teniendo que efectuarse siempre en lanchas; los muelles situados al sur del molino Deva, es decir, los de Mitrovitche, del Banco Agrícola, de Folsch Martín, de Vernal y Castro, de Verescovi, quedarían suprimidos, medida de extrema gravedad que sólo se podría justificar con una mejora indiscutible en las condiciones económicas del puerto. Otra idea consistía en construir un puerto conquistado sobre el mar, al norte de la isla, solución muy posible, pero muy costosa.

Para él se debía pensar en torno a dos posibles soluciones: La primera, muy reducida, sería el establecimiento de un malecón entre el muelle James Inglis y el molino Deva, circunscribiéndose una darsenita, muy tranquila en todo tiempo, de cerca de dos hectáreas de superficie, refugio adecuado de todas las embarcaciones de Iquique y que serviría además para el servicio de los pasajeros y de las mercaderías. La segunda, a su juicio, la mejor, consistiría en crear en el canal un verdadero puerto que sería más costoso, pero cuyo valor se recuperaría luego por las economías resultantes de las transacciones de Iquique.

Como se vislumbra al leer su texto, se trataba de una persona responsable, juiciosa e, incluso, transparente. A pesar de inclinarse por una alternativa, de todos

modos exponía los detalles técnicos, especificaciones y costos de ambas, situación que, lógicamente, le supuso el estudio correspondiente que no sólo se reducía a la exposición de unas ciertas ideas sino de todos los cálculos necesarios. Como se podrá observar, una darsenita para lanchas suponía la construcción de un malecón, una dársena protegida por dos molos y, en cada una de esas obras, una compleja red de otros trabajos que había que medir y mensurar geográfica, espacial y económicamente. La comparación entre ambas posibilidades habla de un muy fuerte y serio esfuerzo que compenetraba al hombre con su oficio. Como sucede con los otros proyectos que conforman sus estudios sobre otros puertos chilenos, los detalles técnicos se convierten en fuente y documentación valiosa no sólo para el historiador sino, también, para geógrafos, ambientalistas y, por cierto, para las diversas áreas de la ingeniería actual. En todo caso, no puede escapar el hecho de que la envergadura de su propuesta era inmensa: la dársena que proponía medía doce hectáreas y podría contener treinta buques de mil toneladas cada uno, más que suficiente entonces para las necesidades de Iquique. Sabemos que, sólo en 1930 se logró materializar un verdadero puerto para Iquique, las ideas y estudios de Camilo J. de Cordemoy constituyen antecedentes de primera importancia.

Es obvio que en el siglo XIX, como sucede hoy, Iquique y Pichilemu corresponden a realidades de muy diversa envergadura, importancia y proyecciones. Pichilemu tiene una larga historia relacionada con una pequeña caleta dedicada a la pesca nativa y valorizada en 1885 cuando Agustín Ross Edwards inició algunas obras que se convirtieron en patrimoniales. En 1894, al presentar también su estudio relativo a la posibilidad de transformar la caleta y rada en puerto, no restó ni entusiasmo ni prolijidad a sus observaciones y cálculos. Según sus observaciones, la costa de Colchagua ofrecía pocos peligros a la navegación; pero, en cambio, presentaba pocos abrigos, situación muy desfavorable para embarcar los abundantes productos de la agricultura de la región. En todo caso, el lugar ya venía llamando la atención en cuanto a sus posibilidades y había sido estudiado, y con gran cuidado, por Francisco Vidal Gormaz, y después, en varias ocasiones, por ingenieros que buscaban utilizarla como base para la construcción de un puerto artificial. Conocedor de esos estudios, actualizó o completó los datos y detalles técnicos que se requerían considerar y no dejó de mencionar el antiguo muelle construido por Daniel Ortúzar en 1886, su emplazamiento y especificaciones materiales. Por cierto, en el estudio podemos encontrar datos valiosos sobre vientos, que reconocía se debían a Domingo Casanova y al inglés A.F. Guillemarde, ambos ingenieros; este último se había detenido en el análisis de las olas, de las dunas y ya en 1889 había presentado sus consideraciones respecto a cómo abordar las dificultades técnicas y financieras para construir el para muchos ansiado puerto. Estos estudios habían sido continuados por otro ingeniero inglés, el señor W.C. Frurnivall, que había concluido que todo se estrellaba por un solo elemento y causa: el amontonamiento de arena en el costado más abrigado de la caleta. Esto significaba aumentar extensión y profundidad de los trabajos para lograr obtener un buen molo de abrigo. Respetando ambos trabajos, pero a partir de sus propias observaciones y cálculos, para Camilo J. de Cordemoy el *embancamiento le parecía inevitable*. Por ello, no acon-

sejaba la construcción, al menos por el estado en que a la época se encontraban los conocimientos sobre la costa del país. Pensaba en todo caso, y con proyecciones hacia un futuro cercano, que cuando se construyeran los molos de Constitución, por ejemplo, sería más fácil calcular el cubo de arena que vendría a apoyarse contra ellos. Entonces se tendría claridad sobre contra qué volumen había que luchar. Confiaba en cómo la ciencia y la tecnología podrían ir superando a las dificultades de la naturaleza. Otro argumento para valorar la importancia documental de sus estudios e informes.

A diferencia de Pichilemu, el otro gran trabajo de Camilo J. de Cordemoy fue con respecto a Talcahuano, pero lo abordó no desde el lugar específico de su emplazamiento, sino, por el contrario, desde un ámbito y desde un centro mayor: la bahía de Concepción. Allí, de nuevo, dio testimonio de su mirada amplia, pero capaz de detenerse y fijarse en lo más particular. La bahía de Concepción: doce kilómetros de largo por diez de ancho y, más aún, con una isla, la Quiriquina, para prestarle un abrigo natural y una serie de fondeaderos, las radas de Tomé, Penco, Talcahuano. Para la fecha de su informe, como él mismo lo consigna, en Talcahuano las obras de un dique de carena, que contendría buques de más de 100 m de longitud, se estaban concluyendo. Dicho dique estaba instalado sobre el banco de Marinao, junto a la península de Tumbes, al frente del banco Belén. Distinta era la situación respecto a la decisión sobre la elección de la ubicación del puerto a construir, elección que no dependía de las condiciones físicas, sino del costo de los trabajos, de las conveniencias militares, comerciales, etcétera.

Por lo mismo, el estudio que aquí se presenta priorizaba los cálculos relativos a los costos del proyecto, y en primer lugar, a si la elección fuese una opción distinta a la de Talcahuano y que otorgara la calidad de ciudad portuaria a la misma Concepción. En ese caso, las obras deberían contemplar la construcción de un canal horizontal, con un nivel de seis metros inferior al Biobío, para producir caídas de agua que servirían para desarrollar la industria de la ciudad, producir la luz eléctrica y mover los aparatos hidráulicos de la manutención del puerto. Las ocho mil hectáreas que separaban a Concepción de la bahía serían desecadas transformándose en ricas praderas, gracias a la irrigación “con las abundantes aguas” del Andalién. Por cierto, como lo demuestra el estudio presentado, esa obra, excepcional y grandiosa por su desarrollo, no se llevó a cabo, pero queda dentro de los imaginarios de lo que se pensó y de lo que pudo ser dicha ciudad. Se trataba más bien de una idea romántica que Camilo J. de Cordemoy se encargó de debilitar a partir de contraponer la relación costos-beneficios. También consideró, con sus propios fundamentos técnicos, otros proyectos como los de Las Salinas, de Penco y Tomé y se dedicó, en definitiva, al estudio prolijo de lo que debería ser el puerto de Talcahuano, de hecho, uno de sus aportes mayores al país a través de las proposiciones técnicas, financieras y el levantamiento de los planos que llevaron al gobierno, en 1894, a decretar su construcción siguiendo los lineamientos consignados por el francés y que en el estudio respectivo que se publica en este volumen están detallados. La disposición general de la obra significaba conquistar al mar tres dársenas; la primera, más cercana al dique, constituiría el puerto militar; las otras

formarían el puerto comercial: una destinada a la importación de las mercaderías, la otra a la exportación de los productos del país. Los contenidos del proyecto, con sus muros, dársenas, muelles, depósitos, rompeolas, etc., dan real cuenta de las significaciones de estos proyectos, que consideraban, además, a la propia ciudad y a su ferrocarril. Más aún, el propio Mensaje presentado por el gobierno al Congreso Nacional valoraba los significados del trabajo presentado:

“Hasta el presente el gobierno de la república, sea porque ha debido atender a la satisfacción de necesidades más imperiosas, sea por la carencia de los estudios indispensables, sólo ha empleado una mínima parte de los recursos fiscales en la construcción de obras estables y duraderas en los puertos, destinadas a facilitar el movimiento comercial de internación y exportación de mercaderías.

Dichas obras constituyen el complemento de los trabajos de viabilidad ya realizados, como caminos, ferrocarriles, y sin ellas no puede obtenerse de estos últimos todo el beneficio que lógicamente deben procurar a la nación.

A excepción del muelle fiscal de Valparaíso, que hoy en día está también muy distante de responder a las exigencias del movimiento comercial de nuestro primer puerto, apenas si se han llevado a cabo en los demás de la República, construcciones de importancia muy subalterna para verificar las operaciones de embarque y desembarque de productos.

La falta de obras de esta naturaleza ocasiona por una parte un recargo considerable de gastos, que disminuye en la misma proporción, con perjuicio de los industriales y del país en general, la utilidades que legítimamente les correspondería percibir, y embaraza por otra parte la tarea material del embarque y desembarque, la cual se realiza en condiciones deplorables y no en raras ocasiones, en circunstancias verdaderamente peligrosas.

Además de las obras necesarias para el comercio, es evidente necesidad la construcción de un puerto militar para el abrigo y refugio de nuestra escuadra en el mismo puerto en que deben quedar definitivamente instalados la Comandancia General de Marina, los arsenales de Marina y demás oficinas congéneres.

Preocupado el gobierno de remediar estas necesidades, encargó al ingeniero de trabajos marítimos, don Camilo J. de Cordemoy, el estudio de nuestros puertos, con el objeto de establecer la naturaleza de los trabajos que debían emprenderse para habilitarlos convenientemente y el costo que ellos demandarían.

Entre los estudios ya terminados, merece preferente atención el relativo a la formación del puerto de Talcahuano”¹⁸.

Otro de los proyectos de Camilo J. de Cordemoy estuvo referido a la regularización general del río Imperial que suponía, en primer lugar, un acabado estudio de la hoya hidrográfica del mismo y de sus implicancias históricas y geográficas, incluyendo la actividad franciscana a partir de 1851 y la presencia del vapor *Maule* que, en 1870 y al mando del capitán L. Señoret, había penetrado por el río levantando un plano sumario a pesar de los inconvenientes presentados por la población indígena local. También debía estudiar la situación de Nueva Imperial, un caserío

¹⁸ Véase más adelante, p. 67.

a un kilómetro y medio de la desembocadura, sólo con un centenar de habitantes, una nueva iglesia, una fábrica de alcohol, un molino y un muelle de propiedad de un francés en el cual atracaban los vapores que hacían el servicio del río Imperial, generalmente en comunicación con Valdivia, y a veces con Valparaíso. El estudio proseguía con la ruta hacia el interior, hasta Carahue, pueblo fundado en 1882 en el lugar de la antigua ciudad La Imperial y que pensaba estaba destinado a un brillante porvenir.

Esos vapores, cuando transportaban trigo, estaban obligados a ir a transbordarlos a otros puertos, como Talcahuano, o a los buques que hacían el comercio de exportación. Para entrar en el río, o para salir, debían franquear la barra que obstruía la desembocadura donde encontraban, por lo general, la profundidad necesaria para pasar, de manera que si el mar estaba un poco agitado, la travesía les resultaba muy difícil. Estas descripciones enriquecen el texto y entregan verdaderas imágenes de un tiempo tan lejano y que constituyó toda una época muy romántica de la navegación de entonces. Tampoco faltan ejemplos concretos: el *Bio-bío*, en uno de sus viajes, quedó treinta y tres días seguidos encerrado en el río, en el fondeadero de bajo Imperial provocando retardos y aumento de los fletes. Esa situación fue otro de los motivos por los cuales el gobierno impulsó y encomendó a Camilo J. de Cordemoy los estudios necesarios para mejorar las condiciones de infraestructura portuaria local. En estos contextos, las observaciones meteorológicas, el estudio de las corrientes del mar, olas, mareas; de las condiciones físicas del puerto y su entorno, como las descripciones sobre Carahue, constituyen no sólo interesante literatura desde el punto de vista de la descripción sino, también, desde el punto de las mediciones y de los cálculos técnicos. Como fuente, si juntásemos éstas y otras series de datos respecto al comportamiento de vientos y mareas, por ejemplo, dado los diferentes ciclos naturales, es evidente que la presentación de estos estudios tiene significación y utilidad. En todo caso, como el mismo Camilo J. de Cordemoy lo escribía y explicaba, el punto capital del proyecto se relacionaba con las mejoras de la boca; pero la situación del molo era crucial y para ello el ingeniero proponía un molo curvo, de mil quinientos metros, en el punto central en donde se encontraba el canal en el año 1893.

Los plantemientos de Camilo de Cordemoy, para ser apreciados, pueden compararse con lo ocurrido con Valparaíso y la participación que en su proyecto de mejoramiento tuvo otro ingeniero extranjero destacado: Jacobo Krauss.

EL PUERTO DE VALPARAÍSO: SUS POTENCIALIDADES Y REQUERIMIENTOS

La historia de Valparaíso, desde comienzos del siglo XIX, es sin duda una gran historia. Su expansión marítima y comercial fue el reflejo de la expansión económica del país y los éxitos de éste fueron los éxitos de su puerto. Las políticas fiscales en materia de legislación aduanera, más que reflejar tendencias liberales o proteccionistas, se orientaron a fomentar y aumentar las entradas que por este

concepto interesaban y expandían los presupuestos de la nación. El puerto creció en la medida que el país también lo hacía y, de hecho, hubo una fuerte coincidencia entre ambas situaciones. El problema surgió en la medida en que las necesidades de atención a las embarcaciones que llegaban crecían porque la navegación marítima se transformaba tecnológicamente y requería de nuevas materialidades que el puerto no ofrecía. A comienzos del siglo xx, Valparaíso era puerto obligado de numerosas líneas modernas que desarrollaban la ruta costera hasta Panamá y a través del Estrecho de Magallanes. Se distinguían la *Pacific Steam Navigation Company* que ya desde 1870 hacía recalar cuatro vapores al mes en Valparaíso, pero que en 1890 había logrado establecer navegación directa entre Liverpool y Valparaíso aumentando su frecuencia mensual a 15 llegadas y salidas. En 1910, 24 eran los vapores de carga y de pasajeros que frecuentaban esa ruta larga y otros 16 lo hacían para cubrir el servicio de la costa del Pacífico. El *Orcota*, de 11.546 toneladas de registro grueso y el *Oravia*, *Orissa* y el *Oropesa*, eran entre otros, los vapores que efectuaban bimestralmente la carrera del Estrecho tardando 31 días entre Liverpool y Valparaíso y cada 15 días a Panamá cubriendo el trayecto en 12 días. A la PSNC, entre otras, se unían la *Compañía Alemana de Vapores Cosmos* con grandes vapores correos de pasajeros y de carga procediendo desde Hamburgo, vía Amberes, al Callao cada 15 días y desde allí a los principales puertos chilenos, en particular hacia Valparaíso; y la *Toyo Kisen Kaisha*, compañía naviera japonesa que unía los puertos de Japón y de China con los puertos del Pacífico hasta México. Entre sus barcos, el *América Moru* tenía una capacidad de 11.000 toneladas. Se pueden agregar la Compañía *Lamport y Holt* o la *Compañía Peruana de Vapores y Diques del Callao*, pero también aquellas sociedades comerciales que operando desde el mismo Valparaíso representaban a agencias de líneas importantes: Wessel Dubai y Cía. actuaba a nombre de la línea de vapores *West Coast Line* con barcos de 5 a 6 mil toneladas que cada mes tocaban Valparaíso en sus viajes desde Nueva York. La firma estadounidense W. R. Grace había establecido navegación con el mismo Nueva York bajo el nombre de *Merchant Line*. Se unían la *Gulf Line*, La *New York* y *South American Line* y la *Weir Line*; la francesa *Compañía General Transatlantique*, la *Compañía de Navegación Belga* y la inglesa *White Star*¹⁹. La dificultad de fondo era que mientras el comercio y movimiento marítimo crecía, el puerto no lo hacía en la misma proporción, así, el problema se acrecentaba y necesitaba de soluciones urgentes.

La historia de las construcciones portuarias de Valparaíso quizá no tenga punto de comparación con la de otros puertos chilenos. Con cierto nivel de ingeniería moderna, distintos proyectos comenzaron a presentarse desde 1861. En ese año, Buenaventura Sánchez –conocido vecino y comerciante porteño– intentó formar una sociedad anónima que financiara la construcción de un molo que partiera desde Punta Duprat (como ocurrió en definitiva), pero que no tuvo acogida por parte del gobierno, debido a las exigencias de explotación particular del muelle y molo de abrigo por un plazo de cuarenta y cinco años. También en 1861 y al año siguien-

¹⁹ Karin S. Schmutzer, “El puerto: comercio, ingresos, los hombres e infraestructura”, pp. 107-110.

te, el ingeniero Ramón Salazar presentó estudios sobre un molo de mil setecientos metros de largo, con muelles y malecones semejantes al proyecto de Buenaventura Sánchez, que tampoco encontró mayor aceptación.

Le correspondió al conocido intendente de la provincia durante los años 1870 y 1876, Francisco Echaurren, la reedificación de los almacenes fiscales (destruidos en 1866) y los inicios de la construcción del muelle fiscal (1873-1883), primera obra portuaria chilena importante y que prestó servicios a buques de gran calado hasta 1919, cuando quedó incorporado a las obras del nuevo puerto. Además, entre 1883 y 1884, surgió el muelle para pasajeros (muelle Prat) que desapareció en la década de 1920²⁰.

En los últimos diez años del siglo XIX, se presentaron nueve proyectos conocidos por los nombres de sus gestores: Alfredo Lévêque y Eugenio de la Motte du Portan, sobre mejoramiento del puerto; E.A. White, sobre construcción de rompeolas, malecones y muelles en el Matadero o Cabritería (Portales); Fernando Boutrux, para dársenas en el mismo Valparaíso (todos en 1892); Domingo Otaegui, para construcción de dársena; Valentín Martínez, de mejoramiento del puerto en su mismo emplazamiento; R. Wedel y P.M. Jofré, proyecto de la población Vergara; Enrique López, dársena en Valparaíso (los cuatro en 1897); George Simpson, muelle dársena y el proyecto de la Compañía de Diques, que contemplaba la construcción de rompeolas, malecones de atraque y creación de cincuenta mil metros cuadrados de terrenos disponibles para ensanche de la población, servicio del puerto y vías férreas²¹. En todos los casos, hubo reservas de carácter técnico y financiero y, esencial, problemas de ejecución, a causa de la falta de sondeos y estudios analíticos completos de las condiciones geográficas de la bahía y de su fondo marino.

En la literatura histórica sobre la construcción definitiva del puerto, destacan los escritos de Roberto Hernández, gran historiador local y, a comienzos del siglo XX, subdirector de la biblioteca pública departamental de Valparaíso, la todavía existente biblioteca Santiago Severín. Parte importante de sus estudios, comentarios y artículos analíticos fueron publicados como libro en 1926²². En ese año, dos situaciones, de diversa naturaleza, según Roberto Hernández, actuaban en contra de Valparaíso. Por una parte, la competencia del puerto de San Antonio que estaba registrando una movilización de toneladas semejante al primer puerto de la república. Por otra parte, la rudeza de los últimos temporales con efectos, incluso, más graves que cuando no contaba con las obras de defensa portuaria que se construían a un elevadísimo costo. En este segundo caso, el autor hacía el recuento de la historia transcurrida acerca del tema y ponía énfasis para declarar su inconformidad con las decisiones tomadas al respecto y con los argumentos técnicos del proyecto. A la fecha, el rompeolas de Punta Duprat tenía ya trescientos metros construidos y a pesar de ello, en 1919 la draga *Chacolete* había naufragado a pocos metros de ese muro, ya que la marejada allí era tan fuerte como en el costado de Barón donde,

²⁰ Sapunar, *Historia...*, *op. cit.*, pp. 11-12.

²¹ Higinio González, *El puerto de Valparaíso*, pp. 21-26.

²² Hernández, *op. cit.*

sin molo, en este último año habían varado los vapores *Araucanía* y *Don Roberto*. Habían sido muchas las voces contrarias al proyecto en ejecución, entre ellas la de Domingo Casanova O., que dudaba del éxito de la empresa en términos de que pudiese transformar a Valparaíso efectivamente en un puerto moderno, pero, a pesar de ello, en 1924, el gobierno había contratado la extensión en setecientos metros del molo sobre lo ya construido²³.

Si vamos hacia atrás, siguiendo los relatos de Roberto Hernández, nos podemos detener en el 30 de diciembre de 1900, cuando, considerando la necesidad de colocar a Valparaíso en condiciones plenas de satisfacer al comercio, ofreciendo abrigo seguro a las naves y operando rápida y económicamente embarques y desembarques, el gobierno dispuso la creación de una junta de puerto encomendándosele el estudio de las materias pertinentes y la conservación y mejor aprovechamiento de las obras marítimas existentes. El 17 de enero del año siguiente, se autorizó una inversión de £17.250 para estudiar un proyecto de dársena y de esa suma, el mayor porcentaje se puso a disposición de la Legación de Chile en Francia para hacer efectivo el contrato suscrito entre el gobierno de Chile y el ingeniero holandés Jacobo Krauss, quien ya había trabajado con éxito en el dique de Talcahuano.

Jacobo Krauss había llegado al país a fines del siglo XIX siendo profesor de Hidráulica en la Universidad de Chile desde donde fue nombrado en 1892 en reemplazo de Alfredo Lévêque para terminar los trabajos de Talcahuano. Había estudiado en la Escuela Politécnica de Delft, formadora de los grandes ingenieros hidráulicos de Holanda. A los veintinueve años era ingeniero y antes de viajar a Chile se desempeñó en ferrocarriles, como constructor de un canal de navegación y como ayudante en la misma Politécnica donde, en marzo de 1901, fecha de su nuevo contrato en Chile, era su director y catedrático. De acuerdo con el mismo Roberto Hernández, Jacobo Krauss volvió al país en agosto del mismo año e impuso a sus trabajos un celo y actividad notables. Al listado de ingenieros y profesionales afines, se agregaron ingenieros de la Dirección General de Obras Públicas y la Dirección General de la Armada participó a través del contralmirante don Luis Uribe y diez guardiamarinas. También participó la Administración de Aduanas y el gobierno nombró como secretario de la comisión a don Alberto Fagalde²⁴. Jacobo Krauss volvió a Holanda en diciembre de 1901 después de haber realizado un intenso trabajo de sondajes en toda la bahía de Valparaíso: diecisiete mil seiscientas de profundidad y seiscientas de carácter geológico y de perforaciones.

Los trabajos del puerto de Valparaíso estuvieron acicateados por varias razones. Sin duda, la infraestructura portuaria estaba lejos de corresponder al sitio que Valparaíso había alcanzado a lo largo de la segunda mitad del siglo XIX entre las ciudades puertos del Pacífico. Más aún, los ecos de Panamá, y en el ámbito local el crecimiento del movimiento marítimo por San Antonio, eran cada vez más fuertes y, en ello, habían razones poderosas para estimar que si el viejo puerto no se mo-

²³ Hernández, *op. cit.*, pp. 5-6.

²⁴ *Op. cit.*, pp. 17-20.

dernizaba a partir de inversiones cuantiosas, su época de oro estaría por fenecer dando paso a sus competidores. Tratándose de un problema técnico, la discusión sobre el particular estaba acotada a políticas de Estado y municipales y a las muy específicas consideraciones de los ingenieros. Sin embargo, junto a ello, había también una situación mucho más cotidiana y que alcanzaba a lo que podría denominarse como opinión pública de la época, pero que, lógicamente, tocaba a toda la población. Como venía sucediendo, pero a principios del siglo xx con mayor espectacularidad, los naufragios en la bahía comenzaron a repetirse. En 1903, con grandes temporales, se produjeron graves catástrofes como las del *Arequipa*, que se fue a pique con tripulantes y pasajeros. Se le unieron los naufragios de otros grandes mercantes: la fragata *Foyledale*, la barca *Chivilingo*, la draga *Holanda*. En la noche del 1 al 2 de junio de ese año, un nuevo temporal provocó pérdidas materiales inmensas y de los restos del malecón que estaba en servicios desde el año anterior a partir de fuertes sumas que se impusieron para poder hacerlo operable. El problema del puerto se transformó en problema de la ciudad y del país, y las voces y los escritos acerca de las urgentes necesidades existentes para solucionar y decidir de una vez la situación portuaria del ya viejo puerto, siguieron acrecentándose.

Los estudios y planos de Jacobo Krauss llegaron a fines de 1903, considerado entonces un año fatídico. Las obras de mejoramiento consideradas por el holandés, se componían de tres grupos: dársena de las Habas; dársena de la aduana con malecones definitivos y dársena del Barón con enrocados. El proyecto conservaba, con prolongación, el muelle Fiscal con ensanchamiento de malecones por el lado de la tierra, lo que permitía preservar el muelle Prat. El debate parlamentario y gubernamental se centró en lo cuantioso de sus costos y en cuestiones relativas más que a especificaciones técnicas a la envergadura de las mismas pensando en sus proyecciones a futuro. Mientras que, para los defensores de Jacobo Krauss las obras solucionaban los problemas de mayor urgencia y permitían focalizar la actividad portuaria a través de las dársenas planteadas, para parte importante de sus impugnadores ellas no superaban la situación puesto que no contemplaban una defensa total de la bahía, que era lo que se necesitaba si se quería pensar con perspectivas futuras. Uno de los senadores, Enrique Mac-Iver, de notable influencia en la época, sintetizaba su oposición señalando que el puerto de Valparaíso debería construirse como lo hacían todos los puertos del mundo, es decir, buscando un abrigo que permitiese lograr una buena bahía donde existía una mala bahía. En noviembre de 1904, con la aprobación del Congreso, se dictó la ley que autorizaba la contratación de obras marítimas para Valparaíso y en abril de 1906 se abrieron las propuestas presentadas para la ejecución de las mismas, una de la casa Volter, de Holanda; otra de la casa Jackson de Inglaterra y una tercera del Sindicato de Obras Públicas de Chile, que contaba, además, con el apoyo del mismo Jacobo Krauss. Sin embargo, las tres fueron desechadas por motivos de presupuestos o por no llenar las bases del concurso. En junio de ese año, el gobierno solicitó una prórroga de un año para insistir en la contratación de las obras²⁵.

²⁵ Hernández, *op. cit.*, pp. 37-47 y 54-55.



Vista de la playa de Pichilemu. Año 1921. Colección Museo Histórico de Chile.

En agosto, Valparaíso fue sacudido por una nueva tragedia: el día 16 un gran terremoto sacudió la ciudad y redujo a escombros gran parte de lo edificado en el plan de la misma, en particular en el área de El Almendral, actual avenida Argentina y calles adyacentes, pero las nuevas preocupaciones no olvidaron el problema portuario dentro de todos los proyectos que comenzaron a surgir para la reconstrucción urbana. Todavía estaba vigente el proyecto Krauss y muchos pensaron que dado el estado en que había quedado el Almendral, el estero natural de las Delicias que por allí corría desde los cerros hacia el mar posibilitaba una magnífica ocasión para convertir la dársena del Barón de dicho proyecto en una entrada del mar hacia el interior, permitiendo la construcción de un puerto interior de buen nivel y a más bajo costo que la dársena en la costa. El propio Jacobo Krauss mostró interés en dicha posibilidad y, aunque con poca claridad pensó que podía ser una buena posibilidad. Otra vez, las dudas respecto a la cuantía y verdadero provecho de las nuevas instalaciones portuarias pensadas en sus proyecciones temporales provocaron nuevas discusiones. La mayoría de las autoridades locales se sintieron atraídos por una visión panorámica de cómo podía cambiarse el paisaje de una parte de la ciudad tan dañada e, incluso, algunos de ellos no dudaron en que si el proyecto prosperaba la mayor actividad portuaria de la ciudad podía trasladarse hacia Quintero. En el gobierno hubo vacilaciones puesto que, además, trabajaba aceleradamente con las ideas respecto a la reconstrucción de la ciudad. Volvieron, además, a surgir ideas ya debatidas. Entre ellas, la de un puerto interior en Viña del Mar que aprovechaba la salida del estero de Marga Marga al mar y ofrecía varios kilómetros hacia el interior con excavaciones más sencillas y construyendo espaciosos malecones para la carga y descarga del funcionamiento portuario.

En términos técnicos, el terremoto de 1906 provocó cambios en el fondo de la bahía e, incluso, en los primeros momentos, se llegó a mediciones de hasta veinte nuevos metros de profundidad en las inmediaciones del Barón. Ello llevó a aumentar el interés por una dársena interna y, a tal punto, que el 25 de agosto se ordenó al ingeniero Gerardo van Broeck practicar un reconocimiento de la bahía para constatar los posibles efectos del movimiento sísmico y, enseguida, se nombró una nueva subcomisión que estudiara las posibilidades concretas de dicha dársena. A partir de estas acciones, el 1 de septiembre, el ingeniero Nicanor Marambio presentó el respectivo proyecto que consideraba una extensión que se prolongaba entre los esteros de Jaime y Delicias (actuales avenidas Francia y Argentina) con una superficie de cincuenta y cinco hectáreas (mil cien metros de largo por quinientos cincuenta de ancho), un verdadero puerto con fondeadero seguro para todas las naves y que se conectaba a través de un corto canal a la dársena del Barón que figuraba en el proyecto Krauss. Paradójicamente, las mismas necesidades surgidas por el terremoto y la mayor urgencia para el gobierno respecto a la reconstrucción de la ciudad, en particular del Almendral, no permitieron la ejecución de la obra a pesar del entusiasmo despertado²⁶.

De esta manera, la historia de las obras portuarias continuaba. El 12 de octubre del mismo año el Ejecutivo presentó a la Cámara de Diputados el proyecto de reconstrucción del Almendral, sin puerto interior (el problema fue zanjado el 17 de enero del año siguiente con la aprobación del plano de reconstrucción de dicho sector), y el día 16 el Senado aprobaba por unanimidad la publicación del proyecto de mejoramiento del puerto de Valparaíso, en este caso del ingeniero don Higinio González, consistente en la construcción de dos grandes muelles²⁷. Como hemos señalado, la historia aún no concluía.

Entre otras razones, la situación en que se encontraba el proyecto Krauss, ya desfinanciado por otras prioridades gubernamentales y las dudas existentes al respecto, aumentaron las presiones por parte de los defensores de la construcción de un gran puerto en la bahía de Quintero, cuya idea original se atribuía, incluso, al almirante lord Thomas Cochrane. En paralelo, se unían aquéllos que sostenían que se desarrollara todo un programa de habilitaciones de puertos que, en la región central debía contemplar, además, a Papudo, Quintero y San Antonio, con lo cual se alivianaría el trabajo de Valparaíso, permitiéndole otras alternativas menos onerosas. Y, en tercer lugar, no faltaban quienes visualizaban una mirada más integral de la modernidad que debía alcanzarse y que comprometía todo un nuevo trazado de ferrocarriles tendientes a unir dichos puertos. En 1907, producto del trabajo de nuevas comisiones formadas al respecto, se presentaron propuestas por parte de Ricardo y Rodolfo Wedelé, en representación de la Compañía Anglofrancesa, y por don Domingo Ferrer de Val, en nombre de Sir John Jackson Limited de Londres. Por su parte, la casa White y Cía. de Nueva York y Londres, presentó el proyecto de dique en Viña del

²⁶ Véase Sergio Paravic Valdivia, "Proyecto de dársenas en El Almendral a consecuencia del terremoto de 1906 en Valparaíso", pp. 45-54.

²⁷ Hernández, *op. cit.*, pp. 56-65.

Mar, que fue rechazado. Volter, por la Compañía Holandesa, intentó insistir con una doble dársena en El Almendral, pero esa idea ya estaba desechada²⁸.

A fines de octubre de 1908 se reinició la discusión en el Parlamento sobre las obras de Valparaíso. Y, en esta oportunidad, ya se entró en camino directo. Junto con comenzar a desecharse el proyecto Krauss, el nuevo interés del gobierno fue defender la propuesta de Adolfo Guérard, Inspector General de Puentes y Calzadas de Francia, compuesta principalmente de un largo rompeolas, de longitud variable (entre mil y mil quinientos metros) y ubicado en sitios y profundidades antes no consideradas por Jacobo Krauss según su estimación del subsuelo. Roberto Hernández, nuestro principal y casi exclusivo testimonio sobre el particular, relata que hubo parlamentarios que no se explicaban el cambio político del gobierno y de qué manera se había gastado tiempo y esfuerzos de un grupo de ingenieros para apoyar al holandés para dejarlo de lado a cambio de Adolfo Guérard, que no había estado más de cuatro días en Valparaíso, que no había hecho sondeos en comparación con los 17.600 de Jacobo Krauss y que se había limitado sólo a un paseo por la bahía antes de dirigirse a Santiago para presentar su proyecto. El propio Adolfo Guérard, se argumentaba, tampoco estaba muy convencido de su propuesta, ya que como alternativa a la construcción del molo de los mil quinientos metros, sugería un rompeolas reducido a la mitad en su longitud y un segundo al lado del Barón. Incluso, una tercera opción era un molo más reducido y sin construcción en el Barón. Junto con Adolfo Guérard, sin grandes apoyos, hubo dos nuevas tentativas basadas en los estudios previos de Jacobo Krauss: de don Julio Torrealba T. (concesionario del puerto de Constitución) y David Montt y otro de Marcial Cordovez Aguirre. La primera, conocida como el Proyecto Nacional para diferenciarlo de Adolfo Guérard, ofrecía diques, saneamientos y otras construcciones complementarias. La segunda, dos dársenas y un abrigo completo de todo el malecón. En noviembre del mismo año, un gran *meeting* convocado en Valparaíso, que reunió entre treinta y cincuenta mil porteños, se organizó para apoyar el proyecto Guérard. Empero, no disminuyó el debate, no permitió dilucidar de una vez el problema y, por el contrario, puso a una mayoría parlamentaria en contra del gobierno decidido, por entonces, a inclinarse por dicha iniciativa. Más aún, fueron los propios proponentes de dicho proyecto Guérard quienes terminaron retirándolo. 1908 terminó, un año más, sin la resolución de las obras que, en todo caso, todos consideraban necesarias, pero cada uno de los participantes con sus propias ideas y argumentos. Nuevos debates, incluso ahora sin proyectos, concluyeron sólo el 7 de septiembre de 1910 cuando se dictó la ley N° 2.390, que autorizaba al Presidente de la República para ordenar una comisión para proponer el plan definitivo de obras marítimas para el mejoramiento de los puertos de Valparaíso y San Antonio. Se dio vida a la Comisión de Puertos, que fue la que, finalmente, propuso el plano de las obras para Valparaíso aprobados por decreto supremo del 22 de febrero de 1911. Entre medio, incluso, hubo otra propuesta, la llamada Scott, que tampoco pasó más allá de un débil debate público sobre la misma²⁹.

²⁸ Hernández, *op. cit.*, pp. 66-77.

²⁹ *Op. cit.*, pp. 78-92 y 104-105.

La Comisión de Puertos, basándose en toda la documentación reunida, incluidos los estudios de Jacobo Krauss, determinó realizar una serie de sondajes geológicos en la bahía, mediante un sistema de tubos de acero, tapados en un extremo algunos, destapados otros, lastrados un tercer grupo, a fin de poder medir la capacidad de resistencia del fondo marino a profundidades variables de quince a cincuenta y cinco metros. Como resultado, se pudo medir que el fondo fangoso, a cincuenta y cinco metros de agua, presentaba una superficie no compacta de 7,70 m. Este antecedente era fundamental para la construcción del rompeolas que, partiendo desde Punta Duprat en dirección al oriente, se prolongara por trescientos metros (sobre cuarenta y cinco metros de agua), para doblar enseguida hacia el SE en longitud de setecientos metros y sobre profundidades de cincuenta y cinco metros. La ejecución de esta obra se realizó en dos etapas: los primeros trescientos metros a partir de 1912 y los setecientos restantes, a contar de 1923, ambas a cargo de la firma inglesa de Pearson y Cía.

En la inauguración de las obras, las de 1912, el representante de la firma constructora señalaba en su discurso:

“Las obras que emprendemos, no sólo son importantes bajo el punto de vista comercial, sino que también son muy interesantes a la observación del ingeniero, pues comprenden la construcción de un rompeolas que alcanza una profundidad en que jamás se haya trabajado antes... El extremo del rompeolas alcanzará una profundidad de cincuenta y cinco metros, profundidad que, junto con la naturaleza fangosa del mar, constituyen un estudio muy interesante que será observado por ingenieros de todas partes del mundo. La construcción y colocación de los cajones monolíticos de concreto al extremo de este rompeolas, será también un trabajo de sumo interés”³⁰.

Para la época, la construcción del muelle significó un trabajo impresionante: composición de taludes de enrocados y arenas de base de 115 m de ancho en las profundidades mayores y de 32 m de alto. Sobre éstos, un revestimiento de bolones y piedrecillas de un ancho de sesenta metros y veinticinco de altura. A continuación, otra capa de grandes enrocados para cubrir una plataforma de treinta y dos metros de ancho y once a doce de alto, todo lo cual –dejándose asentar por lo menos durante un año– debía soportar el peso de la superestructura compuesta por grandes bloques monolíticos de dieciséis metros en la base, quince de altura y veinte de largo, colocados uno al lado de otro para obtener así el muro macizo que efectivamente se logró. Debe mencionarse también el esfuerzo técnico que se requirió para construirlos y, en especial, el sistema ideado para sumergirlos en el punto adecuado luego de hacerlos flotar para llevarlos hacia su ubicación definitiva.

El malecón se calculó para resistir olas de nueve metros de altura por noventa de largo y con velocidad de doce metros por segundo. Sin lugar a dudas que, más allá de su ubicación y longitud, que fueron bastante discutidas, en lo esencial se tu-

³⁰ Citado por Hernández, *op. cit.*, p. 120.

vo completo éxito. La categoría de la obra queda señalada por el hecho de alzarse sobre un fondo marino a cincuenta y cinco metros de profundidad, siendo uno de los rompeolas de mayor altura en el mundo, si no el de mayor altura. Las obras de Valparaíso se complementaron con la construcción del muelle Barón, para carbón, de doscientos metros de largo, por treinta de ancho y con fundiciones tubulares por aire comprimido que, como método técnico, debe considerarse como otro efectivo adelanto de la ingeniería chilena de la época. Además, se logró construir el espigón de atraque y el muelle de desembarco o malecón Prat³¹.

En el desarrollo de las actividades portuarias de Valparaíso es importante consignar la construcción y funcionamiento de diques flotantes. Nicolás F. Tiedje tuvo el privilegio de lanzar al agua el primero de ellos que, por desgracia, tuvo muy efímera vida: sólo desde mayo de 1857 a junio de 1862. Le siguió el bautizado como *Valparaíso I*, que comenzó a prestar servicios en 1864 y que se hundió por causas del gran temporal del 29 de mayo de 1915, que siguió a inundaciones producidas en la ciudad producto de una lluvia torrencial. Hubo enormes discusiones, quejas y recriminaciones, ya que las obras de la Comisión de Puertos no sólo contemplaban las construcciones en el mar sino que, también, tenían que ver con todos los trabajos de cauces y encajonamiento de las quebradas para producir una buena salida de las aguas en la bahía. De hecho, ya asomaban las tradicionales discrepancias entre los criterios y decisiones tomadas en Santiago y las miradas surgidas en el propio Valparaíso, que buscaba que se respetaran sus mejores conocimientos acerca de sus propias realidades. Había sucedido con respecto a las piedras de la cantera de Las Salinas, de donde procedían los grandes cajones que se estaban depositando en el fondo del mar, y de nuevo se alzaron las voces porteñas para paralizar las obras sobre la base de que no era posible que ellos, los santiaguinos, “continúen a cargo de una entidad mediterránea, que no se da cuenta de lo que pasa en Valparaíso”. En esas circunstancias aconteció lo del *Valparaíso I* que, según el diario *La Unión*, se debió en gran parte a que con motivo de las obras del puerto, hubo de cambiarse el fondeadero de los dos diques, que quedaron en un sitio donde más les afecta los temporales. El segundo dique era el *Santiago*, que había llegado al puerto en abril de 1865, un año después del *Valparaíso* y que muy pronto siguió la suerte de aquel al hundirse el 20 de enero de 1921, sin temporal de por medio, pero para los testigos del hecho, igualmente a causa de su ubicación por efectos del cambio de sitio en la bahía³².

³¹ Respecto de las obras portuarias de Valparaíso que, en lo fundamental, se conservan hasta la actualidad, existe abundante material de consulta. Entre otras obras se destacan las citadas de Roberto Hernández y de Alberto Fagalde. Además, véase en *Anales del Instituto de Ingenieros* trabajos especializados de Eduardo Reyes Cox, Domingo Casanova O., Enrique Dolí, W. Kamp y Jorge Lira Orrego. vol. xi, Santiago, 1911, pp. 162-174 y 190-192; vol. xii, Santiago, 1912, pp. 286-290; vol. xvi, Santiago, 1916, pp. 308-317; vol. xxiii, Santiago, 1923, pp. 3-5; vol. xxiv, Santiago, 1924, pp. 34-52, 98-118, 143-162, 163-179, 206-219, 220-227, 242-248 y 270-290. Todavía en 1950, en el mismo Instituto se recordaba y se seguían discutiendo algunos aspectos técnicos de las obras de comienzos de siglo. Jorge Lira O., “El molo de abrigo de Valparaíso”, pp. 339-351.

³² Hernández, *op. cit.*, pp. 148-149.

De mayor volumen, su compañero, el *Santiago*, estuvo en funciones entre 1865 y el 20 de enero de 1921, desgraciado día cuando desapareció en el mar, como resultado de fallas en el sistema de bombas de achique. En 1924 arribó, procedente de Holanda, el *Valparaíso II*, metálico, a diferencia de los anteriores que habían sido construidos en madera, y con un desplazamiento de cuatro mil quinientas toneladas, cuya vida útil llegó hasta 1940 cuando terminó hundido en las aguas de Valparaíso³³.

Nos hemos referido a los temporales que terminaron con los diques antes señalados, pero hubo otros tantos desastres de gran magnitud que no sólo dañaron la vida urbana de la ciudad, también, su vida portuaria y, de hecho, lo que estaba sucediendo con sus obras marítimas. El temporal de los días 25 y 26 de mayo de 1915 tuvo efectos trágicos en el fracaso de las obras de mejoramiento de las quebradas, trabajos que estaban a cargo de la Comisión de Puertos y alcanzaron tal gravedad que, incluso, se llegó a ordenar la paralización de las obras en curso. A fines de 1916, una de las obras consideradas esenciales, el espigón de atraque, entró en una fase de discusión decisiva. Por entonces, se llegó a determinar que no sólo podía suprimirse, sino que, además, ello podría traer ventajas al plan general de lo que se proyectaba unos meses antes; en marzo de ese año, el ministro de Obras Públicas se había manifestado partidario de esa supresión para retomar uno de los puntos básicos del proyecto Krauss. En todo caso, se terminó por convenir la materialización de trabajos que en lo general se basaban en uno de los aspectos centrales del proyecto original del holandés, la actual costanera, y el espigón de atraque cuyos trabajos definitivos se reanudaron el 21 de febrero de 1917. Roberto Hernández fue prolijo en describir la ceremonia de inauguración de dichas obras, la

“de hacer flotar y fondear en un punto próximo al de su ubicación definitiva el primero de los grandes cajones monolíticos para el molo de abrigo. Presidió la ceremonia el ministro de Hacienda y asistieron innumerables invitados. Era aquel el monolito más grande del mundo y no dejaba de ser un honor que se hubiese construido en Valparaíso. El acto oficial despertó verdadero entusiasmo en todo el público... El peso del primer cajón monolítico, sin relleno, era de 2.434 toneladas y con relleno 11.360 toneladas. En acero empleado había 143 toneladas. La construcción demoró 118 días y todo colocado en su sitio venía a costar doscientos cincuenta y cinco, quinientos doce pesos oro de 18d.”³⁴.

En mayo del mismo año, el gobierno se recibió de las obras del muelle Barón que, por décadas, fue denominado por su actividad central: la descarga del carbón. Sus obras comenzaron en julio de 1913 y, al concluirse, fue entregado para su explotación a la Empresa de Ferrocarriles del Estado. En el otro extremo, como parte de las obras del nuevo espigón y sitios de atraques, desaparecían los ya antiguos y

³³ Pedro Sapunar P., “Monografía de las obras portuarias de Valparaíso”, pp. 275 y 291. El actual dique flotante, el *Valparaíso III*, dique de acero construido en Asmar de Talcahuano con capacidad de levante de diez mil toneladas, arribó a Valparaíso el 19 de abril de 1985.

³⁴ Hernández, *op. cit.*, pp. 152-162; la cita en p. 162.

clásicos muelles Prat y Fiscal, que estaban cimentados en fundaciones de hierro y cemento con columnas cilíndricas de base.

La historia recién comenzó a concluir en 1923, cuando un segundo contrato con la firma de Pearson y Cía. permitió la construcción del brazo inclinado del rompeolas con inicios en Punta Duprat, que dio configuración al muelle observado hasta el presente. Nunca hubo aceptación generalizada de estas obras. Por un lado, en 1924, Domingo Casanova publicó en los *Anales del Instituto de Ingenieros*, un extenso artículo que señalaba lo que debió hacerse y proponía lo que aún era tiempo de rectificar para obtener un buen puerto en Valparaíso. Se criticaba aspectos técnicos del proyecto en ejecución; se decía que la punta del muelle, al término de sus setecientos metros de longitud, sería un punto de movimiento e inflexiones de las aguas que, en tiempos de temporal, harían poco segura la permanencia de barcos al interior de la bahía; que Valparaíso no necesitaba una rada artificial de refugio basada sólo en un gran rompeolas, sino un puerto comercial moderno formado por un conjunto de dársenas abrigadas en todas direcciones. Por el otro lado, en noviembre de ese año, al momento de la entrega de la primera etapa de las instalaciones más fundamentales antes de iniciar la prolongación de los setecientos metros del muelle, el representante de Pearson señalaba que las obras constituían una novedad mundial,

“por cuanto no se había construido en ningún puerto del mundo un molo de abrigo en aguas tan profundas. En la extremidad de éste la cota alcanza a cincuenta y cinco metros bajo el nivel del mar”.

Al mismo tiempo, *El Mercurio de Valparaíso* señalaba:

“un fausto acontecimiento y motivo de legítima satisfacción para nosotros es la terminación de las obras del puerto de Valparaíso, después de catorce años de no interrumpidos ni perturbados trabajos por dificultades o tropiezos con la firma constructora... Estas obras entregan a las actividades del comercio nacional un puerto moderno, dotado de todos los elementos necesarios para la carga y la descarga de naves en las condiciones de seguridad y de economía, dentro de las posibilidades que ofrecía el problema de hidráulica que tuvieron que resolver los ingenieros y los constructores...”³⁵.

En 1926, el secretario de la Comisión Central de Puertos, el ingeniero don Jorge Lira, hacía el resumen de todas las obras: Dos clases de obras se construyen en Valparaíso: las de abrigo y las de atraque:

“Estas últimas están terminadas y son suficientes para todo el movimiento comercial que puede tener el puerto. De las obras de abrigo se ha construido el primer trozo del molo principal, que sale de Punta Duprat, y se está trabajando en el segundo trozo, que se dirige hacia el muelle del Barón, y del cual se han contratado 700

³⁵ Hernández, *op. cit.*, pp. 228-231.

metros... El abrigo completo de la bahía se conseguirá prolongando este molo 300 metros y construyendo otro de 1.100 metros de largo, que le salga al encuentro, partiendo del antiguo Fuerte Andes, dejando entrambos la entrada al puerto con unos 300 metros de ancho”³⁶.

Como sabemos, no se construyeron los trescientos metros de continuación del muelle actual ni menos aún el otro brazo de mil cien metros de largo.

Allí quedó la historia de la infraestructura básica del puerto de Valparaíso. Lo que sigue mucho tiempo después, y hasta la actualidad, corresponde a las permanentes modernizaciones técnicas que le han permitido subsistir en el tiempo y adecuarse a las nuevas modalidades del transporte, carga y descarga marítima. La tan porteña, conocida y recordada Sara Vial, escribía que cuando Roberto Hernández había publicado el libro que nos ha servido de base en este estudio, se lo había enviado al propio Jacobo Krauss, entonces ministro de Obras Públicas de la reina Guillermina de Holanda y que éste le había contestado con una atenta carta de felicitación. Para Roberto Hernández, Jacobo Krauss había realizado el estudio científico más completo que ha existido para el puerto de Valparaíso y pensaba que sólo la confabulación de otros intereses había dejado de lado el proyecto. Siempre recordaba esa noche del 1 al 2 de junio de 1903 con el hundimiento del *Arequipa* y cómo, en la noche del 21 al 22 de mayo de 1940, el acorazado *Almirante Latorre* había estado a punto de sufrir igual suerte. Sara Vial agregaba:

“con relación al ingeniero Jacobo Krauss, hemos leído crónicas de Joaquín Edwards Bello citando su nombre y la indiferencia de los chilenos, que bien pudo, de no haber sido así, cambiar la historia del primer puerto. No cabe duda que don Joaquín se nutrió también de las aguas investigadoras de Roberto Hernández y las tomó en cuenta como se debía, enriqueciendo con ello la memoria de su pluma de cronista”³⁷.

Respecto a los alcances técnicos del proyecto Krauss, se puede afirmar que el mismo estuvo basado en una profunda reflexión y análisis de los condicionantes de la bahía, la meteorología, las lluvias, vientos, mareas, corrientes, olas, topografía, sondajes, el examen geológico del subsuelo de la bahía, los embancamientos y la salida de cauces y esteros. Jacobo Krauss realizó, además, estudios comparativos con otros puertos: Hamburgo, Birkenhead, Marsella, Amsterdam, Dunkerque, Génova, Rotterdam, Havre, Trieste, Amberes, Ruan, Bremen, Liverpool, Barcelona, Buenos Aires, todo para hacer comparaciones entre la rentabilidad y la inversión realizadas en dichas instalaciones. De acuerdo con todo ello, el proyecto dejaba de lado posibles obras en la población Vergara, en Viña del Mar, y restringía el campo de acción al centro de las instalaciones portuarias existentes: muelles y almacenes fiscales. En consecuencia, las obras proyectadas se centraban en cuatro grupos: aquéllas situadas al oeste de la bahía, esto es, dársenas de Las Habas, de

³⁶ Citado por Hernández, *op. cit.*, p. 239.

³⁷ Sara Vial, “Roberto Hernández. El periodismo. Los libros y la Bibliotecología”.

la Aduana y el muelle fiscal con sus malecones adyacentes; el malecón definitivo; la dársena del Barón y las obras futuras en la población Portales. En el caso del malecón definitivo, las obras no sólo consultaban el área marítima sino que, también, afectaban positivamente al propio casco urbano de la ciudad al extender el espacio disponible a la altura de la calle Urriola a ochenta y dos metros más afuera del malecón entonces existente. Además, se ganaba terreno al mar a la altura del estero de Jaime, actual avenida Francia. También se proponían buenos resultados adicionales para la dársena del Barón, que posibilitaba alcanzar un espacio de cien metros de ancho para ubicación de nuevos galpones, bodegas y depósitos. Además, la avenida Brasil debería prolongarse hasta las Delicias, es decir, a la propia avenida Argentina actual, que no se contradecía con un proyecto muy estudiado por la municipalidad local. Permitiría también un nuevo camino hacia Viña del Mar y mejores condiciones de acceso hacia el cerro Barón³⁸.

Sabemos que el proyecto Krauss, salvo en términos de lo que es el largo malecón extendido entre Barón y el actual muelle Prat, en definitiva no se ejecutó. Las razones son muchas y complejas, quizá el terremoto de 1906 fue tal vez la causa directa de su paralización y posterior marginación como la solución más pensada, más discutida y la que provocó mayor confianza debido a los cuidadosos detalles en términos de mediciones y estudios previos a la generación del proyecto. Por una parte, la necesidad de reconstrucción de la ciudad que significó una verdadera reingeniería del plano urbano; por otra, la creciente demanda de financiamiento para tantas diversas obras que impidieron, en ese momento, asumir de una vez el proyecto del ingeniero belga. Que en definitiva éste no se haya plasmado en construcciones concretas, no disminuye su importancia dentro de la ingeniería portuaria chilena: frente a las realidades concretas, la importancia de Jacobo Krauss corresponde a los estudios realizados y al conocimiento específico que se logró de las profundidades de la bahía porteña tanto como de la fuerza y orientación de sus vientos y el natural comportamiento de sus olas. Siempre sus estudios estuvieron presentes, y en la memoria de los especialistas y de la ingeniería portuaria su aporte respecto al conocimiento de nuestras costas sigue destacando y sigue siendo de importancia.

Un estudio más prolijo sobre el significado de Jacobo Krauss para el gran proyecto de construcción del puerto de Valparaíso, como para el conocimiento urbano de la ciudad a comienzos del siglo xx y de lo que fue posible realizar en las décadas siguientes para alcanzar gran parte de la fisonomía de la ciudad actual, debe considerar la publicación realizada como Comisión Krauss bajo el título de *Puerto de Valparaíso, proyecto de dársena y malecón*, pero que se refiere concretamente a los estudios y trabajos del ingeniero belga³⁹ y donde, una vez más, se hace acopio de informaciones sobre los más variados aspectos de las necesidades portuarias vistas no como fines en sí mismas, sino en relación con el carácter y necesidades de la ciudad como un todo.

³⁸ Sara Vial, *op. cit.*, pp. 118-158.

³⁹ Jacobo Krauss, *Proyecto de mejoramiento del puerto de Valparaíso*.



Nueva Imperial. Puente carretero y restos del puente del ferrocarril hundido. Colección Museo Histórico de Chile. 1920.

BIBLIOGRAFÍA

- Cámara de Comercio, Servicios y Turismo de Antofagasta A.G., *Octagésimo Aniversario, 1924-2004*, Antofagasta, Emelnor Impresores, 2004.
- Casanova O., Domingo, “La creación de las juntas de puerto no es oportuna”, en *Anales del Instituto de Ingenieros*, vol. XVIII, N° 116, Santiago, 1900.
- Cavieres, Eduardo, “Las obras portuarias”, en Sergio Villalobos (director), *Historia de la Ingeniería en Chile*, Santiago, Instituto de Ingenieros, HACHETTE, 1990.
- Fagalde, Alberto, *Breves apuntes sobre las obras marítimas y fluviales de Chile*, Valparaíso Talleres Tipográficos de la Armada, 1906.
- González, Higinio, *El puerto de Valparaíso*, Santiago, Imprenta Universitaria, 1912.
- Hernández, Roberto, *Las obras marítimas de Valparaíso y el puerto de San Antonio. La concesión de Quintero. Estudio histórico sobre un gravísimo problema regional a la vez que nacional. Con ilustraciones y dibujos hechos especialmente (1900-1926)*, Valparaíso, Imprenta Victoria 1926.
- Krauss, Jacobo, *Proyecto de mejoramiento del puerto de Valparaíso*, publicado por orden del gobierno, Santiago, Librería Inglesa de Hume y Cia., 1903.
- Lira Orrego, Jorge, *Puertos chilenos*, Santiago, Imprenta Nascimento, 1933.
- Lira Orrego, Jorge, “El molo de abrigo de Valparaíso”, en *Anales del Instituto de Ingenieros*, vol. LXIII, Santiago, 1953.
- Marín, Santiago, *Bosquejo histórico de la enseñanza de la ingeniería en Chile*, Santiago, Nascimento, 1935.
- Mensaje del Supremo Gobierno al Congreso Nacional, Santiago, 26 de octubre de 1894.
- Parada Hoyl, Jaime, “La profesión de ingeniero y los *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, 1840-1927*”, en *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile. Ingeniería y Socie-*

- dad, 1889-1929*, Santiago, Cámara Chilena de la Construcción A.G., Pontificia Universidad Católica de Chile, Biblioteca Nacional de Chile, Biblioteca Fundamentos de la Construcción de Chile, 2011, tomo 51.
- Paravic Valdivia, Sergio, “Proyecto de dársenas en El Almendral a consecuencia del terremoto de 1906 en Valparaíso”, en *Revista Mar*, N° 192, Valparaíso, Liga Marítima de Chile, marzo 2006.
- Reyes Cox, “Eduardo, Las obras de mejoramiento del puerto de Antofagasta y Empresa Constructora del puerto de Antofagasta: obras en ejecución”, en *Anales del Instituto de Ingenieros*, vol. XXII, Santiago, 1922 y vol. XXII, Santiago, 1923.
- Sagredo Rafael Baeza, *Vapor al norte, tren al sur. El viaje presidencial como práctica política en Chile. Siglo XIX*, Santiago-México D.F., Ediciones Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos, Centro de Investigaciones Diego Barros Arana, El Colegio de México, Colección Sociedad y Cultura, 2001, vol. XXVI.
- Sapunar, Pedro, *Historia de las obras portuarias en Chile*. Santiago, mimeógrafo, 1987.
- Sapunar P. Pedro, “Monografía de las obras portuarias de Valparaíso”, en *Revista de Marina*, N°3, Valparaíso, 1986.
- Schmutzer S. Karin, “El puerto: comercio, ingresos, los hombres e infraestructura”, en Baldomero Estrada, Eduardo Cavieres, Karin Schmutzer y Luz María Méndez, *Valparaíso: sociedad y economía en el siglo XIX*, Valparaíso, Universidad Católica de Valparaíso, Instituto de Historia, Monografías Históricas, 2000, vol. 12.
- Vergara Montt, Enrique, “El puerto industrial de San Antonio”, en Enrique Vergara Montt, *Puerto de San Antonio y su ferrocarril*, Santiago, 1906.
- Vial, Gonzalo, *Historia de Chile, 1891-1973*, Santiago, Santillana, 1981.
- Vial, Sara, “Roberto Hernández. El periodismo. Los libros y la Bibliotecología”, en *El Mirador de Lukas*, año 2, N° 5, Valparaíso, abril 1998.

MINISTERIO DE INDUSTRIA I OBRAS PÚBLICAS

ESTUDIO
RELATIVO A LOS PUERTOS DE
IQUIQUE, PICHILEMU,
TALCAHUANO E IMPERIAL

POR

CAMILO J. DE CORDEMOY
CONSULTOR TÉCNICO DEL GOBIERNO DE CHILE



SANTIAGO DE CHILE
IMPRESA NACIONAL, CALLE DE LA MONEDA N.º 73

1896

ESTUDIO RELATIVO
A LOS PUERTOS DE IQUIQUE, PICHILEMU,
TALCAHUANO E IMPERIAL

IQUIQUE¹

Iquique se halla situado a los 20°12'15" de latitud Sur y 70°11'15" de longitud Oeste Greenwich.

Frente a la ciudad se encuentra la isla Serrano, que mide cerca de 700 m de largo por 400 m en su mayor ancho. Su altitud es a lo sumo de 9 m. Queda entre ella y el continente un canal de 500 a 600 m de ancho.

VIENTOS

Según el *Anuario de la Oficina Central Meteorológica* de Chile, los vientos soplan en Iquique anualmente al número siguiente de días:

<i>N</i>	<i>NE</i>	<i>E</i>	<i>SE</i>	<i>S</i>	<i>SO</i>	<i>O</i>	<i>NO</i>	<i>Calma</i>
15	10	7	10	90	142	17	10	64

La resultante general equivale a un viento que sopla de SSO $\frac{1}{4}$ SO durante 200 días. Es, pues, realmente un viento dominante. Llama la atención la ausencia casi completa de los vientos del este. Los del Norte también son escasos: producen a veces temporales. Los más temibles son los del Sur.

OLAS

Las olas llegan generalmente del SO hasta el extremo sur de la isla. Ahí giran y entran en el canal según la dirección del eje del muelle de pasajeros, ocasionando un oleaje incómodo, aun en tiempo ordinario, para la navegación. Las olas que azotan la isla al NO giran también a lo largo de su costa y vienen a chocar en las rocas conocidas con el nombre de Patillajuaje, donde se encuentran con las olas

¹ Traducido del francés por el señor don A. Capdeville.

que han entrado por el sur del canal. De esto resulta un choque peligroso para los botes al pasar el Patilliguaje.

Durante los temporales el efecto ordinario crece mucho. La navegación del canal es muy difícil. Entre el Patilliguaje y el muelle James Inglis se forma una barra de olas que no se puede pasar. En este caso el desembarque se hace generalmente por el muelle del ferrocarril. A veces las embarcaciones que salen de los muelles del sur tienen que dar la vuelta a la isla para llegar donde los buques están anclados, al norte, en aguas profundas y relativamente tranquilas.

CORRIENTES

De una manera general se puede decir que en tiempo normal no hay corriente ni en el canal ni en la bahía de Iquique, al norte de la isla. La marea produce una poca sensible, de dirección variable con el flujo y reflujo. La causa principal de las corrientes occidentales es el viento. El Norte sobre todo determina una que se dirige hacia la costa con una velocidad raras veces superior a 0,50 m por segundo. A veces, por el contrario, este viento, al azotar la isla, produce una ola refleja que va a rebotar en el continente y se vuelve en una corriente que se aleja de la costa. Estas corrientes, por lo que toca a los trabajos que hay que emprender en Iquique, no tienen, pues, importancia.

ARENAS

La playa al sur de Iquique es de arena blanca, compuesta casi únicamente de conchas quebradas. El llano, que se extiende desde la costa hasta el cerro, lo cubre una arena amarillenta, que proviene de la descomposición del granito y de la tranquilidad del suelo. Esta arena se encuentra también en las faldas occidentales de los cerros.

Al Norte, la playa Colorada está formada por la mezcla de esta arena amarillenta y conchas molidas.

En el canal se encuentran algunas manchas blancas de conchas quebradas, como también en varias caletas de la isla. Esta formación es puramente local.

La comparación de las arenas del Sur y del Norte; su ausencia en el canal, donde existen hierbas marinas; el régimen de las corrientes y de las olas; todo prueba que no hay transporte de arenas a lo largo de la costa.

El ingeniero no tiene, pues, que temer que sus trabajos en la bahía sean embancados.

NATURALEZA DEL FONDO

En el canal, el fondo está compuesto de traquita colorada, dura. En la bahía es de arena y lodo.

FONDEADERO

Como ya se ha dicho, los buques fondean al norte de la isla, en la bahía protegida por ésta, quedando tranquilos, menos durante los temporales del Norte.

La distancia del fondeadero al muelle de pasajeros es de 900 m, más o menos. Las lanchas y botes del tráfico atraviesan el Patilligaje y encuentran en su camino numerosos escollos peligrosos.

MEDIOS DE MANUTENCIÓN

Existen en Iquique varios muelles. El mejor es el del ferrocarril, situado al principiarse la playa del Colorado. Alcanza profundidades de 6 m, en agua generalmente tranquila. El ferrocarril tiene vías prolongadas sobre este muelle, lo que hace fácil el desembarque del carbón. También posee la única grúa poderosa para bultos pesados.

Los demás muelles son inferiores; los sacos de salitre se botan por corredores en las lanchas atracadas. Todo el trabajo se hace a mano.

También se embarca el abono en las caletas del canal: los hombres llevan el saco al hombro y avanzan en el agua hasta los botes llamados *cachuchos*, que no reciben más de cinco sacos.

Los cachuchos llevan su carga hasta las lanchas ancladas como 40 m más lejos. Éstas las transbordan, por fin, al buque.

Excusado, es decir, que en estas condiciones el carguío del salitre es muy demoroso y caro. En promedio, los buques permanecen tres meses en la bahía de Iquique, empleando más de un mes en la carga.

Sin embargo, los grandes buques de la compañía Bordes tienen contratos para cargar en diez días, pero con precio subido.

Tal estado de cosas ha hecho siempre patente la necesidad de una mejora. De donde han provenido los distintos proyectos presentados con este objetivo.

PROYECTOS ANTERIORES

Hay algunos proyectos muy antiguos y aun del tiempo de la ocupación peruana.

Generalmente se ha pensado en la construcción de un muro de unión entre la isla y el continente, muro que saldría del molino Deva o del muelle James Inglis. Se conseguiría así al norte del canal un espacio tranquilo, donde las operaciones se harían con toda seguridad. Con el establecimiento de un malecón se mejorarían también los servicios de los pasajeros y el desembarque de las mercaderías de importación.

Estos proyectos, que son numerosos, parecen muy halagüeños y no cabe la menor duda de que traerían un mejoramiento notable. Pero se les puede hacer objeciones serias:

- 1° Es de notar que el puerto así construido sólo serviría para los botes y las lanchas. Es cierto que en el canal su navegación sería expedita; pero afuera del Patilliguaje las condiciones actuales quedarían las mismas. En efecto, en la bahía el estado del mar depende únicamente de las olas que entran por el norte de la isla; las que pasan por el canal no tienen ahí ninguna acción. De manera que si el mejoramiento es incontestable en una parte, en realidad no existe en otra, y será siempre preciso cuidar la carga en el trayecto peligroso.
- 2° Del mismo modo, el régimen no cambiaría en el muelle del ferrocarril, y aun los de James Inglis y de Gibbs experimentarían pocos mejoramientos.
Para que éstos se encuentren al abrigo sería necesario construir otro molo que saliese de la isla en la dirección del Patilliguaje.
- 3° Para el muelle del pasajeros y el del Rosario Nitrate Co. el cambio es completo.
El cachuchaje quedará suprimido; pero en todo caso la economía en el embarque del salitre es de mínima importancia, teniendo que efectuarse siempre en lanchas.
- 4° Los muelles situados al sur del molino Deva, es decir, los de Mitrovitch, del Banco Agrícola, de Folsch Martin, de Vernal y Castro, de Verescovi, quedarán suprimidos, medida de extrema gravedad que debería justificar una mejora indiscutible en las condiciones económicas del puerto. Esta consideración es de gran importancia.

En resumen, se gastaría para estos proyectos una cantidad crecida, para obtener un resultado fuera de proporción con ella.

Otro proyecto consiste en construir un puerto conquistado sobre el mar al norte de la isla, solución muy posible, pero muy costosa.

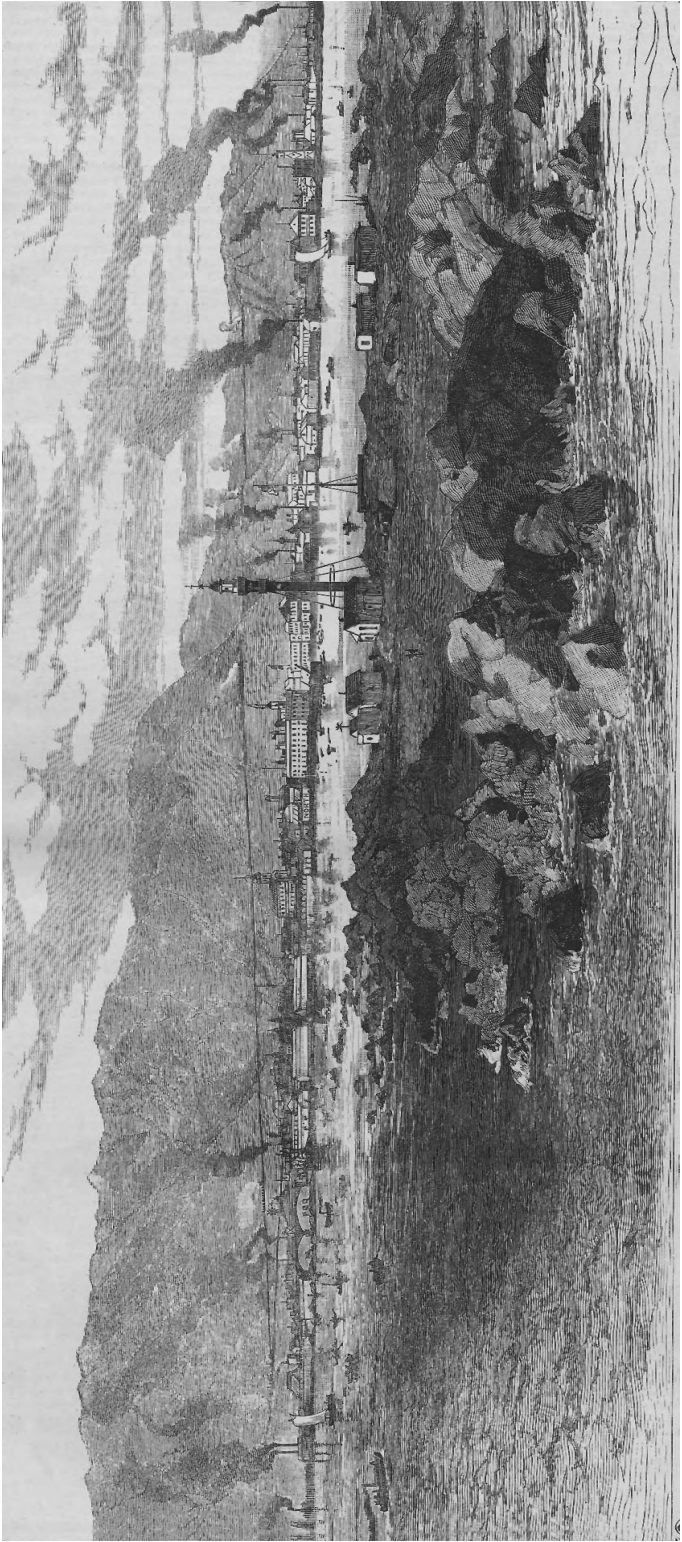
No me detengo en otro proyecto de puerto, presentado sin estudio hace cinco o seis años, cuyo menor defecto es un costo inmenso.

NUEVOS PROYECTOS

Creo entonces que hay que concretarse a dos soluciones:

- 1^a La primera muy reducida, será el establecimiento de un malecón entre el muelle James Inglis y el molino Deva, protegido al sur por dos molos en escuadra y al norte por un molo derecho. Así se circunscribirá una darsenita, absolutamente tranquila en todo tiempo, de cerca de dos hectáreas de superficie, refugio adecuado de todas las embarcaciones de Iquique y que serviría también para el servicio de los pasajeros y de las mercaderías.

La diferencia con los proyectos anteriores consiste en que los botes y lanchas encontrarían mar agitado al salir de los cabezos hasta el Patilliguaje, es decir, sólo en un trayecto de 300 m, más o menos, y aun este inconveniente disminuiría mucho construyendo el espigón de que hablaré más adelante y destruyendo los escollos. Pero como compensación hay que



fijarse en que el gasto de esta obra no pasará de 500.000 pesos, mientras que los proyectos anteriores alcanzan a cerca de 1.000.000 de pesos.

2^a La segunda solución es, a mi juicio, la mejor.

Consiste en crear en el canal un verdadero puerto que sería más costoso, es verdad, pero cuyo valor se recuperaría luego por las economías resultantes de las transacciones de Iquique.

A pesar de esta preferencia, voy a exponer las condiciones del primer proyecto.

DARSENITA PARA LANCHAS

Se compondría:

a) De un malecón construido entre el molino Deva y la base del muelle Rosario, con una longitud de 260 m, por profundidades de 1,50 m en bajamar, dando más de 3 m en pleamar.

Este malecón tendría la misma dirección que el propuesto más adelante en el proyecto completo, de modo que si se construyera más tarde éste, el gasto tendría que restarse del presupuesto total.

Las lanchas y botes del puerto de Iquique pueden atracar todos en este muelle y traficar.

b) Delante de este malecón se establecería una dársena protegida por dos molos: el primero, del sur, saldría del molino Deva, rectilíneo, en una longitud de 90 m y doblaría después casi en ángulo recto hasta el cabezo que, por su disposición, botaría afuera las olas del sur; el segundo, del norte, cerraría la dársena dejando entre los cabezos una entrada de 20 m.

La dársena así completamente abrigada tendría más o menos 20.000 m² de superficie y podría contener todas las lanchas y los botes de Iquique.

Creo que sólo para un servicio de lanchitas y botes no se debe hacer más, tampoco.

Esta disposición tendría también la ventaja de no herir ningún interés existente.

Construcción

Se puede hacer servir los molos sólo para el abrigo de la dársena o, bien, utilizarlos también para la manutención del salitre y de las mercaderías. En el primer caso bastaría con construirlos de enrocados; en el segundo, tendría que ofrecer al interior un muro a pique para que puedan atracar las lanchas. Este muro sería de bloques artificiales.

Primer caso

Es suficiente para asegurar la estabilidad del molo darle 2 m de ancho en la base superior.

Si se estima el talud en 1¼ por 1, el trapecio de sección variaría con la profundidad. El talud exterior estaría protegido por las rocas más grandes posibles.

La altura del malecón debe ser la del umbral de la puerta principal de la Aduana actual, que se encuentra a 1,90 m encima de la marea media. Siendo ésta de 1,60 m, el coronamiento del malecón quedaría, pues, a 2,70 m sobre la baja marea.

La misma altura será suficiente para los molos de protección. Entonces será fácil entender el siguiente cuadro.

Para la longitud total de 244 m del molo sur, se encuentra según las curvas de nivel:

<i>Longitud en metros</i>	<i>Profundidad media en metros</i>	<i>Altura del molo sobre baja mar</i>	<i>Suma de las bases en metros</i>	<i>Sección del trapecio m²</i>	<i>Volúmenes parciales m³</i>
18	2,75	5,45	8,80	47,96	864
80	3,50	6,20	9,75	60,45	4.836
50	2,80	5,50	8,90	48,95	2.448
66	2,50	5,20	8,50	44,20	2.918
30	1,80	4,50	7,65	34,43	1033

Volumen total: 12.099 m³

El molo norte tiene 140 m de longitud con una profundidad media de 1,25 m. El cubo es, pues, calculado como más arriba, 3.920 m³. Total general 16.019 m³.

Malecón

Se construiría con bloques artificiales de 1,50 m de largo. La fundación tendría lugar como promedio en 1,50 m de aguas, o sea 4,20 m para el coronamiento.

El volumen de los bloques sería, pues, $260 \times 4,20 \times 1,50 = 1.638 \text{ m}^3$.

Terraplén

Calculado con la fórmula de Poncelet, el área del terraplén sería de 14.000 m² y la altura media de 3,70 m. Volumen: 51.800 m³.

Segundo caso

Si se quiere utilizar los molos para la manutención, el cubo de los bloques del molo sur sería de 2.021 m, el del molo norte 984 m. Juntos 2.969 m³.

Para el enrocamiento: molo sur 9.448; molo norte 3.792. Juntos 13.240 m³.

El parapeto de mampostería tendría: $384 \times 2 = 768 \text{ m}^3$, y el adoquinado del camino superior $384 \times 4 = 1.536 \text{ m}^3$.

Detalle de los precios

En Iquique se obtiene el metro cúbico de piedra a 6 pesos, en el lugar indicado. Con una explotación en grande y sin escoger el tamaño de las rocas, se alcanzaría

a un precio muy inferior. Además se tendrían que restar los vacíos de 30%; pero como previsión es conveniente adoptar la cantidad de 6 pesos.

Estimo los bloques artificiales a 30 pesos el m³, la mampostería a 20 pesos, el adoquinado a 4 pesos el m², el terraplén a 2 pesos el m³.

Presupuesto

Primer caso

Enrocados	16.000 m ³ a \$ 6 =	\$ 96.000
Bloques	1.638 m ³ a \$30 =	49.140
Malecón-terraplén	51.800 m ³ a \$ 2 =	103.600
		\$ 248.740

Segundo caso

Enrocados	13.240 m ³ a \$ 6 =	79.400
Molos	2.969 m ³ a \$30 =	89.070
Bloques como antes		49.140
Malecón		103.600
Adoquinado	1.536 m ² a \$ 4 =	6.144
Parapeto	768 m a \$20 =	15.360
		\$ 341.754

Hay que agregar 25.000 pesos para el rompeolas del que se tratará más adelante y 40.000 pesos para limpiar el fondo, volando las rocas en el camino de los botes. Sea en total, para el primer caso, 313.740 pesos y para el segundo 406.754 pesos.

Aunque estimo el primer sistema suficiente, se ve que con el segundo, la dársena ofrecería al atracamiento 640 m de largo. Creo que lo mejor sería principiar por el primero y completarlo más tarde en caso de necesidad; no habría ningún gasto inútil.

PROYECTO COMPLETO

El plano de los sondajes manifiesta que el canal entre la isla Serrano y el continente abarca dos partes distintas.

Al sur en los dos tercios del largo, las profundidades son de 8 a 16 m. Al norte, por el contrario, hay poca hondura.

La parte sur parece, pues, señalada para la construcción de un puerto.

Si se pudiese establecer al sur de la isla una entrada en condiciones aceptables, el puerto quedaría hecho luego.

Pero los vientos soplan en esta dirección. La entrada, para ser fácil, tendría que ser bastante ancha y la dársena no quedaría tranquila. La maniobra de entrada y salida sería difícil. Se debe, pues, abandonar esta solución.

Pero si se cerrara completamente el canal al sur y se trasladase la entrada al norte, se obtendría a la vez tranquilidad absoluta y maniobra sencilla. El procedimiento consiste en cavar en los postes someras un canal de acceso, cuyo extremo alcanzaría a la rada, al norte de la isla en las grandes profundidades.

Es esta la solución que me cabe el honor de presentar a la consideración del gobierno. Me parece adecuada para conciliar todos los intereses y dar a Iquique un puerto verdadero, cómodo, seguro, donde las operaciones se harían con economía y celeridad.

Dársena

La dársena que propongo mide 12 hectáreas; podrá contener entonces 30 buques de 1.000 toneladas, lo que es más que suficiente para las necesidades de Iquique. La forma que tiene resulta de las curvas de nivel. Como su profundidad debe ser de 8 m, bajo las bajas mareas más grandes, es preciso seguir un contorno que reduzca al mínimo los grados necesarios para sacar algunas partes someras.

Sólo preveo malecones en dos partes de las riberas del continente y de la isla, partes muy cercanas de tierra. En consecuencia, si más tarde, lo que no creo, hay necesidad de aumentar la dársena será fácil, haciendo dragados.

Canal de acceso

La dirección del canal es la que reduce a un mínimo los dragados necesarios para alcanzar a la cota-8 m. Además, sigue el trayecto actual de los botes. El canal mide 24 m de ancho. Su longitud es de 440 m. En sus extremos dos luces, verde y roja, según el reglamento, indicarán la entrada y salida; balizas servirán también de jalones, teniendo que dejar los buques entrantes los negros a babor y los rojos a estribor.

Lo mismo en la dársena.

Los buques de vela tendrán que ser remodelados.

Es de notar que excavándose el canal de acceso en agua ya bastante profunda, las aguas rechazadas por los buques encontrarán fácil dilatación y no incomodarán ni al andar, ni a la maniobra.

Es excusado decir que este sistema de canal de acceso ha sido empleado ya en varios puntos con el mejor éxito.

Tajamar

El muro que cierra la dársena por el sur se construirá con bloques artificiales. Sus dimensiones son las siguientes, exigidas por las condiciones:

	<i>Largo</i> <i>m</i>	<i>Alto</i> <i>m</i>	<i>Ancho</i> <i>m</i>	<i>Cubo</i> <i>m³</i>
Fila exterior	3,50	2,66	2,00	18,62
Fila interior	3,00	2,00	1,60	9,60

Con la piedra de Iquique y los demás elementos previstos, la densidad del hormigón será, más o menos, de 2,20; incluyendo las piedras, la densidad ascenderá a 2,50. Entonces los bloques interiores tendrán un peso de 26 toneladas y los exteriores de 46½ toneladas.

Hasta las profundidades de 8 m, el muro se construirá sólo con estos bloques, cuya altura disminuye como las profundidades. Debajo de 8 m y hasta la cota mínima de 16 m, los bloques descansarán sobre un enrocamiento nivelado a la cota-8 m.

Está admitido en la ciencia que a esta profundidad las olas no pueden mover rocas. En todo caso se tendrá cuidado de reservar las piedras más grandes para proteger los taludes exteriores. Estos taludes que podrían quedar a lo menos al interior con 1x1 de pendiente, están previstos, como exceso de precauciones, con 1 x 1,25 de ambos lados.

Sobre la base de enrocados se colocarán los bloques por hiladas independientes e inclinadas de 66° hacia el origen, como en los molos de Manora, Kurachi, Reunión, etc., el mejor sistema hoy conocido.

No siendo nunca muy violento el mar en Iquique, la sección transversal se ha proyectado con dos hiladas de bloques, separadas por un relleno de piedras naturales. Los bloques están colocados de modo que presentan su cara menor expuesta al mar y a la más larga transversalmente. Pero si el mar es poco temible, hay que tomar en cuenta los terremotos que podrían dislocar el muro. He evitado este inconveniente inclinando los bloques hacia el interior, de manera que se apuntalen mutuamente. Eso permite también reducir el espesor del muro, aunque conserve la misma firmeza, lo que es fácil probar por el cálculo.

Se obtiene esta disposición por una forma especial de los bloques de la hilada horizontal inferior.

Desde el nivel de bajamar hasta 2 m encima del de pleamar, el muro estará coronado por una altura de 4 m de mampostería; transversalmente su arista superior tendrá 9 m. La base inferior de los bloques dará al muro 12 m de ancho. Entonces por una altura de 10 m de agua, el espesor medio del muro es de 10,50 m. La estabilidad está, pues, asegurada.

La mampostería no será continua sino dividida en secciones de 20 m de largo, disposición que permite el juego conveniente para impedir los dislocamientos, aumentando al mismo tiempo la resistencia del molo.

Ningún hundimiento es de temer a causa de la naturaleza del fondo. Por lo demás, el sistema deja libertad a los bloques para experimentar movimientos aislados sin que la construcción general tenga que sufrir.

La base superior del enrocado no quedará, pues, horizontal. Será nivelado por buzos con un talud normal al de los bloques. Esta base tendrá a cada lado 2 m más de ancho que el de los bloques, o sea, 16 m en total, formando así una banqueta para asegurar la inmovilidad de los bloques.

El muro soportará un parapeto exterior de 2x2 m con un pasaje de 1x1 m para los de a pie. Este parapeto, vertical sobre el talud del muro horizontal, rechazará al exterior las olas que azotaran el tajamar.

La parte superior del molo estará adoquinada y recibirá los rieles del ferrocarril de la isla.

Malecones

Los malecones establecidos en profundidades pequeñas se ejecutarán con enrocados botados con su talud natural. Muellecitos de hierro permitirán a los buques atracar en la parte reservada al desembarque de mercaderías importadas.

Aquí se presenta una cuestión.

La opinión general de los hombres competentes que he podido consultar, es que el embarque del salitre debe hacerse exclusivamente en la isla, donde se trasladaría la Aduana. Excusado me parece exponer las razones que militan a favor de esta solución; en consecuencia, así he previsto las cosas en el proyecto.

Pero para las mercaderías desembarcadas me parece más conveniente para el comercio y sin inconveniente para la Aduana, dejarlas en el continente, cerca de la ciudad. Por eso he colocado el malecón adecuado en la orilla oriental del canal. Si esta solución no conviene será muy fácil cambiarla.

Para el salitre se usarán galpones donde se recibirán los sacos.

Para embarcarlos preveo una instalación de trasladores de sistema nuevo que los pondría directamente en la bodega de los buques. Éstos irían a atracar con la popa hacia tierra en el lugar adecuado y los trasladores automáticos los cargarían al mismo tiempo todos. He propuesto la instalación para seis buques, lo que me parece muy suficiente. En efecto, la rapidez de embarque tendría como límite sólo el del arrumaje en las bodegas del buque, el cual se podrá apurar por medidas administrativas. Entonces se cargará muy ligero y muy barato.

En el resto de la dársena quedarán los buques que tienen que esperar su turno, hacer reparaciones, etc. Afuera del puerto quedarán sólo los que botan lastre y tal vez los vapores apurados de la carrera. Éstos si tienen pasajeros los desembarcarán cerca de la entrada.

Rompeolas

Para completar la protección queda sólo detener, frente a la entrada del canal de acceso, las olas que pasan por el norte de la isla, siguiendo su costa, para romper en el Patilliguaje.

Éste es el objeto de un rompeolas que deja entre él y la isla un triángulo con su base hacia el exterior.

Yo he aplicado esta disposición con éxito completo en otro puerto. Las olas que entran en el triángulo se quiebran y el mar queda después tranquilo. Este rompeolas se hará de piedras.

Materiales

Canteras

La piedra de Iquique, granito y traquita, es de buena calidad. Densidad: 2,70 a 2,75. Puede explotarse en una cantera del cerro, situado al norte, con un ferrocarril provisional.



Arena

La arena que se encuentra en los alrededores es mala. Si no hay mejor será necesario fabricarla.

Concreto

Tendrá como composición:

Cemento Portland	0,30 m ³
Arena	0,40 m ³
Piedras chancadas	0,90 m ³

Se podrá autorizar una proporción más fuerte.

Bloques

Se construirán en tierra por lo menos cuatro meses antes de su colocación.

Medios de ejecución

Para colocar los enrocados y bloques se empleará una grúa titán con el alcance variable. Los bloques se levantarán, en el campo de construcción que se establecerá en el llano del sur de la ciudad, por medio de grúas Hércules, y se trasladarán hasta el titán por medio de vías férreas.

Esta misma grúa, usando una disposición especial, colocará los enrocados del rompeolas. Los de los malecones se botarán con carritos.

Presupuesto

En el presupuesto siguiente los pesos son de 24 peniques. El precio de las máquinas se cuenta una vez armadas en Iquique, listas para trabajar.

Material

Una grúa titán para colocar bloques de 50 toneladas, a 12 m y enrocados a 20 m del eje	\$ 120.000
Dos grúas Hércules	40.000
Carros para bloques	6.000
Ferrocarril de los bloques	30.000
Ferrocarril de la cantera	30.000
Carros, etcétera	10.000
Draga con sus accesorios	160.000
Dos cajones de aire comprimido, con perforadores	40.000
Veinte perforadores sobre lanchas	10.000
Bombas, motores, chancadores, herramientas, capachos de repuestos, etcétera	64.000
Total	\$ 510.000

Precios por unidades

Enrocados,	metro cúbico	\$ 8
Bloques colocados	metro cúbico	\$ 30
Dragados	metro cúbico	\$ 16
Rellenos y terraplenes	metro cúbico	\$ 3

Volúmenes del tajamar

1° Enrocado en el muro (base)

Los perfiles de las secciones tienen:

A 9	m de profundidad	17	m
A 10	m de "	37	"
A 11,50	m de "	66	"
A 12	m de "	82	"
A 14	m de "	132	"
A 14,50	m de "	150	"
A 16	m de "	200	"

Según las curvas de nivel, las longitudes, a partir del continente son:

<i>Distancias entre las curvas de</i>	<i>Profundidad media</i>	<i>Cubo</i>
8 m a 12 m = 60 m	10	60 x 37 = 2.220 m ³
12 m a 16 m = 60 m	14	60 x 132 = 7.920 m ³
en la curva a 16 m = 142 m	16	142 x 200 = 28.400 m ³
16 m a 13 m = 40 m	14,50	40 x 150 = 6.000 m ³
13 m a 10 m = 34 m	11,50	34 x 66 = 2.244 m ³
10 m a 8 m = 110 m	9	110 x 17 = 1.870 m ³
Total	446 m	49.254 m

2° Relleno entre los bloques

$$\frac{3,60 + 5,60 \times 8}{2} = 36,80$$

Multiplicado por 446 = 16.413

Total general = 65.007

O sea, 66.000 m³

Bloques

La sección transversal de los bloques en el rompeolas es:

$$\begin{array}{l} \text{exterior } 3,50 \times 8 = 28 \\ \text{interior } 3,008 \times 8 = 24 \end{array} \quad 52 \text{ m}^2$$

El cubo de los bloques es, pues, $52 \times 446 = 23.192 \text{ m}^3$

Desde los dos extremos del enrocamiento hasta la tierra:

$$(3,50 + 3) \times 4 = 26 \qquad (90 + 60) = 3.900 \text{ m}^3$$

$$\text{ancho x prof. = superficie} \qquad \text{largo total } 27.092 \text{ m}^3$$

Mampostería

$$\frac{9 + 10}{2} \times 4 = 38 \text{ multiplicado por } 596 \text{ (largo tajamar)} = 22.648 \text{ m}$$

Parapeto

$$3 \text{ m}^2 \times 596 = 1.788 \text{ m}^3$$

Nivelación del enrocado de la base

$$446 \times 16 = 7.136 \text{ m}^2$$

Adoquinado

$$596 \times 7 = 4.172 \text{ m}^2$$

Costo del tajamar

El precio del tajamar es, pues:

Enrocados	66.000 m ³ a	\$ 8 =	\$ 528.000
Bloques	27.092 m ³ a	\$ 30 =	\$ 812.000
Mampostería	22.648 m ³ a	\$ 16 =	\$ 362.000
Parapeto	1.788 m ³ a	\$ 16 =	\$ 28.608
Nivelación	7.136 m ² a	" 12 =	\$ 85.632
Adoquinado	4.172 m ² a	" 4 =	\$ 16.688
Total			\$ 1.832.928

Dragados

Volúmenes. Canal de acceso, saliendo del puerto:

<i>Entre las curvas</i>	<i>Largo</i>	<i>Promedio de las profundidades</i>	<i>Para dragar</i>	<i>Cubo</i>
6 a 3	114	4,50	3,50	9.576
3 a 2	110	1,50	6,50	17.160
En la curva 1	120	1	7	20.160
2 a 6	72	4	4	6.912
6 a 8	42	7	1	1.008
Totales	458			54.816

En la dársena (véase el plano general).

	<i>Superficie m²</i>	<i>Profundidad media m</i>	<i>Para dragar m</i>	<i>Cálculo</i>	<i>Cubo</i>
Triáng. A	$\frac{110 \times 14}{2} = 770$	7,00	1,00		770
Trap. B	$\frac{164 + 170}{2} = 167$	6,10	1,90	167 x 32 x 1.90	5.344
" C	$\frac{170 + 130}{2} = 150$	6,50	1,50	150 x 11 x 1.50	2.475
½ cir. D	$\frac{\pi \times 35^2}{4} = 962$	6,50	1,50	962 x 1.50	1.443
Trap. E	$\frac{50 + 40}{2} = 45$	7,20	0,80	45 x 56 x 0.80	2.016
" F	$\frac{40 + 24}{2} = 32$	7,50	0,50	32 x 17 x 0.50	272
" G	$\frac{24 + 50}{2} = 37$	7,80	0,15	37 x 30 x 0.15	166
" H	$\frac{50 + 32}{2} = 41$	7,40	0,60	41 x 24 x 0.60	590
Triáng. I	$\frac{32 \times 8}{2} = 128$	7,80	0,20	128 x 0.20	26
Trap. J	$\frac{34 + 10}{2} = 22$	7,50	0,50	22 x 56 x 0.50	616
" K	$\frac{34 + 46}{2} = 40$	7,25	0,75	40 x 24 x 0.75	720
" L	$\frac{46 + 42}{2} = 44$	7,40	0,60	44 x 40 x 0.60	1.056
" M	$\frac{42 + 100}{2} = 71$	7,10	0,90	71 x 20 x 0.90	1.278
" N	$\frac{100 + 100}{2} = 105$	7,00	1,00	105 x 38 x 1.00	3.990
" O	$\frac{110 + 80}{2} = 95$	7,10	0,90	95 x 32 x 0.90	2.736
" P	$\frac{80 + 34}{2} = 57$	6,30	1,70	57 x 38 x 1.70	3.682
" Q	$\frac{34 + 4}{2} = 19$	7,70	0,30	19 x 12 x 0.30	69
" R	$\frac{4 + 22}{2} = 13$	7,60	0,40	15 x 32 x 0.40	270
" S	$\frac{22 + 42}{2} = 32$	6,60	1,40	32 x 16 x 1.40	717
" T	$\frac{42 + 156}{2} = 98$	6,90	1,10	98 x 15 x 1.10	1617
" U	$\frac{154 + 140}{2} = 147$	7,00	1,00	147 x 14 x 1.00	2.058
Triáng. V	$\frac{1}{2} (90 \times 26) = 1.170$	5,50	2,50	1170 x 2.50	2.905
" X	$\frac{1}{2} (50 \times 10) = 250$	5,50	2,50	250 x 2.50	625
Cubo total					35.441 m ³

IQUIQUE

Dragado en le dársena	35.441 m ³
" en el canal de acceso	54.930
Total general del dragado	90.371m³

Precio

90.371 m ³ a \$16 =	\$1.445.936
--------------------------------	-------------

Malecones

	<i>Largo</i>	<i>Sección</i>	<i>Cubo</i>
Este: malecón de desembarque	382 m	72 m ²	7.360 m ³
" prolongado	620	43	26.660
Oeste: "	140	90	12.600
Total			66.620 m³

Precio

66.620 m ³ a \$8 =	\$532.960
-------------------------------	-----------

Terraplén

Malecón este, desembarque	290x100x5 = 165.000m ³
" prolongado	620x30x4 = 74.400
" oeste	120x20x5 = 120.000
Total	231.400 m

De lo cual hay que restar:

El volumen del dragado	90.371
El " del enrocado	66.690
Quedan	74.409m³

Precio

74.409 m ³ a \$3 =	\$223.237
-------------------------------	-----------

Rompeolas

70x43 =	3.010 m ³
---------	----------------------

Precio

3.010 m ³ a \$8 =	\$24.080
------------------------------	----------

Instalaciones

Grúas	\$ 30.000
Balanzas	10.000
Trasladores del salitre	120.000
Galpón	10.000
Motores	20.000
Ferrocarriles	15.000
Muellecitos	20.000
Total	\$ 225.000

Total del presupuesto

Material	\$ 500.000
Tajamar	1.833.296
Dragados	1.445.936
Malecones	532.960
Terraplén	223.327
Rompeolas	24.080
Instalaciones	225.000
Total	\$ 4.784.599
Imprevisto y utilidades, 20%	956.920
Total general	\$ 5.741.519

Así, el gasto necesario para hacer el puerto de Iquique parece ascender a \$5.750.000, pero en realidad hay mucho que restar. Antes que todo debo hacer presente que el material y las instalaciones pueden servir para otro puerto, por una parte, y para la explotación completa por otra. En realidad, quedan a lo sumo cinco millones de pesos.

Además hay que restar:

- 1° Los terrenos ganados al mar por los malecones, en situaciones muy ventajosas, de los que quedarán 25.000 m² útiles, que se venderán o arrendarán a precios subidos;
- 2° La isla, cuya importancia es hoy nula, tendrá un valor inmenso y tal vez suficiente para pagar la mayor parte de los gastos;
- 3° La disminución de los gastos de Aduana;
- 4° La cobranza más fácil y más segura de los derechos sobre el salitre.

Ahora, ¿cuál es la proporción del gasto relativamente al movimiento comercial de Iquique?

A 5% los intereses de la cantidad de \$5.750.000 son \$287.500. Ahora bien, el comercio anual de Iquique en el año de 1890, último normal cuyos datos tenemos, es:

Exterior	\$ 30.537.795
Interior	25.603.873
(A 36 peniques)	\$ 56.141.668

lo que a 24 peniques, da más de \$80.000.000.

$$\text{La proporción } \frac{287.500}{80.000.000} = \frac{x}{100}$$

manifiesta que la renta anual del gasto alcanza a menos de 4%, sea 3%, del comercio de Iquique.

La comparación entre los intereses y los derechos cobrados es también significativa.

En 1890 fueron de	\$ 16.100.888
Y a 24 peniques	25.000.000

es decir, que la proporción es de 1,1%.

He aquí todo lo que se devolvería a Iquique para hacer su puerto.

Y, ¿cuánto aprovecharía?

Para dar una idea de la economía que se conseguiría con el puerto, hay que exponer los datos siguientes:

En Iquique existen:	
Cachuchos para el servicio de las lanchas	126
Lanchas de carga	199
Lanchones	14

Las lanchas piden \$18 diarios.

El embarque del mil de quintales de salitre, de la bodega al buque, importa \$74, así distribuido:

Pesador	\$ 3,00
Peones para el embarque	25,60
Derechos de muelle o cachuchaje	10,00
Lanchaje (dos lanchas), en septiembre de 1893	35,40
Total	\$ 74,00

o sea, \$1.60 por tonelada.

Con el puerto instalado la tonelada no costaría 20 centavos de embarque; pero aun contando con 60 centavos, quedaría un peso de economía, y por las 550.000 toneladas promedio de 1890 y 1891, la economía para el salitre sólo sería de \$550.000. Cantidad más que suficiente para pagar los intereses del costo.

Pero hay que agregar los intereses sobre los otros productos exportados y que sería más de \$200.000, lo que hace una economía total de \$700.000.

Los buques, cuya estadía será mucho menor, tendrán también una economía inmensa.

Por fin, los más grandes acorazados podrían abrigarse en la dársena, donde se puede construir un dique de reparaciones con poco gasto.

De todo punto de vista la creación del puerto de Iquique me parece una solución muy ventajosa y económica.

Santiago, enero de 1894

C.J. DE CORDEMOY

PICHILEMU

ESTUDIO RELATIVO

A LA POSIBILIDAD DE TRANSFORMAR

O NO LA RADA EN PUERTO²

La costa de Colchagua, recta y casi sin escotaduras, en una gran extensión, ofrece pocos peligros a la navegación; pero en cambio también presenta pocos abrigos. Se han aprovechado algunas ensenadas poco marcadas, para embarcar con grandes dificultades los abundantes productos de la agricultura en esta rica región. Una de las mejores de estas pequeñas caletas es la de Pichilemu, estudiada con gran cuidado, primero por el señor F. Vidal Gormaz, y después, en varias ocasiones, por ingenieros que han tratado de utilizarla como base para la construcción de un puerto artificial. Estos estudios se explican; pues, la facilidad del embarque aumentaría en una proporción considerable la producción de una provincia tan poco favorecida bajo este respecto. Hay aquí, pues, uno de los casos más interesantes para el ingeniero.

FORMA DE LA COSTA

En una extensión de varios grados, la costa está orientada casi de norte a sur, sin puntas ni endentaduras. Los escasos cabos que se encuentran, punta Toro, el Centinela, punta Bucalemu, punta Extrema de Matanzas, punta Topacalma, la puntilla de Pichilemu, punta de los Lobos, etc., son poco prominentes y demasiado bajos, para constituir abrigos notables. Las pequeñas ensenadas que determinan están por lo general abiertas al norte.

En esta distancia considerable no desembocan más que algunos torrentes que se secan durante el verano; las únicas corrientes de agua algo importantes son el Rapel y el Maipo, que tienen salida al norte de esta región.

² Traducido del francés por el señor don A. Capdeville.

NATURALEZA DE LA COSTA

La costa se compone, en su mayor parte, de morros acantilados, formados de micascuitas poco resistentes. Estas rocas atacadas por el mar, la lluvia y el viento se desagregan; y batidas incesantemente por las olas se reducen a arena de grano fino, negro, cuya composición, indicada en el estudio de Constitución, es idéntica en toda la costa, desde la bahía de Dichato hasta San Antonio. Las arenas se acumulan en las ensenadas, que ofrecen algún abrigo, ahí se secan y llevadas por el viento invaden la cresta de los cerros, bajo la forma de arenas movedizas.

CALETA DE PICHILEMU

La caleta de Pichilemu se encuentra a los 34°24' de latitud Sur y 71°59' de longitud Oeste Gr. Mide desde la Puntilla hasta la Cueva de la Negra, 6 km. La flecha es de 1.350 m. La declinación era de 16°15' en agosto de 1892. El establecimiento del puerto es de IX h 55.

La Puntilla, que cierra la caleta por el Sur, tiene 700 m de longitud y se prolonga hacia el mar por un cordón de rocas aisladas que distan hasta 300 m. En esta extremidad, el viento, las olas y las corrientes llegan a su violencia máxima. El límite septentrional de la caleta, la punta Cueva de la Negra, es rocosa. Entre las dos puntas, la playa es de arena.

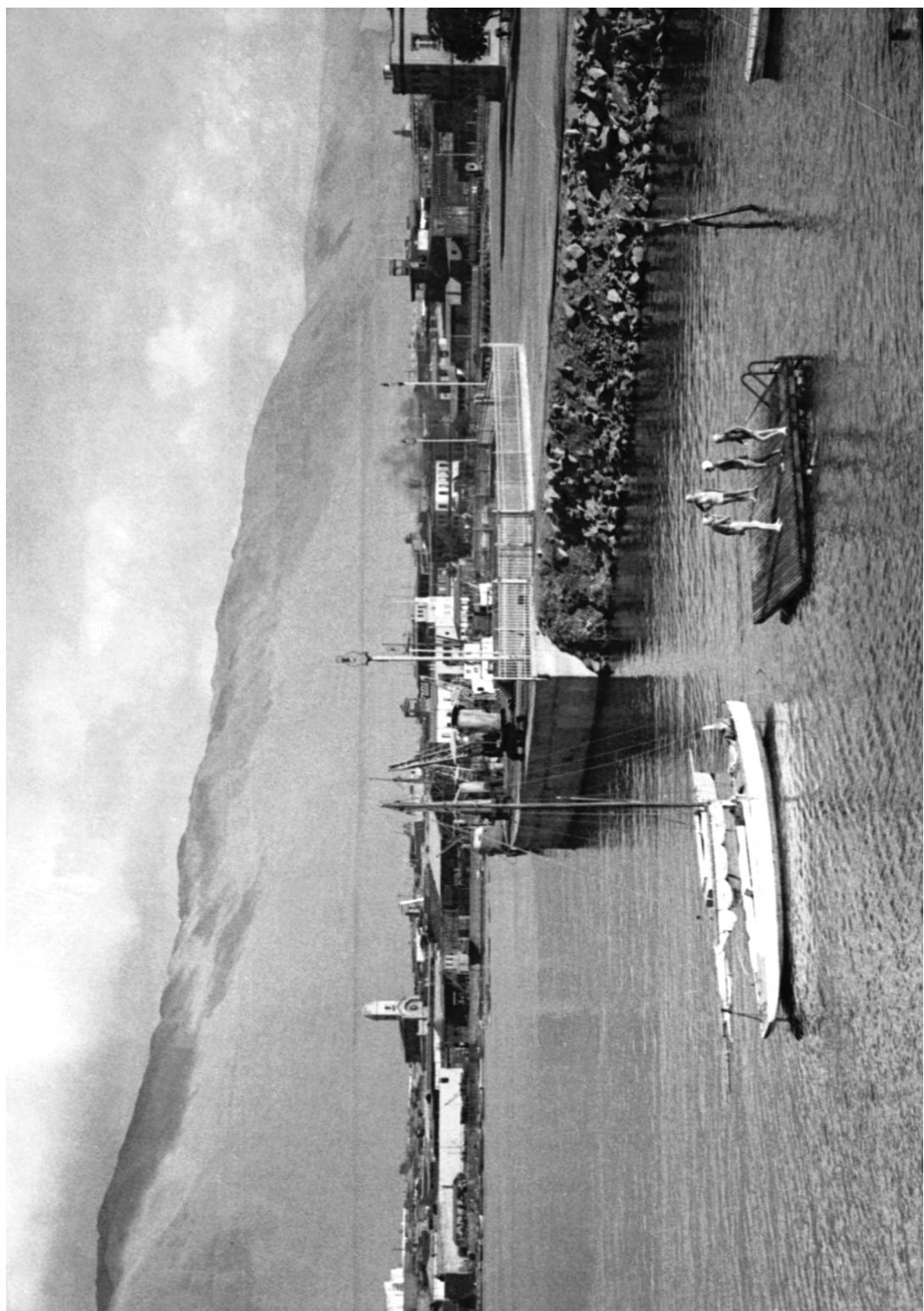
En el mar, en el fondo de la caleta, fuera de la acción de las olas, en el punto donde fondean las naves, el escandallo acusa la existencia de fango amarillo mezclado con arena negra. Esta arena amarilla proviene de los cerros vecinos, compuestos de rocas arcillosas de este color. Las lluvias las atacan y las arrastran al mar, donde su tenuidad y poco peso no les permiten quedar en la orilla; forma así el fango que se deposita en los fondos tranquilos.

Desde la Puntilla hasta el antiguo muelle construido por el señor Daniel Ortúzar (1886), las arenas están apoyadas contra una altiplanicie de 10 a 15 m de altura, rocosa. Al Norte se extiende la llanura de arena, donde serpentea una laguna de agua salobre, que toma el nombre del estero del Petrel, su afluente. La laguna está a veces en comunicación con el mar, cuando las aguas acumuladas, ya por las lluvias, ya por las olas que salvan el montículo de separación, tienen bastante fuerza para abrirse un desagüe; pero generalmente éste canal accidental está cerrado.

BANCOS

A lo largo de la costa, sobre todo al norte del muelle, se encuentran a menudo bancos alargados de arena, continuos o aislados, que se forman por la acción del viento y de las corrientes del sur; están separadas de la orilla por un canal, producido por la resaca de la ola.

Estos bancos se mueven y no resisten a la acción de los vientos del 4° cuadrante.



Vista del puerto de Iquique. 1940. Fotógrafo Miguel Rubio. Colección Museo Histórico de Chile.

MAREAS

No ha sido posible, por el estado del mar, hacer observaciones exactas de marea. En esta costa sólo podrían practicarse a la entrada del estuario de Cahuil, cuya abertura es ancha y sin embargo tranquila.

VIENTOS

No existen observaciones continuas del viento en Pichilemu. El ingeniero señor Domingo Casanova O., a quien debo la mayor parte de las observaciones que aquí consigno, ha obtenido en un mes (agosto 18 de 1892) direcciones que dan una resultante general del Oeste; esto se debe a que durante esta estación del invierno, los días de mal tiempo del norte son bastante frecuentes para cambiar los promedios. No es posible, pues, tomar este resultado como base; sin embargo, en estas observaciones hay que señalar la presencia bastante frecuente de los vientos del SE y SSE que son raros en la costa, a tal punto que el observador de quien voy a hablar indicaba su ausencia completa.

Éste es el ingeniero inglés señor A.F. Guillemard, el que ha dado cifras para cuatro meses, desde el 1 de julio al 29 de octubre de 1889. He aquí su resumen:

	<i>SO</i>	<i>NO</i>	<i>N</i>	<i>NE</i>	<i>Calma</i>
Julio	15	2	10	2	2
Agosto	18	2	7	–	4
Septiembre	22	6	1	–	1
Octubre	17	1	0	–	11
Total	72	11	18	2	18

La fórmula de Lambert

$$\text{Tanj } \varphi = \frac{E-O+(NE+SE-SO-NO) \cos. 45^\circ}{N-S+(NE+NO-SE-SO) \cos. 45^\circ}$$

aplicada a este período, da como resultado un ángulo de 67°27' con el N hacia el E, es decir, un viento OSO.

La resultante por el método de los vectores da el mismo viento soplando durante 62 días, es decir, la mitad del tiempo.

En verano, por ser los vientos del N y NO más raros, la resultante se inclina más hacia el sur y daría sin duda un viento del SO y aun del SSO; es, pues, con un viento dominante del SO que hay de contar. Sin embargo, los del N y NO tienen una importancia capital.

CORRIENTES

Sin tomar en cuenta la corriente de Humboldt, que por su distancia de la costa no tiene interés para el ingeniero, pues no ejerce ninguna influencia sobre el régimen de la playa, hemos podido aun en Pichilemu constatar la poca constancia de la corriente costanera. No hay punto del litoral donde esta corriente sea más rápida que en la caleta de Pichilemu. Al norte del muelle hemos podido observar, provenientes del sur, velocidades de 1,50 m, de tal manera que era necesario seguir los flotadores a grandes pasos, como en un río. Esta rapidez, máxima durante la vaciante, disminuye durante el flujo.

Pero al oeste de la piedra del Gato, situada a 835 m del arranque del antiguo muelle, frente al edificio conocido con el nombre de la Posada, la corriente, en las condiciones de viento SO, se dirige generalmente en sentido inverso, es decir, hacia la Puntilla.

Este fenómeno se repite aun más al sur, en la caleta de los Piures y también al frente del estuario de Cahuil.

OLAS

Con los vientos reinantes del SO, las olas se presentan fuera de la Puntilla, en la dirección del SO, hacia el NE. Pero al aproximarse a la Puntilla, operan una conversión, y al entrar a la caleta, abierta al norte, se presentan del NO. Rompen más o menos lejos de la costa, según el estado del mar. Las hemos visto romper en el séptimo machón del muelle y otras veces a más de 300 m.

La altura varía en las mismas condiciones. En ningún caso hemos observado olas de 4 m y el señor Guillemard no les atribuye, a lo sumo, 3,50 m. Es probable que en las grandes tempestades esta altura sea excedida. Durante las agitaciones ordinarias del mar sólo alcanzan a 1 o 2 m. Muy raras veces la caleta está bastante tranquila para que se pueda salir en lancha. Fue al volver a bordo en bote cuando se ahogó, en 1890, el comandante del *Sargento Aldea*.

Al romper sobre la orilla las olas se presentan siempre oblicuamente, de manera que su impulsión está dirigida al E y al NE.

La corriente, como se ha dicho, viene del sur; sucede lo mismo con las olas; su acción se agrega, pues, en general. Ahora bien, estando la parte de la caleta situada en el fondo de la anfractuosidad del sur protegida por la planicie que domina la Puntilla, queda en una clama relativa, produciéndose ahí el fenómeno que se ve con facilidad en las corrientes de agua al lado de abajo de las piedras emergentes, de los puntos pequeños. Esta parte protegida es el teatro de una contra-corriente o remolino que se dirige en sentido contrario al movimiento general. Éste es el fenómeno que hemos constatado más arriba.

Durante los vientos del N y NO y sobre todo durante las tempestades, las olas llegan en la dirección del viento y baten la orilla casi normalmente a la costa.

MARCHA DE LAS ARENAS

Durante el verano, sólo se observan en la costa los vientos del S y SO; ésta es también la dirección de las olas, que son el agente principal de la marcha de las arenas. Generalmente se atribuye esta marcha a la acción de la corriente costanera, lo cual yo creo que es un error en muchos puntos. La corriente costanera, por lo general, no tiene bastante fuerza para arrastrar las arenas y su dirección, en todas las partes en donde he podido estudiarla, es demasiado incierta y demasiado variable para explicar el transporte de las materias a lo largo del litoral. Lo que a veces hace es agregar su acción a la de las olas, si está dirigida en el mismo sentido, y de contrarrestarla en caso contrario. Pero en tesis general sólo hay que tener en cuenta la dirección de las olas.

Por lo demás, en Pichilemu las dos causas se agregan de ordinario y el transporte se hace de sur a norte. Las materias vienen de las ensenadas meridionales, pasan la Puntilla, donde las fuerzas naturales tienen su máximo de energía y por fin se acumulan en la caleta.

Una parte sigue el movimiento general de sur a norte; pero otra, al encontrar el espacio tranquilo de que he hablado más arriba, y la contracorriente que obra desde la piedra del Gato hacia la Puntilla, se deposita ahí, aumentando la playa que avanza así hacia el mar. Se forman, pues, acumulaciones de arenas que pueden alcanzar un volumen considerable. En los primeros meses de 1894, casi alcanzaban el extremo del muelle Ortúzar, que quedaba en seco. La longitud de este banco era de 800 m, más o menos, su ancho de 100 m y el espesor medio de 2 m. El cubo era, pues, de 160.000 m.

Estas variaciones eran la obra de algunos días, se forman bancos importantes a veces en 24 horas.

Si el viento cambia de dirección se rompe el equilibrio. Las olas modifican la situación del banco, que sale de la zona protegida; y en cuanto los vientos del sur se restablecen, la marcha hacia el norte comienza otra vez.

Hemos podido seguir así la formación y desaparición de un banco en agosto de 1892.

Con los vientos del norte y las olas que hieren con violencia la orilla casi normalmente en la parte sur, las arenas son removidas profundamente y arrastradas a alta mar por el retorno de la ola que ha roto.

El agua se carga de materias en suspensión que también son arrastradas al norte cuando los vientos se fijan de nuevo al sur.

Es muy difícil calcular la cantidad de arena removida así anualmente; pero todos los que han observado estos fenómenos están de acuerdo para estimarla en un volumen considerable.

Hemos tratado de dar a lo menos una aproximación, midiendo la altura de la arena en los pilotes del muelle Ortúzar. Se ha observado diferencias de altura de más de un metro de un día a otro, aun cuando no existían bancos.

También hemos levantado en varias ocasiones el plano de desagüe de la laguna del Petrel. Se abre y se cierra según los vientos y la cantidad de arena viajera y afecta las formas más diversas, que se han reunido en un plano.

DUNAS

La arena acumulada en la playa se seca durante el buen tiempo, especialmente durante el verano. Los granos tenues no ofrecen, entonces, cohesión alguna y son levantados con facilidad por el viento. Éste, que entonces sopla del 3^{er} cuadrante, los arrastra hacia el NE y forma con ellos dunas, esencialmente movibles, que invaden la tierra y repechan las faldas de los cerros.

PROVENIENCIA DE LAS ARENAS

Como ya he tenido ocasión de exponerlo varias veces, las arenas que se encuentran en esta porción de la costa provienen en gran parte de la descomposición de los morros acantilados, es decir, se han formado donde se encuentran. ¿Cuál es la importancia anual de esta desagregación? Ninguna experiencia directa puede enseñárnoslo, o mejor no ha podido, pues no es imposible formarse una idea por medio de observaciones practicadas en ciertas condiciones; en Europa, por ejemplo, se sabe cuál es el volumen de materiales que pasa por cada punto.

Pero cualquiera que sea la masa transportada así, hay un hecho sobre el cual es preciso llamar la atención, porque se lo ha descuidado siempre por los observadores. Y este descuido se explica por la hipótesis generalmente admitida del transporte de las arenas por la corriente costanera.

Mis observaciones personales, que reuniré más tarde, me hacen pensar, por el contrario, que las olas son el gran motor de estos movimientos. Entonces se concibe que el movimiento no pueda tener lugar siempre del sur al norte. Con los vientos del 4^o cuadrante se invierte la dirección de las olas; hieren la orilla bajo un ángulo tal que la impulsión comunicada es hacia el sur, y entonces las arenas viajan en sentido inverso.

Por consiguiente, en la masa de materiales que se mueven en la caleta, sólo hay una parte que se renueva, la otra no hace más que moverse en un sentido u otro. Únicamente admitiendo estos hechos se pueden explicar las diversas modificaciones que experimenta el litoral.

CONSECUENCIAS

Estos estudios preliminares permiten abordar la parte técnica: la posibilidad financiera de construir un puerto en Pichilemu.

Este proyecto ha sido estudiado ya en varias ocasiones. En 1889, especialmente, el ingeniero inglés señor Guillemard creyó poder resolver fácilmente la cuestión, estableciendo a partir de la extremidad de la Puntilla un molo curvo más o menos paralelo a la costa. Abrigaba así la porción sur de la caleta.

Esta disposición es perfectamente lógica, si se admiten las ideas del autor, el cual explica de la manera siguiente por qué ha concebido su muro de abrigo:

“Quedaría reducido a su *mínimum* el peligro que ofrecen en el puerto los depósitos de arena movediza *traídos del sur*, pues debido a la forma proyectada del rompeolas, estos depósitos serían arrastrados más allá del puerto, hacia el NE, y no se depositarían cerca de la Puntilla, como sucede actualmente”.

En toda la exposición preliminar de su trabajo, el señor Guillemard vuelve varias veces sobre este hecho: que la corriente costanera que va de sur a norte es el agente principal del transporte de las arenas (aun llega hasta dar como prueba la desembocadura del Imperial, que, según dice, se ha transportado hacia el norte paralelamente a esta corriente). Lo que habría sido posible, admitiendo esta hipótesis, no lo es cuando se toman en cuenta los fenómenos que realmente tiene lugar en la costa.

Otro ingeniero inglés, el señor W.C. Furnivall, cuya misión parece haber sido inspeccionar los estudios del señor Guillemard, encuentra al proyecto de éste, entre otros inconvenientes, el “temor de que se amontone arena en el costado que se halla abrigado”.

“A mi juicio –agrega el señor Furnivall– este inconveniente desbarata por completo todo el proyecto”.

En efecto, dice este último ingeniero:

“Es un hecho conocido que la arena de la rada es removida aun cuando ocurre un fuerte arrastramiento de las olas por el suelo, y que este movimiento aumenta según la violencia de los temporales; no es menos sabido que el cieno y la arena son acarreados a lo largo de la costa y en suspenso por la corriente del litoral, y que una parte de esta arena es depositada en la rada de Pichilemu, así que la base, o la extremidad del rompeolas que se halla cerca de tierra, al tranquilizar las aguas de la rada, se convertiría en receptáculo de arena muy propio para formar bajos y anular gradualmente el propósito que se tiene en vista, a menos que no se efectúen operaciones de dragados, y lo bastante para mantener el equilibrio. Al principio el depósito de arena en la punta del rompeolas sólo se hallaría a 13 m de hondura, pero poco a poco las aguas agitadas y turbias irán avanzando hacia los bajos de la rada y depositarían su cieno en donde hubiera agua mansa, es decir, por el costado del rompeolas que se halla abrigado”.

Por esto

“es del todo necesario establecer dos líneas de protección: el rompeolas para contrarrestar las fuerzas de las olas, y un muelle por la parte interior, protegida por peñascos de piedra suelta, para impedir la entrada del agua cargada de cieno hacia el área abrigada del puerto. El rompeolas debe extenderse hasta alcanzar una hondura de 4 ½ a 5 brazas para evitar que entre cieno al puerto y el referido muelle hasta igual hondura”.

¿Por qué esta profundidad? Porque después de una braveza de mar, el autor pudo, de los sondalajes efectuados, sacar la conclusión que

“no ocurren absolutamente variaciones de hondura, a más de 4½ brazas, más o menos, o cuando más, son de mínima importancia a dicha profundidad”.

Parece que el pensamiento del autor, expresado en inglés, no ha sido reproducido exactamente por el traductor.

Agreguemos también que para el señor Furnivall,

“la arena es arrastrada a lo largo de la costa por la corriente del litoral”.

Se concibe que partiendo de esta idea, haya podido creer en la eficacia de las disposiciones adoptadas.

Examinemos primero el proyecto Guillemard.

No sólo las arenas, después de haber contorneado el molo, aun con la corriente litoral, irán a depositarse en la parte protegida, sino que sobre todo las que son empujadas por las olas del norte se engolfarán ahí, formando depósitos.

Con un segundo molo, proyecto Furnivall, no se impedirá que la arena arrastrada al sur, por la corriente costanera, al llegar frente a la entrada, sea introducida por la ola; pero sobre todo esta acción será enérgica para los materiales arrancados a la costa por los vientos normales y puestos en suspensión en el mar.

En todo caso, *el embancamiento me parece inevitable.*

Se ha hablado de reemplazar los molos continuos por enrejados; me parece que el efecto sería más pernicioso.

Al construir un puerto en Pichilemu, nos ponemos en la necesidad de luchar por medio de dragados contra los embancamientos, cuya importancia es imposible precisar. No podría, pues, aconsejar esta construcción.

Esto, por lo menos, en el estado actual de nuestros conocimientos de la costa de Chile. Pero la opinión que emito hoy puede ser revocada. Como lo he dicho más arriba, más tarde se podrá formar una idea del volumen de los materiales transportados que pueden amenazar la entrada de un puerto. Cuando los molos de Constitución, por ejemplo, se construyan, será fácil calcular el cubo de arena que vendrá a apoyarse contra ellos. Así se conocerá, pues, contra qué volumen hay que luchar, a lo sumo, pues en el caso de Pichilemu es indudable que una gran parte de los materiales pasará frente a la entrada sin penetrar en ella. Con seguridad la masa frente a Pichilemu no será idéntica a la que viaja frente al Maule; pero siendo esta costa casi en toda su extensión semejante a sí misma, se tendrá una aproximación que permitirá conocer si se puede esperar la victoria en la lucha con los dragados.

Cuando se haga esta constatación, será fácil trazar los muros de abrigo del puerto que se trata de crear; pienso que el proyecto del señor Furnivall conviene, mediante algunas modificaciones.

Claro es que si se sigue esta línea de conducta, el trabajo de Pichilemu no se ejecutará sino después de cierto número de años; entonces podrá aprovecharse en la construcción de los molos los progresos que haya realizado la ciencia.

PUNTO DE VISTA ECONÓMICO

Según los ingenieros ingleses que han tenido numerosos datos a su disposición, el puerto contaría con 85.000 toneladas, tanto para la exportación como para la importación; por todo, 170.000 toneladas.

El señor Guillemard estima el presupuesto de su proyecto en 6.241.117 pesos de 24 peniques. El del señor Furnivall alcanzaría, según su autor, a 7.500.000 pesos.

Estimado sólo en diez por ciento los gastos de conservación, de reparaciones, etc., se ve que, sin tomar en cuenta la manutención, cada tonelada se recargaría en 3 pesos 60 centavos en el primer caso y 4 pesos 40 centavos en el segundo.

Santiago, 15 de noviembre de 1894.

C.J. DE CORDEMOY

TALCAHUANO

LA BAHÍA DE CONCEPCIÓN

Entre la península de Tumbes y la porción de la costa que se extiende desde la ciudad de Penco a la Punta Lobería, se abre hacia el norte la bahía de Concepción, de más de 12 kilómetros de largo por 10 kilómetros de ancho. En estas condiciones constituye ya un buen abrigo: la naturaleza hizo más todavía, colocando en la entrada la isla de la Quiriquina, desgraciadamente inclinada de norte a sur, pero que protege sin embargo bastante la estación de agua interior.

La longitud de la isla es de 5 kilómetros, su ancho máximo de 1.500 m. Alcanza, hacia al centro, una altura de 120 m.

La verdadera bahía de Concepción se extiende al sur de la Quiriquina, en una longitud de 9 kilómetros. En esta vasta extensión, la profundidades llegan a 30 m; el fondo es casi en todas partes de arena; no hay ahí ningún peligro serio, a no ser cerca de las costas y en el blanco Belén, cuya situación está señalada por una lancha-boya.

ENTRADAS

La Quiriquina determina dos entradas. La del Oeste, entre la isla y Tumbes, lleva el nombre de *Bocachica*; mide en su parte más angosta 1,5 kilómetros; pero a cada lado hay rompientes, y, aunque en el centro se sondan 15 m de agua, el ancho del paso para los buques grandes es sólo de 400 m. Las corrientes de marea son bastantes sensibles aquí, por lo cual es prudente preferir la otra entrada, la *Boca grande*, donde se puede pasar sin temor en un ancho de 5 km y en profundidad de 35 m.

FARO

Al norte de la Quiriquina hay, a 65 m sobre el nivel del mar, un faro cuya situación es 36°36'18" de latitud S y 73°3 40" longitud O Gr.

FONDEADEROS

Los buques pueden fondear en las radas de Tomé, Penco, Talcahuano y detrás de la punta de arena que se destaca al este de la Quiriquina.

El mejor fondeadero es el de Talcahuano, en el ángulo SO de la bahía; los buques echan ahí el ancla en profundidades de 12 a 15 m sobre arena, cuyo tendero es muy bueno. Las colinas de Tumbes constituyen una protección contra los vientos del O y SO; la isla de la Quiriquina atenúa las olas que penetran durante los temporales del norte.

Sin embargo, en este último caso, las olas tienen más de 1 m de altura; son peligrosas para las embarcaciones, pero jamás para los buques. En el verano éstos pueden carenarse con seguridad, tumbándoles sobre chatas.

DIQUE DE CARENA

Un dique de carena, que podrá contener buques de más de 100 m de longitud, se concluye ahora; está instalado sobre el banco de Marinao, junto a la península de Tumbes, al frente del banco Belén.

MAREAS

Se han practicado observaciones de marea en la rada de Talcahuano en varias ocasiones. En el dique se anotaron varios años. La mayor diferencia observada entre una alta y una bajamar ha sido de 2,30 m.

VIENTOS

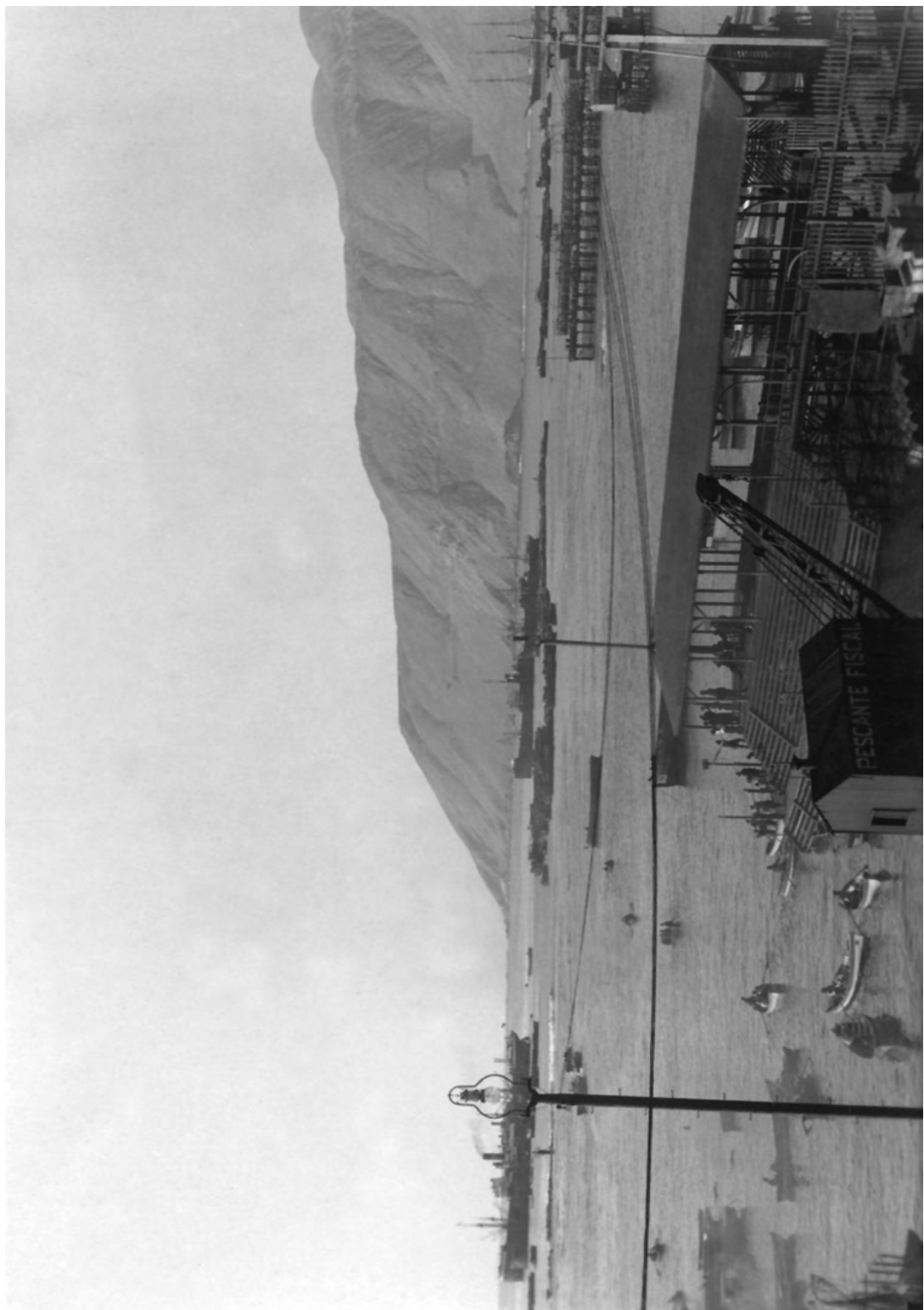
Según las observaciones practicadas en el faro de la Quiriquina, el número de días durante los cuales el viento ha soplado de las diversas direcciones se resume, como promedio, en el cuadro siguiente:

<i>N</i>	<i>NE</i>	<i>E</i>	<i>SE</i>	<i>S</i>	<i>SO</i>	<i>O</i>	<i>NO</i>	<i>Calma</i>
35	5	10	30	65	90	70	25	15

Aplicando la fórmula de Lambert, se halla

$$\varphi = 43^{\circ} 38'$$

El polígono de los vectores da la resultante que se indica en los planos y que confirma el resultado precedente. Esta resultante es un viento del SO que soplaría durante 150 días.



Vista del puerto de Iquique. Año 1915. Colección Museo Histórico de Chile.

Así se ve la ventaja del fondeadero de Talcahuano; las alturas de Tumbes lo protegen contra este viento que choca con fuerza contra la orilla oriental de la bahía; sólo hay que protegerlo contra los temporales del norte y también contra los vientos del SE. Éstos penetran con facilidad en la bahía por el istmo bajo de arena que une la península de Tumbes al continente, frente a la bahía de San Vicente. Cuando soplan con fuerza, dificultarían el atracadero contra un malecón.

Con los vientos del N y del NO y a veces con los del segundo y tercer cuadrante, las operaciones comerciales con lanchas se hacen imposibles.

CORRIENTES

No hay corriente notable en la bahía, a no ser la que determina la entrada y la salida de la honda marea en la Boca chica, y aun ésta no tiene importancia para el ingeniero. El viento provoca a menudo movimientos ligeros del mar. No he podido constatar la corriente submarina que se ha señalado.

TRANSPORTE DE ARENAS

En primer lugar, haremos notar que hay varios planos de la bahía de Concepción y que su comparación manifiesta que no se ha verificado ningún cambio notable; esto demuestra que el régimen actual está completamente establecido o, por lo menos, sólo cambia con mucha lentitud.

Las olas que penetran por las dos bocas cambian de dirección en la bahía, según los vientos. Por tener siempre poca altura, se modelan casi totalmente según la forma de la costa y la barren muy poco; de aquí es por qué los movimientos que la playa experimenta son muy limitados.

Entre el morro de Talcahuano y el río Andalién, la playa se compone de arena negra, fina, que también se encuentra al sur en la bahía de San Vicente y en el río Biobío que la recibe del Laja. Ésta es la misma arena que forma el istmo entre la península de Tumbes y el continente. Atribuyo la mayor parte de este depósito de arenas a los transportes del Biobío. Es probable que Tumbes haya sido en otro tiempo una isla, y que hayan sido estas masas de arena las que la hayan reunido a la tierra. Aún hoy los aluviones del Biobío se acumulan en la bahía de San Vicente y son arrastrados en parte por el viento sobre el istmo. Combatidas por la empresa del ferrocarril, que ha tomado medidas enérgicas, fijadas parcialmente por medio de plantaciones de pino, que debieran continuarse de un modo más científico, ya no llegan sino en cantidad mínima a la playa meridional de la bahía de Concepción, por esto su invasión se ha detenido en el Andalién y no alcanza a Penco. Sería fácil fijar toda esta extensión de terreno conquistado naturalmente al mar.

El Andalién, en su desembocadura, se desliza sobre la misma arena negra; pero, a medida que se sube en su curso, se encuentra una mezcla de granos negros y amarillos; más arriba de Santa Ana, sólo se encuentra este último matiz.

Se ha acusado a menudo al Andalién de ser la causa del embanque de la bahía frente a Penco. Esto puede admitirse si sólo se considera este río en su desembocadura donde, por formar grandes pantanos, parece arrastrar una cantidad de sedimento. Pero en realidad el Andalién sólo es un arroyo de curso tranquilo, tortuoso, cuya fuerza de arrastre es muy pequeña. Durante las creces se desborda e inunda las tierras próximas sin dejar sobre ellas rastros notables de su paso, lo que prueba que no acarrea muchos aluviones.

Por lo demás, la barra de arena que hay frente a su desembocadura se compone casi exclusivamente de arena de San Vicente. La cantidad que puede llevar el arroyo se pierde en el medio de la masa acumulada ya en la playa.

Al Andalién se atribuye generalmente la formación de la gran playa submarina que hay frente a Penco. Ahora bien, la arena mezclada con cascajo que la compone es de muy diversa composición que la del río. Además la existencia de grandes piedras aisladas, esparcidas a lo lejos, muestra que no se trata de acarreo efectuado por arrastre; es una playa naturalmente tendida, formada en el mismo sitio donde está.

Hay, además, una concordancia notable entre el plano levantado en el siglo último por Frezier y el estado actual de la costa; si existiese el embancamiento, sólo sería, pues, muy lento y no podría acarrear malas consecuencias para los trabajos.

En los otros puntos de la bahía, la ausencia de transporte litoral es fácil de constatar: la naturaleza de la arena cambia en cada caletita. Generalmente es blanca, revuelta a veces con granos de otros colores. Hay de advertir especialmente que a lo largo de la península de Tumbes y en la Quiriquina no se encuentra en ninguna parte la arena de San Vicente, la que no penetra, en consecuencia, en la bahía. El único punto donde puede haber duda sobre si se embanca o no, es pues, Penco, donde sin embargo pienso que no debe tenerse la menor aprehensión. En todo el resto, cualesquiera que sean las obras que se construyan, hay la seguridad de que no se producirá ninguna modificación sensible ni en la playa ni en las profundidades de los alrededores.

CONDICIONES FÍSICAS

La densidad del agua del mar en la bahía es la misma que en el exterior; 1.030, lo que se explica por lo ancho de las bocas. La temperatura del agua es muy fría, 13° en noviembre y diciembre de 1893; sólo alcanzó a 14° en febrero, para volver a bajar a 13° en marzo. En invierno es mucho menor.

En los bancos de rocas que se extienden a lo largo de la costa crecen en verano algas que son arrancadas por los temporales del invierno.

ELECCIÓN DE LA SITUACIÓN DEL PUERTO

De las consideraciones precedentes resulta que se puede pensar en construir obras de protección en cualquier punto de la bahía. La elección no depende, pues, de las

condiciones físicas, sino del costo de los trabajos, de las conveniencias militares, comerciales, etcétera.

Las distintas opiniones emitidas por el establecimiento del puerto han preconizado a Concepción, a las Salinas, a Penco y a Talcahuano. Es necesario estudiar rápidamente cada una de estas soluciones.

CONCEPCIÓN,
PUERTO DE MAR

Se ha emitido la idea de que la bahía no debería servir sino de antepuerto, y que sería muy conveniente unir Concepción con el mar por un canal que pudieran dar paso a los buques más grandes. Se excavarían dársenas cerca de la ciudad, las naves atracarían ahí y efectuarían sus operaciones.

El canal sería horizontal; terminaría, pues, en Concepción, con un nivel 6 metros más bajo que el Biobío; por consiguiente, se podría vaciar en él una derivación de este río y producir caídas de agua que servirían para desarrollar la industria de la ciudad, producir la luz eléctrica y mover los aparatos hidráulicos de la manutención del puerto.

Por fin, las 8.000 hectáreas que separan Concepción de la bahía serían desecadas, así si se transformarían en ricas praderas, gracias a la irrigación *con las abundantes aguas* del Andalién.

Examinemos cuánto puede costar semejante proyecto.

Canal

La altura del andén de la estación de Concepción sobre el nivel de bajamar es de 10,86 m; puede, pues, estimarse que el terreno en los alrededores de la ciudad está a 9 m, más o menos, sobre este nivel. Como sería necesario darle al canal 8 m de profundidad, la altura total del corte sería de 17 m; suponemos que la superficie del terreno es plana, para abreviar los cálculos.

Supongamos:

- 1° Que en la orilla del mar el terreno sólo se eleve de 2 m sobre el nivel del bajamar (la marea sube hasta 2,30 m).
- 2° Que los taludes del canal tengan 26° 34' (ángulo generalmente admitido y cuya cotangente = 2).
- 3° Que el fondo del canal sólo tenga 22 m.

Las secciones del canal tendrán:

En el nivel del terreno	1.800 m ²
A 2 m sobre bajamar	420 "
Al nivel del bajamar	304 "

El promedio del volumen de arena que hay de sacar por metro corrido, es, pues:

$$\frac{1.008 + 420}{2} = 714 \text{ m}^3$$

En los 12 km de canal se tendrán:

$$714 \times 12.000 = 8.568.000 \text{ m}^3$$

De éstos, $304 \times 12.000 = 3.648.000 \text{ m}^3$ estarán bajo el nivel de agua, por lo cual se podrán dragar, como también una pequeña parte encima del nivel del agua, lo que da en todo $4.568.000 \text{ m}^3$ más o menos. Admito que el precio de este dragado será de \$0,50 (a 24 peniques por peso), aun cuando su transporte será largo y costoso. Los $4.000.000$ restantes, sacados con excavador y con numerosas trabas, no costarán menos de un peso el metro cúbico.

Supongo, además, que sólo se encontrará arena, cosa que nadie ha comprobado.

Dársena

La dársena más pequeña que se puede establecer en la extremidad de un canal tan importante debería tener 400×200 m, y aun esto es poca cosa. Se tiene así una superficie de 80.000 m^2 (8 hectáreas). La excavación rectangular de la dársena será:

$$80.000 \times 17 = 1.360.000 \text{ m}^3$$

¿Es eso todo? Antes de contestar hay que saber cómo se ejecutarán los malecones. El autor del proyecto escribe:

“En las aguas del canal no puede vivir el termito, por ser esta agua mezcla de agua de mar y dulce del Biobío, proveniente de la creación de fuerza motriz; los muelles de acostaje se construirán con nuestro roble pellín, permitiendo darles un gran desarrollo con un costo reducido”.

Esto es la continuación de la idea expresada así anteriormente.

“El canal de nivel, que llegará a Concepción 6 metros más abajo que el caudaloso Biobío, frente a esta ciudad, podría permitir caídas naturales que procurarían fuerza motriz a industrias y fábricas”.

Sin duda se puede conducir, por medio de una derivación, las aguas del Biobío al canal. El nivel del río está a 5,40 m sobre el de bajamar y por consiguiente a 3,10 sobre el de la alta mar. Tomando en cuenta la pendiente necesaria para el canal, quedarían, pues, a lo más 3 m sobre este nivel, que es el que hay de considerar para estimar la fuerza siempre disponible.

El nivel del Biobío está a 5,46 m bajo el andén del ferrocarril en Concepción, o sea, a 4 m bajo el nivel del terreno junto al canal. La excavación que hay que hacer para ejecutar la derivación será pues bastante considerable.

La velocidad del agua en esta derivación depende de la naturaleza de las paredes. Si se dejan las orillas naturales de arena, la velocidad media no puede pasar de 0,45 m para evitar su acarreo; se tendrá entonces un ancho notable. Para obtener 1.500 caballos, lo cual no es demasiado seguramente, con un coeficiente de utilización de 60%, se necesita disponer, con 3 m de caída, de cerca de 65 m³ por segundo. Estimando a 2 m la altura de agua, el fondo quedará a 6 m bajo el nivel del suelo, el ancho en el fondo será de 70 m y en el nivel del suelo de cerca de 100 m. Es una solución inadmisibile.

Será necesario, pues, hacer las paredes de albañilería, dándole al canal una sección racional, sus dimensiones se reducirán entonces, pero se tendrá que hacer un trabajo costoso, que sólo consignamos como recuerdo.

El agua dulce conducida así al canal se mezclará con el agua de mar. ¿Resultará una mezcla suficiente para impedir la invasión de los gusanos marinos? No hay datos experimentales a este respecto, por lo cual es difícil responder.

En todo caso la construcción de malecones de madera con una altura de 17 m no es muy práctica; sería necesario emplear armaduras grandes, de precio elevado, y cuya conservación quedaría problemática. Esta construcción sólo podría hacerse, por lo demás, después de la excavación total de la dársena, cuyos taludes se derrumbarían por lo menos en una longitud igual a 1,5 veces la altura, es decir, en 25 m más o menos, dando 4 prismas triangulares, cuya sección es,

$$\frac{25 \times 17}{2} = 213 \text{ m}^2$$

El cubo sería, pues, 213 x 1.300 m² = 276.900 m³ que hay que sacar primero y colocar después.

La excavación, para la dársena sería de 1.636.900 m³.

Malecones

Habrán, pues, que construirlos de albañilería, para no correr el riesgo de hacer un trabajo inútil. Serán 1.200 m y no se puede estimarlos a menos de 3.000 pesos el metro corrido.

Terrenos por expropiar

Para el canal	900.000 m ²
” la dársena	112.000 ”
” las calles, almacenes, etcétera	113.000 ”
	1.125.000

Costará a lo menos un peso el metro cuadrado.

Para la aduana y demás establecimientos públicos: recuerdo.

*Dragados en la bahía para llegar
a las profundidades de 8 m*

La superficie dragada varía, pues, de 0 (a la profundidad de 8 m) hasta 304,80 m² (orilla de la costa; promedio: 152 m² x 1.500 m de largo; o sea, 228.000 m³).

Molos para porteger el canal submarino

Son indispensables; pues de otro modo las olas llenarían pronto la parte dragada; hay de contar entonces 3.000 m de molos. Irán de 0 a 8 m, promedio 4 m, y hay de agregar 3 m para salir de la alta mar; en todo, 7 m. Tomemos sólo 2 m de corona; no se necesita más para que los carritos destinados a colocar los enrocados puedan pasar; su sección es de 80 m²; sean 320 por m corrido.

Plantación o adoquinado de los taludes del canal

Se consigna para recuerdo.

El presupuesto para el canal y la darsenita sería:

	4.568.000	a	0,50	\$	2.284.000
	4.000.000	a	1		4.000.000
Desmonte	228.000	a			228.000
	1.636.900	a	1		1.636.900
Malecones	1.200 m	a	3.000		3.600.000
Expropiaciones	1.125.000 m ²	a	1		1.125.000
Molos	3.000 m	a	320		960.000
				\$	13.833.900
Imprevistos, etc., de 10%					1.383.390
				\$	15.217.290

No hay que olvidar:

Las plantaciones o el adoquinado, el canal de derivación del agua del Biobío, con sus compuertas, accesorios, etc., los terrenos para la aduana y otros edificios, los terraplenes, el adoquinado de malecones, etcétera.

La cifra que representa todos estos trabajos es suficientemente crecida para hacer estimar en 20.000.000 de pesos de 24 peniques el gasto necesario.

El tiempo exigido por esta otra será muy largo. Tomemos como ejemplo el que exigirá el dragado. A causa de la disposición del canal, no se podrá tener más que una draga (a no ser que se aumenten mucho los gastos). Admitiendo, lo que es imposible, que haga un trabajo efectivo de 2.000 m³ por día, a razón de 250 días por año, se ve que el dragaje exigiría 8 años. Después habría que construir los malecones, etc.

Es prudente contar con un plazo de 12 años. Considérese la situación de Talcahuano durante este tiempo, condenado a perecer, no pudiendo hacer ningún gasto, ninguna mejora, sin recursos para el movimiento. Todo el país tendría que sufrir.

Por fin, se ve cuán difícil sería la explotación de una dársena donde los buques quedarían a 9 m debajo del nivel de los malecones.

Al lado de los inconvenientes, ¿hay realmente ventajas serias que puedan justificar la ejecución de esta obra? Hemos visto que la fuerza motriz sólo podría obtenerse a gran costo, lo que la haría tal vez más cara que cualquier otro modo de producción, y no sería continua.

La desecación de los terrenos de la vega no se realizaría evidentemente con la creación de un canal solo, que no beneficiaría más que a las porciones vecinas; basta ver, para darse cuenta, con cuánta facilidad se forman en estas landas pantanos aislados; sería necesario ejecutar canales anexos, pero hagamos notar que éstos deben seguir líneas pendientes, y que entonces es mucho más sencillo y eficaz dirigirlas hacia el mar y no al canal, en cuyo trayecto se encontrarían indudablemente contra-pendientes.

En cuanto a la irrigación de estos terrenos por el Andalién, basta recordar que exigiría para 8.000 hectáreas más de 30 litros por hectárea y por segundo, sean 24 m³, y que el Andalién, lejos de tener aguas abundantes, no es más que un arroyito cuyo caudal es de pocos litros.

Por fin, al punto de vista comercial, el resultado es insignificante. El puerto que hay de construir, ya sea en Concepción o en Talcahuano, debe servir, no sólo a la primera de estas ciudades, sino también a todas las provincias desde Chillán hasta Victoria y aun hasta Temuco, mientras no se hagan trabajos serios en el río Imperial. Es evidente que en la cifra de las operaciones comerciales, Concepción figura en una pequeña cantidad (25.000 habitantes contra 600.000), y sólo para importación. La mayor clientela es esta parte de la república apenas habitada y explotada hoy, pero que pronto será un grupo de los más importantes. Para ella es más ventajoso enviar sus productos a Talcahuano, donde la manutención (con un puerto será más fácil, donde el precio de los terrenos para construir bodegas es menor. En cuanto a Concepción, que sus mercaderías se desembarquen en Talcahuano o en sus alrededores, la diferencia es mínima.

Hagamos notar, al concluir, que en este proyecto no se toma en cuenta la marina militar.

PROYECTO DE LAS SALINAS

Una parte de las consideraciones precedentes se aplica al proyecto que consiste en cavar una dársena detrás del morro de Talcahuano, en los terrenos conocidos con el nombre de las Salinas. El puerto tendría además el gran defecto de quedar visible para un enemigo desde las dos bahías de Concepción y San Vicente. Por otra parte, sería muy caro, sin compensaciones, y acarrearía la ruina de Talcahuano.

PENCO

Habría sido fácil construir un puerto en Penco. Pero para el puerto militar no hay que tomarlo en cuenta, habiéndose construido ya en Talcahuano el dique de carena; habría sido necesario tener arsenales, talleres, etc., dobles. A veces sería una dificultad muy grande conducir, a través de la bahía, los buques que necesitan reparaciones. Esta razón también se aplica a los buques de comercio, lo cual es un argumento más contra Penco.

Por otra parte, el movimiento comercial está ya localizado en Talcahuano, y no hay ninguna razón atendible para tratar de desviarlo. Además, no sería fácil tal vez; se arriesgaría de ejecutar trabajos que, al principio sobre todo, no utilizarían los buques, por ser llamados por los comerciantes establecidos en Talcahuano. Finalmente, el puerto sería caro, sin compensaciones.

TOMÉ

Las consideraciones relativas al puerto militar, que se han aducido a propósito de Penco, se aplican también aquí. Además Tomé está demasiado cerca de la boca de la bahía. En cuanto al comercio, será mucho más fácil concentrarlo en Talcahuano.

TALCAHUANO

Es preciso, pues, de todo punto de vista, decidirse a favor de Talcahuano, donde se hallarán todos los elementos para su desarrollo futuro, que será considerable. De todas las caletas de la bahía, es la más abrigada contra los vientos; hay profundidades hasta muy cerca de la costa, sin ser exageradas.

Cerradura de las bocas

¿Puede aumentarse el abrigo de la bahía en proporción notable, cerrando una u otra de las bocas, como se ha propuesto a menudo? Digo a menudo con respecto a la Boca chica, pues sólo una vez he visto proponer la cerradura de la Boca grande.

En este último caso, sería necesario construir un muro de más de 5 km de longitud, que pasaría por profundidades cuyo promedio sería de 40 m en un mar muy violento. Es un trabajo que costaría más de 100.000.000 de pesos, que exigiría mucho tiempo, pues aun sería difícil encontrar la enorme cantidad de piedras (más de 25.000.000 m³) que se necesitaría. Esta solución debe desecharse por no ser práctica.

En cuanto a la Boca chica, el muro tendría 1.500 m de longitud por 10 m de profundidad, con mar violento también. Sería preciso colocar un revestimiento de bloques artificiales con un gasto de 8.000.000 de pesos más o menos. El resultado

sería poco sensible en el fondo de la bahía, por cuanto las olas que penetran por la Boca grande la agitarían casi tanto como hoy. Si se quiere tener una idea aproximada del resultado, se puede usar la fórmula de Stevenson sobre la reducción de la altura de las olas que, si no se aplica exactamente, puede servir para fijar algo las ideas.

Se encuentra que el coeficiente de reducción sería de 18%, es decir que la ola de 1 m con las dos Bocas, en Talcahuano, se reduciría a 0,82 m si se cerrara la Boca chica.

Lo obtenido no compensa el gasto.

También quitaría a la bahía una parte de su mérito militar. Es difícil que un enemigo se atreva a forzar el paso por la Boca chica, mientras que los marinos nacionales, familiarizados con las dificultades del estrecho, pueden aprovecharle ya para caer sobre la escuadra adversaria, ya para buscar un refugio en caso de persecución en el sur.

Puerto de guerra

Estas bocas anchas, sin embargo, de defensa fácil, hacen de la bahía de Concepción un admirable puerto de guerra. Se ha pensado crear otro que exigiría un canal largo y angosto. Los que, como yo, han atravesado varias veces el canal de Suez, saben que aun en las partes rectilíneas y sin ninguna corriente, el menor error del timonel basta para varar un buque, que cierra el paso. Por eso, se ha decidido ensanchar el canal.

Además, en estos canales de sección restringida, la velocidad de los buques es muy reducida por la reacción del agua rechazada; un buque que pasa a toda fuerza de máquina no puede desarrollar más que la tercera parte de su andar.

Es inútil insistir sobre el peligro que correría una escuadra de la cual sólo la mitad de los buques estuviese en presencia del enemigo por haber salido del puerto, mientras que la otra mitad quedase bloqueada en el interior por el varamiento de uno de ellos; ni aun podrían retroceder los de afuera.

Sería peor aun si, después de una batalla desgraciada, la armada no pudiera penetrar a causa del mismo accidente.

En todo caso, los buques tendrían que presentarse de uno en uno frente al canal y recorrerlo lentamente.

Éstas no son condiciones para un puerto militar; solamente hay que examinar los planos de los puertos de las naciones marítimas. En todas partes, se han buscado amplias entradas por las cuales los buques pueden lanzarse sin peligro, a toda velocidad y varios a la vez.

Rochefort de Francia, por ejemplo, situado lejos del mar pero sobre un río de nivel variable a causa de la marea y donde los buques no pueden entrar en cualquier momento, no puede servir y ha debido ser relegado al rango de puerto de construcción.

Es verdad que es conveniente que el puerto militar esté lo más adentro de tierra que se pueda, para quedar al abrigo del insulto del enemigo. Por eso, cuando

los ríos se prestan, por su forma y su profundidad al establecimiento de un gran abrigo militar, éste se halla en las mejores condiciones. Así se puede citar a Chatham; sin embargo, si todo el Medway fuese como frente de Chatham, no sería conveniente, pues los fondos en bajamar son bajos (hasta 4m) y los grandes buques tiene que esperar, para pasar, la marea que sube de 4,50 m a 5,50 m. Felizmente, toda la parte del Medway, desde su desembocadura hasta Kethole, en una longitud de 10 km, es muy profundo, y los buques pueden quedar allá, alistándose o refugiándose, protegidos por las baterías de Sheerness. En esta parte, el Medway tiene más de 700 m de ancho. Son condiciones especiales.

Es, pues, necesario que la entrada y la salida de los buques sean siempre expeditas, y por eso la bahía de Concepción, con sus dos bocas, está admirablemente favorecida; una escuadra, para prepararse y esperar los buques atrasados tiene una extensión de agua inmensa, cuyo defecto único consiste precisamente en ser muy grande. El puerto, situado como se va a indicar, está al abrigo de un bombardeo exterior. Un buque que cruzara más allá de la Quiriquina quedaría demasiado lejos, tampoco podría arrojar balas por encima de la península de Tumbes, ni aun desde la bahía de San Vicente. Por lo demás una red de fuertes y baterías detendrá a distancia conveniente al enemigo.

Lo que falta en Talcahuano es el terreno. Debiendo conquistarse al mar el puerto propuesto, solución que es la más económica, exigirá un terraplén que dará una extensión de tal vez más de 100 hectáreas, lo que basta para el establecimiento del arsenal y de la ciudad comercial. De estas 100 hectáreas podrán venderse más de 60 para la población.

Disposiciones generales

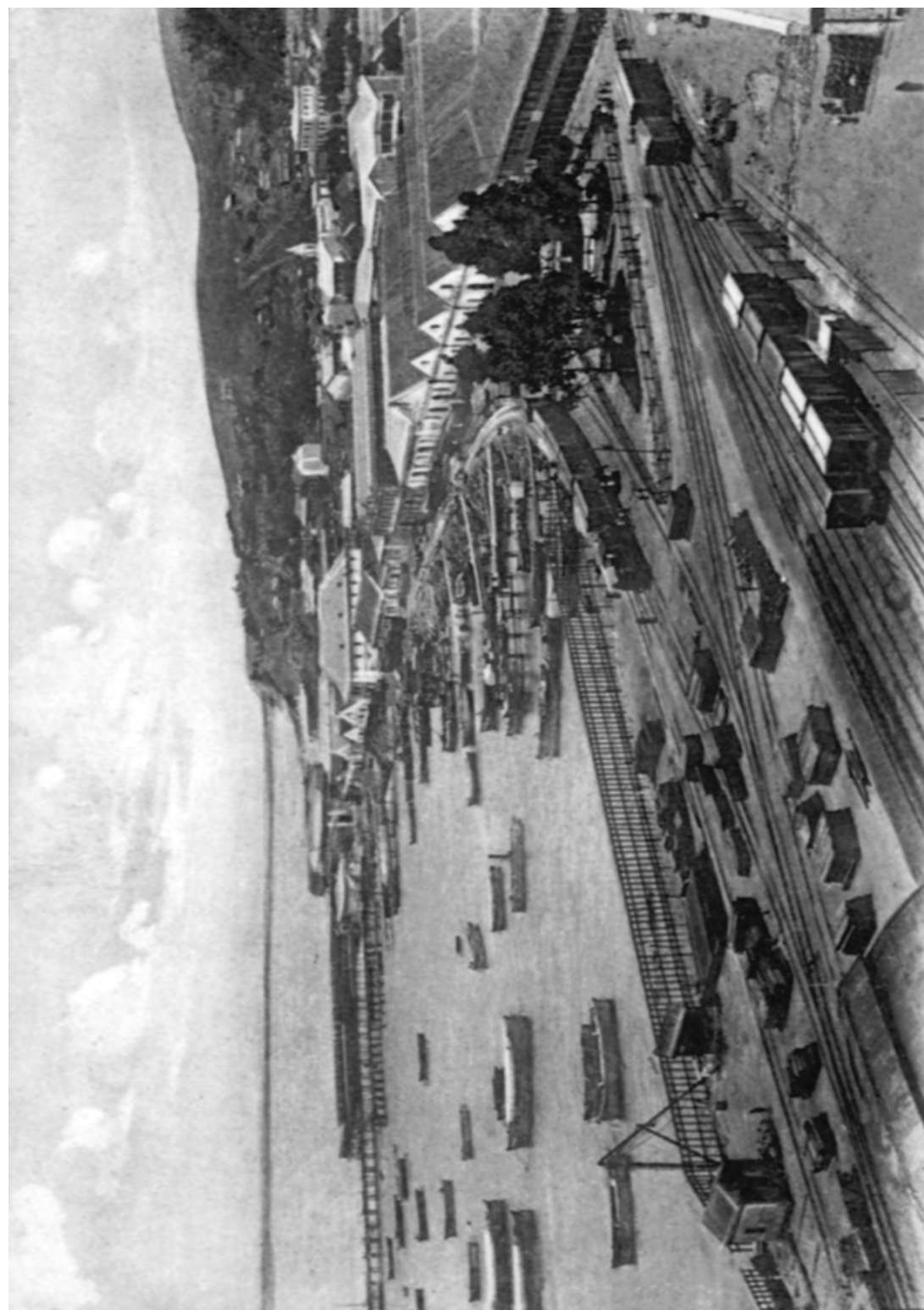
El plano adjunto indica la disposición general de la obra.

Se conquistan al mar 3 dársenas; la primera, más cercana al dique, constituirá el puerto militar; las demás formarán el puerto comercial, una destinada a la importación de las mercaderías, la otra a la exportación de los productos del país.

Estas dársenas quedarán separadas por dos muros.

La base del proyecto consiste en la construcción de un malecón interior, a cuyo costado pueden atracar los buques. La situación de este malecón no es arbitraria, pasa por la línea donde hay 8 m de agua en bajamar, sobre la roca que constituye allí el fondo de la bahía. Sondajes geológicos provisionales han permitido suponer que este fondo se halla más o menos bajo la línea horizontal de 5,50 m, teniendo la capa de arena 2,50 m, aproximadamente. Se tendrá, pues, la ventaja de fundar sobre terreno sólido y dragar sólo arena.

El malecón arranca desde la altura del dique de carena, se dirige casi paralelamente a la costa en una longitud de 1.600 m, después se inclina hacia el cayo la Viuda, siguiendo siempre la profundidad de 8 m. En esta nueva dirección tiene una longitud de 200 m. A partir de su extremo, principia un muro de defensa, de enrocados, destinados a limitar el terraplén, que se une a la tierra más allá del mercado actual.



Puerto de Talcahuano. 1920. Colección Museo Histórico de Chile.

El puerto militar tiene una longitud de 675 m, está separado del comercio por un muro de 260 m de longitud por 40 m de ancho. Quedando así aisladas las dársenas, la marina de guerra podrá tomar, al abrigo, el desarrollo a que está llamada.

Sobre el muro de separación se establecerá una bodega y el depósito de carbón. Recibirán las mercaderías que los buques mercantes traigan para la armada y que desembarcarán en el puerto comercial, mientras los buques de guerra las tomarán por el otro lado sin comunicación con los primeros.

El depósito de carbón tiene $75 \times 20 \text{ m} = 1.500 \text{ m}^2$. Almacenado el carbón a razón de 1,5 t por m^2 , el depósito contendrá 2.250 t.

Tales son los primeros trabajos que hay que ejecutar. Para asegurar una protección completa sería necesario:

- 1° *Prolongar el rompeolas* actual del dique de carena. Desde luego hay que construir una longitud de 250 m para proteger la entrada al dique. Sólo se llegará así a profundidades de 7 m. Más tarde se continuará hasta el banco Belén. Se puede discutir acerca de la forma que hay de dar a esta prolongación. ¿Debe ser rectilínea o inclinarse en forma de curva hacia la tierra? Con la misma longitud protegerá, más o menos, del mismo modo el puerto; pero continuando derecho, se obtienen dos ventajas; la primera es de unirse al banco Belén, en bajos fondos, lo cual disminuye el costo por una parte y por otra suprime este banco como escollo; la segunda es que la maniobra para entrar y salir es la más fácil.

Me he decidido, pues, por esta dirección. En todo caso hago notar que los primeros 250 m deben ser rectilíneos para dejar sobre el banco Mariano el espacio necesario para construir, en el porvenir, un segundo dique de carena.

En la extremidad del tajamar habrá batería de cañones de tiro rápido y un faro con proyectores eléctricos para vigilar la bahía contra el atrevido golpe de mano de una torpedera;

- 2° *El segundo muro* de separación entre las dársenas de importación y exportación;
- 3° *El malecón exterior*, en el cual están las entradas de las dársenas. Para la protección completa de éstas, ¿es útil este malecón?

No servirá contra los vientos del 3° y 4° cuadrante, pero abrigará contra los del E y SE muy frecuentes aún (60 días por año). La experiencia resolverá acerca de la conveniencia de esta solución.

Pero la indico desde luego para completar el proyecto.

Para el puerto militar, a medida que se desarrolle, se sentirá sin duda la necesidad de aislarlo; preveo aun, como lo indica el plano general, que un muro entrante deje la entrada al dique independiente para los buques mercantes; los del Estado saldrán del puerto por un paso que enfrenta con la entrada del dique.

La necesidad de cerrar el puerto comercial se presentará, lo espero, a lo menos en el porvenir, a causa del desarrollo mercantil de Talcahuano. Cuando el malecón interior y el muro de reparación no basten para el movimiento, el malecón exterior les traerá un concurso poderoso.

Para terminar con este capítulo del desarrollo futuro, si es necesario, hago notar que se pueden establecer nuevas dársenas paralelas a las antiguas, y también frente al muro de defensa. Con el plano general propuesto, jamás se presentarán dificultades para aumentar la extensión que necesite el porvenir.

Extensión necesaria

Ahora bien, ¿cuál es la extensión necesaria?

Principiaré por poner en guardia contra dos soluciones extremas opuestas.

Unos podrían considerar las dársenas proyectadas como muy extensas, otros como pequeñas.

Puerto militar

Consideremos, primero, el puerto militar. Mide 675 m por 260 m, pero la parte reservada a las torpederas no tendrá 8 m de profundidad; hay allí una expansión del banco Mariano que es inútil dragar. En esta parte se guardarán, además de las torpederas a flote, las embarcaciones, lanchas, la draga destinada al mantenimiento del puerto, las cañoneras pequeñas, etc. Se podrá construir ahí un aparato de reparación de estos barcos de pequeñas dimensiones.

El verdadero puerto no tendrá, pues, realmente más que $500 \times 260 = 130.000$ m², o sea, 13 hectáreas. Ahora bien, las dos dársenas de la Spezzia, por ejemplo, no tienen más de 16 hectáreas. Es, pues, ampliamente lo que se necesita, pudiéndose colocar fácilmente en la dársena 30 buques grandes, o un número mayor de pequeños. ¿Es demasiado? Observemos que si en la mayor parte de los puertos europeos hubo que limitarse a lo estrictamente necesario, es también a causa del costo, porque se excavaron generalmente en la tierra; aquí el caso es diferente, la economía que resultaría de dimensiones restringidas no sería muy sensible. Y, en Europa, están obligados constantemente a construir nuevas dársenas, por lo cual se arrepienten de no haber previsto el desarrollo con la largueza necesaria.

Creo que las dimensiones proyectadas, que pecan mucho más bien por exceso, quedan dentro de límites aceptables. He figurado en el plano los buques actuales de la escuadra para darse cuenta de sus proporciones con las del puerto.

Puerto comercial

La longitud del malecón interior es de 1.200 m, de los cuales 500 son para la importación y 700 para la exportación.

En un puerto bien provisto de máquinas, vías férreas, galpones, etc., se puede contar con un movimiento anual de 500 t por metro corrido de malecón. Éste será, pues, suficiente para un comercio de 250.000 t.

Me ha sido imposible conocer la cifra exacta de las operaciones actuales de Talcahuano, consigno en un *Anexo* lo que he podido sacar de las estadísticas.

Lo anterior es para la importación. Para la exportación, aunque se emplee el sistema actual de embarque por sacos, se puede contar con un promedio superior de toneladas por metro corrido.

Cerradura de las dársenas

He oído manifestar el temor de que las dársenas lleguen a ser un foco de infección, si más tarde se cierran con un malecón exterior. Ésta es una idea quimérica, a la cual hay, sin embargo, de contestar.

Cada una de las dársenas proyectadas contiene por metro cuadrado de superficie un volumen de 8 m^3 (en bajamar); ahora bien, variando la marea de 0,40 m hasta 2,30 m, se ve que tomando un término medio de 1 m, el volumen total de las aguas se renueva en 8 mareas, es decir, en 4 días.

Con excepción de las escasas dársenas que se llaman de marea, no hay que tengan tan buenas condiciones. Los *bassins à flot* en Europa sólo se abren un momento antes de la pleamar y se cierran poco rato después, de modo que el nivel de agua apenas varía adentro.

Las dársenas de Marsella están en peores condiciones. Las del interior no comunican con el mar libre, sino con las dársenas vecinas; no hay marea, de manera que la renovación del agua no se efectúa sino sólo por el movimiento de los buques que entran y salen.

Sin embargo, nadie se queja de este estado de cosas.

Anexos

Al puerto militar se ha anexado un arsenal, separado por un muro del resto de la ciudad. Su superficie es de $950 \times 150 = 137.500 \text{ m}^2$ (más de 13 hectáreas). Ahí se establecerán la Comandancia General de Marina, los arsenales, almacenes, bodegas, astilleros de reparación y construcción, talleres, un cuartel, un hospital de marineros, etc. También habrá un galpón para guardar las torpederas, que se sacarán del agua por medio de un portón especial. Este portón se sumerge con el carro transportador, donde se instala la torpedera. Después se hace subir; el carro llega a la altura de rieles y se conduce la torpedera a su lugar.

Puerto comercial

La parte más importante de un puerto comercial es la instalación necesaria para las mercaderías.

A lo largo del malecón se hallan:

- 1° Una avenida de 10 m de ancho, con una línea férrea para las grúas y dos para los trenes que traigan y saquen las mercaderías que no tienen que depositarse en los galpones;
- 2° Galpones de 150 m de largo por 20 m de ancho, donde se harán los reconocimientos, operaciones de aduanas, etc. La superficie de cada uno de los

galpones del puerto de importación es de 3.000²; total de los tres: 9.000 m²; y como se puede amontonar de 1,50 a 1,75 t por metro cuadrado, hay, pues, espacio suficiente para recibir 14.000 m³ de mercaderías. Entonces, los buques más grandes pueden desembarcar toda su carga en uno de estos galpones;

- 3° Tres vías férreas para el servicio de los galpones, una para los trenes de carga, otra para los de descarga, y la tercera para los trenes desocupados;
- 4° Una vía carretera de 20 m de ancho.

Después comienzan las manzanas de la ciudad.

Tornamesas darán más tarde acceso a las vías férreas de los muros y del malecón exterior en el muro que separa los dos puertos comerciales habrá otros dos galpones.

Para el puerto de exportación, en lugar de galpones, se hallarán bodegas de las mismas dimensiones para los frutos del país. Estas bodegas pueden ser elevadores de trigo, si sucede que este grano se embarque suelto, y no en sacos.

La ciudad

Los terrenos conquistados al mar se dividen por calles de 20 m de ancho en manzanas de 100 m de lado. La dirección de las calles se fija de la manera siguiente: las del norte son paralelas o perpendiculares a la línea del malecón. Las demás se orientan según la dirección de la avenida principal por donde pasa la línea férrea que, saliendo del corte de entrada a Talcahuano, llega al ángulo de la dársena de exportación. Esta avenida, como la que está a lo largo del arsenal militar, tiene 30 m de ancho.

Ferrocarril

El ferrocarril realiza un desiderátum que no ha cesado de preocupar a la Administración. Llegará de Concepción por el este de la ciudad y volverá por el corte actual. La estación actual servirá de estación de partida y de depósito. Habrá en la avenida del malecón una estación de llegada.

Detalles de construcción

Malecón interior

Se construirá con bloques artificiales hasta 0,50 m más alto que el nivel de bajamar. Tendrán, a partir de la base, las dimensiones siguientes:

	<i>Alto</i>	<i>Largo medio</i>	<i>Ancho</i>	<i>Cubo</i>	<i>Peso</i>
1 ^a	2,13 m	3,90 m	2 m	16,60 m ³	36,5 t
2 ^a	"	3,40	"	14,5	32
3 ^a	"	2,60	"	11	24
4 ^a	"	2,00	"	8,52	19

El largo es normal al malecón.

Más arriba el muro se construiría con albañilería, hasta 2,60 m sobre la baja-mar; encima habrá un borde de piedra tallada de 0,40 m. El todo subirá a 0,70 m sobre las más altas mareas.

Detrás de este malecón se arreglará el terraplén, para el cual se tomarán las precauciones que se usan en este género de trabajos.

Los bloques se colocarán por medio de una grúa titán de forma especial; el lugar donde deben quedar será dragado primero; se corregirán las desigualdades del fondo por uno de los medios usados en semejantes casos.

La avenida a lo largo del malecón será adoquinada con cuidado.

Los norayes (*bollards*) para amarrar los buques se colocarán en la arista de piedra tallada.

Muros de separación

Cada talud se construirá como el malecón interior, terraplenado entre las dos filas de bloques.

Malecón exterior

Estará en profundidad de 9 m. Los bloques tendrán:

	<i>Alto</i>	<i>Largo medio</i>	<i>Ancho</i>	<i>Cubo</i>	<i>Peso</i>
1°	2,38 m	4,30 m	2,10 m	21,5 m ³	47 t
2°	"	3,70	"	18,5	40
3°	"	2,80	"	14	31
4°	"	2,20	"	11	24

La albañilería como en el malecón interior.

Este muro de bloques y albañilería será apoyado por el exterior con enrocados. En el puerto comercial el coronamiento tendrá 12 m de ancho para la colocación de dos líneas férreas. En el puerto militar, bastará con 4 m.

Cabezos

Serán de bloques y albañilería, contruidos de modo que retengan los enrocados.

Muro de separación del dique de carena

De bloques y albañilería, con dos chaflanes.

Prolongación del rompeolas

De enrocados, con un talud exterior de 2/1 y protegidos en los 6 metros superiores con las piedras más grandes que se pueden encontrar y que tengan a lo menos 1 m³.

Dragados

El producto del dragado servirá para terraplenar.

Terraplén

En el terraplén se usarán los 3.000.000 m³ que dará el corte del cerro de Tumbes para ensanchar la ciudad. El resto será de arena tomada en la costa, de arena del drenaje, etcétera.

Presupuesto

Los precios que se indican son en pesos de 24 peniques; los detalles son los mismos que se han dado en el estudio del puerto de Constitución.

Bloques artificiales colocados,	m ³	\$ 25
Albañilería colocada	"	20
Piedra tallada, íd.	"	80
Adoquinado, íd.	"	4
Enrocados, íd.	"	4
Terraplén, íd.	"	0,40

Daré primero el precio de los trabajos indispensables. Después se estimarán los que tal vez hay que hacer.

Malecón interior

Se calcula como quedando en promedio por los fondos de 8 m. Se agregan 2,30 m de marea y 0,70 m de altura sobre la alta mar. Altura total: 11 m.

Precio por metro corrido:

Bloques (3,90+3,40+2,60+2)	2,10 = 25	m ³ a	\$ 25 = 625	
Mampostería (1,50x2,10)	= 3,15	" a	20 = 63	\$ 760
Piedra tallada (1x0,40)	= 0,40	" a	80 = 32	
Adoquinado	= 10	m ² a	4 = 40	

Malecón exterior

Altura total: 12 m. Precio por metro corrido:

Bloques (4,30+3,70+2,80+2,20)= 3x2,38	= 31	m ³ a \$ 25=	775
Mampostería, como antes	3,15	=	63
Piedra tallada, íd.	0,40	=	32
	34,55		
Total parcial			870

Enrocamiento en el puerto comercial

Trapezio $\frac{31,5+12 \times 12}{2} = 282,75$		
Hay que restar los	34,55	
Quedan	248,20 m ³	a \$4 = 992
Más el total parcial anterior	870	1862

Enrocamiento en el puerto militar

143 m ³	a \$ 4 = 572	
Más el total parcial anterior	870	1.442

Muros de separación

Por fondos de 8 a 9 m promedio: 8,50 m. Altura total: 11,50 m.

Por metro corrido:

Bloques (4,10+3,55+2,70+2,10) 2,18 =	27,10 m ³	a \$25 = 678
Mampostería, como antes	3,15 "	a 20 = 63
Piedra tallada, íd.	0,40 "	a 4 = 32
	30,65	773
Son dos		= 1.546
Terraplén (11,50x40-2x30,65) =	400 m ³	a \$0,30 = 120 1.666

Cabezos

Del puerto comercial, cada uno:

Bloques	660 m ³	a \$25 = 16.500
Mampostería	27 "	a 20 = 540 17.040
Del puerto militar		15.000

Muro de separación del dique

Por metro corrido:

Bloque	25 m ³	a \$ 25 = 625
Mampostería	3,75 "	a 20 = 75 700

Muro de defensa

32,813 m³ de enrocados a \$4.

Terraplén

El metro cúbico a \$0,40.

Dragados

El metro cúbico a \$0,50. Suponiendo las máquinas compradas.

Trabajos indispensables

Malecón interior: 2.050 m ³ a \$760	\$ 1.558.000
Muros de separación: 260 m a \$1.666	433.160
Terraplén: 6.300.000 m ³ a \$0,40	2.520.000
Muro de defensa: 32.813 m ³ a \$4	131.250
Dragados: 300.000 m ³ a \$0,50	150.000
250 m de rompeolas: 56.250 m ³ a \$4	225.000
Suma	\$ 5.017.410
Imprevistos, etc., 20%	1.003.482
Total	\$ 6.020.892

Obras eventuales

Complemento del rompeolas: 400.414 m ³ a \$4	\$ 1.601.656
Muros de separación (como antes)	433.160
Cabezos 4 a 17.040	68.160
Íd 2 a 15.000	30.000
Muro de separación del dique: 300 m a 700	210.000
Malecón exterior, puerto comercial: 1.200 m a \$1.862	2.234.400
Puerto militar: 550 m a 1.442	793.100
Suma	\$ 5.370.476
Imprevistos, etc., 20%	1.074.095
Total	\$ 6.444.571

En resumen, el gasto para los trabajos indispensables es de seis millones de pesos.

Otra cantidad igual tal vez, se gastará más tarde, pero cuando el puerto haya tomado un desarrollo tan grande que esta cantidad se pagará fácilmente con las entradas.

A los gastos hay de agregar el importe de las expropiaciones.

141.267 m² a \$ 0,20 (más o menos) \$28.253,40

Pero de esta cantidad de terreno ya hay una parte expropiada. De manera que la cifra, aún reducida, se coloca aquí como recuerdo solamente.

*Cuadro
De las embarcaciones actuales del puerto de Talcahuano*

Vapores para remolque	3
Chalupas para pasajeros	40
Botes redondos para pasajeros	36
Botes para servicios particulares	10
Cachuchos para servicio de lanchas	12
Lanchas para cargar dentro del puerto	96
Lanchas cisternas	2
Total	199

Comercio de Talcahuano

Años	Comercio exterior			Comercio de cabotaje			Movimiento de la navegación			
	Importación	Exportación	Total	Introducción	Extracción	Total	Entradas		Tonelaje	
							Naves	Tonelaje		Naves
1883	\$ 1.885.874	\$ 3.520.381	\$ 5.406.255	\$ 3.946.896	\$ 2.774.910	\$ 6.721.806	571	421.641	577	487.606
1884	2.862.022	3.011.103	5.873.125	3.307.113	3.451.825	6.758.938	816	678.642	818	670.511
1885	2.465.166	3.392.121	5.857.287	3.156.545	4.245.825	7.402.370	560	480.664	561	481.397
1886	2.183.052	3.925.617	6.108.669	4.250.998	3.790.359	8.041.359	985	780.895	986	782.078
1887	3.234.519	5.059.548	8.294.069	3.744.822	3.949.315	7.694.137	637	545.949	639	544.523
1888	4.143.619	4.479.782	8.623.401	4.476.308	5.271.912	9.748.220	629	565.257	620	563.214
1889	4.974.425	2.924.458	7.898.883	4.723.112	7.241.385	11.964.497	652	611.726	658	613.075
1890	6.349.418	1.664.367	8.011.785	3.246.874	6.800.700	10.047.574	663	613.074	644	602.773
1891	5.221.845	6.573.009	11.794.854	2.100.498	3.624.208	5.724.706	505	547.434	508	562.939
1892	8.578.271	5.641.583	14.219.854	2.392.466	8.038.769	10.431.235	751	820.504	753	819.900

Movimiento comercial

De la *Estadística Comercial* de 1892 se deduce que, contando con las cifras esperadas en kilogramos, suben:

La exportación a	118.000 t
La importación a	53.000 ”

Pero no se puede evaluar las numerosas mercaderías cuya unidad es “docena” “bultos” “metros”, etc., de modo que es imposible conocer el verdadero movimiento comercial.

De las cifras precedentes, se ve que la longitud de los malecones tendría que ser:

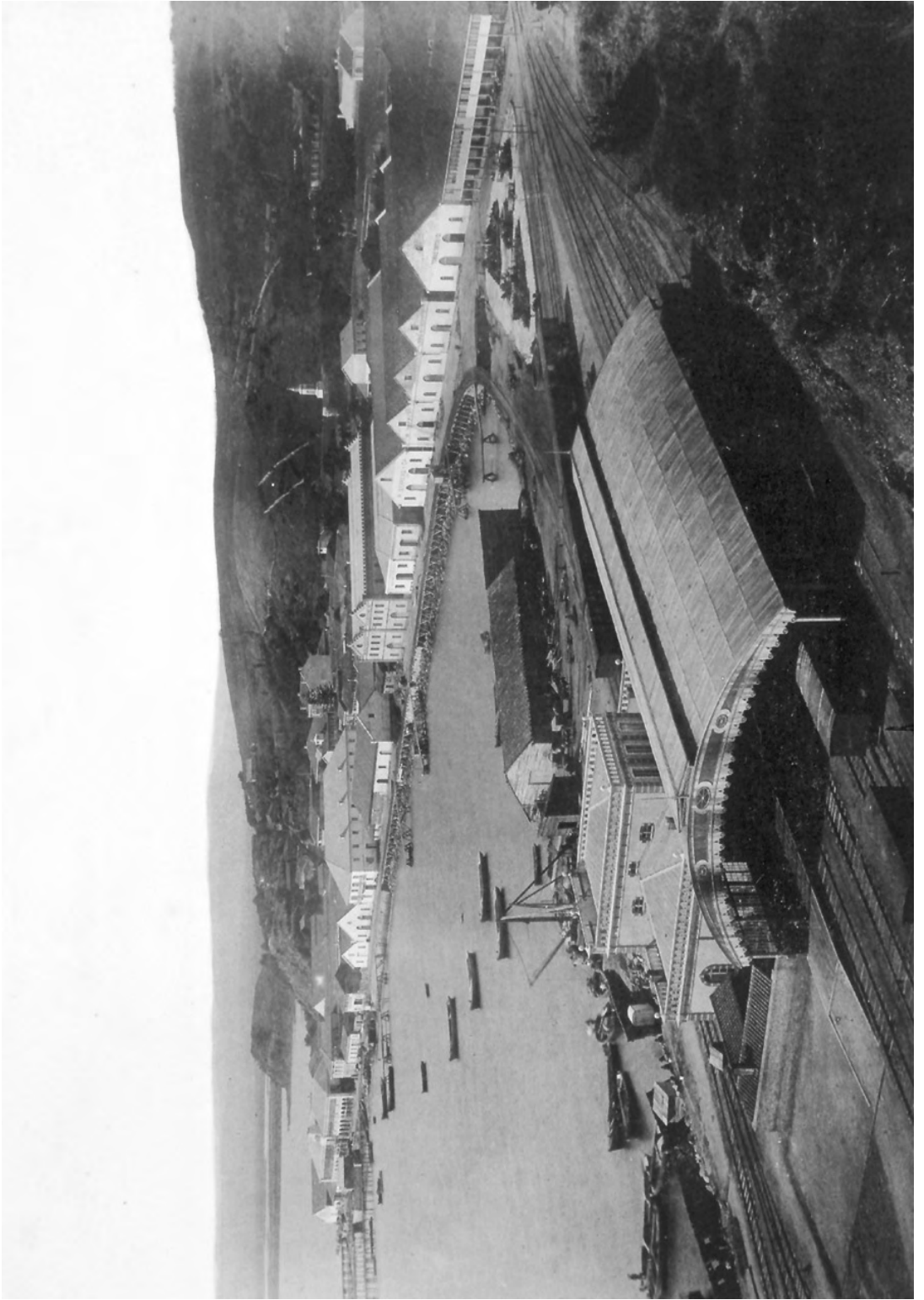
Para la exportación	236 m
Para la importación	106 ”

Además del desarrollo propio de Talcahuano por las nuevas fuentes de producción de la frontera, es preciso notar que las cifras precedentes deben aumentarse naturalmente por las tres razones siguientes:

- 1° Cesación del comercio ilícito en la bahía
- 2° Traslación a Talcahuano del desembarque de las mercaderías para la Armada;
- 3° Vuelta a Talcahuano del desembarque de mercaderías que se efectúa hoy en Coronel para Concepción, por falta de medios en Talcahuano.

Santiago, 15 de septiembre de 1894.

C.J. DE CORDEMOY



Vista parcial del puerto de Talcahuano. Año 1900. Colección Museo Histórico de Chile.

MENSAJE

PRESENTADO POR EL SUPREMO GOBIERNO
AL CONGRESO NACIONAL

SOBRE LA CONSTRUCCIÓN DE UN PUERTO MILITAR Y COMERCIAL
EN TALCAHUANO

CONCIUDADANOS DEL SENADO Y DE LA CÁMARA DE DIPUTADOS:

Hasta el presente el gobierno de la república, sea porque ha debido atender a la satisfacción de necesidades más imperiosas, sea por la carencia de los estudios indispensables, sólo ha empleado una mínima parte de los recursos fiscales en la construcción de obras estables y duraderas en los puertos, destinadas a facilitar el movimiento comercial de internación y exportación de mercaderías.

Dichas obras constituyen el complemento de los trabajos de viabilidad ya realizados, como caminos, ferrocarriles, y sin ellas no puede obtenerse de estos últimos todo el beneficio que lógicamente deben procurar a la nación.

A excepción del muelle fiscal de Valparaíso, que hoy en día está también muy distante de responder a las exigencias del movimiento comercial de nuestro primer puerto, apenas si se han llevado a cabo en los demás de la república, construcciones de importancia muy subalterna para verificar las operaciones de embarque y desembarque de productos.

La falta de obras de esta naturaleza ocasiona por una parte un recargo considerable de gastos, que disminuye en la misma proporción, con perjuicio de los industriales y del país en general, las utilidades que legítimamente les correspondería percibir, y embaraza por otra parte la tarea material del embarque y desembarque, la cual se realiza en condiciones deplorables y no en raras ocasiones, en circunstancias verdaderamente peligrosas.

Además de las obras necesarias para el comercio, es evidente necesidad la construcción de un puerto militar para el abrigo y refugio de nuestra escuadra en el mismo puerto en que deben quedar definitivamente instalados la Comandancia General de Marina, los Arsenales de Marina y demás oficinas congéneres.

Preocupado el gobierno de remediar estas necesidades, encargó al ingeniero de trabajos marítimos, don Camilo J. de Cordemoy, el estudio de nuestros puertos, con el objeto de establecer la naturaleza de los trabajos que debían emprenderse para habilitarlos convenientemente y el costo que ellos demandarían.

Entre los estudios ya terminados, merece preferente atención el relativo a la formación del puerto de Talcahuano.

En el plano que tengo el honor de acompañaros se consulta la disposición general de la obra proyectada.

Ésta se compone de tres dársenas, una inmediata al dique de carena y a continuación de ella las otras dos.

La primera, constituirá el puerto militar; las otras servirán para el comercio de internación y exportación separadamente.

La base del proyecto consiste en la construcción de un malecón que pase por la línea que marque ocho metros de agua en bajamar y que permite, por consiguiente, atracar buques a su costado sin ningún inconveniente.

Este malecón arranca desde la altura del dique seco en dirección paralela a la costa, en una longitud de mil seiscientos metros, inclinándose después hacia el cayo la Viuda. Estará limitado por un muro de defensa de enrocamientos.

Según el proyecto se tomarán al mar, mediante la formación de terraplenes, cien hectáreas aproximadamente, de las cuales se reservarán cuarenta para las necesidades fiscales y se enajenan las sesenta restantes.

La dársena militar tendrá una longitud de seiscientos setenta y cinco metros, y estará separada de la que se destina al comercio de importación por un muro de doscientos sesenta metros de largo por sesenta de ancho. Sobre este muro se establecerá una bodega y el depósito de carbón.

La dársena para la exportación tiene una longitud de setecientos metros y la destinada a la importación otra de quinientos metros.

Las tres dársenas estarán cerradas por un muro exterior, teniendo cada una de ellas su respectiva entrada.

Examinando atentamente el proyecto completo se ha visto que pueden eliminarse, por ahora, por no ser absolutamente necesarios, el muro de separación de las dos dársenas comerciales, y el muro exterior respectivo, lo que viene a reducir sustancialmente el costo de la obra.

En efecto, el presupuesto completo asciende a la suma de doce millones cuatrocientos sesenta y cinco mil cuatrocientos sesenta y tres pesos (\$12.465.463) de veinticuatro peniques.

Con las supresiones indicadas el presupuesto será de seis millones veinte mil ochocientos noventa y dos pesos (\$6.020.892) del mismo tipo, además del valor de los terrenos que será necesario expropiar, lo que representa una suma relativamente insignificante.

Llevando a efecto los importantes trabajos de que se trata, se satisfarán necesidades reales, verdaderamente sentidas, y el desembolso que el Estado tendrá que hacer quedará sobradamente compensado con el valor de los terrenos que se formen, de los cuales, como queda dicho anteriormente, se reservarán cuarenta manzanas

para hacer las construcciones destinadas a la Comandancia General de Marina, a los arsenales de Marina y a las demás oficinas principales del mismo ramo.

Las setenta manzanas restantes se venderán a medida que lo exija el crecimiento de la población y el consiguiente desarrollo de los intereses materiales radicados en Talcahuano.

Además, la traslación a este puerto de las oficinas y almacenes de marina, dejará disponibles en Valparaíso propiedades de importancia, las cuales también podrán venderse o aplicarse a otros servicios, ahorrándose de esta manera sumas cuantiosas que actualmente se pagan por cánones de arrendamiento a particulares por los locales que ocupan algunas oficinas públicas.

Por otra parte, el Estado tendría derecho a imponer a los buques mercantes que aprovecharan las ventajas de las obras en proyecto, un impuesto equitativo, y es indudable que su producto alcanzaría anualmente a crecidas sumas, dado el porvenir seguro reservado a Talcahuano, puerta obligada del comercio de cinco o seis provincias de la república.

Según la estadística de 1892, el movimiento de importación y de exportación en Talcahuano fue el siguiente:

Exportación	198.000 toneladas
Importaciones	53.000 íd.

Que han debido pagar por gastos de embarque, y desembarque desde la bodega de los buques a las bodegas de los trenes y viceversa, no menos de 600.000 pesos, fuera de los gastos ocasionados por otra carga no clasificada al peso, y del movimiento de pasajeros.

Esta cifra representa desde luego los intereses de más de diez millones de pesos que podrían reducirse a menos de la mitad, o sea un ahorro mayor de 300.000 pesos que significan los intereses de un capital superior a 5.000.000 pesos.

La rapidez de la carga y descarga, que equivale a un ahorro de tiempo considerable para las naves, concurrirá a disminuir los fletes marítimos: la misma pérdida o deterioro de mercaderías, la disminución consiguiente de los seguros, serán otras tantas ganancias, o aumento de los intereses que produzcan los capitales invertidos.

Las razones expuestas han inducido al gobierno a dispensar favorable acogida al proyecto de formación de un puerto militar y comercial en Talcahuano.

Sin embargo, ascendiendo el presupuesto total de la obra completa, tal como ha sido concebida, a la cuantiosa suma de más de doce millones de pesos, de veinticuatro peniques, y no siendo absolutamente indispensable ni el muro exterior en toda su extensión, ni el muro de separación de las dos dársenas comerciales, se ha juzgado prudente eliminar, al menos por ahora, ambas obras, mediante lo cual el gasto quedará reducido a poco más de seis millones de pesos, del tipo anteriormente marcado.

Antes de adoptar una resolución definitiva en orden a la realización de la empresa de que me ocupo, se ha oído en diversas conferencias la opinión de los altos

jefes de Marina, de la Dirección de Obras Públicas y de otros funcionarios autorizados, quienes han concurrido a prestar su aprobación al proyecto de mi referencia, visto lo cual el gobierno ha creído llegado el momento de someterlo a vuestra deliberación.

En conclusión, tengo el honor de proponeros, de acuerdo con el Consejo de Estado, el siguiente

Proyecto de ley:

Art. 1°. Procédase a la construcción de las obras de mejoramiento del puerto de Talcahuano con arreglo a los planos formados por el ingeniero don Camilo J. de Cordemoy.

Art. 2°. Estas obras se harán directamente por el Estado o por contrato, no debiendo en este último caso, exceder el costo de ella de la cantidad de seis millones veinte mil ochocientos noventa y dos pesos oro, ni imponer al erario un desembolso superior a un millón doscientos cinco mil pesos por año.

Santiago, a 26 de octubre de 1894.

JORGE MONTT

M.A. Prieto

IMPERIAL

PROYECTO DE REGULARIZACIÓN GENERAL DEL RÍO IMPERIAL³

El río Imperial desemboca en el océano Pacífico, en la costa de la provincia de Cautín, al norte del cerro Cholñi, en los 38°48' de latitud Sur y 73°26' de longitud Oeste.

Hace pocos años que el territorio que baña ha sido ocupado por los chilenos. Después de la toma y destrucción de la antigua Imperial por los araucanos (año 1600), los indígenas habían quedado dueños casi absolutos de este territorio. En 1851 los padres franciscanos establecieron una misión en la llanura que se extiende a la orilla izquierda de la desembocadura del río. Los edificios, quemados más tarde, se reconstruyeron en la cumbre de la colina que va a dar al cerro Cholñi; aún se les ve ahí, y la capilla nos ha servido de excelente punto de referencia para la triangulación.

En 1870 el vapor del Estado, el *Maule*, mandado por el capitán L. Señoret, penetró en el río, del cual pudo levantar un plano sumario; pero los indios no permitieron a nadie bajar a tierra.

Desde hace algunos años, un caserío, Bajo Imperial, se ha edificado a un kilómetro y medio de la desembocadura, en la orilla izquierda. Contiene hoy algunos centenares de habitantes, una nueva iglesia, una fábrica de alcohol y un molino. Un francés, señor M. Ansorena, ha establecido un muelle, en el cual atracan los vapores que hacen el servicio del río Imperial, generalmente en comunicación con Valdivia, y a veces directamente con Valparaíso.

La Aduana de Imperial depende de Valdivia.

Los vapores suben hasta Carahue, pueblo que ocupa el lugar de la antigua Imperial y está destinado sin duda a un brillante porvenir. La población de Carahue no debe ser inferior a 1.500 habitantes. Tres malecones se han instalado en el río para el servicio de los vapores. Hay ahí dos fábricas de alcohol y un molino. El co-

³ Traducido del francés por el señor don A. Capdeville.

mercio del trigo, de la harina, del lingue, es importante: alcanza cerca de 2.000.000 de pesos anuales.

Las casas de Carahue, varias de las cuales son de dos pisos y muy bien construidas, se edifican a menudo con piedras de los antiguos muros de Imperial. La ciudad cubre una planicie, situada a 30 m sobre el río, desde la cual se tiene un panorama espléndido.

La mayor parte de los terrenos está aún ocupada por los araucanos; sólo en 1893 se han vendido un cierto número de hijuelas. Una vez cultivadas darán a la comarca prosperidad inmensa, debida a su fertilidad y a sus excelentes condiciones climáticas.

Pero para que los productos de este terreno tan rico puedan exportarse, necesitan una salida al mar. Es difícil encontrar en el litoral un punto que pueda transformarse en rada o en puerto; por esto la exportación se hace por el río mismo, frecuentado hoy por vapores de algunos centenares de toneladas que no calan más de 3 m.

Estos vapores, cuando transportan trigo, están obligados a ir a transbordarlo a otros puertos, como Talcahuano, o a los buques que hacen el comercio de exportación. Además tienen, para entrar en el río o para salir, que franquear la barra que obstruye la desembocadura. Encuentran ahí, por lo general, la profundidad estrictamente necesaria para pasar, de manera que si el mar está un poco agitado, la travesía es muy difícil. A veces los vapores deben voltejear largo tiempo al frente de la costa antes de atreverse a entrar. La salida es aún más peligrosa, porque el buque, en vez de ser empujado por la ola, debe hacerle frente en la curva del canal, a menudo sinuoso. Entonces es tomado a veces de costado, arrojado contra los bancos laterales y expuesto a vararse, lo que sucedió dos veces en 1893.

Por esto hemos visto al Biobío, en uno de sus viajes, quedar 33 días seguidos encerrado en el río, en el fondeadero de Bajo Imperial; retardos menores, pero aun importantes, no son raros. En estas condiciones los fletes no pueden menos de ser muy elevados y la agricultura ganaría mucho con la mejora de la vía fluvial. Para estudiar la posibilidad y los medios de esta mejora, el Gobierno me hizo el honor de confiarme el estudio del río Imperial.

EL RÍO

El río Imperial principia a tener este nombre a 3 km más o menos, aguas abajo de la ciudad de Nueva Imperial resulta de la confluencia del Cautín con el Cholchol.

El Cautín nace en los contrafuertes de los Andes, casi en el mismo punto que el Biobío, entre los volcanes Nevada y Lonquimay. Recibe primero un pequeño afluente que sale de un lago situado al norte del volcán Nevada; después recibe sucesivamente otras corrientes, que le dan un caudal considerable cuando llega a Lautaro, de donde tuerce al sur, para pasar cerca de Temuco. A 20 km aguas abajo de esta ciudad, el Cautín es aun engrosado por el Quepe, que viene del volcán

Llaima, el cual a su turno ha recogido en su camino al Huichahue, que nace del volcán Questrudugún.

El Cholchol (de curso tranquilo y lecho profundo) resulta de la reunión de una multitud de arroyos y ríos, de los cuales los más importantes son: el Lumaco, el Colpi, el Dumo, el Quino, el Quillem.

El Imperial es, pues, el desagüe de un territorio que abarca cerca de un grado de latitud, en una región muy lluviosa. La superficie de la hoya es de 15.000 km². No he podido procurarme, en materia de observaciones meteorológicas, sino las que se han recogido en el fuerte de Pucón, durante los años 1886-1887. La cantidad de agua caída ha sido en 1886 de 1,933 m y en 1887 de 2,722 m; lo que da un promedio de 2,377 m. Las lluvias están muy desigualmente repartidas. Los meses de junio, julio y agosto son aquellos en que cae más.

Según estos datos, la cantidad de agua recibida anualmente por la hoya hidrográfica sería, pues, de 35.000.000.000 de m³, lo que representaría un volumen de 1.000 m³ que deben escurrirse por segundo.

Esta cifra es muy exagerada, lo que prueba que en las otras partes de la hoya llueve menos que en Pucón. Pissis estima en 1,20 m solamente el promedio del agua que cae en la hoya del Biobío; tomando 1,50 m para el del Cautín, no debe estarse muy lejos de la verdad. Esto daría 22.500.000.000 de m³ anuales y 600 m³ solamente para el escurrimiento por segundo. Durante el invierno esta cifra debe aumentarse y al contrario disminuirse en verano, a pesar del derretimiento de la nieve.

OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS

Aunque sólo se ha podido reunir un poco más de 3 meses de observaciones, las publico, pues podrán servir para completar otras, o como punto de comparación con los datos recogidos en la misma época en las observaciones vecinas. El período durante el cual se ha observado es el verano.

El promedio de la presión barométrica, sin correcciones de temperatura y a 4 m sobre el nivel del mar, es de 763 mm. Ha oscilado desde 757 hasta 767.

Las mayores presiones coinciden con los vientos del sur; las menores con los del norte.

La cantidad de lluvia, desde el 22 de diciembre hasta el 18 de marzo, ha sido de 0,192 m.

La temperatura máxima ha sido de 25°, el 20 de febrero; la mínima de 3°4 el 13 y el 14 de febrero. El promedio de los máximos ha sido de 19°88 y el de los mínimos 10°28. La mínima de las máximas ha sido de 15° el 13 de febrero y el 7 de marzo. La máxima de las mínimas, 17°2 el 10 de enero.

La temperatura media ha sido:

A las 7 de la mañana	13°65
A las 2 de la tarde	19°84
A las 9 de la noche	13°74

El promedio general del verano ha sido 15°74.

El carácter general de los vientos es el siguiente: los del 4° cuadrante son muy irregulares y traen consigo las lluvias y las tempestades. Los del sur principian entre las 9 y 10 de la mañana, para cesar hacia las 6 de la tarde. Este hecho explica, en el cuadro anexo, las numerosas constataciones de “calmas”, consignadas a las 7 de la mañana y 9 de la noche; es la observación de las 2 horas la que da el verdadero estado de la atmósfera durante el día. Los vientos del este son muy raros. Los del sur y del norte son a veces muy violentos.

En el cuadro de las observaciones, la fuerza del viento se indica por una escala que va desde 0 hasta 6.

Sin tomar en cuenta su violencia relativa, considerando sólo el número de veces que los vientos han soplado de cada dirección, se puede formar el cuadro siguiente, con 286 observaciones hechas en 95 días:

N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	C
49	4	1	0	48	9	8	10	157

Según la fórmula de Lambert:

$$\text{Tg } \Phi = \frac{E-W+(NE+SE-SW-NW) \text{ COS } 45^\circ}{N-S+(NE+NW-SE-SM) \text{ COS } 45^\circ}$$

en la cual φ indica la inclinación de la resultante de los vientos, desde el norte hacia el este, se obtiene:

$$\varphi = - 74^\circ 29'$$

o sea, un viento ONO.

Si sólo se toma en cuenta la dirección observada a las 2 de la tarde, se obtiene un cuadro que, con la fórmula anterior, da como resultante un viento de OSO que hace con el norte un ángulo de 76°40'.

Se obtienen los mismos resultados tratando los vientos por el método que he indicado ya del polígono de los vectores (*Estudio relativo a Constitución y Corral*, pp. 8 y 132).

En definitiva, como se ve, la resultante de los vientos viene próximamente del oeste, es decir, normal a la costa.

Estudiando el cuadro de las observaciones, se ve que los vientos del N y NO son los más frecuentes hasta el 10 de enero (16 contra 5 del S y SO, según la observación de las 2 de la tarde), y a partir del 2 de marzo (10 contra 1). Por el contrario, desde el 10 de enero hasta el 1 de marzo, se tiene a la misma hora 23 del S contra 10 del norte. Sin ceñirse literalmente a estas cifras, que pueden variar de un año a otro, me atengo a su indicación general; durante los meses de enero y febrero, los vientos llegan sobre todo del sur; sucede lo contrario durante el resto del año. Observaciones llevadas a cabo durante el invierno serían sin duda aún más signi-

ficativas y confirmarían este hecho, bien conocido de los marinos y habitantes del litoral de la Araucanía: que en definitiva la predominancia pertenece a los vientos del 4° cuadrante.

CORRIENTES DEL MAR

Las corrientes son poco pronunciadas en la costa; varían con los vientos y la marea. Las olas, rompiendo contra la costa, arrojan luego a ella los flotadores. En alta mar no hay tampoco indicación bien neta.

OLAS

Las olas siguen la dirección del viento; durante el verano, época de mis observaciones, rompían lo más a menudo contra la costa. Principian a quebrar muy lejos de la orilla (más de 500 m) y determinan una zona peligrosa, en la cual ninguna embarcación puede arriesgarse. Resulta que esta parte no puede ser sondeada con los procedimientos ordinarios. Con los vientos predominantes del N las olas se inclinan hacia el S.

MAREAS

A causa de la violencia del mar es imposible hacer en él ninguna observación; en cuanto a las mareas en la desembocadura misma, son idénticas a las de Bajo Imperial. Éstas se han seguido desde el 14 de enero hasta el 20 de marzo de 1893, por medio del mareógrafo sumario ya empleado en Valdivia y Constitución.

El punto más bajo se ha obtenido el 18 de febrero, dos días después del novilunio; éste es el punto que se ha elegido como cero de nuestros planos; éste debería, pues, con seguridad, ser bajado por otras observaciones. La altitud máxima ha tenido lugar el 1 de febrero, el mismo día del plenilunio; ha alcanzado a 1,36 m. Es, pues, esta cifra la que mide la diferencia observada entre la alta y bajamar; no es seguramente el máximo que se puede observar.

El establecimiento del puerto en la desembocadura del Imperial presenta una anomalía. La hora es de X^h15 en Talcahuano y de X^h20 en Corral, y era natural pensar que en Imperial estuviese comprendida entre estas dos horas. Es así como cuentan los marinos que frecuentan el río; pero cuatro meses de observaciones me han hecho ver que la pleamar de sizigia está ahí en retardo. Es entre XI^h10 y XI^h30 que es menester fijar el establecimiento del puerto, sin poder, por lo demás, determinarlo más exactamente, pues el nivel del agua experimenta en este momento numerosas oscilaciones.

Como en toda la costa de Chile, la marea de la noche es mayor que la del día, a lo menos en la época de las sizigias; por noche hay que entender aquí, el

intervalo de las 6 de la tarde a las 6 de la mañana, lo que diferencia el régimen del Imperial de aquél del río Valdivia. Hacia las cuadraturas se observa a menudo la inversa, lo que se debe a que la hora de la pleamar oscila en este momento hacia las 6^h, tanto en la mañana como en la tarde, y a que las variaciones se representan sobre la altitud.

Estas variaciones son aún mayores durante la lunación que en la época misma de la sizigia; la mayor altura observada de día ha sido la del 6 de marzo: el nivel se ha elevado de un metro sobre el cero.

La mayor amplitud de una marea ha sido de 1,20 el 31 de enero.

La más alta marea no tiene siempre la misma relación del tiempo con la sizigia; así se ha presentado como sigue:

<i>Noche de</i>	<i>Día y hora de la sizigia</i>	<i>Retardo en horas</i>
19 de enero	17 enero a las 8 ^h 40 de la noche	50
1 de febrero	31 de enero a las 9 ^h 30 de la noche	36
16 de febrero	16 de febrero a las 11 ^h de la mañana	12
3 de marzo	2 de marzo a las 11 ^h de la mañana	24
17 de marzo	17 de marzo a media noche	0

La menor marea se observó en la mañana del 11 de febrero; sólo se elevó 0,37 m sobre el 0 y la amplitud ha sido de 0,28 m con vientos débiles del oeste. Una amplitud menor se produjo el 8 de marzo; fue sólo de 0,14 m; el viento soplaba débilmente del norte, pero el máximo subía a 0,70 m.

Las curvas que figuran en el diagrama dan a conocer, por lo demás, las irregularidades tan notables de las dos mareas diurna y nocturna.

Pero otra anomalía aún más notable que las señaladas ya se presenta en el Imperial: la amplitud de la onda aumenta a medida que sube al río, a lo menos hasta Carahue.

Las observaciones en este último punto han sido más incompletas que en Bajo Imperial. Sin embargo, las doy también en diagrama, en una lámina especial. El máximo ha sido alcanzado dos veces: el 2 y 16 de febrero; el mínimo el 18 del mismo mes; la diferencia entre los dos puntos ha sido de 1,59 m en vez de 1,36 m observado en Bajo Imperial. La amplitud de una misma marea se ha elevado a 1,49 m el 2 y 16 de febrero, mientras que la amplitud máxima ha sido de 1,20 m, en la otra estación. La amplitud mínima ha sido de 0,35 m en vez de 0,14 m.

Observaciones simultáneamente practicadas:

- 1° en la desembocadura,
- 2° en Bajo Imperial;
- 3° en la confluencia con el Moncul;
- 4° al sur de la isla Doña Inés;
- 5° al norte de esta isla;
- 6° en Carahue, han mostrado que este aumento en amplitud es constante y casi proporcional a la distancia del mar.



Botes de pesca en las playas de Pichilemu. Año 1968. Colección Museo Histórico de Chile.

Ciertamente existen muchos ejemplos de hechos semejantes y el más conocido es el del Támesis, donde la marea en Londres excede de cerca de 1 m a la de Sheerness. Generalmente estas diferencias son bastantes fáciles de explicar por el cambio brusco de las orillas que se estrechan como embudo, forzando así a la corriente a elevarse, o por codos bruscos, o por cambios repentinos en las secciones transversales de los cauces.

Para Carahue, especialmente, se habría podido atribuir la elevación de la marea a la vuelta que la separa del banco Rucadiuca, y sobre todo a la existencia de este banco, que obra como una vertedera, como se verá más adelante; pero para los puntos intermedios no he podido darme cuenta de las razones del fenómeno. Basta constatar cuán útil ha sido hasta ahora a la navegación del río, puesto que los vapores encuentran sobre el banco Rucadiuca más aguas que las que debieran encontrar normalmente.

¿Subsistiría el fenómeno después de una rectificación metódica del río?

A priori no se podría resolver la cuestión, que, por lo demás, llegaría a ser de un interés secundario.

CONDICIONES FÍSICAS

El establecimiento del puerto retarda de cerca de 40 minutos en Carahue con respecto a la hora de Bajo Imperial. El agua salada no pasa de la isla Doña Inés. En Carahue el agua es siempre dulce.

Digamos, por fin, que la nivelación nos ha dado 0,40 m de diferencia de nivel entre Carahue y Bajo Imperial, desde el cero al cero de cada localidad.

En Carahue el agua pesa un poco más de 1.000. Frente a Bajo Imperial la densidad varía desde 1.007 hasta 1.010. La temperatura del río en este último punto, ha sido de 16° a 18°, según el estado de la marea, en el mes de marzo.

Las arenas de la costa, frente al río Imperial, provienen de la descomposición de las areniscas de que se componen los morros acantilados del litoral. Es fácil seguir en estos morros el trabajo de las intemperies y de las olas. Se derrumban bloques considerables, los cuales, atacados por el mar, se reducen a fragmentos más y más pequeños. Pero a pesar de que estas areniscas no son duras, su descomposición es mucho más lenta de lo que uno estaría dispuesto a creer. Se tiene la prueba directa de esto, un poco al sur de la desembocadura del río. Hay ahí rocas derrumbadas que alcanza la ola durante la pleamar y que quedan cubiertas durante los temporales. Una persona ha grabado en una de ellas la fecha 1883, año de la operación, según he podido saberlo. Diez años más tarde las cifras de la inscripción estaban solamente un poco borradas, probando así la lentitud del gasto.

Del río mismo no viene arena; el lecho sólo está tapizado de cascajo; hasta Carahue, apenas si se encuentran, una o dos veces, pequeños bancos de arenas en las orillas. Más arriba el Imperial y el Cautín corren sobre güijarros; por lo demás, la arena, que se encuentra tan raras veces, no tiene nada de común con la de la playa.

Marcha de las arenas

El origen de la playa no es dudoso: se forma a lo largo del litoral.

La resultante de los vientos viene del NO; se tiene una prueba más en la forma que le dan a los árboles, cuyo ramaje está inclinado de una manera notable del NO hacia el SE en los pasajes descubiertos.

El efecto de los vientos sobre las arenas del litoral es evidente a la simple inspección del plano. El Imperial, desde Carahue hasta cerca del mar, no tomando en cuenta la doble curvatura que tiene más abajo de la isla Doña Inés, marcha normalmente a la costa, hasta su confluencia con el Moncul. Ahí tuerce bruscamente hacia el sur para desembocar en el mar 6 km más lejos, dejando entre su lecho y el océano una península larga y estrecha de arena.

Es un ejemplo muy notable de desembocadura rechazada por la arena. En el origen, sin duda, el río desembocó, más o menos, al frente de su confluencia con el Moncul y tal vez aun éste no se le juntaba. Las arenas provenientes del norte, han debido cerrar el estuario del Moncul, cuyo caudal no era suficiente para luchar contra la invasión, ha sido forzado a inclinarse hacia el Imperial, al cual ha ido a engrosar con sus aguas.

El río ha sido rechazado así, cambiando a veces hasta de lecho, empujando más y más hacia la tierra, lo que es fácil reconocer por los vestigios de antiguos lechos, sembrados de cascajos, que se encuentran en la península, donde conchuelos, huevos de ballena, etc., demuestran también la acción del mar.

La lucha ha continuado así durante largos siglos, retardada sin duda durante algún tiempo por el cerro Trihue, que la corriente ha atacado. Hoy, es el cerro Cholñi el que ha puesto un límite momentáneo a la fuga de la desembocadura hacia el sur. Pero si ninguna fuerza contraria interviene, es permitido profetizar que, en un número de siglos más o menos largo, esta colina también sería comida y contorneada y que el Imperial irá a unirse con el lago Budi.

Digamos, por lo demás, que el día en que esta unión tenga lugar, el río dispondrá de una cantidad suficiente para abrirse un canal siempre seguro hasta el mar. Si los gastos de unión no fuesen enormes, esta solución sería muy ventajosa.

Doble desembocadura

Aquí es preciso anotar y discutir una afirmación contenida en el viaje a la Araucanía de Domeyko (1846). El Imperial, según el célebre naturalista, tenía dos bocas; una que se dirigía hacia el norte y otra hacia el sur.

He buscado largo tiempo, sin resultado, si era posible, que en 1846 el río tuviese una boca septentrional; las arenas que constituyen la península, la vegetación que ahí se encuentra, los restos que en ella pueden recogerse, todo probaba que en una época tan reciente no podría haberse efectuado un cambio tan notable. Los viejos araucanos que he interrogado en el lugar jamás habían visto la segunda boca ni oído hablar de ella.

Por otra parte, habría sido singular que con la marcha de las arenas desde el norte hacia el sur, hubiese podido formarse y mantenerse una boca al norte.

Tampoco podía atribuirse al dicho de Domeyko ningún fundamento. Se comprende su equivocación al pensar que Domeyko efectuó su viaje en medio de las mil dificultades de la época y que no ha podido, por consiguiente, examinarlo todo con detención.

Al llegar al fin del río, cerca del mar, se cree realmente ver dos brazos que dirigen uno al NO y el otro hacia el S. Éste es el Imperial; el primero que parece correr hacia el mar es el Moncul, que ofrece esta singularidad que para alcanzar a su confluente hace un *crochet* hacia el interior de la tierra. Es a éste al que Domeyko tomó como una segunda boca; y es difícil darse cuenta exacta de las cosas en esta unión que tiene más de 1.200 m de ancho.

Toda esta parte era tan poco conocida que más tarde Pissis no cuenta al Moncul entre los afluentes del Imperial, del cual dice:

“Antes de entrar en el mar, forma como una especie de lago donde se deponen las arenas que arrastra consigo; así es que su desembocadura es más practicable que la de los demás ríos de Chile”.

Se ve el error. En el plano de Aurelio Lastarria, el río Moncul figura aun como una especie de lago o estanque sin salida, como lo había dibujado la primera expedición del Maule (1870), que le daba el nombre de estero Mocho.

Resumen

En resumen, lo que hay de positivo es que la arena viene del norte y que la desembocadura del río tiene una tendencia invencible a trasladarse hacia el sur.

Esto no quiere decir que, con los vientos del sur, no se modifique profundamente la desembocadura. En la orilla izquierda, al pie del cerro Cholñi, se encuentra la armazón del vapor del Estado el *Maule*, que se varó en una segunda expedición. A veces la arena es tan barrida por los vientos del norte que una gran parte del casco es visible; por el contrario, si los vientos del sur predominan, la orilla izquierda se ensancha y apenas si se ve la extremidad superior de las cúpulas verticales de las calderas.

He hecho levantar en varias épocas el plano de la extremidad sur de la península, para dar a conocer sus variaciones.

CARAHUE

Los españoles habían edificado la ciudad de Imperial en la confluencia del río de este nombre y del pequeño río de las Damas, sobre una planicie elevada. La posición había sido elegida, porque es el punto extremo al cual puede llegar la navegación con grandes naves. Al frente de Carahue el río se divide en dos brazos por la isleta donde se refugiaron los españoles, después de la toma de Imperial. Aguas arriba de esta isla, en la orilla derecha, existe el punto más profundo del río,

20 m; pero después del codo que se encuentra un poco más arriba, las grandes profundidades desaparecen, y el Imperial toma una marcha casi torrencial, porque las alturas aumentan rápidamente.

No hemos tenido el tiempo de estudiar esta parte superior del río; no puede presentar ningún interés si no es tal vez para el paso de las pequeñas embarcaciones.

BANCO DE RUCADIUCA

A 5 km agua abajo de Carahue, se encuentra un banco donde se varó en 1870 el *Maule*, que no pudo pasar más allá; figura con el nombre de banco del Maule en el plano levantado entonces por el señor Aristides Martínez; se le llama hoy banco de Rucadiuca.

En los parajes menos profundos de la sonda baja sólo 1,30 m, por lo cual los vapores que hacen el servicio del río deben, para atravesarlo, esperar la pleamar, sobre todo cuando están cargados. Este banco se compone, en su mayor parte, de guijarros de eurita mezclados con arena y cascajo pequeño. Un sondeo geológico nos ha permitido fijar en 2,25 m el espesor de la capa de sedimentos, en la parte menos profunda.

Estos guijarros se han detenido ahí, porque en ese punto el río es más ancho que aguas arriba y aguas abajo, y este aumento del ancho se debe a la presencia, debajo de la capa de guijarros, de un aforamiento de una roca arcillosa, blanda por lo demás, pero que el agua no ha podido atacar, lo que le ha impedido excavar un lecho bastante profundo para el paso del volumen que se escurre. No pudiendo obtenerse el ensanche por el fondo, se ha hecho por los bordes, como lo constata el plano. Este banco de arcilla es visible en ambas orillas, con una inclinación que se relaciona bien con la profundidad, a la cual se le encuentra en el medio del río.

Además, por un pequeño torrente que desemboca en la orilla izquierda, llegaba un volumen suplementario de cascajo que ha formado ahí un montón que se descubre en bajamar.

El banco de Rucadiuca tiene 300 m en su mayor ancho. Aguas arriba el río forma un codo que sólo tiene 120 m, es decir un poco más del tercio. Ahora bien, mientras que las profundidades bajan a 1,30 m en el banco, se sondan hasta 15 m en el medio del codo. La misma profundidad de 15 m se encuentra a alguna distancia aguas arriba, a la entrada de la curva, en un punto donde el ancho es de 196 m.

El examen teórico de esta parte del río hay que hacerlo con precaución. No se trata aquí de una corriente con pendiente uniforme, a la cual se pueda aplicar una de las fórmulas de la hidráulica relativa a la velocidad y al caudal.

El banco obra en realidad como una vertedera, sobre la cual la velocidad es mayor que en la superior que le sirve de estanque. La rapidez del escurrimiento no basta, sin embargo, aun durante las creces, para arrastrar el cascajo del fondo,

mientras que, aunque menor, llega a dragar y después a mantener las grandes profundidades, aguas arriba y aguas abajo.

El banco constituye, pues, una verdadera solera que no podría quitarse por medio de simples rectificaciones del lecho; exige la intervención de la draga para excavar un canal conveniente.

¿Qué ancho debe darse a este canal? No sólo debe alcanzar la profundidad requerida sino también mantenerla. De los perfiles del río, aguas arriba y aguas abajo del banco y también sobre su trayecto, se extrae el cuadro siguiente:

Número de los perfiles	Ancho m	Superficies m ²	Profundidades máximas m	Ordenadas medias OM m	Razón entre las profundidades y		Razón entre la OM y	
					el ancho	la sección	el ancho	la sección
A	215	980	8	5,20	27	122	41	188
B	196	1.340	14,50	8,20	13	92	24	163
C	121	932	15,10	11,20	8	62	10	83
D	197	1.210	9	7	22	134	28	173
E	238	1.200	7,70	7	30	155	30	170
F	226	1.070	7,80	6	29	137	37	178
G	258	540	4,40	2,6	58	123	98	200
H	298	500	2,80	1,8	100	178	160	277
I	288	520	3,50	2,1	82	148	136	250
J	276	590	5,30	2,4	52	111	115	245
K	270	470	4,80	2,2	56	97	122	212
L	254	530	5,10	2,5	50	104	100	212
M	230	675	7,60	3,7	30	88	62	182
N	210	660	6,60	4	22	100	52	185
O	212	940	6,20	5,3	34	151	40	177
P	250	1.000	5,80	5	43	172	50	200
Promedio					35	123	69	193

Este cuadro es muy significativo.

Se le puede dividir en cuatro partes distintas:

1° de A hasta D con profundidades superiores a 8 m.

2° de E hasta F con íd. íd. a 6 m.

3° de G hasta L es el banco.

4° de M hasta P con profundidades superiores a 6 m, aguas abajo del banco.

Los promedios de los datos precedentes, en cada una de estas partes, dan:

Números	Anchos <i>m</i>	Superficies <i>m</i> ²	Profundidades máximas <i>m</i>	Ordenadas medias <i>m</i>	Razón entre las profundidades y		Razón entre la ordenada media y	
					<i>el ancho</i>	<i>la sección</i>	<i>el ancho</i>	<i>la sección</i>
1°	182	1.115	11,60	7,90	18	102	26	152
2°	198	1.122	10,35	7,60	21	117	28	160
3°	276	525	4,30	2,30	66	127	122	233
4°	225	812	6,30	4,50	35	188	51	186

Salvo una anomalía que explican la naturaleza del banco y las causas múltiples que han precedido a su formación, este cuadro indica con claridad: que para obtener 8 m de ordenada media, objeto que nos proponemos con la mejora, la sección debe ser de cerca de 1.100 m² y el ancho, por consiguiente, de

$$\frac{1100}{8} = 140 \text{ m}$$

Pero estando regularizado el régimen transversal del escurrimiento, la velocidad media aumentará un poco; la sección no tiene necesidad de ser tan grande y el ancho se puede reducir a 125 m.

Es importante observar la influencia de la curva situada aguas arriba del banco; ella es la que determina las grandes profundidades de 15 m, éstas no se encuentran contra la curva cóncava, como debía ser, sino a una cierta distancia, lo que se debe sin duda a la resistencia del banco de arcilla.

La influencia de las curvas es tan ventajosa para el mantenimiento de un canal conveniente en el medio del lecho del río, que es necesario preferirlas a una dirección rectilínea, cuando no se está seguro del resultado con el último trazado. Pudiendo efectuarse la rectificación del banco Rucadiuca fuera del proyecto general, volveremos especialmente sobre este objeto después de haber expuesto el proyecto general.

VELOCIDAD DEL RÍO

Cuando la marea baja, la corriente del río sigue su curso normal y desciende hacia el mar. Cuando sube, llega el momento en que, en Bajo Imperial y aun en Carahue, durante las grandes pleamares de sizigias, la corriente remonta aguas arriba.

Frente a Bajo Imperial, para medir la velocidad del agua, es menester tener cuidado de colocarse en medio del río, porque cerca de las orillas, sobre todo la de la orilla izquierda, existen casi siempre fuertes contracorrientes, en cualquier

momento de la marea. En el centro, pues, el día de una marea de sizijia (día 16 de febrero) se ha tenido:

Bajamar, de 6^h25 a 6^h55 AM
 Pleamar, de 11^h26 a 11^h40 AM
 Bajamar, de 5^h25 a 5^h35 PM

La corriente ha principiado a remontar aguas arriba a las 8^h, cuando el nivel del agua había subido ya 0,18 m y principió a bajar a las 11^h40, es decir, en cuanto la marea comenzó a descender, lo que se explica bien.

La velocidad del río cambia con el estado de la marea; el máximo conservado al frente de Bajo Imperial, ha sido de 1,50 m durante el día y 1,80 m en la noche. En la desembocadura, a media marea vaciante, se hallan a menudo, aun durante el día, velocidades mayores de 2,50 m (5 millas) y las embarcaciones a remos no pueden luchar contra esta corriente.

La velocidad de los filetes líquidos varía, como se comprende, según su situación en los diversos puntos de la sección, en razón compuesta de su distancia a la orilla y de la profundidad en el sitio considerado.

REGULARIZACIÓN DEL CURSO DEL RÍO

Tomando desde Carahue hasta la desembocadura los promedios de las secciones del río, se ve que su superficie es la siguiente:

800–1.000–1.400–1.600–2.000

Haciendo abstracciones de las secciones próximas al mar, que no pueden tomarse como ejemplo, porque ahí la velocidad es muy grande y la maniobra de las naves sería difícil, en un lecho tan angosto, con relación al volumen de agua que se escurre. Lo que impide, por otra parte, que a pesar de esta velocidad exagerada las profundidades no sean más considerables, es que el río pasa ahí sobre el banco de arenisca que ha corroído para contornear los cerros, banco que opone a la socavación una resistencia que sólo podrá vencer el tiempo.

Los anchos necesarios para realizar una profundidad de 8 m, con las superficies anteriores, serían, pues,

100–125–175–200–250 m

Una vez realizado este aumento de profundidad, habría también un aumento de velocidad y por consiguiente los números anteriores deberían ser disminuidos; pero, por otra parte, la facilidad de la transmisión de la marea, llegando a ser mayor, hay que tener en cuenta un volumen mayor de agua salada que debe pasar por el nuevo canal, y es preferible mantener las cifras encontradas sin modificación para los diversos anchos.

Luego desde Curahue hasta Rucadiuca el ancho debe aumentar desde 100 m a 125 m; siendo la distancia de 5.300 m, el aumento del ancho será de 0,47 m por 100 m.

Desde Rucadiuca hasta la desembocadura, el ancho pasa desde 125 m hasta 250 m, lo que para una distancia de 31.000 m, da un aumento de 0,40 m por 100 m.

En realidad, los anchos no deben aumentar en proporción simple de las distancias, sino más rápidamente, a medida que uno se aproxima a la desembocadura. Diversos autores han dado fórmulas para este aumento proporcional; tienen el defecto de haber sido deducidas de la observación de corrientes de aguas especiales. En vano he tratado de aplicarlas al río Imperial; ninguna me ha satisfecho, lo que prueba una vez más que las circunstancias en materia de hidráulica son tan complejas que no se pueden establecer reglas generales.

He aplicado, pues, al río el mismo juicio de estudio que me había servido para establecer el trazado del río Valdivia. Recuerdo aquí las conclusiones:

- Ancho creciente de aguas arriba hacia aguas abajo.
- Curvaturas progresivamente crecientes desde la inflexión al vértice y decrecientes desde el vértice a la inflexión, fijando en una relación conveniente la diferencia de las curvaturas, según las circunstancias locales.
- Luego, el ancho debe ser mayor en el vértice de las curvas.
- Desarrollo mayor de las orillas convexas que de las orillas cóncavas, lo que conduce a curvas excéntricas.
- Punto de inflexión en el encuentro de las curvas convexas.
- Estrechamiento de las partes rectilíneas.

Sólo que, según mi parecer, hay una diferencia capital entre el Valdivia y el Imperial. Mientras que, en efecto, en el primero la corriente pasa por entre numerosos bancos que ocupan alternativamente las orillas, en el Imperial no hay acumulación de arena sino en un solo punto, junto a la orilla izquierda, en la mitad de la distancia, entre la confluencia del Moncul y la boca y en un sitio donde justamente el canal deberá apoyarse en la orilla opuesta, es decir, que no hay que tomar en cuenta el banco.

En consecuencia, de los dos procedimientos ordinarios de mejora, canalización y dragado, el primero, que tiene por objeto el preservar de la invasión de los aluviones al canal creado artificialmente, es inútil. Bastará sólo el dragado para dar al río la profundidad querida y, una vez determinado el canal, la velocidad aumentada según la nueva vaguada, esta profundidad se conservará.

El plano general indica los límites del canal que hay que dragar. Se observará cuán parecido es el trazado en general a la corriente actual del río. El canal creado serviría de lecho menor y el espacio ocupado hoy por el río de lecho mayor, para contener las aguas de las avenidas. La comparación de las dos secciones muestra que la forma del Imperial es clásica, por decirlo así, y prueba, en consecuencia, que hay que temer poco los fracasos en las tentativas de mejora.

El cálculo de los volúmenes en exceso en el canal que hay que abrir llega a la cifra considerable de 18.000.000 m³. Si hubiese que dragarlo todo, el gasto sería considerable, pero éste no es el caso. Bastará trazar con la draga un canal estrecho

y profundo, según el eje en las partes rectas o casi rectas, y según el borde cóncavo en las porciones curvas.

Se producirá un llamamiento del agua que aumentará su velocidad en el foro excavado, cuyos bordes serán comidos hasta el establecimiento del equilibrio.

A veces será necesario, con la draga, regularizar las consecuencias del primer desmonte efectuado, pues las circulaciones particulares harán variar el efecto de la corriente. Ésta será la misión del ingeniero encargado de la ejecución de la obra; vigilar la marcha de los trabajos, y según sea, obrar en consecuencia; pero es evidente que se producirán economías notables en el cubo de los dragados que hay que hacer.

El costo, en realidad, será muy aceptable, sobre todo si se piensa que la excavación del canal no debe ejecutarse de un repente, sino que seguirá el desarrollo del movimiento comercial del río.

De las consideraciones expuestas anteriormente, resulta que el dragado debe principiarse desde aguas abajo, para que los filetes líquidos, en su nueva dirección hacia la boca, no encuentren obstáculos que contraríen su inflexión.

MEJORA DE LA BOCA

Hemos llegado al punto capital del proyecto; pero parece que aquí tampoco se encontrarán obstáculos infranqueables.

El agua que, en el reflujo, sale del río que se compone de su caudal propio y del volumen almacenado durante el flujo, llega al mar y se escurre lateralmente en una gran extensión, que va desde la punta de la península de arena hasta el cerro Cholñi, en una longitud de 1.600 m.

En estas condiciones, no tiene acción suficiente para abrir un canal; y sin embargo, la masa de agua que tiene el máximo de velocidad llega siempre a trazar un canal más profundo que las porciones vecinas: éste es el que aprovechan los vapores. Pero la fuerza de la corriente disminuye a medida que penetra en el océano, mientras que la acción de las olas que tienden a rechazarla, ya al norte ya al sur, según la dirección del viento, queda constante.

De esto resulta que los filetes líquidos toman una dirección curva, y es así como se dibuja hoy el canal.

Si, por el contrario, el canal, al llegar al mar, estuviese contenido entre dos muros, conservaría su potencia, que sólo contrariaría la resistencia del agua del océano, y su acción sería mucho más enérgica. Se determinaría la formación de un canal profundo, que se compone de arena.

En el caso especial del Imperial, creo que se puede realizar una importante economía suprimiendo uno de los molos; el del norte.

La configuración de la boca prueba la persistencia de la dirección de las arenas hacia el sur, y los movimientos experimentados por la punta de la península demuestran que los cambios de lugar de los aluviones jamás son muy considerables.

Supongamos que sólo se ha establecido el molo sur, con una curvatura suficiente. Dirijamos hacia su concavidad, que mira al norte, la corriente de salida, por

medio de un simple espigón que prolongará, en una pequeña longitud, la orilla derecha del río. Los filetes líquidos se pegarán contra este muro cóncavo, en virtud de la fuerza centrífuga, y serán mantenidos contra él; en la mayoría de los casos, por el viento y las olas.

Cuando, por el contrario, esta última acción venga del sur, será amortiguada por el molo mismo. La corriente no tendrá, pues, tendencia a salir de su lecho habitual, y se abrirá en el mar un paso invariable que profundizará. Éste será el canal, y los hechos que tienen lugar hoy mismo, pueden dar la seguridad de que será bastante profundo para recibir los vapores.

La arena, empujada por el viento del norte, irá a depositarse a lo largo de la cara cóncava del molo. Es evidente que esto no llegará a suceder, pues será llevada por la fuerza de la corriente hacia alta mar. Acontecerá ahí, lo espero, lo que ha sucedido en Portugalete: los aluviones sólo se depositarán en la zona donde ya no pueden ser arrastrados; se alinearán, pues, a una cierta distancia del molo, paralelamente a su cara cóncava, y constituirán una especie de segundo molo natural que regularizará aún más la estabilidad de la corriente.

Durante las tempestades, con seguridad, una parte de este banco será llevado; pero siempre es preciso que el agua del río encuentre una salida; y si llegase a establecerse un obstáculo, pronto sería barrido a causa de la misma elevación de las aguas, que provocarían en el río. La comunicación con el océano quedaría libre pues, y el juego de las mareas no sería molestado, lo cual aseguraría el mantenimiento del canal.

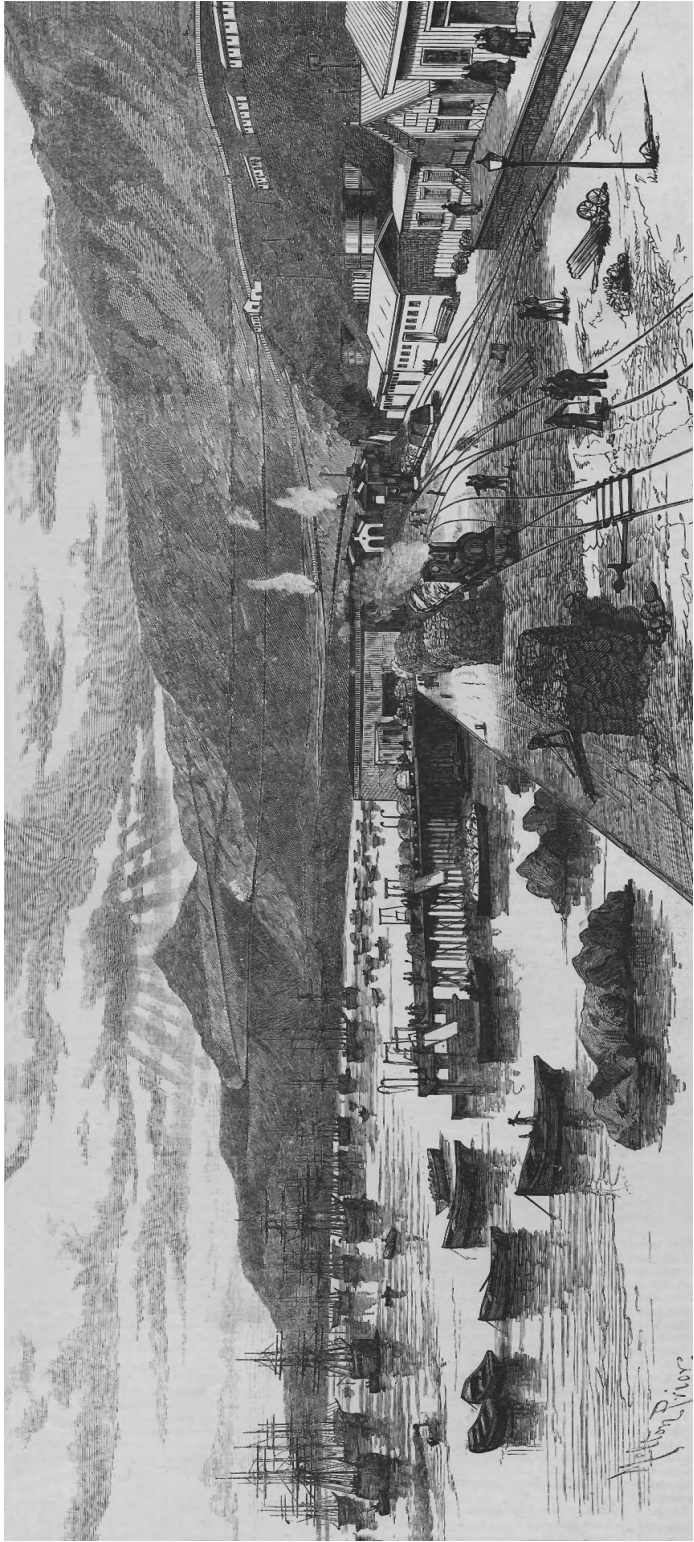
Por el lado norte, el canal no estaría abrigado por un muro; pero las olas romperían a lo largo del banco natural y no llegarían sino muy atenuadas, a la parte profunda. Sólo en la misma entrada, los vapores encontrarían el mar agitado, el cual es el caso común de todos los puertos.

Es justo agregar que, en el raciocinio anterior, supongo establecido el estado final; mientras tanto las condiciones serán un poco peores; pero raciocino siempre en la hipótesis de que la mejora del río Imperial será la obra de un cierto tiempo.

SITUACIÓN DEL MOLO

Para establecerlo he elegido al punto donde se encontraba el canal en noviembre de 1893. Entonces era casi rectilíneo con una profundidad conveniente (como mínimo 3,60 m en bajamar). Los marinos y el piloto consideraban su situación como la más ventajosa que se podía encontrar. Efectivamente, lo atravesé entonces en dos ocasiones con gran facilidad, a pesar de que a la salida, el estado del mar obligaba a poner la bandera de atención. Según el piloto, cuando el canal está en esta posición (pues varía mucho), es cuando tiene más probabilidades de mantenerse largo tiempo.

El molo curvo, con un radio de 1.500 m, se une sólidamente al cerro Trihue, de manera que el agua no pueda contornearlo. Alcanza las profundidades de 11,40 m y se desarrolla en una longitud de 2.100 m. Llegando así hasta las grandes profundidades, impedirá los depósitos y la formación de un banco más afuera.



La extremidad del molo será batida incesantemente por los vientos y las olas. Éstas, salvo durante las tempestades, no serán bastante fuertes para impedir la entrada; pero determinarán como hoy una corriente hacia el sur, que arrastrarán a las arenas que se presenten en el cabezo.

Una mirada al plano de los sondajes hace ver que las curvas de nivel del fondo pasan, en el espacio de algunos metros, de la profundidad de 7 m a la de 10 m. Hay, pues ahí, un talud muy parado que prueba un barrido enérgico de los sedimentos. Esta acción no puede sino aumentarse con la creación del molo, lo cual hace esperar el mantenimiento del régimen nuevo.

En todo caso, si más tarde fuese necesaria la ejecución de un segundo molo, el plano adoptado deja entera facilidad para su establecimiento.

PRESUPUESTO

El molo se elevará 1,50 m sobre las altas mareas; se construiría como el que he previsto por Constitución. El *substratum* de piedras naturales es inútil siendo el fondo muy estable (un rezón penetra difícilmente). El ejemplo del casco del *Maule*, que no se ha enterrado, debe dar confianza respecto de la suerte de los bloques que se arrojarán al mar.

Se arrojarán al acaso según su talud natural. Al lado del canal se establecerá un revestimiento de piedras naturales que, a medida que el fondo sea excavado por la corriente, se derrumbarán y protegerán los bloques.

Éstos tendrán 4x2,50x2 m.

Su volumen será, pues, de 20 m³ y su peso de 40 a 45 toneladas. Las piedras para fabricarlos se encuentran en los cerros vecinos y también en los antiguos lechos secos del río.

Precio del molo

El molo comprenderá:

150 m	de	longitud	en las	profundidades	de 11,40 a 10 m.
150 "	de	íd.	íd.	íd	de 10 a 5 m
800 "	de	íd.	íd.	íd.	medidas de 4 m.
1.000 "	de	íd.	íd.	íd	de 4 a 0 m.

Estimándose la amplitud de la marea en 2 m, hay de agregar 3,50 m a las profundidades precedentes, para tener la altura total de los macizos en los puntos considerados.

El volumen por metro corrido se establece, pues, conforme al cuadro siguiente:

<i>Profundidades</i>	<i>Alturas totales medias</i>	<i>Coronamiento</i>	<i>Volumen</i>
<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m³</i>
De 10 a 11,40	14,20	7,50	308
De 5 a 10	11,00	6,00	187
De 4	7,50	6,00	102
De 0 a 4	5,50	4,00	52

Los volúmenes totales son, pues:

$$\begin{aligned}
 308 \times 150 &= 46.200 \text{ m}^3 \\
 187 \times 150 &= 28.000 \text{ " } \\
 102 \times 800 &= 81.600 \text{ " } \\
 52 \times 1.000 &= 52.000 \text{ " } \\
 \text{Total} & 207.800 \text{ m}^3, \text{ o sea, } 210.000^3
 \end{aligned}$$

Revestimiento de enrocados naturales en 4 m de espesor y 6 m de altura media:

$$2.100 \times 4 \times 6 = 50.400^3$$

El espigón comprenderá 500 m de longitud, pasando por profundidades de 0 a 4 m, que se construirán con bloques artificiales.

$$\text{Volumen} = 500 \times 52 = 26.000^3$$

Y una parte de 800 m de longitud, de enrocado, cuya sección será de 100 m², próximamente.

$$\text{Volumen} = 800 \times 100 = 80.000 \text{ m}^3$$

El volumen de los bloques es, pues:

$$210.000 + 26.000 = 236.000 \text{ m}^3$$

El de los enrocados:

$$50.400 + 80.000 = 130.400^3$$

No deduzco ningún hueco para estar al abrigo de toda decepción.

Precios por unidades a razón de 24 peniques por peso

Metro cúbico de bloque colocado	\$ 25
Íd. íd. de enrocado íd.	\$ 4

En cuanto a los dragados, no los estimo en más de 1.000.000 de pesos por todo.

Se tiene pues:

236.000	m ³ de bloques	a \$ 25	\$ 5.900.000
130.400	" de enrocado	a " 4	521.600
	Dragados		1.000.000
			\$ 7421600
	Imprevistos, etc., 15 %		1.113.324
			\$ 8.534.924

O sea, 8.500.000 de pesos próximamente.

MEJORA DEL BANCO RUCADIUCA

Para dar inmediata satisfacción al comercio de Carahue, sería necesario excavar el banco Rucadiuca, de manera que ofreciese un mínimo de 3 m de agua en bajamar. Un canal de 20 m de ancho bastaría para los pequeños vapores que frecuentan el río.

Es necesario excavar este canal con draga, apoyándose contra la curva cóncava del canal definitivo. Se halla por medio de las curvas de nivel que es volumen que hay que quitar es de 28.650 m³. Sin tener en cuenta el valor de la draga, este trabajo valdría cerca de 1 peso el metro cúbico, o sea 28.650 pesos.

DRAGADO DEL RÍO IMPERIAL HASTA LA COTA 8^m CON RESPECTO A BAJAMAR

<i>Entre los perfiles</i>	<i>Volúmenes</i>
2 - 18	1.265.708 m ³
18 - 35	1.953.384 "
35 - 47	1.195.896 "
47 - 67	2.105.302 "
67 - 91	4.347.407 "
91 - 117	3.398.300 "
117 - 136	1.862.134 "
136 - 151	656.370 "
151 - 175	1.485.404 "
Total	18.270.005 m ³

Observaciones meteorológicas. Bajo Imperial

Fechas	Barómetro			Termómetro centígrado					Vientos					Observaciones					
	7 h.a.m.	2 h.p.m.	9 h.p.m.	7 h.a.m.	2 h.p.m.	9 h.p.m.	Máximum	Mínimum	7 h.a.m.	2 h.p.m.	9 h.p.m.	Dirección	Fuerza		Dirección	Fuerza	Dirección	Fuerza	Lluvias
	mm	mm	mm	+	+	+	+	+											mm
Dic. 1892	11						19	5,6											
" "	12						15	10,2	C			C		C					
" "	13		763,5	764		14,8	12	15	9,8	C		C		C					Neblina por la mañana
" "	14	763,5			11,6	15	12	15	10	C		C		C		N	1		Neblina
" "	15	763	762	761,5	10,8	15	11,5	16	9,6	C		C		C					Neblina
" "	16	761,5	762	762	12	19,2	12,5	19,5	10,2	C		C		C					
" "	17	761	762	762	13	21	13	21	12	C		C		C					
" "	18	762,5	763	762,5	14	21	15	21	12,2	C		C		N	2	C			Llueve un poco en la noche
" "	19	762,5	762,5	763,5	15	21	16	21,2	12,5	N	3	N	3	C					
" "	20	763,5	763	763,8	16	21,8	13	21,8	13,2	N	1	NO	1	C					0,4
" "	21	764	765	765,2	16	22,2	16	22,2	12,5	C		N	1	C					0,5
" "	22	765,2	765,1	765,2	16,4	21,5	15	23	10	C		S	1	C					
" "	23	764	762,2	762,2	18	21	16	21	7,5	C		O	1	O					
" "	24	762,2	762	861,1	16	22	15,5	22	14,5	C		N	2	N	2				
" "	25	760	760	760	15,5	16	13,8	16,2	15	N	3	no	1	no	1	25,6			Termómetro más bajo que el día que en la noche
" "	26	765	765,5	766,6	16	18	13	18	11	C		NO	1	C					
" "	27	766	765,5	765,5	12	19	12	19,1	5	C		S	1	C					
" "	28	775,2	765,2	765,8	13,5	22	17	22	7	C		C		C					
" "	29	765,1	763	762	19	23	17,5	23	15	C		NO	1	NO	2	2,5			
" "	30	763,3	764	764	16	20,3	13,3	20,6	16	S	1	S	2	NO					
" "	31	763	762,8	763	15	19,8	10,5	20	12	C		SO	1	C					
En. 1893	1	759,5	758	758	11	22	16	22,2	5,5	NE	1	N	3	N	2	14,4			
" "	2	760,2	764,5	766	15	21	12	21	13	SO	2	NO	2	C					
" "	3	765,5	765	765	12	21	16	21,5	7,5	C		C		C					0,1
" "	4	764	764,2	764	18	22	15	22,5	13,8	C		S	1	C					
" "	5	763,8	762,8	761,8	15	24	16	24	13,5	C		NO	2	C					
" "	6	760,8	762	763	16,5	20,3	15,5	20,5	15	N	1	NO	2	C					15,1
" "	7	763	761,5	760	15	20,2	16	20,5	9	C		N	3	N	2				Toda la lluvia ha caído en la mañana
" "	8	758	757,8	759,4	16	18	17	19,5	15	NE	3	NE	3	N	2	8,4			Baróm. A 757 a las 9 A.M.; a 757,6 a las 2 P.M.
" "	9	759,2	759,2	759	18	20	17,5	20	16	N	3	N	3	N	2	40,2			Chubasco de 8 1/2 h. a 9 A.M. con el barómetro a 757.
" "	10	757,2	760,8	761	18	18,3	15	18,5	17,2	NE	6	N	1	C					3,0
" "	11	763	765	766	16	20	12,5	20	14	O	1	SO	1	C					
" "	12	766	766	765	12	19	12,5	19	9	S	1	S	2	C					
" "	13	762	759,5	760	12	23,5	17,5	23,5	8	E	1	N	3	N	1				
" "	14	762	763,5	765	17	20,6	15	21	16	N	1	O	2	O	2	8,0			Granizo a las 6 P.M.
" "	15	764,8	765,1	765,1	15	19,8	14	19,8	11	C		S	2	S	2	0,2			
" "	16	764,2	763,5	763	13	19,5	15	19,5	11	C		S	2	C					1,0
" "	17	763,2	764	765	13,2	20,3	15,1	20,3	12,2	C		S	2	S	1				
" "	18	764	763,7	764	13	20	16	20	11	C		SO	2	C					
" "	19	763,8	763,3	763	16	20	13	20	14,2	C		S	3	S	3				
" "	20	763,2	762,5	762,8	13,5	20,5	13	20,5	12	C		NO	1	C					4,5
" "	21	763,2	765	765,3	12	19	13,6	19	7	C		N	1	C					
" "	22	765	765,1	765,1	14	18,5	13,5	18,5	12	S	1	S	3	S	1				
" "	23	765,1	765,1	764	12,5	20,3	15	20,3	10,5	S	1	S	1	C					
" "	24	761,2	760	760	12	20,5	14	20,8	10	S	1	S	1	S	1				
" "	25	762	764	764	15	20	13	20,3	11,5	S	1	S	1	C					
" "	26	764,2	765	766	12	18	12	18	9,6	S	1	S	2	C					
" "	27	765,8	766	765	12	20,8	13	20,8	10	C		C		C					6,0
" "	28	764,7	764,5	762,5	13	17,5	11,5	17,6	11	C		S	2	C					
" "	29	761	761	762,2	12	19	13,6	19	6,4	C		S	1	C					
" "	30	762,1	761,8	761	12	19,5	12,3	19,5	8,7	C		S	1	C					
" "	31	760,2	760	761	12	17,8	12,6	17,8	6,5	C		S	1	C					
Feb 1893	1	61,2	62,2	62,1	10	17	9,5	17	6,5	E	1	S	2	C					
" "	2	62	62	61,4	12	20	14	20	6,4	C		N	1	C					2,7
" "	3	60	61,5	63	15	18,8	13	19	14	N	2	N	1	C					4,4
" "	4	63	64,1	64,1	13	20,4	11,5	24	11	C		C		C					
" "	5	64,2	65	65,1	13,5	20	13,2	20	8,8	C		S	2	C					
" "	6	65	62	61	14	19,3	14	19,5	6	C		S	2	C					
" "	7	60,5	62	62	14	21	15,8	21	8,8	C		S	1	C					
" "	8	63,2	63,5	63,2	14	20,5	14,5	20,5	9	C		C		C					2
" "	9	63	62	63	12,5	17,8	11,5	17,8	11,3	C		S	1	C					
" "	10	66	65	65,1	12	17,5	12	17,5	9,8	SO	1	S	2	C					
" "	11	65	65	65	12	16,5	10,5	16,5	4,5	S	2	S	3	C					
" "	12	65	65	65	10	15,2	10,4	15,2	3,7	S	1	S	3	C					
" "	13	65	65	65,1	7	15	10,4	15	3,4	S	1	SO	1	C					1,3
" "	14	64,2	65	65,8	11	19,2	12,8	19,2	3,4	C		S	2	C					
" "	15	65,2	65,2	65,2	13	21	11,2	21	10,5	C		N	1	C					
" "	16	64,5	64	63,8	13,2	21	15	21	6,2	C		N	2	N	1	0,5			
" "	17	64		65,5	13,5		10,5	20,2	13,5	S	1	S	2	C					
" "	18	66	65,3	65,1	10,1	18	9,5	18	5,2	C		S	2	C					
" "	19	65	64,4	64,1	11,8	21,5	12	21,5	4,5	C		C		C					
" "	20	64	63,8	63	14,2	25	16	25	11	C		C		C					0,2
" "	21	62		60	14		15	24,2	11	C		N	1	C					15,5
" "	22	63	65	65	15,1	21	11,5	21,2	11,5	N	1	N	1	C					
" "	23	65	65,1	65	12	22,5	17	22,5	7,5	C		N	1	C					
" "	24	63	62,5	62,4	16,8	22	14,6	22	13,5	S	1	S	1	C					
" "	25	62	61,8	60,5	15	20	16,5	20	12,8	C		S	1	C					
" "	26	61	60	62	16	22,1	15,6	22	12,5	C		O	1	C					Granizo a las 12 P.M.
" "	27	62	62	62,5	15,1	22,3	16,5	22,4	11,9	C		SO	1	C					
" "	28	62,2	62	61,5	17	20,8	15,6	21	15,6	C		SO	1	C					
Mar. 1893	1	60,5	58,9	59,2	15,2	22,2	16	22,3	13,6	C		SO	1	N	2	0,15			
" "	2	60	61	62,5	15,9	19	16	19	15	C		N	3	C					
" "	3	62,2	62,2	62	16	17,2	16	17,2	15	C		N	1	C					1,4
" "	4	62,4	62,2	62,8	14	19,5	12	19,5	12	C		N	1	C					
" "	5	61,2	60	60	15,2	18,7	16,1	18,7	11	N	2	N	4	N	2	10,4			
" "	6	63	63,1	63	15	21,5	12	22	11,5	C		N	1	C					
" "	7	60	58	59	11,6	14,7	12	15	8	C		N	3	C					16,5
" "	8	59,1	63	61,3	12	17	10,7	17	7,8	N	1	N	1	C					6,5
" "	9	64,5	64,8	6,48	10	18	13	18	7	S		N	1	C					
" "	10	64,8	64,2	65,2	13	19,2	13,5	19,2	10	N	1	N	1	C					
" "	11	65,1	65	65	13,1	19	14,5	19,1	7,5	C		N	1	C					2,4
" "	12	62	62,5	65	11	18,3	13,5	18,4	10	C		O	2	C					
" "	13	65,1																	

ÍNDICE

Presentación	v
Transformar el país a comienzos del siglo xx. El aporte extranjero. Camilo de Cordemoy por <i>Eduardo Cavieres F.</i>	ix
IQUIQUE	5
Vientos	5
Olas	5
Corrientes	6
Arenas	6
Naturaleza del fondo	6
Fondeadero	7
Medios de manutención	7
Proyectos anteriores	7
Nuevos proyectos	8
Darsenita para lanchas	11
Proyecto completo	13
Rompeolas	16
Materiales	16
Medios de ejecución	19
Presupuesto	19
PICHILEMU: ESTUDIO RELATIVO A LA POSIBILIDAD DE TRANSFORMAR O NO LA RA-	
DA EN PUERTO	27
Forma de la costa	27
Naturaleza de la costa	28
Caleta de Pichilemu	28
Bancos	28
Mareas	31
Vientos	31
Corrientes	31
Olas	32
Marcha de las arenas	33
Dunas	34
Proveniencia de las arenas	34

Consecuencias	34
Punto de vista económico	37
TALCAHUANO: LA BAHÍA DE CONCEPCIÓN	39
Entradas	39
Faro	39
Fondeaderos	40
Dique de carena	40
Mareas	40
Vientos	40
Corrientes	40
Transportes de arenas	43
Condiciones físicas	44
Elección de la situación del puerto	44
Concepción puerto de mar	45
Proyecto de las Salinas	49
Penco	50
Tomé	50
Talcahuano	50
MENSAJE REFERENTE A LA CONSTRUCCIÓN DE UN GRAN PUERTO EN TALCAHUANO	67
IMPERIAL: PROYECTO DE REGULARIZACIÓN GENERAL DEL RÍO IMPERIAL	71
El río	72
Observaciones meteorológicas	73
Corrientes del mar	75
Olas	75
Mareas	75
Condiciones físicas	79
Carahue	81
Banco de Rucadiuca	82
Velocidad del río	84
Regularización del curso del río	85
Mejora de la boca	87
Situación del molo	88
Presupuesto	91
Mejora del banco Rucadiuca	92
Dragado del río Imperial	93
Cuadro de las observaciones meteorológicas en Bajo Imperial	95