

ESTUDIO

RELATIVO A LOS

**PUERTOS DE IQUIQUE, PICHILEMU
TALCAHUANO E IMPERIAL**

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

ESTUDIO

RELATIVO A LOS

PUERTOS DE IQUIQUE, PICHILEMU, TALCAHUANO E IMPERIAL

IQUIQUE ⁽¹⁾

Iquique se halla situado a los $20^{\circ} 12' 15''$ de latitud Sur y $70^{\circ} 11' 15''$ 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

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

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

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

La resultante jeneral equivale a un viento que sopla de SSO $\frac{1}{4}$ SO durante 200 dias. Es, pues, realmente un viento dominante. Llama la atencion la ausencia casi completa de los vientos del Este. Los del Norte tambien son escasos: producen a veces temporales. Los mas temibles son los del Sur.

OLAS

Las olas llegan jeneralmente del SO hasta la estremidad sur de la isla. Ahí jiran i entran en el canal segun la direccion del eje del muelle de pasajeros, ocasionando un oleaje incómodo, aun en tiempo ordinario, para la navegacion. Las olas que azotan la isla al NO jiran tambien a lo largo de su costa i vienen a chocar en las rocas conocidas con el nombre de Patilliguaje, donde se encuentran con las olas 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 navegacion del canal es mui dificil. Entre el Patilliguaje i el muelle James Inglis se forma una barra de olas que no se puede pasar. En este caso el desembarque se hace jeneralmente 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 estan anclados, al norte, en aguas profundas i relativamente tranquilas.

CORRIENTES

De una manera jeneral se puede decir que en tiempo normal no hai corriente ni en el canal ni en la bahia de Iquique, al norte de la isla. La marea produce una poco sensible, de direccion variable con el flujo i 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 i se vuelve en una corriente que se aleja de la costa. Estas corrientes, por lo que toca a los trabajos que hai 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 estiende desde

la costa hasta el cerro, lo cubre una arena amarillenta, que proviene de la descomposicion del granito i de la traquita del suelo. Esta arena se encuentra tambien en las faldas occidentales de los cerros.

Al norte, la playa Colorada està formada por la mezcla de esta arena amarillenta i de conchas molidas.

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

La comparacion de las arenas del sur i del norte; su ausencia en el canal, donde existen yerbas marinas; el régimen de las corrientes i de las olas; todo, prueba que no hai transportes de arenas a lo largo de la costa.

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

NATURALEZA DEL FONDO

En el canal, el fondo està compuesto de traquita colorada, dura. En la bahia es de arena i lodo.

FONDEADERO

Como ya se ha dicho, los buques fondean al norte de la isla, en la bahia protejida por ésta, quedando tranquilos, ménos durante los temporales del norte.

La distancia del fondeadero al muelle de pasajeros es de 900 m, mas o ménos. Las lanchas i botes del tráfico atravesan el Patilliguaje i encuentran en su camino numerosos escollos peligrosos.

MEDIOS DE MANUTENCION

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

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

Tambien se embarca el abono en las caletas del canal: los hom-

bres llevan el saco al hombro i avanzan en el agua hasta los botes llamados *cachuchos*, que no reciben mas de cinco sacos.

Los *cachuchos* llevan su carga hasta las lanchas ancladas como a 40 m mas lejos. Estas las trasbordan, por fin, al buque.

Escusado es decir que en estas condiciones el carguío del salitre es mui demoroso i caro. En promedio, los buques permanecen tres meses en la bahía de Iquique, empleando mas de un mes en la carga.

Sin embargo, los grandes buques de la compañía Bordes tienen contratos para cargar en diez dias, 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 objeto.

PROYECTOS ANTERIORES

Hai algunos proyectos mui antiguos i aun del tiempo de la ocupacion peruana.

Jeneralmente se ha pensado en la construccion de un muro de union entre la isla i el continente, muro que saldria del molino Deva o del muelle James Inglis. Se conseguiría así al norte del canal un espacio tranquilo, donde las operaciones se harian con toda seguridad. Con el establecimiento de un malecon se mejorarian tambien el servicio de los pasajeros i el desembarque de las mercaderías de importacion.

Estos proyectos que son numerosos, parecen mui halagüeños i no cabe la menor duda de que traerian un mejoramiento notable. Pero se puede hacerles objeciones serias:

1.º Es de notar que el puerto asi construido solo serviria para los botes i las lanchas. Es cierto que en el canal su navegacion seria 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 accion. De manera que si el mejoramiento es incontestable en una parte, en realidad no existe en otra, i será siempre preciso cuidar la carga en el trayecto peligroso.

2.º Del mismo modo el régimen no cambiaria en el muelle del ferrocarril, i aun los de James Inglis i de Gibbs esperimentaran poco mejoramiento.

Para que éstos se encuentren al abrigo seria necesario construir otro molo que saliese de la isla en la dirección del Patilluaje.

3.º Para el muelle de pasajeros i el del Rosario Nitrate C.º, 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.º Los muelles situados al sur del molino Deva, es decir, los de Mitrovitch, del Banco Agrícola, de Folsch Martin, de Vernal i Castro, de Verescovi, quedarán suprimidos, medida de estrema gravedad que deberia justificar una mejora indiscutible en las condiciones económicas del puerto. Esta consideracion es de gran importancia.

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

Otro proyecto consiste en construir un puerto conquistado sobre el mar al norte de la isla, solución mui posible, pero mui 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 hai que concretarse a dos soluciones:

1.ª La primera mui reducida, será el establecimiento de un malecon entre el muelle James Inglis i el molino Deva, protejido al sur por dos molos en escuadra i 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 i que serviría tambien para el servicio de los pasajeros i de las mercaderías.

La diferencia con los proyectos anteriores consiste en que los botes i lanchas encontrarian mar agitada al salir de los cabezos hasta el Patilluaje, es decir solo en un trayecto de 300 m, mas o menos, i aun este inconveniente disminuiría mucho, construyendo el espigón de que hablaré mas adelante i destruyendo los escollos. Pero como compensación hai 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 seria mas costoso, es verdad, pero cuyo valor se recuperaria luego por las economías resultantes de las transacciones de Iquique.

A pesar de esta preferencia, voi a esponer las condiciones del primer proyecto.

DARSENITA PARA LANCHAS

Se compondria:

a) De un malecon construido entre el molino Deva i la base del muelle Rosario, con una lonjitud de 260 m, por profundidades de 1,50 m en baja mar, dando mas de 3 m en pleamar.

Este malecon tendria la misma direccion que el propuesto mas adelante en el proyecto completo, de modo que si se construyera mas tarde éste, el gasto tendria que restarse del presupuesto total.

Las lanchas i botes del puerto de Iquique pueden atracar todos a este muelle i traficar.

b) Delante de este malecon se estableceria una dársena protejida por dos molos: el primero, del sur, saldria del molino Deva, rectilineo, en una lonjitud de 90 m i doblaria despues casi en ángulo recto hasta el cabezo que, por su disposicion, botaría afuera las olas del sur; el segundo, del norte, cerraría la dársena dejando entre los cabezos una entrada de 20 m.

La dársena asi completamente abrigada tendria mas o ménos 20 000 m² de superficie i podria contener todas las lanchas i los botes de Iquique.

Creo que solo para un servicio de lanchas i botes no se debe hacer mas, tampoco.

Esta disposicion tendria tambien la ventaja de no herir ningun interés existente.

CONSTRUCCION

Se puede hacer servir los molos solo para el abrigo de la dársena o bien utilizarlos tambien para la manutencion del salitre i de las mercaderías. En el primer caso bastaria construirlos de enrocados; en el segundo, tendria que ofrecer al interior un muro a pique para que puedan atracar las lanchas. Este muro seria 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 $1\frac{1}{4}$ por 1, el trapecio de sección variaría con la profundidad. El talud exterior estaría protegido por las rocas mas grandes posibles.

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

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

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

Longitud en metros	Profundidad media en metros	Altura del molo sobre baja mar	Suma de las bases en metros	Sección del trapecio m^2	Volúmenes parciales m^3
18	2,75	5,45	8,80	47,96	864
80	3,50	6,20	9,75	60,45	4836
50	2,80	5,50	8,90	48,95	2448
66	2,50	5,20	8,50	44,20	2918
30	1,80	4,50	7,65	34,43	1033

Volúmen total: $12\ 099\text{ m}^3$.

El molo norte tiene 140 m de longitud con una profundidad media de $1,25\text{ m}$. El cubo es, pues, calculando como mas arriba, $3\ 920\text{ m}^3$. Total jeneral $16\ 019\text{ m}^3$.

MALECÓN

Se construiria con bloques artificiales de $1,50\text{ m}$ de largo. La fundacion tendría lugar como promedio en $1,50\text{ m}$ de agua, o sea $4,20\text{ m}$ para el coronamiento.

El volúmen de los bloques seria, pues, $260 \times 4,20 \times 1,50 = 1\ 638\text{ m}^3$.

TERRAPLEN

Calculando con la fórmula de Poncelet, la área del terraplen seria de $14\ 000\text{ m}^2$ i la altura media de $3,70\text{ m}$. Volúmen: $51\ 800\text{ m}^3$.

SEGUNDO CASO

Si se quiere utilizar los molos para la manutencion, el cubo de los bloques del molo sur seria de $2 \ 021 \text{ m}^3$; el del molo norte 984 m^3 . Juntos $2 \ 969 \text{ m}^3$.

Para el enrocamiento: molo sur $9 \ 448$; molo norte $3 \ 792$. Juntos $13 \ 240 \text{ m}^3$.

El parapeto de mampostería tendría: $384 \times 2 = 768 \text{ m}^3$, i 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 esplotacion en grande i sin escojer el tamaño de las rocas, se alcanzaria a un precio mui inferior. Ademas se tendrían que restar los vacíos de 30% ; pero como prevision es conveniente adoptar la cantidad de 6 pesos.

Estimo los bloques artificiales a 30 pesos el m^3 , la mampostería a 20 pesos, el adoquinado a 4 pesos el m^2 , el terraplen a 2 pesos el m^3 .

PRESUPUESTO

PRIMER CASO

Enrocados	$16 \ 000 \text{ m}^3$	a \$ 6 =	\$ 96 000
Bloques.....	$1 \ 638 \text{ m}^3$	a » 30 =	49 140
Malecon-Terraplen	$51 \ 800 \text{ m}^3$	a » 2 =	<u>103 600</u>
			\$ 248 740

SEGUNDO CASO

Enrocados	$13 \ 240 \text{ m}^3$	a \$ 6 =	\$ 79 400
Molos.....	$2 \ 969 \text{ m}^3$	a » 30 =	89 070
Bloques como antes.....			49 140
Malecon.....			<u>103 600</u>
Adoquinado.....	$1 \ 536 \text{ m}^3$	a » 4 =	6 144
Parapeto.....	768 m	a » 20 =	<u>15 360</u>
			\$ 341 754

Hai que agregar 25 000 pesos para el rompeolas de que se tratará mas adelante i 40 000 pesos para limpiar el fondo, volando las rocas en el camino de los botes. Sea en todo, para el primer caso, 313 740 pesos i para el segundo 406 754 pesos.

Aunque estimo el primer sistema suficiente, se ve que con el segundo, la dársena ofreceria al atracamiento 640 m de largo. Creo que lo mejor seria principiar por el primero i completarlo mas tarde en caso de necesidad; no habria ningun gasto inútil.

PROYECTO COMPLETO

El plano de los sondajes manifiesta que el canal entre la isla Serrano i 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, hai poca hondura.

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

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

Pero los vientos soplan en esta dirección. La entrada, para ser fácil, tendría que ser bastante ancha i la dársena no quedaria tranquila. La maniobra de entrada i salida seria difícil. Se debe, pues, abandonar esta solucion.

Pero si se cerrara completamente el canal al sur i se trasladase la entrada al norte, se obtendria a la vez tranquilidad absoluta i maniobra sencilla. El procedimiento consiste en cavar en los postes someras un canal de acceso, cuya extremidad alcanzaria a la rada, al norte de la isla en las grandes profundidades.

Es esta la solucion que me cabe el honor de presentar a la consideracion del Gobierno. Me parece adecuada para conciliar todos los intereses i dar a Iquique un puerto verdadero, cómodo, seguro, donde las operaciones se harian con economía i celeridad.

DARSENNA

La dársena que propongo mide 12 hectáreas; podrá contener entonces 30 buques de 1 000 toneladas, lo que es mas 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 mas grandes, es preciso seguir un contorno que re-

duzca al minimum los dragados necesarios para sacar algunas partes someras.

Solo preveo malecones en dos partes de las riberas del continente i de la isla, partes mui cercanas de tierra. En consecuencia, si mas tarde, lo que no creo, hai necesidad de aumentar la dársena será fácil, haciendo dragados.

CANAL DE ACCESO

La dirección del canal es la que reduce a un minimum los dragados necesarios para alcanzar a la cota—8 m. Ademas sigue el trayecto actual de los botes. El canal mide 24 m de ancho. Su longitud es de 440 m. En sus extremidades dos luces, verde i roja, segun el reglamento, indicarán la entrada i salida; balizas servirán tambien de jalones, teniendo que dejar los buques entrantes los negros a babor i los rojos a estribor.

Lo mismo en la dársena.

Los buques de vela tendrán que ser remolcados.

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

Es escusado 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, exijidas por las condiciones:

	Largo m	Alto m	Ancho m	Cubo m ³
Fila esterior.....	3,50	2,66	2,00	18,62
Fila interior.....	3,00	2,00	1,60	9,60

Con la piedra de Iquique i los demas elementos previstos, la densidad del hormigon será, mas o menos, de 2,20; incluyendo las piedras, la densidad ascenderá a 2,50. Entónces los bloques interiores tendrán un peso de 26 toneladas i los esteriores de 46½ toneladas.

Hasta las profundidades de 8 m, el muro se construirá solo con estos bloques, cuya altura disminuye como las profundidades. De-

bajo de 8 m i 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 mas grandes para proteger los taludes esteriores. Estos taludes que podrian quedar a lo ménos al interior con 1 x 1 de pendiente, están previstos, como exceso de precaucion, 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 oríjen, como en los molos de Manora, Kurachi, Reunion, 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 espuesta al mar i a la mas larga transversalmente. Pero si el mar es poco temible, hai que tomar en cuenta los terremotos que podrian dislocar el muro. He evitado este inconveniente, inclinando los bloques hacia el interior, de manera que se apuntalen mútuamente. Eso permite tambien reducir el espesor del muro, aunque conserve la misma firmeza, lo que es fácil probar por el cálculo.

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

Desde el nivel de baja mar 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. Entónces 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, disposicion que permite el juego conveniente para impedir los dislocamientos, aumentando al mismo tiempo la resistencia del molo.

Ningun hundimiento es de temer a causa de la naturaleza del fondo. Por lo demas, el sistema deja libertad a los bloques para experimentar movimientos aislados sin que la construcción jeneral 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 mas de ancho que el de los bloques, o sea 16 m en todo, formando así una banquita para asegurar la inmovilidad de los bloques.

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

La parte superior del molo estará adoquinado i 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 fierro permitirán a los buques atracar en la parte reservada al desembarque de mercaderías importadas.

Aquí se presenta una cuestión.

La opinión jeneral 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. Escusado me parece esponer las razones que militan en 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 i sin inconveniente para la Aduana, dejarlas en el continente, cerca de la ciudad. Por eso he colocado el malecon 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 transladores de sistema nuevo que los pondría directamente en la bodega de los buques. Estos irían a atracar con la popa hacia tierra en el lugar adecuado i los transladores 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 solo el del arrumaje en las bodegas del buque, el cual se podrá apurar por medidas administrativas. Entonces se cargaría muy ligero i muy barato.

En el resto de la dársena quedarán los buques que tienen que esperar su turno, hacer reparaciones, etc. Afuera del puerto que-

darán solo los que botan lastre i talvez los vapores apurados de la carrera. Estos si tienen pasajeros los desembarcarán cerca de la entrada.

ROMPEOLAS

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

Este es el objeto de un rompeolas que deja entre él i la isla un triángulo con su base hacia el esterior.

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

MATERIALES

CANTERAS

La piedra de Iquique, granito i traquita, es de buena calidad. Densidad: 2,70 a 2,75. Puede esplotarse 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 hai mejor será necesario fabricarla.

CONCRETO

Tendrá como composicion:

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

Se podrá autorizar una proporcion mas fuerte.

BLOQUES

Se construirán en tierra por lo menos cuatro meses ántes de su colocacion.

MEDIOS DE EJECUCION

Para colocar los enrocados i bloques se empleará una grua Titan con el alcance variable. Los bloques se levantarán, en el campo

de construccion que se establecerá en el llano del sur de la ciudad, por medio de gruas Hércules, i se trasladarán hasta el Titan por medio de vías férreas.

Esta misma grua, usando una disposicion 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 grua Titan para colocar bloques de 50 toneladas, a 12 m i enrocados a 20m del eje.....	\$ 120 000
Dos gruas Hércules.....	40 000
Carros para bloques.....	6 000
Ferrocarril de los bloques.....	30 000
Id. de la cantera.....	30 000
Carros, etc.....	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, etc.....	64 000
<hr/>	
Total.....	\$ 500 000

PRECIOS POR [UNIDADES

Enrocados,	metro cúbico.....	\$ 8
Bloques colocados » »	50	
Dragados » »	16	
Relleno i terraplenes » »	3	

VOLÚMENES DEL TAJAMAR

1.º Enrocado en el muro (base)

Los perfiles de las secciones tienen:

A	9	<i>m</i> de profundidad.....	17 <i>m</i>
»	10	» de »	57 »
»	11,50	» de »	66 »
»	12	» de »	82 »
»	14	» de »	132 »
»	14,50	» de »	150 »
»	16	» de »	200 »

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

Distancias entre las curvas de	Profundidad media	Cubo
8 m a 12 m = 60 m	10	$60 \times 37 = 2220 m^3$
12 » a 16 = 60 »	14	$60 \times 132 = 7920 »$
en la curva 16 = 142 »	16	$142 \times 200 = 28400 »$
16 » a 13 = 40 »	14,50	$40 \times 150 = 6000 »$
13 » a 10 = 34 »	11,50	$34 \times 66 = 224 »$
10 » a 8 = 110 »	9	$110 \times 147 = 1870 »$
Total..... = 446 m		49254 m

2. Relleno entre los bloques

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

multiplicado por 446..... 16 413
 Total jeneral..... 65 551

o sea $66,000 \text{ m}^3$

B L O Q U E S

La sección transversal de los bloques en el rompeolas es:

$$\begin{array}{l} \text{esterior } 3,50 \times 8 = 28 \\ \text{interior } 3,008 \times = 24 \end{array} \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} 52 \text{ } m^2$$

El cubo de los bloques es, pues, $52 \times 446 = 23\ 192 \text{ } m^3$

Desde las dos extremidades del enrocamiento hasta la tierra:

$$\begin{array}{l} (3,50 + 3) \times 4 = 26 \\ \text{ancho} \times \text{prof.} = \text{superficie} \end{array} \quad \begin{array}{l} (90 + 60) = 3\ 900 \text{ } m^3 \\ \text{largo} \quad \text{total} \end{array} \quad \underline{27\ 092 \text{ } m^3}$$

MAMPOSTERÍA

$$\frac{9+10+4}{2} = 58 \text{ multiplicado por } 596 \text{ (largo tajamar)} = 22\ 648 \text{ } m$$

PARAPETO

$$3 \text{ } m^2 \times 596 = 1\ 788 \text{ } m^3$$

NIVELACION DEL ENROCADADO 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 \gg	a 30 =	812 000
Mampostería	22 648 \gg	a 16 =	362 000
Parapeto.....	1 788 \gg	a 16 =	28 608
Nivelacion.....	7 136 m^2	a 12 =	85 632
Adoquinado.....	4 172 \gg	a 4 =	16 688
Total.....			<u><u>\$ 1 832 928</u></u>

DRAGADOS

Volúmenes.—Canal de acceso, saliendo del puerto:

Entre las curvas	Largo	Promedio de las profundidades	Para dragar	Cubo
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 jeneral).

SUPERFICIE m ²	Profundidad media	Para dragar	Cálculo				Cubo
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	\times	32	1.90	5 344
" C... $\frac{170 + 130}{2} = 150$	6.50	1.50	150	11	1.50	1.50	2 475
$\frac{1}{2}$ cir. D... $\frac{\pi \times 35}{4} = 962$	6.50	1.50	962	\times	1.50	1.50	1 443
Trap. E... $\frac{50 + 40}{2} = 45$	7.20	0.80	45	56	0.80	0.80	2 016
" F... $\frac{40 + 24}{2} = 32$	7.50	0.50	32	17	0.50	0.50	272
" G... $\frac{24 + 50}{2} = 37$	7.80	0.15	37	30	0.15	0.15	166
" H... $\frac{50 + 32}{2} = 41$	7.40	0.60	41	24	0.60	0.60	590
Triáng. I... $\frac{32 \times 8}{2} = 128$	7.80	0.20	128	\times	0.20	0.20	26
Trap. J... $\frac{34 + 10}{2} = 22$	7.50	0.50	22	56	0.50	0.50	616
" K... $\frac{34 + 46}{2} = 40$	7.25	0.75	40	24	0.75	0.75	720
" L... $\frac{46 + 42}{2} = 44$	7.40	0.60	44	40	0.60	0.60	1 056
" M... $\frac{42 + 100}{2} = 71$	7.10	0.90	71	20	0.90	0.90	1 278
" N... $\frac{100 + 110}{2} = 105$	7.00	1.00	105	38	1.00	1.00	3 990
" O... $\frac{110 + 80}{2} = 95$	7.10	0.90	95	32	0.90	0.90	2 736
" P... $\frac{80 + 34}{2} = 57$	6.30	1.70	57	38	1.70	1.70	3 682
" Q... $\frac{34 + 4}{2} = 19$	7.70	0.30	19	12	0.30	0.30	69
" R... $\frac{4 + 22}{2} = 13$	7.60	0.40	15	32	0.40	0.40	270
" S... $\frac{22 + 42}{2} = 32$	6.60	1.40	32	16	1.40	1.40	717
" T... $\frac{42 + 156}{2} = 98$	6.90	1.10	98	15	1.10	1.10	1 617
" U... $\frac{154 + 140}{2} = 147$	7.00	1.00	147	14	1.00	1.00	2 058
Triáng. V... $\frac{1}{2} (90 \times 26) = 1170$	5.50	2.50	1170	\times	2.50	2.50	2 905
" X... $\frac{1}{2} (50 \times 10) = 250$	5.50	2.50	250		2.50	2.50	625
Cubo total.....							35 441 m ³

Dragado en la dársena.....	35 441 m^3
» en el canal de acceso.....	54 930
Total jeneral del dragado.....	90 371 m^3

Precio

$$90 371 m^3 \text{ a } \$ 16 = \$ 1 445 936$$

MALECONES

	Largo	Seccion	Cubo
Este: malecon de desembarque.....	382 m	72 m^2	27 360 m^3
» prolongado.....	620	43	26 660
Oeste: »	140	90	12 600
Total.....			66 620 m^3

Precio

$$66 620 m^3 \text{ a } \$ 8 = \$ 532 960$$

TERRAPLEN

Malecon este, desembarque.....	$290 \times 100 \times 5 = 165 000 m^3$
» prolongado.....	$620 \times 30 \times 4 = 74 400$
» oeste.....	$120 \times 20 \times 5 = 120 000$
Total.....	231 400 m^3

De lo cual hai que restar:

El volumen del dragado.....	90 371	} 156 991 m^3
El » del enrocado.....	66 690	
Quedan.....	74 409 m^3	

Precio

$$74 409 m^3 \text{ a } \$ 3 = \$ 223 237$$

ROMPEOLAS

$$70 \times 43 = 3 010 m^3$$

Precio

$$3 010 m^3 \text{ a } \$ 8 = \$ 24 080$$

INSTALACIONES

Gruas.....	\$ 30 000
Balanzas	10 000
Trasladores del salitre.....	120 000
Galpon.....	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
Terraplen	223 327
Rompeolas	24 080
Instalaciones	225 000

Total.....	\$ 4 784 599
Imprevisto i utilidades, 20%.....	956 920

Total jeneral.....	\$ 5 741 519

Así el gasto necesario para hacer el puerto de Iquique parece ascender a \$ 5 750 000; pero en realidad hai mucho de restar. Antes que todo debo hacer presente que el material i las instalaciones, pueden servir para otro puerto, por una parte, i para la esplotacion completa por otra. En realidad, quedan a lo sumo cinco millones de pesos.

Ademas hai de restar:

1.º Los terrenos ganados al mar por los malecones, en situaciones mui ventajosas, de los que quedarán 25 000 m^2 útiles, que se venderán o arrendarán a precios subidos;

2.^o La isla, cuya importancia es hoy nula, tendrá un valor inmenso i talvez bastante para pagar la mayor parte de los gastos;

3.^o La disminucion de los gastos de Aduana;

4.^o La cobranza mas fácil i mas segura de los derechos sobre el salitre.

Ahora, ¿cuál es la proporcion 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:

Esterior.....	\$ 30 537 795
Interior.....	25 603 873
(A 36 peniques).....	\$ 56 141 668

lo que a 24 peniques, da mas de \$ 80 000 000.

La proporcion $\frac{287\ 500}{80\ 000\ 000} = \frac{X}{100}$ manifiesta que la renta anual del gasto alcanza a menos de 4 %, sea 3 %, del comercio de Iquique.

La comparacion entre los intereses i los derechos cobrados es tambien significativa.

En 1890 fueron de.....	\$ 16 100 888
I a 24 peniques.....	25 000 000

es decir que la proporcion es de 1,1 %

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

I ¿cuánto aprovecharía?

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

En Iquique existen:

Cachuchos para el servicio de las lanchas.....	126
Lanchas de carga.....	199
Lanchones.....	14

Las lanchas piden \$ 18 diarias.

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 setiembre 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, i por las 550 000 toneladas, promedio de 1890 i 1891, la economía para el salitre solo sería de \$ 550 000. Cantidad mas que suficiente para pagar los intereses del costo.

Pero hai de agregar los intereses sobre los otros productos exportados i que sería mas de \$ 200 000, lo que hace una economía total de \$ 700 000.

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

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

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

Santiago, enero de 1894

C. J. DE CORDEMOY.

PICHILEMU

Estudio relativo a la posibilidad de trasformar o no la rada en puerto ⁽¹⁾

La costa de Colchagua, recta i casi sin escotaduras, en una grande estension, ofrece pocos peligros a la navegacion; pero en cambio tambien presenta pocos abrigos. Se han aprovechado algunas ensenadas poco marcadas, para embarcar con grandes dificultades los abundantes productos de la agricultura en esta rica rejion. Una de las mejores de estas pequeñas caletas es la de Pichilemu, estudiada con gran cuidado, primero por el señor F. Vidal Gormaz, i despues, en varias ocasiones, por ingenieros que han tratado de utilizarla como base para la construccion de un puerto artificial. Estos estudios se esplican; pues, la facilidad del embarque aumentaria en una proporcion considerable la produccion de una provincia tan poco favorecida bajo este respecto. Hai aqui, pues, uno de los casos mas interesantes para el ingeniero.

FORMA DE LA COSTA

En una estension 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 i demasiado bajos, para constituir abrigos notables. Las peques ensenadas que determinan están por lo jeneral abiertas al norte.

(1) Traducido del frances por el ser don A. Capdeville.

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

NATURALEZA DE LA COSTA

La costa se compone, en su mayor parte, de morros acantilados, formados de micasquitas, poco resistentes. Estas rocas atacadas por el mar, la lluvia i el viento, se desagregan; i batidas incesantemente por las olas se reducen a arena de grano fino, negro, cuya composicion, indicada en el estudio de Constitucion, es idéntica en toda la costa, desde la bahía de Dichato hasta San Antonio. Las arenas se acumulan en las ensenadas, que ofrecen algun abrigo, ahí se secan i 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 $34^{\circ} 24'$ de latitud sur i $71^{\circ} 59'$ de lonjitud oeste Gr. Mide desde la Puntilla hasta la Cueva de la Negra, 6 km. La flecha es de 1 350 m. La declinacion era de $16^{\circ} 15'$ 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 lonjitud i se prolonga hacia el mar por un cordon de rocas aisladas que distan hasta 300 m. En esta extremidad, el viento, las olas i 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 accion 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 i las arrastran al mar, donde su tenuidad i 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 altipla-

nicie de 10 a 15 m de altura, rocosa. Al norte se estiende 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 comunicacion con el mar, cuando las aguas acumuladas, ya por las lluvias, ya por las olas, que salvan el montículo de separacion, tienen bastante fuerza para abrirse un desague; pero jeneralmente este 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 accion del viento i de las corrientes del sur; están separadas de la orilla por un canal, producido por la resaca de la ola.

Estos bancos se mueven i no resisten a la accion de los vientos del 4.^o cuadrante.

MAREAS

No ha sido posible, por el estado del mar, hacer observaciones exactas de marea. En esta costa solo podrian practicarse a la entrada del estuario de Cahuil, cuya abertura es ancha i 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 jeneral del oeste; esto se debe a que durante esta estacion 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 hai de señalar la presencia bastante frecuente de los vientos del SE. i SSE. que son raros en la costa, a tal punto que el observador de quien voi a hablar indica su ausencia completa.

Este es el ingeniero ingles señor A. F. Guillemard, el que ha dado cifras para cuatro meses, desde el 1.^o de Julio al 29 de Octubre de 1889. He aquí su resumen;

	SO	NO	N	NE	Calma
Julio.....	15	2	10	2	2
Agosto....	18	2	7	...	4
Setiembre .	22	6	1	...	1
Octubre...	17	1	0	...	1 1
	—	—	—	—	—
Total....	72	11	18	2	18

La fórmula de Lambert

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

aplicada a este período, da como resultado un ángulo de $67^\circ 27'$ 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 i NO mas raros, la resultante se inclinaria mas hacia el sur i daria sin duda un viento del SO i aun del SSO; es, pues, con un viento dominante del SO que hai de contar. Sin embargo, los del N i NO tienen una importancia capital.

CORRIENTES

Sin tomar en cuenta la corriente de Humboldt, que por su distancia de la costa no tiene interes 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 hai punto del litoral donde esta corriente sea mas 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 855 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 mas al sur, en la caleta de los Piures i tambien 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 solo alcanzan a 1 ó 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 calma relativa, produciéndose ahí el fenómeno que se ve con facilidad en las corrientes de agua al lado 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. Este 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 batén la orilla casi normalmente a la costa.

MARCHA DE LAS ARENAS

Durante el verano, solo se observan en la costa los vientos del S y SO; esta es también la dirección de las olas, que son el ajente 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

jeneral, no tiene bastante fuerza para arrastrar las arenas i su direccion, en todas las partes en donde he podido estudiarla, es demasiado incierta i demasiado variable para esplicar el transporte de las materias a lo largo del litoral. Lo que a veces hace, es agregar su accion a la de las olas, si está dirijida en el mismo sentido i de contrarrestarla en caso contrario. Pero en tesis jeneral solo hai de tener en cuenta la direccion de las olas.

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

Una parte sigue el movimiento jeneral de sur a norte; pero otra, al encontrar el espacio tranquilo de que he hablado mas arriba, i la contra corriente 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 arena que pueden alcanzar un volumen considerable. En los primeros meses de 1894, casi alcanzaban el estremo del muelle Ortúzar, que quedaba en seco. La lonjitud de este banco era de 800 m, mas o menos, su ancho de 100 m i el espesor medio de 2 m. El cubo era, pues, de 160 000 m.

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

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

Hemos podido seguir así la formacion i desaparicion de un banco en Agosto de 1892.

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

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

Es mui dificil calcular la cantidad de arena removida asi 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 aproximacion, midiendo la altura de la arena en los pilotes del muelle Ortúzar. Se ha observado diferencias de altura de mas de un metro de un dia a otro, aun cuando no existian bancos.

Tambien hemos levantado en varias ocasiones el plano de desague de la laguna del Petrel. Se abre i se cierra segun los vientos i la cantidad de arena viajera i afecta las formas mas 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, cohesion alguna i son levantados con facilidad por el viento. Este que entonces sopla del 3.^{er} cuadrante, los arrastra hacia el NE i forma con ellos dunas, esencialmente moviles, que invaden la tierra i repechan las faldas de los cerros.

PROVENIENCIA DE LAS ARENAS

Como ya he tenido ocasion de esponerlo yarias veces, las arenas que se encuentran en esta porcion de la costa, provienen en gran parte de la descomposicion de los morros acantilados, es decir, se han formado donde se encuentran. ¿Cuál es la importancia anual de esta desagregacion? Ninguna experiencia directa puede enseñarnoslo, 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 cual es el volumen de materiales que pasa por cada punto.

Pero cualquiera que sea la masa trasportada asi, hai un hecho sobre el cual es preciso llamar la atencion, porque se le ha descuidado siempre por los observadores. I este descuido se esplica por la hipótesis jeneralmente admitida del trasporte de las arenas por la corriente costanera.

Mis observaciones personales, que reuniré mas tarde, me hacen pensar, por el contrario, que las olas son el gran motor de estos movimientos. Entonces se concibe que el movimiento no puede tener lugar siempre del sur al norte. Con los vientos del 4.^o cuadrante se invierte la direccion de las olas; hieren la orilla bajo un

ángulo tal que la impulsión comunicada es hacia el sur, i entonces las arenas viajan en sentido inverso.

Por consiguiente, en la masa de materiales que se mueve en la caleta, solo hai una parte que se renueva, la otra no hace mas que moverse en un sentido u otro. Unicamente admitiendo estos hechos se pueden esplicar 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 al partir de la extremidad de la Puntilla un molo curvo mas 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 esplica de la manera siguiente por qué ha concebido su muro de abrigo:

«Quedaría reducido a su mínimo 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 mas allá del puerto, hacia el NE, i 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, segun dice, se ha trasportado 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 tienen 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 arrastamiento de las olas por el suelo, i que este movimiento aumenta segun la violencia de los temporales; no es menos sabido que el cieno i la arena son acarreados a lo largo de la costa i en suspeso por la corriente del litoral, i 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 mui propio para formar bajos i anular gradualmente el propósito que se tiene en vista, a menos que no se efectuen operaciones de dragados, i lo bastante para mantener el equilibrio. Al principio el depósito de arena en la punta del rompeolas solo se hallaría a 13 m de hondura, pero poco a poco las aguas ajitadas i turbias irán avanzando hacia los bajos de la rada i 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 contrarestar las fuerzas de las olas, i un muelle por la parte interior, protejida por peñascos de piedra suelta, para impedir la entrada del agua cargada de cieno hacia la área abrigada del puerto. El rompeolas debe estenderse hasta alcanzar una hondura de $4\frac{1}{2}$ a 5 brazas para evitar que entre cieno al puerto i el referido muelle hasta igual hondura».

¿Por qué esta profundidad? Porque despues de una braveza de mar, el autor pudo, de los sondajes efectuados, sacar la conclusión que «no ocurren absolutamente variaciones de hondura, a mas de $4\frac{1}{2}$ brazas, mas o menos, o cuando mas, son de mínima importancia a dicha profundidad».

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

Agreguemos tambien 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 solo las arenas, despues de haber contorneado el molo, aun con la corriente litoral, irán a depositarse en la parte protejida,

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 i 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 habrá de 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 que 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 ECONOMICO

Según los ingenieros ingleses que han tenido numerosos datos a su disposición, el puerto contaría con 85 000 toneladas, tanto para

la esportacion como para la importacion; 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 alcanzaria segun su autor, a 7 500 000 pesos.

Estimando solo en diez por ciento los gastos de conservacion, de reparacion, etc., se ve que, sin tomar en cuenta la manutencion, cada tonelada se recargaria en 3 pesos 60 centavos en el primer caso i 4 pesos 40 centavos en el segundo.

Santiago, 15 de Noviembre de 1894.

C. J. DE CORDEMOY.

TALCAHUANO

La bahía de Concepcion

Entre la península de Tumbes i la porción de la costa que se estiende desde la ciudad de Penco a la Punta Loberia, se abre hacia el norte la bahía de Concepcion, de mas de 12 kilómetros de largo por 10 kilómetros de ancho. En estas condiciones constituye ya un buen abrigo: la naturaleza hizo mas todavía, colocando en la entrada la isla de la Quiriquina, desgraciadamente inclinada de norte a sur, pero que proteje sin embargo bastante la estension de agua interior.

La lonjitud de la isla es de 5 kilómetros, su ancho máximun de 1,500 m. Alcanza, hacia al centro, una altura de 120 m.

La verdadera bahía de Concepcion se estiende al sur de la Quiriquina, en una lonjitud de 9 kilómetros. En esta vasta estension, las profundidades llegan a 30 m; el fondo es casi en todas partes de arena; no hai ahí ningun peligro serio, a no ser cerca de las costas i en el banco Belen, cuya situacion está señalada por una lancha-boya.

ENTRADAS

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

FARO

Al norte de la Quiriquina hai, a 65 m sobre el nivel del mar, un faro cuya situacion es $36^{\circ} 36' 18''$ de latitud S i $73^{\circ} 3' 40''$ lonjitud O. Gr.

FONDEADEROS

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

El mejor fondeadero es 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 tenedero es mui bueno. Las colinas de Tumbes constituyen una proteccion contra los vientos del O i 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 mas de 1 m de altura; son peligrosas para las embarcaciones, pero jamas 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 mas de 100 m de lonjitud, se concluye ahora; está instalado sobre el banco de Marinao, junto a la península de Tumbes, al frente del banco Belen.

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 i una baja mar ha sido de 2,30 m.

VIENTOS

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

N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Calma
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 i que confirma el resultado precedente. Esta resultante es un viento del SO que soplaría durante 150 días.

Así se ve la ventaja del fondeadero de Talcahuano; las alturas de Tumbes le protejen contra este viento que choca con fuerza contra la orilla oriental de la bahía; solo hai de protejerle contra los temporales del norte i tambien contra los vientos del SE. Estos 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, dificultarian el atracadero contra un malecon.

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

CORRIENTES

No hai corriente notable en la bahía, a no ser la que determinan la entrada i la salida de la onda marea en la Boca chica, i aun esta 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.

TRASPORTES DE ARENAS

En primer lugar, haremos notar que hai varios planos de la bahía de Concepcion i que su comparacion manifiesta que no se ha verificado ningun cambio notable; esto demuestra que el régimen actual está completamente establecido o, por lo menos, solo cambia con mucha lentitud.

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

Entre el morro de Talcahuano i el río Andalien, la playa se compone de arena negra, fina, que tambien se encuentra al sur en la

bahía de San Vicente, i en el río Biobio que la recibe del Laja. Esta es la misma arena que forma el istmo entre la península de Tumbes i el continente. Atribuyo la mayor parte de este depósito de arena a los trasportes del Biobio. Es probable que Tumbes ha sido en otro tiempo una isla, i que han sido estas masas de arena las que la han reunido a la tierra. Aun hoy los aluviones del Biobio se acumulan en la bahía de San Vicente i 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 mas 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 Andalien i no alcanza a Penco. Sería fácil fijar toda esta estension de terreno conquistado naturalmente al mar.

El Andalien, 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 i amarillos; mas arriba de Santa Ana, solo se encuentra este último matiz.

Se ha acusado a menudo al Andalien de ser la causa del embalse de la bahía frente a Penco. Esto puede admitirse si solo se considera este río en su desembocadura donde, por formar grandes pantanos, parece arrastrar una cantidad de sedimento. Pero en realidad el Andalien solo es un arroyo de curso tranquilo, tortuoso, cuya fuerza de arrastre es muy pequeña. Durante las crecidas 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 Andalien se atribuye jeneralmente la formacion 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. Ademas la existencia de grandes piedras aisladas, esparcidas a lo lejos, muestra que no se trata de acarreos efectuados por arrastre; es una playa naturalmente tendida, formada en el mismo sitio donde está.

Hai ademas una concordancia notable entre el plano levantado en el siglo último por Frezier i el estado actual de la costa; si existiese el embancamiento, solo sería, pues, mui lento i 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 cala. Generalmente es blanca, revuelta a veces con granos de otros colores. Hai de advertir especialmente que a lo largo de la península de Tumbes i 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 aprehension. En todo el resto, cualesquiera que sean las obras que se construyan, hai la seguridad de que no se producirá ninguna modificación sensible ni en la playa ni en las profundidades de los alrededores.

CONDICIONES FISICAS

La densidad del agua del mar en la bahía es la misma que en el esterior; 1 030, lo que se explica por lo ancho de las bocas. La temperatura del agua es mui fría, 13° en noviembre i diciembre de 1893; solo 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 estienden a lo largo de la costa crecen en verano algas que son arrancadas por los temporales del invierno.

ELECCION DE LA SITUACION DEL PUERTO

De las consideraciones precedentes resulta que se puede pensar 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, etc.

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

CONCEPCION, PUERTO DE MAR

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

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

Por fin, las 8 000 hectáreas que separan a Concepcion de la bahía serían desecadas así i se transformarían en ricas praderas, gracias a la irrigación «con las abundantes aguas» del Andalien.

Examinemos cuánto puede costar semejante proyecto.

CANAL

La altura del andén de la estación de Concepcion 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.º Que en la orilla del mar el terreno solo se eleve de 2 m sobre el nivel del bajamar (la marea sube hasta 2,30 m.)

2.º Que los taludes del canal tengan $26^{\circ} 34'$ (ángulo generalmente admitido i cuya cotanjente = 2).

3.º Que el fondo del canal solo tenga 22 m.

Las secciones del canal tendrán:

En el nivel del terreno.....	1 008 m ³
A 2 m sobre bajamar.....	420 »
Al nivel de bajamar.....	304 »

El promedio del volumen de arena que hai 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 estos $304 \times 12\ 000 = 3\ 648\ 000 \text{ m}^3$ estarán bajo el nivel de agua, por lo cual se podrán dragar, como tambien una pequeña parte encima del nivel del agua, lo que da en todo $4\ 568\ 000 \text{ m}^3$ mas o menos. Admito que el precio de este dragado será de \$ 0,50 (a 24 peniques por peso), aun cuando su trasporte será largo i costoso. Los 4 000 000 restantes, sacados con excavador i con numerosas trabas, no costarán menos de un peso el metro cúbico.

Supongo, ademas, que solo se encontrará arena, cosa que nadie ha comprobado.

DARSENNA

La dársena mas pequeña que se puede establecer en la extremidad de un canal tan importante debería tener $400 \times 200 \text{ m}$, i aun esto es poca cosa. Se tiene así una superficie de $80\ 000 \text{ m}^2$ (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 hai que saber cómo se ejecutarán los malecones. El autor del proyecto escribe:

«En las aguas del canal no puede vivir el termito, por ser estas aguas mezcla de agua de mar i agua dulce del Biobio, 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 Concepcion 6 metros mas abajo que el caudaloso Biobio, frente a esta ciudad, podría permitir

caidas naturales que procurarian fuerza motriz a industrias i fábricas».

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

El nivel del Biobio está a 5,46 m bajo el anden del ferrocarril en Concepcion, o sea a 4 m bajo el nivel del terreno junto al canal. La excavacion que hai de hacer para ejecutar la derivacion será pues bastante considerable.

La velocidad del agua en esta derivacion 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 utilizacion de 60%, se necesita disponer, con 3 m de caida, 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 i en el nivel del suelo de cerca de 100 m. Es una solucion inadmissible.

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 solo consigamos como recuerdo.

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

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

$$\frac{25 \times 17}{2} = 213 \text{ m}^3$$

El cubo seria, pues, $213 \times 1300 = 276,900 \text{ m}^3$ que hai de sacar primero i colocar despues.

La excavacion, para la darsena seria de $1636,900 \text{ m}^3$.

MALECONES

Habrá, pues, que construirles de albañilería, para no correr el riesgo de hacer un trabajo inútil. Serán $1,200 \text{ m}$ i no se puede estimarles a menos de 3 000 pesos el metro corrido.

TERRENOS POR ESPROPIAR

Para el canal.....	900 000 m^2
» la darsena.....	112 000 »
» las calles, almacenes, etc.....	113 000 »
	<hr/>
	1 125 000

Costarán a lo menos un peso el metro cuadrado.

Para la aduana i demás establecimientos públicos: recuerdo.

DRAGADOS EN LA BAHIA PARA LLEGAR A LAS PROFUNDIDADES DE 8 m

La superficie dragada varia, pues, de 0 (a la profundidad de 8 m) hasta $304,80 \text{ m}^2$ (orilla de la costa; promedio: $152 \text{ m}^2 \times 1500 \text{ m}$ de largo; o sea, $228,000 \text{ m}^3$).

MOLOS PARA PROTEJER EL CANAL SUBMARINO

Son indispensables; pues de otro modo las olas llenarian pronto la parte dragada; hai de contar entonces 3 000 m de molos. Iban de 0 a 8 m, promedio 4 m, i hai de agregar 3 m para salir de la alta mar; en todo, 7 m. Tomemos solo 2 m de corona; no se necesita mas para que los carritos destinados a colocar los enrocados puedan pasár; su sección es de 80 m^2 ; sean 320 por m corrido.

PLANTACION O ADOQUINADO DE LOS TALUDES DEL CANAL

Se consigna para recuerdo.

El presupuesto para el canal i la darsenita seria:

Desmontes.....	$\begin{cases} 4\ 568\ 000 \text{ a } 0,50\ldots \\ 4\ 000\ 000 \text{ a } 1\ldots \\ 228\ 000 \text{ a } 1\ldots \\ 1\ 636\ 900 \text{ a } 1\ldots \end{cases}$	\$ 2 284 000 4 000 000 228 000 1 636 900
Malecones.....	1 200 <i>m</i> a 3 000.	3 600 000
Espropiaciones....	3 125 000 <i>m</i> ² a 1...	1 125 000
Molos.....	3 000 <i>m</i> a 320.	960 000
Imprevistos, etc., de 10 por 100...		<hr/> \$ 13 833 900
		1 383 390
		<hr/> \$ 15 217 290

No hai de olvidar:

Las plantaciones o el adoquinado, el canal de derivacion del agua del Biobio, con sus compuertas, accesorios, etc., los terrenos para la aduana i otros edificios, los terraplenes, el adoquinado de malecones, etc.

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 obra sera mui largo. Tomemos como ejemplo el que exijirá el dragado. A causa de la disposicion del canal, no se podrá tener mas 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 *m*³ por dia, a razon de 250 dias por año, se ve que el dragaje exijiria 8 años. Despues habria que construir los malecones, etc. Es prudente contar con un plazo de 12 años. Considérese la situacion de Talcahuano durante este tiempo, condenado a perecer, no pudiendo hacer ningun gasto, ninguna mejora, sin recursos para el movimiento. Todo el pais tendria que sufrir.

Por fin, se ve cuan dificil seria la esplotacion de una dársena donde los buques quedarian a 9 *m* debajo del nivel de los malecones.

Al lado de los inconvenientes, ¿hai realmente ventajas serias que pueden justificar la ejecucion de esta obra? Hemos visto que la fuerza motriz solo podria obtenerse a gran costo, lo que la haria talvez mas cara que cualquier otro modo de produccion, i no seria continua.

La desecacion de los terrenos de la vega no se realizaria evidentemente con la creacion de un canal solo, que no beneficiaria mas que a las porciones vecinas; basta ver, para darse cuenta, con cuanta facilidad se forman en estas landas, pantanos aislados; seria necesario ejecutar canales anexos, pero hagamos notar que estos deben seguir lineas con pendientes, i que entonces es mucho mas sencillo i eficaz dirijirlas hacia el mar i no al canal, en cuyo trayecto se encontrarian indudablemente contrapendientes.

En cuanto a la irrigacion de estos terrenos por el Andalien, basta recordar que exijiria para 8 000 hectáreas mas de 3 litros por hectárea i por segundo, sean 24 m^3 , i que el Andalien, lejos de tener aguas abundantes, no es mas que un arroyito cuyo caudal es de pocos litros.

Por fin, al punto de vista comercial, el resultado es insignificante. El puerto que hai de construir, ya sea en Concepcion o en Talcahuano, debe servir, no solo a la primera de estas ciudades, sino tambien a todas las provincias desde Chillan hasta Victoria i aun hasta Temuco, miéntras no se hagan trabajos serios en el río Imperial. Es evidente que en la cifra de las operaciones comerciales, Concepcion figura en una pequeña cantidad (25 000 habitantes contra 600 000), i solo para la importacion. La mayor clientela es esta parte de la República apenas habitada i esplorada hoy, pero que pronto será un grupo de los mas importantes. Para ella es mas ventajoso enviar sus productos a Talcahuano, donde la manutencion (con un puerto) será mas fácil, donde el precio de los terrenos para construir bodegas es menor. En cuanto a Concepcion, 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 detras del morro de Talcahuano, en los terrenos conocidos con el nombre de las Salinas. El puerto tendria ademas el gran defecto de quedar visible para un enemigo desde las dos bahías de Concepcion i San Vicente. Por otra parte, seria muy caro, sin compensaciones, i acarrearía la ruina de Talcahuano.

PENCO

Habria sido fácil construir un puerto en Penco. Pero para el puerto militar no hai de tomarlo en cuenta, habiéndose construido ya en Talcahuano el dique de cárena; habria sido necesario tener arsenales, talleres, etc., dobles. A veces seria una dificultad mui grande conducir, a traves de la bahía, los buques que necesitan reparaciones. Esta razon tambien se aplica a los buques de comercio, lo cual es un argumento mas contra Penco.

Por otra parte, el movimiento comercial está ya localizado en Talcahuano, i no hai ninguna razon atendible para tratar de desviarlo. Ademas, no seria fácil talvez; se arriesgaria de ejecutar trabajos que, al principio sobre todo, no utilizarian los buques por ser llamados por los comerciantes establecidos en Talcahuano. Finalmente, el puerto seria caro, sin compensaciones.

TOMÉ

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

TALCAHUANO

Es preciso, pues, de todo punto de vista, decidirse en 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 mas abrigada contra los vientos; hai profundidades hasta mui cerca de la costa, sin ser exageradas.

CERRADURA DE LAS BOCAS

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

En este último caso, seria necesario construir un muro de mas de 5 km de lonjitud, que pasaria por profundidades cuyo promedio seria de 40 m en un mar mui violento. Es un trabajo que costaria mas de 100 000 000 de pesos, que exijiria mucho tiempo, pues aun seria dificil encontrar la enorme cantidad de piedras (mas de 25 000 000 m³) que se necesitaría. Esta solucion debe desecharse por no ser práctica.

En cuanto a la Boca chica, el muro tendria 1 500 m de lonjitud por 10 m de profundidad, con mar violento tambien. Seria preciso colocar un revestimiento de bloques artificiales con un gasto de 8 000 000 de pesos mas o menos. El resultado seria poco sensible en el fondo de la bahía, por cuanto las olas que penetran por la Boca grande la agitarian casi tanto como hoy. Si se quiere tener una idea aproximada del resultado, se puede usar la fórmula de Stevenson sobre la reduccion 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 reduccion seria de 18%, es decir que la ola de 1 m con las dos Bocas, en Talcahuano, se reducirían a 0,82 m si se cerrara la Boca chica.

Lo obtenido no compensa el gasto.

Tambien 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 persecucion en el Sur.

PUERTOS DE GUERRA

Estas bocas anchas, sin embargo de defensa fácil, hacen de la bahía de Concepcion un admirable puerto de guerra. Se ha pensado crear otro que exijiría un canal largo i angosto. Los que, como yo, han atravesado varias veces el canal de Suez, saben que aun en las partes rectilíneas i 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.

Ademas, en estos canales de sección restringida, la velocidad de los buques es mui reducida por la reaccion del agua rechazada; un buque que pase a toda fuerza de máquina no puede desarrollar mas que la tercera parte de su andar.

Es inútil insistir sobre el peligro que correría una escuadra de la cual solo 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 i recorrerlo lentamente.

Estas no son condiciones para un puerto militar; solamente habrá de 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 i 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 i donde los buques no pueden entrar en cualquier momento, no puede servir i 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 i 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 4 m) i los grandes buques tienen 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 profunda, i 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 i la salida de los buques sean siempre espeditas, i por eso la bahía de Concepción, con sus dos bocas, está admirablemente favorecida; una escuadra, para prepararse i 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 esterior. Un buque que cruzara más allá de la Qui-

riquina 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 i 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 terraplen que dará una extensión de tal vez más de 100 hectáreas, lo que basta para el establecimiento del arsenal i 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 baja mar, 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, próximamente. Se tendrá, pues, la ventaja de fundar sobre terreno sólido i dragar solo arena.

El malecón arranca desde la altura del dique de carena, se dirige casi paralelamente a la costa en una longitud de 1600 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, destinado a limitar el terraplen, que se une a la tierra más allá del mercado actual.

El puerto militar tiene una longitud de 675 m; está separado del de 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.

I Sobre el muro de separacion se establecerá una bodega i el depósito de carbon. Recibirán las mercaderías que los buques mercantes traigan para la armada i que desembarcarán en el puerto comercial, mientras los buques de guerra les tomarán por el otro lado sin comunicacion con los primeros.

El depósito de carbon tiene $75 \times 20 m = 1500 m^2$. Almacenando el carbon a razon de 1,5 T. por m^2 , el depósito contendrá 2250 T.

Tales son los primeros trabajos que hai de ejecutar. Para asegurar una proteccion completa seria necesario:

1.^o *Prolongar el rompeolas* actual del dique de carena. Desde luego hai de construir una lonjitud de 250 m para protejer la entrada al dique. Solo se llegará así a profundidades de 7 m. Mas tarde se continuará hasta el banco Belen. Se puede discutir acerca de la forma que hai de dar a esta prolongacion. ¿Debe ser rectilínea o inclinarse en forma de curva hacia la tierra? Con la misma lonjitud protejerá, mas o ménos, del mismo modo el puerto; pero continuando derecho, se obtienen dos ventajas: la primera es de unirse al banco Belen, en bajos fondos, lo cual disminuye el costo por una parte, i por otra suprime este banco como escollo; la segunda es que la maniobra para entrari i salir es la mas 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 Marinao el espacio necesario para construir, en el porvenir, un segundo dique de carena.

En la estremidad del tajamar habrá una batería de cañones de tiro rápido i un faro con proyectores eléctricos para vijilar la bahía, contra el atrevido golpe de mano de una torpedera;

2.^o *El segundo muro de separacion* entre las dársenas de importacion i esportacion;

3.^o *El malecon esterior*, en el cual están las entradas de las dársenas. Para la proteccion completa de éstas, ¿es útil este malecon?

No servirá contra los vientos del 3.^o i 4.^o cuadrante, pero abrigará contra los del E. i SE. mui frecuentes aun (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 jeneral, que un muro entrante deje la entrada al dique inde-

pendiente 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 malecon interior i el muro de reparacion no basten para el movimiento, el malecon esterior 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, i tambien frente al muro de defensa. Con el plano jeneral propuesto, jamás se presentarán dificultades para aumentar la estension que necesite el porvenir.

ESTENSION NECESARIA

Ahora bien, ¿cuál es la estension necesaria?

Principiaré por poner en guardia contra dos soluciones estremas opuestas.

Unos podrían considerar las dársenas proyectadas como muy estensas, 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; hai allí una espansion del banco Marinao que es inútil dragar. En esta parte se guardarán, ademas 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 reparacion de estos barcos de pequeñas dimensiones.

El verdadero puerto no tendrá, pues, realmente mas que $500 \times 260 = 130\,000\,m^2$, o sea 13 hectáreas. Ahora bien, las dos dársenas de la Spezzia, por ejemplo, no tienen mas 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 tambien a causa del costo, porque se excavaron

jeneralmente en la tierra; aquí el caso es diferente, la economía que resultaría de dimensiones restrinjidas no sería muy sensible. I, en Europa, están obligados constantemente a construir nuevas dársenas, por lo cual se arrepienten de no haber previsto el desarrollo con la larguezza 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 lonjitud 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. Este 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 oido manifestar el temor de que las dársenas lleguen a ser un foco de infección, si más tarde se cierran con un malecón exterior. Esta es una idea químérica, a la cual hoi sin embargo de contestar.

Cada una de las dársenas proyectadas contienen por metro cuadrado de superficie un volumen de $8 m^3$ (en baja mar); 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 excepcion de las escasas dársenas que se llaman de marea, no hai que tengan tan buenas condiciones. Los *bassins à flot* en Europa solo se abren un momento antes de la pleamar i se cierran poco rato despues, de modo que el nivel del agua apenas varia adentro.

Las dársenas de Marsella están en peores condiciones. Las del interior no comunican con el mar libre, sino con las dársenas vecinas; no hai marea, de manera que la renovacion del agua no se efectúa sino solo por el movimiento de los buques que entran i 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. Susuperficie es de $950 \times 150 = 137\ 500 m^2$ (mas de 13 hectáreas). Ahí se establecerán la Comandancia Jeneral de Marina, los Arsenales, almacenes, bodegas, astilleros de reparacion i construccion, talleres, un cuartel, un hospital de marineros, etc. Tambien habrá el galpon para guardar las torpederas, que se sacarán del agua por medio de un ponton especial. Este ponton se sumerge con el carro trasportador, donde se instala la torpedera. Despues se hace subir; el carro llega a la altura de rieles i se conduce la torpedera a su lugar.

PUERTO COMERCIAL

La parte mas importante de un puerto comercial es la instalacion necesaria para las mercaderías.

A lo largo del malecon se hallan:

1.^o Una avenida de 10 m de ancho con una linea férrea para las gruas i dos para los trenes que traigan i saquen las mercaderías que no tienen que depositarse en los galpones;

2.^o Galpones de 150 m de largo por 20m de ancho, donde se harán los reconocimientos, operaciones de aduanas, etc. La superficie de cada uno de los galpones del puerto de importacion es de 3 000²; total de los tres: 9 000 m²; i como se puede amontonar de 1,50 a 1,75 T. por metro cuadrado, hai, pues, espacio suficiente

para recibir 14 000 m^3 de mercaderías. Entonces, los buques mas grandes pueden desembarcar toda su carga en uno de estos galpones;

Tres vias férreas para el servicio de los galpones, una para los trenes de carga, otra para los de descargar, i la tercera para los trenes desocupados;

4.º Una vía carretera de 20 m de ancho.

Despues comienzan las manzanas de la ciudad.

Tornamesas darán mas tarde acceso a las vías férreas de los muros i del malecon esterior; en el muro que separa los dos puertos comerciales habrá otros dos galpones.

Para el puerto de esportacion, en lugar de galpones, se hallarán bodegas de las mismas dimensiones para los frutos del pais. Estas bodegas pueden ser elevadores de trigo, si sucede que este grano se embarque suelto, i 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 direccion de las calles se fija de la manera siguiente: Las del norte son paralelas o perpendiculares a la linea del malecon. Las demas se orientan segun la direccion de la avenida principal por donde pasa la linea férrea que, saliendo del corte de entrada a Talcahuano, llega al ángulo de la dársena de esportacion. Esta avenida, como la que está a lo largo del arsenal militar, tiene 30 m de ancho.

FERROCARRIL

El ferrocarril realiza un desideratum que no ha cesado de preocupar a la Administracion. Llegará de Concepcion por el este de la ciudad i volverá por el corte actual. La estacion actual servirá de estacion de partida i de depósito. Habrá en la avenida del malecon una estacion de llegada.

DETALLES DE CONSTRUCCION

MALECON INTERIOR

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

	Alto	Largo medio	Ancho	Cubo	Peso
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 malecon.

Mas arriba el muro se construiria con albañileria, hasta 2,6 m sobre la bajamar; encima habrá una borde de piedra tallada de 0,40 m. El todo subirá a 0,70 m sobre las mas altas mareas.

Detras de este malecon se arreglará el terraplen, para el cual se tomarán las precauciones que se usan en este jénero de trabajos.

Los bloques se colocarán por medio de una grua Titan 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 malecon será adoquinada con cuidado.

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

MUROS DE SEPARACION

Cada talud se construirá como el malecon interior, terraplenando entre las dos filas de bloques.

MALECON ESTERIOR

Estará en profundidades de 9 m. Los bloques tendrán:

	Alto	Largo medio	Ancho	Cubo	Peso
1. ^o	2,38 m	4,30 m	2,10 m	21,5 m ³	47 T
2. ^o	»	3,70	»	18,5	40
3. ^o	»	2,80	»	14	31
4. ^o	»	2,20	»	11	24

La albañilería como en el malecon interior.

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

CABEZOS

Serán de bloques i albañilería, construidos de modo que retengan los enrocados.

MURO DE SEPARACION DEL DIQUE DE CARENA

De bloques i albañilería, con dos chaflanes.

PROLONGACION DEL ROMPEOLAS

De enrocados, con un talud esterior de 2/1 i protejidos en los 6 metros superiores con las piedras mas grandes que se pueden encontrar i que tengan a lo menos 1 m^3 .

DRAGADOS

El producto del dragado servirá para terraplenar.

TERRAPLEN

En el terraplen se usarán los 3 000 000 m^3 que dará el corte del cerro de Tumbes para ensanchar la ciudad. El resto será de arena tomada en la costa, de arena del dragaje, etc.

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 Constitucion.

Bloques artificiales colocados, m^3	\$ 25
Albañilería colocada	20
Piedra tallada, id.	80
Adoquinado, id.	4
Enrocados, id.	4
Terraplen, id.	0.40

Daré primero el precio de los trabajos indispensables. Despues se estimarán los que talvez hai de hacer.

MALECON INTERIOR

Se calcula como quedando en promedio por los fondos de 8 m. Se agregan 2,30 m de marea i 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 $(1,50 \times 2,10)$	= 3,15	» a ..	$20 = 63$
Piedra tallada $(1 \times 0,40)$	= 0,40	» a ..	$80 = 32$
Adoquinado	= 10 m^2	a ..	$4 = 40$

MALECON ESTERIOR

Altura total: 12 m. Precio por metro corrido:

Bloques $(4,30 + 3,70 + 2,80 + 2,20) = 13 \times 2,38 = 31$	m^3	a ..	$\$ 25 = 775$
Mampostería, como ántes			$3,15 = 63$
Piedra tallada, id.			$0,40 = 32$
			<hr/>
			34,55
Total parcial.....			870

ENROCAMIENTO EN EL PUERTO COMERCIAL

$$\text{Trapezio } \frac{31,5 + 12}{2} \times 12 = 282,75$$

$$\text{Hai que restar los..} \quad \underline{34,55}$$

$$\text{Quedan } 248,20 \text{ } m^3 \text{ a } \$ 4 = 992 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} 1862$$

$$\text{Mas el total parcial anterior.....} \quad \underline{870} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} 1862$$

ENROCAMIENTO EN EL PUERTO MILITAR

$$143 \text{ } m^3 \text{ a } \$ 4 = 572 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} 1442$$

MUROS DE SEPARACION

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 ántes			$3,15 \text{ } \gg \text{ a } 20 = 63$
Piedra tallada id.			$0,40 \text{ } \gg \text{ a } 4 = 32$
			<hr/>
			30,65
Son dos			<hr/>
Terraplen $(11,50 \times 40 - 2 \times 30,65) = 400$	m^3	a ..	$\$ 0,30 = 120 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} 1666$

CABEZOS

Del puerto comercial, cada uno:

Bloques	$660\ m^3$ a.....	\$ 25 =	16 500	}
Mampostería	27 » a.....	$20 =$	540	
Del puerto militar.....				15 000

MURO DE SEPARACION DEL DIQUE

Por metro corrido:

Bloques	$25\ m^3$ a.....	\$ 25 =	625	}
Mampostería	$3,75$ » a.....	$20 =$	75	

MURO DE DEFENSA

$32\ 813\ m^3$ de enrocados a \$ 4.

TERRAPLEN

El metro cúbico a \$ 0,40.

DRAGADOS

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

TRABAJOS INDISPENSABLES

Malecon interior: $2\ 050\ m^3$ a \$ 760.....	\$ 1 558 000
Muros de separacion: $260\ m$ a \$ 1 666.....	. 433 160
Terraplen: $6\ 300\ 000\ m^3$ 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 rompe-olas: $56\ 250\ m^3$ a \$ 4.....	225 000
Suma.....	\$ 5 017 410
Imprevistos, etc., 20%.....	1 003 482
Total.....	\$ 6 020 892

OBRAS EVENTUALES

Complemento del rompe-olas: 400 414 m^3 a \$ 4.....	\$ 1 601 656
Muros de separacion (como ántes).....	433 160
Cabezos 4 a 17 040	68 160
Id. 2 a 15 000	30 000
Muro de separacion del dique: 300 m a 700.....	210 000
Malecon esterior, 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 talvez, se gastará mas tarde, pero cuando el puerto haya tomado un desarrollo tan grande que esta cantidad se pagará fácilmente con las entradas.

A los gastos hai de agregar el importe de las espropriaciones

141 267 m^2 a \$ 0.20 (mas o menos) \$ 28 253,40

Pero de esta cantidad de terreno ya hai una parte espropriada. De manera que la cifra, aun reducida, se coloca aqui como recuerdo solamente.

Comercio de Talcahuano

64

ESTUDIO RELATIVO

AÑOS	COMERCIO ESTERIOR						MOVIMIENTO DE LA NAVEGACION			
	COMERCIO DE CAEOTAJE			Entradas			Salidas			
	Importacion	Exportacion	Total	Introduccion	Estraccion	Total	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

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

MOVIMIENTO COMERCIAL

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

La esportacion a.....	118 000 T
La importacion a	53 000 »

Pero no se pueden avaluar 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 lonjitud de los malecones tendría que ser:

Para la esportacion.....	236 m
Para la importacion.....	106 »

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

1.º Gesacion del comercio ilícito en la bahía.

2.º Traslacion a Talcahuano del desembarque de las mercaderías para la Armada;

3.º Vuelta a Talcahuano del desembarque de mercaderías que se efectúa hoy en Coronel para Concepcion, por falta de medios en Talcahuano.

Santiago, 15 de setiembre de 1894.

C. J. DE CORDEMOY.

MENSAJE

Presentado por el Supremo Gobierno al Congreso Nacional sobre la construccion de un puerto militar i comercial en Talcahuano.

CONCIUDADANOS DEL SENADO I DE LA CÁMARA DE DIPUTADOS:

Hasta el presente el Gobierno de la República, sea porque ha debido atender a la satisfaccion de necesidades mas imperiosas, sea por la carencia de los estudios indispensables, solo ha empleado una mínima parte de los recursos fiscales en la construccion de obras estables i duraderas en los puertos, destinadas a facilitar el movimiento comercial de internacion i esportacion de mercaderías.

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

A escepcion del muelle fiscal de Valparaiso, que hoy en dia está tambien 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 i 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 i del país en jeneral, las utilidades que lejítimamente les correspondería percibir, i embarga por otra parte la tarea material del embarque i desembarque, la cual se realiza en condiciones deplorables i no en raras ocasiones, en circunstancias verdaderamente peligrosas.

Ademas de las obras necesarias para el comercio, es de evidente necesidad la construccion de un puerto militar para el abrigo i refugio de nuestra escuadra en el mismo puerto en que deben quedar definitivamente instalados la Comandancia Jeneral de Marina, los Arsenales de Marina i demás oficinas conjéneres.

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 i 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.

Esta se compone de tres dársenas, una inmediata al Dique de Carena i a continuación de ella las otras dos.

La primera, constituirá el puerto militar; las otras servirán para el comercio de internación i 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 baja mar i que permita, 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 i se enajerán las sesenta restantes.

La dársena militar tendrá una longitud de seiscientos setenta i cinco metros, i 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 i el depósito de carbón.

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

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

Examinado 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, i el muro posterior 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 i cinco mil cuatrocientos sesenta i tres pesos (\$ 12 465 463) de veinticuatro peniques.

Con las supresiones indicadas el presupuesto será de seis millones veinte mil ochocientos noventa i dos pesos (\$ 6 020 892) del mismo tipo, ademas del valor de los terrenos que será necesario espropiar, lo que representa una suma relativamente insignificante.

Llevando a efecto los importantes trabajos de que se trata, se satisfarán necesidades reales, verdaderamente sentidas, i 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 Jeneral de Marina, a los Arsenales de Marina i a las demás oficinas principales del mismo ramo.

Las sesenta manzanas restantes se venderán a medida que lo exija el crecimiento de la poblacion i el consiguiente desarrollo de los intereses materiales radicados en Talcahuano.

Ademas, la traslacion a este puerto de las oficinas i almacenes de marina, dejará disponibles en Valparaiso propiedades de importancia, las cuales tambien 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, i es indudable que su producido alcanzaría anualmente a crecidas sumas, dado el porvenir seguro reservado a Talcahuano, puerta obligada del comercio de cinco o seis provincias de la República.

Segun la estadística de 1892, el movimiento de importacion i de exportacion en Talcahuano fué el siguiente:

Exportacion	198 000 toneladas
Importacion	53 000 id.

Que han debido pagar por gastos de embarque, i desembarque desde la bodega de los buques a las bodegas de los trenes i vice-

versa, no menos de 600 000 pesos, fuera de los gastos ocasionados por otra carga no clasificada al peso, i del movimiento de pasajeros.

Esta cifra representa desde luego, los intereses de mas de diez millones de pesos que podrian 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 de pesos.

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

Las razones espuestas han inducido al Gobierno a dispensar favorable acogida al proyecto de formacion de un puerto militar i comercial en Talcahuano.

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

Antes de adoptar una resolucion definitiva en orden a la realizacion de la empresa de que me ocupo, se ha oido en diversas conferencias la opinion de los altos jefes de marina, de la Direccion de Obras Pùblicas i de otros funcionarios autorizados, quienes han concurrido a prestar su aprobacion al proyecto de mi referencia, visto lo cual el Gobierno ha creido llegado el momento de someterlo a vestra deliberacion.

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

PROYECTO DE LEI:

Art. 1.^o Procédese a la construccion 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.^o 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 regularizacion jeneral del rio Imperial ⁽¹⁾

El rio Imperial desemboca en el Océano Pacífico, en la costa de la provincia de Cautin, al norte del cerro Cholñi, en los $38^{\circ} 48'$ de latitud Sur i $73^{\circ} 26'$ de lonjitud Oeste.

Hace pocos años que el territorio que baña ha sido ocupado por los Chilenos. Despues de la toma i destruccion de la antigua Imperial por los Araucanos (año 1600), los indígenas habian quedado dueños casi absolutos de este territorio. En 1851 los padres franciscanos establecieron una mision en la llanura que se estiende a la orilla izquierda de la desembocadura del rio. Los edificios, quemados mas tarde, se reconstruyeron en la cumbre de la colina que va a dar al cerro Cholñi; aun se les ve ahí, i la capilla nos ha servido de excelente punto de referencia para la triangulacion.

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

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

La Aduana de Imperial depende de Valdivia.

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

Los vapores suben hasta Carahue, pueblo que ocupa el lugar de la antigua Imperial i 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 i un molino. El comercio del trigo, de la harina, del lingue, es importante: alcanza a cerca de 2 000 000 de pesos anuales.

Las casas de Carahue, varias de las cuales son de dos pisos i 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 aun ocupada por los arau-caninos; solo en 1893 se han vendido un cierto número de hijuelas. Una vez cultivada darán a la comarca prosperidad inmensa, debida a su fertilidad i a sus excelentes condiciones climatéricas.

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

Estos vapores, cuando trasportan trigo, están obligados a ir a trasbordarlos a otros puertos, como Talcahuano, o a los buques que hacen el comercio de esportacion. Ademas, tienen, para entrar en el río, o para salir, que franquear la barra que obstruye la desembocadura. Encuentran ahí, por lo jeneral, la profundidad estrictamente necesaria para pasar, de manera que si el mar está un poco ajitado, la travesía es muy difícil. A veces los vapores deben voltejear largo tiempo al frente de la costa ántes de atreverse a entrar. La salida es aun mas 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 i espuesto a vararse, lo que sucedió dos veces en 1893.

Por esto hemos visto al *Bio-Bio*, 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 ménos de ser muy elevados i la agricultura ganaría mucho con la mejora de la vía fluvial.

Para estudiar la posibilidad i los medios de esta mejora, el Gobierno me hizo el honor de confiarne el estudio del río Imperial.

EL RÍO

El río Imperial principia a tener este nombre a 3 km mas 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 Bio-Bio, entre los volcanes Nevada i 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 Llaimas, el cual a su turno ha recojido en su camino al Huichague, que nace del volcán Quetrudugun.

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

El Imperial es, pues, el desagué 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 km^2 . No he podido procurarme, en materia de observaciones meteorológicas, sino las que se han recojido en el fuerte de Pucón, durante los años 1886-1887. La cantidad de agua caída ha sido en 1886 de 1,933 m i 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 i 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 m^3 , lo que representaría un volumen de 1 000 m^3 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 Bio-Bio; tomando 1,50 m para el del Cautín, no debe estarse muy lejos de

la verdad. Esto daria 22 500 000 000 de m^3 anuales i 600 m^3 solamente para el escurrimiento por segundo. Durante el invierno esta cifra debe aumentarse i al contrario disminuirse en verano, a pesar del derretimiento de la nieve.

OBSERVACIONES METEOROLÓJICAS

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

El promedio de la presion barométrica, sin corrección de temperatura i 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 las 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 $3^{\circ}4$ el 13 i el 14 de febrero. El promedio de los máximos ha sido de $19^{\circ}88$ i el de los mínimos $10^{\circ}28$. La mínima de las máximas ha sido de 15° el 13 de febrero i 7 de marzo. La máxima de las mínimas, $17^{\circ}2$ el 10 de enero.

La temperatura media ha sido:

A las 7 de la mañana.....	$13^{\circ}65$
A las 2 de la tarde.....	$19^{\circ}84$
A las 9 de la noche.....	$13^{\circ}74$

El promedio jeneral del verano ha sido $15^{\circ}74$.

El carácter jeneral de los vientos es el siguiente: los del 4.^o cuadrante son mui irregulares i traen consigo las lluvias i las tempestades. Los del Sur principian entre las 9 i 10 de la mañana, para cesar hacia las 6 de la tarde. Este hecho esplica, en el cuadro anexo, las numerosas constataciones de «calmas», consignadas a las 7 de la mañana i 9 de la noche: es la observacion de las 2 horas la que da el verdadero estado de la atmósfera durante el dia. Los

vientos del Este son mui raros. Los del Suri del Norte son a veces mui 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 solo 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

Segun la fórmula de Lambert:

$$\operatorname{Tg} \varphi = \frac{E - W + (NE + SE - SW - NW) \cos 45^\circ}{N - S + (NE + NW - SE - SW) \cos 45^\circ}$$

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 solo 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 $76^\circ 40'$.

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

En definitiva, como se vé, 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 i NO son los mas frecuentes hasta el 10 de enero (16 contra 5 del S i SO, segun la observación de las 2 de la tarde), i a partir del 2 de marzo (10 contra 1). Por el contrario, desde el 10 de enero hasta el 1.º 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 indicacion jeneral; durante los meses de enero i febrero, los vientos llegan sobre todo del Sur; sucede lo contrario durante el resto del año. Observaciones llevadas a cabo durante el invierno serian sin duda aun mas significativas i confirmarian este hecho, bien conocido de los marinos i habitantes del litoral de la Araucanía: que en definitiva la predominancia pertenece a los vientos del 4.^o cuadrante.

CORRIENTES DEL MAR

Las corrientes son poco pronunciadas en la costa; varian con los vientos i la marea. Las olas rompiendo contra la costa, arrojan luego a ella los flotadores. En alta mar no hai tampoco indicacion bien neta.

OLAS

Las olas siguen la direccion del viento; durante el verano, época de mis observaciones, rompian lo mas a menudo contra la costa. Principian a quebrar mui lejos de la orilla (mas de 500 m) i determinan una zona peligrosa; en la cual ninguna embarcacion 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 observacion; en cuanto a las mareas en la desembocadura misma, son idénticas a las de Bajo Imperial. Estas se han seguido desde el 14 de enero hasta el 20 de marzo de 1893, por medio del mareógrafo sumario ya empleado en Valdivia i Constitucion.

El punto mas bajo se ha obtenido el 18 de febrero, dos dias despues del novilunio; este es el punto que se ha elejido como cero de nuestros planos; éste deberá, pues, con seguridad, ser bajado por otras observaciones. La altitud máxima ha tenido lugar el 1.^o de febrero, el mismo dia del plenilunio; ha alcanzado a 1,36 m.

Es, pues, esta cifra la que mide la diferencia observada entre la alta i 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 $X^h 15$ en Talcahuano i de $X^h 20$ en Corral, i era natural pensar que en Imperial estuviese comprendida entre estas dos horas. Es así como cuentan los marinos que fréquentan el río; pero cuatro meses de observaciones me han hecho ver que la pleamar de zizijia está ahí en retardo. Es entre $XI^h 10$ i $XJ^h 30$ que es menester fijar el establecimiento del puerto, sin poder, por lo demás, determinarlo mas exactamente, pues el nivel del agua esperimenta en este momento numerosas oscilaciones.

Como en toda la costa de Chile, la marea de la noche es mayor que la del dia, a lo menos en la época de las zizijias; por noche hai 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 i que las variaciones se representen sobre la altitud.

Estas variaciones son aun mayores durante la lunacion que en la época misma de la zizijia; la mayor altura observada de dia ha sido la del 6 de marzo: el nivel se ha elevado de un metro sobre el cero.

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

La mas alta marea no tiene siempre la misma relación de tiempo con la zizijia; así se ha presentado como sigue:

Noche de	Dia i hora de la zizijia	Retardo en horas
19 de enero	17 de enero a las 8 ^h 40 de la noche.....	50
1. ^o 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 del febrero; solo se elevó 0,37 m sobre el o i la amplitud ha sido de 0,28 m con vientos débiles del Oeste. Una amplitud menor se produjo el 8 de

marzo; fué solo de 0,14 m; el viento soplabá 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 i nocturna.

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

Las observaciones en este último punto, han sido mas incompletas que en Bajo Imperial. Sin embargo, las doi tambien en diagrama, en una lámina especial. El máximo ha sido alcanzado dos veces: el 2 i 16 de febrero; el mínimum 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 i 16 de febrero, miéntres 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.º en la desembocadura; 2.º en Bajo Imperial; 3.º en la confluencia con el Moncul; 4.º al Sur de la isla Doña Ines; 5.º al norte de esta isla; 6.º en Carahue, han mostrado que este aumento en amplitud es constante i casi proporcional a la distancia del mar.

Ciertamente existen muchos ejemplos de hechos semejantes i el mas conocido es del Támesis, donde la marea en Lóndres excede de cerca de 1 m a la de Sheerness. Jeneralmente estas diferencias son bastantes fáciles de esplicar 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 trasversales de los cauces.

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

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

A priori no se podria resolver la cuestion, que, por lo demas, llegaria a ser de un interes secundario.

CONDICIONES FISICAS

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 Ines. En Carahue el agua es siempre dulce.

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

En Carahue el agua pesa un poco mas de 1 000. Frente a Bajo Imperial la densidad varia desde 1 007 hasta 1 010. La temperatura del rio en este ultimo punto, ha sido de 16° a 18°, segun el estado de la marea, en el mes de marzo.

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

Del rio mismo no viene arena; el lecho solo está tapizado de cascajo; hasta Carahue, apenas sí se encuentran, una o dos veces, pequeños bancos de arenas en las orillas. Mas arriba el Imperial i el Cautin corren sobre guijarros; por lo demas, la arena, que se encuentra tan raras veces, no tiene nada de comun con la de la playa.

MARCHA DE LAS ARENAS

El oríjen 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 mas 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 mas abajo de la isla Doña Ines, marcha normalmente a la costa, hasta su confluencia con el Moncul. Ahí tuerce bruscamente hacia el Sur para desembocar en el mar a 6 km mas lejos, dejando entre su lecho i el océano una península larga i estrecha de arena.

Es un ejemplo mui notable de desembocadura rechazada por la arena. En el oríjen, sin duda, el río desembocó, mas o ménos, al frente de su confluencia con el Moncul i tal vez aun este 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 invasion, 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, empujado mas i mas hacia la tierra, lo que es fácil reconocer por los vestijios de antiguos lechos, sembrados de cascajos, que se encuentran en la península, donde conchuelos, huevos de ballena, etc., demuestran tambien la accion del mar.

La lucha ha continuado así durante largos siglos, retardada sin duda durante algun 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 mas o ménos largo, esta colina tambien seria comida i contorneada i que el Imperial irá a unirse con el lago Budi.

Digamos, por lo demas, que el dia en que esta union tenga lugar, el río dispondrá de una cantidad suficiente para abrirse un canal siempre seguro hasta el mar. Si los gastos de union no fueren enormes, esta solucion seria mui ventajosa.

DOBLE DESEMBOCADURA

Aquí es preciso anotar i discutir una afirmacion contenida en el viaje a la Araucanía de Domeyko (1846). El Imperial, segun el cé-

lebre naturalista, tenia dos bocas: una que se dirijia hacia el Norte i 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 podía haberse efectuado un cambio tan notable. Los viejos araucanos que he interrogado en el lugar jamás habían visto la segunda boca ni oido 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 i 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 i 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 se dirigen, uno al NO i el otro hacia el S. Este 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 el que Domeyko tomó como una segunda boca; i 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 hai de positivo es que la arena viene del Norte i que la desembocadura del río tiene una tendencia invenitable 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 amazon 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 i apenas si se ve la estremidad superior de las cúpulas verticales de las calderas.

He hecho levantar en varias épocas el plano de la estremidad 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 i del pequeño río de las Damas, sobre una planicie elevada. La posición había sido bien 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, i 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 sino es tal vez para el paso de las pequeñas embarcaciones.

BANCO DE RUCA DIUCA

A 5 km aguas 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 Arístides Martínez; se le llama hoy banco de Ruca Diuca.

En los pasajes menos profundos la sonda baja solo 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 i cascajo pequeño. Un sondaje jeolójico nos ha permitido fijar en 2,25 m el espesor de la capa de sedimentos, en la parte ménos profunda.

Estos guijarros se han detenido ahí, porque en ese punto el río es mas ancho que aguas arriba i aguas abajo, i 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 demas, 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 ámbas orillas, con una inclinacion que se relaciona bien con la profundidad, a la cual se le encuentra en el medio del río.

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

El banco de Ruca Diuca tiene 300 m en su mayor ancho. Aguas arriba el río forma un codo que solo tiene 120 m, es decir un poco mas 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 exámen teórico de esta parte del río hai que hacerlo con precaucion. 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 i 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, aun que menor, llega a dragar i despues a mantener las grandes profundidades, aguas arriba i aguas abajo.

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

¿Qué ancho debe darse a este canal? No solo debe alcanzar la profundidad requerida sino tambien mantenerla. De los perfiles

del río, aguas arriba i aguas abajo del banco i tambien sobre su trayecto, se estraerá el cuadro siguiente:

Número de los perfiles	Anchos m	Superficies m ²	Profundidades máximas m	Ordenadas medias OM m	Razón entre las profundidades i		Razón entre la OM i	
					El ancho	La sección	El ancho	La sección
A.....	215	980	8	5,20	27	122	41	188
B.....	196	1340	14,50	8,20	13	92	24	163
C.....	121	932	15,10	11,20	8	62	10	83
D.....	197	1210	9	7	22	134	28	173
E.....	238	1200	7,70	7	30	155	30	170
F.....	226	1070	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	1000	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.^o de A hasta D con profundidad superiores a 8 m.

2.^o de E hasta F con id. id. a 6 m.

3.^o de G hasta L es el banco.

4.^o 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	Superficies	Profundidades máximas	Ordenadas medias	Razon entre las profundidades i		Razon entre la ordenada media i	
					El ancho	La sección	El ancho	La sección
	m	m ²	m	m				
1.º.....	182	1115	11,60	7,90	18	102	26	152
2.º.....	198	1122	10,35	7,60	21	117	28	160
3.º.....	276	525	4,30	2,30	66	127	122	233
4.º.....	225	812	6,30	4,50	35	188	51	186

Salvo una anomalía que esplican la naturaleza del banco i las causas múltiples que han precedido a su formacion, 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 i el ancho por consiguiente de

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

Pero estando regularizado el régimen trasversal del escurrimiento, la velocidad media aumentará un poco; la sección no tiene necesidad de ser tan grande i 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 debia 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 Ruca Diuca fuera del proyecto jeneral, volveremos especialmente sobre este objeto despues de haber espuesto el proyecto jeneral.

VELOCIDAD DEL RÍO

Cuando la marea baja, la corriente del río sigue su curso normal i desciende hacia el mar. Cuando sube, llega el momento en que,

en Bajo Imperial i aun en Carahue, durante las grandes pleamaras de zizijias, la corriente remonta hacia 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 contra-corrientes, en cualquier momento de la marea. En el centro, pues, el dia de una marea de zizija (dia 16 de febrero) se ha tenido:

Baja mar, de 6^h25 a 6^h55 A. M.

Pleamar, de 11^h26 a 11^h40 A. M.

Baja mar, de 5^h25 a 5^h55 P. M.

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

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

La velocidad de los filetes líquidos varia, como se comprende, segun su situacion en los diversos puntos de la sección, en razon compuesta de su distancia a la orilla i de la profundidad en el sitio considerado.

REGULARIZACION DEL CURSO DEL RIO

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 abstraccion de las secciones próximas al mar, que no pueden tomarse como ejemplo, porque ahí la velocidad es muy grande i la maniobra de las naves seria difícil, en un lecho tan angosto, con relacion al volumen de agua que se escurre. Lo que

impide, por otra parte, que, a pesar de esta velocidad exagerada, las profundidades no sean mas considerables, es que el río pasa ahí sobre el banco de arenisca que ha corroido para contornear los cerros, banco que opone a la socavación una resistencia que solo podrá vencer el tiempo.

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

$$100-125-175-200-250 \text{ m.}$$

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

Luego desde Carahue hasta Ruca Diuca 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 Ruca Diuca 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 aplicarlos 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 i decrecientes desde el vértice a la inflexión, fijando en

una relacion conveniente la diferencia de las curvaduras, segun 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 inflexion en el encuentro de las curvas convexas.

«Estrechamiento de las partes rectilíneas».

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

En consecuencia, de los dos procedimientos ordinarios de mejora, canalizacion i dragado, el primero, que tiene por objeto el preservar de la invasion de los aluviones al canal, creado artificialmente, es inútil. Bastará solo el dragado para dar al rio la profundidad querida i una vez determinado el canal, la velocidad aumentada segun la nueva vaguada, esta profundidad se conservará.

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

El cálculo de los volúmenes en exceso en el canal que hai de abrir llega a la cifra considerable de 18 000 000 m^3 . Si hubiese que dragarlo todo, el gasto seria considerable, pero este no es el caso. Bastará trazar con la draga un canal estrecho i profundo, segun el eje en las partes rectas o casi rectas, i segun 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 circunstancias particulares harán variar el efecto de la corriente. Esta será la misión del ingeniero encargado de la ejecución de la obra; vigilar la marcha de los trabajos, i segun sea, obrar en consecuencia; pero es evidente que se producirán economías notables en el cubo de los dragados que hai de hacer.

El costo, en realidad, será mui 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 espuestas 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 contrarién 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 i que se compone de su caudal propio i del volumen almacenado durante el flujo, llega al mar i se escurre lateralmente en una grande estension, 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; i sin embargo, la masa de agua que tiene el máximo de velocidad llega siempre a trazar un canal mas profundo que las porciones vecinas: este 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, segun la dirección del viento, queda constante.

De esto resulta que los filetes líquidos toman una dirección curva, i 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 solo contraría la resistencia del agua del océano, i 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 mulos: el del Norte.

La configuracion de la boca prueba la persistencia de la direccion de las arenas hacia el Sur, i los movimientos esperimentados por la punta de la península demuestran que los cambios de lugar de los aluviones jamás son mui considerables.

Supongamos que solo 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 espigon que prolongará, en una pequeña lonjitud, la orilla derecha del rio. Los filetes líquidos se pegarán contra este muro cóncavo, en virtud de la fuerza centrífuga, i serán mantenidas contra él; en la mayoría de los casos, por el viento i las olas.

Cuando, por el contrario, esta última accion venga del sur, será amortiguada por el molo mismo. La corriente no tendrá, pues, tendencia a salir de su lecho habitual, i se abrirá en el mar un paso invariable que profundizará. Este será el canal, i los hechos que tienen lugar hoy mismo, pueden dar la seguridad 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 solo se depositarán en la zona donde ya no pueden ser arrastradas; se alinearán, pues, a una cierta distancia del molo, paralelamente a su cara cóncava, i constituirán una especie de segundo molo natural que regularizará aun mas 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 rio encuentre una salida; i si llegase a establecerse un obstáculo, pronto sería barrido a causa de la misma elevacion de las aguas, que provocarían en el rio. La comunicacion con el océano quedaría libre pues, i 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 i no llegarían sino mui atenuadas, a la parte profunda. Solo en la misma entrada,

los vapores encontrarian el mar ajitado, 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 mas malas; pero raciocino siempre en la hipótesis de que la mejora del río Imperial será la obra de un cierto tiempo.

SITUACION 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 i el piloto consideraban su situación como la mas 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. Segun el piloto, cuando el canal está en esta posición (pues varía mucho), es cuando tiene mas 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 i se desarrolla en una longitud de 2 100 m. Llegando así hasta las grandes profundidades, impedirá los depósitos i la formación de un banco mas afuera.

La extremidad del molo será batida incesantemente por los vientos i las olas. Estas, 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. Hoi, 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 mas 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 construirá 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.

Estos tendrán $4 \times 2,50 \times 2$ m.

Su volumen será, pues, de 20 m^3 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 id. id. de 10 a 5 m.

800 » de id. id. medias de 4 m.

1000 » de id. id. de 4 a 0 m.

Estimándose la amplitud de la marea en 2 m, habrá 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:

Profundidades m	Alturas totales medias m	Coronamiento m	Volumen m^3
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:

$$308 \times 150 = 46,200 \text{ m}^3$$

$$187 \times 150 = 28,000 \text{ »}$$

$$102 \times 800 = 81,600 \text{ »}$$

$$52 \times 1000 = 52,000 \text{ »}$$

$$\text{Total... } 207,800 \text{ m}^3 \text{ o sea } 210,000 \text{ }^3$$

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

$$2100 \times 4 \times 6 = 50,400 \text{ }^3$$

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

$$\text{Volúmen} = 500 \times 52 = 26,000 \text{ }^3$$

I una parte de 800 m de lonjitud, de enrocado, cuya sección será de 100 m², próximamente.

$$\text{Volúmen} = 800 \times 100 = 80,000 \text{ m}^3$$

El volúmen de los bloques es, pues:

$$210,000 + 26,000 = 236,000 \text{ m}^3$$

El de los enrocados:

$$50,400 + 80,000 = 130,400 \text{ }^3$$

No deduzco ningun hueco para estar al abrigo de toda decepcion.

PRECIOS POR UNIDADES A RAZON DE 24 PENIQUES POR PESO

Metro cúbico de bloque colocado.....	\$ 25
Id. id. de enrocado id.	4

En cuanto a los dragados no los estimo en mas 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
.....
	\$ 7 421 600
Imprevistos, etc., 15 %.....	1 113 324
.....
	\$ 8 534 924

O sea 8 500 000 de pesos próximamente.

MEJORA DEL BANCO RUCA DIUCA

Para dar inmediata satisfaccion al comercio de Carahue, sería necesario excavar el banco Ruca Diuca, de manera que ofreciese un mínimo de 3 m de agua en baja mar. 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 el volumen que hai de quitar es de 28 650 m^3 . 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 RIO IMPERIAL HASTA LA COTA
8 m CON RESPECTO A BAJA MAR**

Entre los perfiles	Volúmenes
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

96

ESTUDIO RELATIVO

FECHAS	BARÓMETRO			TERMÓMETRO CENTÍGRADO						VIENTOS			LLUVIAS			OBSERVACIONES
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	
Dic. 1892, 11	763,5	764	764	764	764	764	764	764	764	764	764	764	764	764	764	
" 12	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	
" 13	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	
" 14	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	
" 15	763	762	762	762	762	762	762	762	762	762	762	762	762	762	762	
" 16	761,5	761,5	761,5	761,5	761,5	761,5	761,5	761,5	761,5	761,5	761,5	761,5	761,5	761,5	761,5	
" 17	761,5	761,5	761,5	761,5	761,5	761,5	761,5	761,5	761,5	761,5	761,5	761,5	761,5	761,5	761,5	
" 18	762,5	762,5	762,5	762,5	762,5	762,5	762,5	762,5	762,5	762,5	762,5	762,5	762,5	762,5	762,5	
" 19	762,5	762,5	762,5	762,5	762,5	762,5	762,5	762,5	762,5	762,5	762,5	762,5	762,5	762,5	762,5	
" 20	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	763,5	
" 21	764	765	765	765	765	765	765	765	765	765	765	765	765	765	765	
" 22	765,2	765,1	765,1	765,1	765,1	765,1	765,1	765,1	765,1	765,1	765,1	765,1	765,1	765,1	765,1	
" 23	764	762,2	762,2	762,2	762,2	762,2	762,2	762,2	762,2	762,2	762,2	762,2	762,2	762,2	762,2	
" 24	762,2	762	762	762	762	762	762	762	762	762	762	762	762	762	762	
" 25	760	760	760	760	760	760	760	760	760	760	760	760	760	760	760	
" 26	765	765,5	766,6	766,6	766,6	766,6	766,6	766,6	766,6	766,6	766,6	766,6	766,6	766,6	766,6	
" 27	766	765,5	765,2	765,2	765,2	765,2	765,2	765,2	765,2	765,2	765,2	765,2	765,2	765,2	765,2	
" 28	775,2	765,2	765,8	765,8	765,8	765,8	765,8	765,8	765,8	765,8	765,8	765,8	765,8	765,8	765,8	

C. CHILENA

FECHAS	BARÓMETRO						TERMÓMETRO CESTIGRADO						VIENTOS						LLUVIAS						OB. EL. VACUACIONES					
	mm.			mm.			mm.			mm.			mm.			mm.			mm.			mm.			mm.			mm.		
	9	12	15	9	12	15	9	12	15	9	12	15	9	12	15	9	12	15	9	12	15	9	12	15	9	12	15	9	12	15
Feb. 1.º 1893	61,2	62,2	62,1	10	17	9,5	17	6,5	E	1	S	2	2	C	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
" 2 "	62	62	61,4	12	20	14	20	6,4	C	...	N	1	1	C	...	...	2,7	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
" 3 "	60	61,5	63	15	18,8	13	19	14	N	2	N	1	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	2	C	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
" 6 "	65	62	61	14	19,3	14	19,5	6	C	...	S	1	1	C	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
" 7 "	60,5	62	62	14	21	15,8	21	8,8	C	...	S	1	1	C	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
" 8 "	63,2	63,5	63,2	14	20,5	14,5	20,5	9	C	...	C	...	...	C	...	...	0	2	0,3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
" 9 "	63	62	63	12,5	17,8	11,5	17,8	11,3	C	...	S	1	1	C	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
" 10 "	66	65	65,1	12	17,5	12	17,5	9,8	SO	1	S	2	2	C	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
" 11 "	65	65	65	12	16,5	10,5	16,5	4,5	S	2	S	3	3	C	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
" 12 "	65	65	65	10	15,2	10,4	15,2	3,7	S	1	S	3	3	C	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
" 13 "	65	65	65,1	7	15	10,4	15	3,4	S	1	SO	1	1	C	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
" 14 "	64,2	65	65,8	11	19,2	12,8	15,2	3,4	C	...	S	2	2	C	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
" 15 "	65,2	65,2	65,2	13	21	11,2	21	10,5	C	...	N	1	1	C	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
" 16 "	64,5	64	63,8	13,2	21	15	21	6,2	C	...	N	2	1	0,5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
" 17 "	65	...	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	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	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
" 21 "	62	...	60	14	...	16	24,2	11	C	...	C	...	...	C	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	15,5	...

"	22	"	63	65	15,1	21	11,5	21,2	11,5	1	N	1	C	...	...
"	23	"	65	65,1	65	12	22,5	17	22,5	7,5	C	1	C	...	...
"	24	"	63	62,5	62,4	16,8	22	14,6	22	13,5	S	1	C	...	...
"	25	"	62	61,8	60,5	15	20	16,5	20	12,8	C	...	0,1	Grainó a las 12 P. M.	0,1	
Marz. 1. ^o																
"	26	"	61	60	62	16	22,1	15,6	22	12,5	C	...	0	1	C	...
"	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	...
"	2	"	60,5	58,9	59,2	15,2	22,2	16	22,3	13,6	C	...	SO	1	N	2
"	3	"	62,2	62,2	62,5	15,9	19	15	16	15	C	...	N	3	C	...
"	4	"	62,4	62,2	62,8	16	17,2	16	17,2	15	C	...	N	1	C	1,4
"	5	"	61,2	60	60	14	19,5	12	19,5	12	C	...	N	4	C	...
"	6	"	63	63,1	63	15	21,5	16,1	18,7	11	N	2	2	N	4	10,4
"	7	"	60	58	59	11,6	14,7	12	15	8	C	...	N	1	C	...
"	8	"	59,1	63	61,3	12	17	10,7	17	7,8	N	1	N	3	C	16,5
"	9	"	64,5	64,8	64,8	10	18	13	18	7	S	...	N	1	C	6,5
"	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	...	65,1	7,5	...	11	...	5,1	C	...	C	...	C	...
"	14	"	65,2	65,8	66,5	10,8	...	10,5	...	7,5	C	...	S	1	C	0,5
"	15	"	66	...	65	12,8	19	15	19	8	C	...	S	1	C	0,15
"	16	"	65	65,1	65	13,5	21	13	21	13	C	...	C	...	C	0,15
"	17	"	65	65	65,2	11	21	12,4	21	8,3	C	...	C	...	C	...

Santiago, 30 de noviembre de 1894.

CAMILO J. DE CORDEMOY.

INDICE DE LAS MATERIAS

IQUIQUE

	Pág.
Situacion	5
Vientos	5
Olas	6
Corrientes	6
Arenas	6
Naturaleza del fondo	7
Fondeadero	7
Medios de manutencion	7
Proyectos anteriores	8
Nuevos proyectos	9
Darsenita para lanchas	10
Construccion	10
Primer caso	10
Malecon	11
Terraplen	11
Segundo caso	12
Detalle de los precios	12
Presupuesto	12
Primer caso	12
Segundo caso	12
Proyecto completo	13
Dársena	13
Canal de acceso	14
Tajamar	14
Malecones	16

	Pág.
Rompe-olas	17
Materiales	17
Canteras	17
Arena	17
Concreto	17
Bloques	17
Medios de ejecucion	17
Presupuesto	18
Material	18
Precios por unidades	18
Volúmenes del tajamar	19
Bloques	20
Mampostería	20
Parapeto	20
Nivelacion del enrocado de la base	20
Adoquinado	20
Costo del tajamar	20
Dragados	21
Malecones	23
Terraplen	23
Rompe-olas	23
Instalaciones	24
Total del presupuesto	24

PICHILEMU

Estudio relativo a la posibilidad de trasformar la rada en puerto

	Pág.
Forma de la costa	27
Naturaleza de la costa	28
Caleta de Pichilemu	28
Bancos	29
Mareas	29
Vientos	29
Corrientes	30

	Pág.
Olas	31
Marcha de las arenas	32
Dunas	33
Proveniencia de las arenas	33
Consecuencias	34
Punto de vista económico	36

TALCAHUANO

La bahía de Concepción

	Pág.
Entradas	39
Faro	40
Fondeaderos	40
Dique de carena	40
Mareas	40
Vientos	40
Corrientes	41
Trasportes de arenas	41
Condiciones físicas	43
Elección de la situación del puerto	43
Concepción puerto de mar	44
Canal	44
Dársena	45
Malecones	47
Terrenos por espropiar	47
Dragados en la bahía para llegar a la profundidad de 8 m.	47
Molos para proteger el canal sub-marino	47
Plantaciones o adoquinado de los taludes del canal	47
Proyecto de las Salinas	49
Penco	50
Tomé	50
Talcahuano	50
Cerradura de las bocas	50
Puerto de guerra	51

	Pág.
Disposiciones jenerales.....	53
Estension necesaria.....	55
Puerto militar.....	55
Puerto comercial.....	56
Cerradura de las dársenas.....	56
Anexos.....	57
Del puerto comercial.....	57
La ciudad.....	58
Ferrocarril.....	58
Detalles de construccion.....	58
Malecon interior.....	58
Muros de separacion.....	59
Malecon esterior.....	59
Cabezos.....	60
Muro de separacion del Dique de carena.....	60
Prolongacion del rompe-olas.....	60
Dragados.....	60
Terraplen.....	60
Presupuesto	60
Malecon interior.....	60
Malecon esterior.....	61
Enrocamiento en el puerto comercial.....	61
Enrocamiento en el puerto militar.....	61
Muro de separacion.....	61
Cabezos.....	62
Muro de separacion del Dique.....	62
Muro de defensa	62
Terraplen	62
Dragados.....	62
Trabajos indispensables.....	62
Obras eventuales.....	63
Comercio de Talcahuano.....	64
Cuadro de las embarcaciones actuales de Talcahuano...	65
Movimiento comercial.....	65
Mensaje referente a la construccion de un gran puerto en Talcahuano.....	66

IMPERIAL

**Proyecto de regularización general
del río Imperial**

El río	73
Observaciones meteorológicas.....	74
Corrientes del mar.....	76
Olas.....	76
Mareas	76
Condiciones físicas.....	79
Marcha de las arenas.....	79
Doble desembocadura.....	80
Resumen.....	81
Carahue.....	82
Banco de Ruca Diuca.....	82
Velocidad del río.....	85
Regularización del curso del río	86
Mejora de la boca.....	89
Situación del molo.....	91
Presupuesto	92
Precio del molo.....	92
Precios por unidades.....	93
Mejora del banco Ruca Diuca.....	94
Dragado del río Imperial.....	94
Cuadro de las observaciones meteorológicas en Bajo Imperial.	96