

SESTA PARTE.

Miscelaneas.



ESTUDIO
SOBRE LA RIA DE CONSTITUCION
I LA BARRA DEL RIO MAULE,

ESCRITO EN FRANCES POR

A. LÉVÊQUE,
(Ingeniero Hidráulico.)

I TRADUCIDO POR
ALEJANDRO BERTRAND.

~~~~~

Situada en la ribera izquierda del río Maule i a 1 kilómetro de su desembocadura, fértiles sus terrenos en productos agrícolas, solo le falta para llegar a un alto grado de prosperidad, el mejoramiento de su puerto: la ciudad de Constitucion es efectivamente el centro natural de esportacion de las provincias mas ricas de la parte central de Chile, i solo a la presencia de la barra puede atribuírsele el que una parte del comercio en tránsito siga una via diversa.

A pesar de esta causa de inferioridad, Constitucion ha progresado con rapidez, debido ésto a la excelencia de su posicion jeográfica; i obtenido que sea el mejoramiento de su puerto, llegará a ser uno de los principales puntos de esportacion de la República.

Estiéndense a corta distancia de Constitucion varios bosques, conteniendo diversas especies de excelentes maderas que sirven para alimentar los astilleros de construcciones navales de que está provista la ciudad.

Existe tambien un dique para las reparaciones de las naves.

El establecimiento de este puerto es de 10 h.: las mareas de zizijas son de 1,5 metros: la variacion de la aguja magnética era de  $17^{\circ} 8' 27''$  NE. a fines de 1875.

Su posicion jeográfica es la siguiente:

$35^{\circ} 20'$  Latitud S.

$72^{\circ} 27' 17''$  Lonjitud O. de Greenwich.

Los buques que, por una causa cualquiera, no puedan atravesar la barra, pueden fondear en la ensenada denominada *La Caleta*. (Véase el plano jeneral.) El tenedero es excelente; pero las comunicaciones con la tierra son dificultosas por lo alta de la marejada.

El objeto del presente estudio es investigar los medios de mejorar este puerto. Hemos dividido nuestro trabajo en varios capítulos. El primero, titulado *Consideraciones jenerales*, es el resultado de las observaciones que hemos hecho sobre las corrientes, la marejada i la formacion de las barras. Nuestros estudios anteriores en el mar Mediterráneo, el mar Negro i el mar de Mármara, nos han sido de suma utilidad por las comparaciones que nos han permitido establecer.

El segundo capítulo comprende el exámen crítico de los diversos medios conocidos de mejoramiento. Comparados con las observaciones del capítulo 1.º, nos dará el valor relativo de cada uno de estos medios.

En el capítulo 3.º se examinan los diversos proyectos i las diversas ideas emitidas respecto del puerto de Constitucion.

El capítulo 4.º comprende el estudio del rio Maule bajo el punto de vista de su accion sobre la barra.

El capítulo 5.º es el estudio que hemos hecho del puerto de Constitucion i el proyecto que nos ha conducido a establecer.

Repártense en seguida:

En el capítulo 6.º, la descripcion detallada de las obras proyectadas;

En el capítulo 7.º, el estudio de la estabilidad de las obras i la eleccion de los materiales que en ellas deben emplearse;

En el capítulo 8.º, el método de ejecucion de los trabajos,

El capítulo 9.º indica el orden segun el cual deberán ser ejecutados los trabajos, bajo el punto de vista de su importancia con relacion al mejoramiento del puerto. Indica tambien el tiempo que debe demorar dicha ejecucion.

El capítulo 10 encierra las dimensiones métricas de las obras;

El capítulo 11, la série de aplicacion de los precios;

I el capítulo 12, el detalle estimativo aproximado del valor total de los trabajos.

---

## CAPITULO I.

### CONSIDERACIONES JENERALES \*.

#### Observaciones hechas a lo largo de la costa.

El fenómeno de las barras en la entrada de los rios es una consecuencia directa de las leyes de la hidrodinámica. Su forma es la de un sillar (1) levantado bajo la influencia de las corrientes i de las olas periódicas.

En un estudio que pertenece esclusivamente al dominio de la observacion, era de toda importancia buscar las analogías i examinar las influencias del mar en condiciones variadas, no debiendo intervenir el cálculo sino apoyado constantemente en los hechos adquiridos i de ningun modo en hipótesis, mas o ménos admisibles.

Hemos debido, pues, principiar nuestro trabajo por el estudio del tramo de costa del Océano Pacifico, comprendido entre Lebu i Valparaiso, costa espuesta a una marejada de la misma naturaleza aunque no de igual intensidad.

---

\* Estas consideraciones han sido presentadas en lo que concierne a las costas occidentales de Francia, por Mr. Bouquet de la Grye, ingeniero hidrógrafo, en su Memoria de 1866.

(1) Hemos dado esta traduccion a la palabra *bourrelet*, empleada por el autor, por parecernos la mas adecuada.

Hemos estudiado así el papel especial de cada una de las fuerzas en juego, escogiendo sucesivamente las localidades en que la influencia de cada una de ellas es nula o máxima. Al obrar de este modo, hemos seguido, por decirlo así, paso a paso el camino, el modo de ser de los depósitos arenosos puestos en suspension por las olas i arrastrados por la corriente litoral.

Esponemos en seguida sumariamente las consecuencias que se desprenden con claridad de este estudio. (Véase el anexo, páj. 1., núm. 1).

1.º Las olas que no rompen, solo están animadas de un movimiento oscilante; las que rompen poseen un movimiento en el sentido horizontal.

2.º El movimiento de las olas es siempre perpendicular a la costa, es decir, que las olas se ajustan a la forma de la costa. Basta esta última observacion para aniquilar la teoría de cierto número de ingenieros que pretenden que las arenas suspendidas por la accion constante de las olas en la costa, son acarreadas longitudinalmente por estas mismas olas. (Véase el anexo núm 2).

La verdad es que los materiales desagregados son puestos en suspension por la accion de las olas i solo caminan bajo la influencia de la corriente litoral.

En jeneral, los materiales son arrastrados con una velocidad inversamente proporcional a su peso. La separacion de los guijarros, de las gravas, de las arenas i de los fangos se verifica en el momento en que, por una causa cualquiera, disminuye la potencia viva de la corriente ( $\frac{1}{2}mv^2$ ) (1).

Mas, siendo  $m$  constante en la espresion ( $\frac{1}{2}mv^2$ ) de la potencia viva, se vé que habrá depósitos sucesivos a medida que  $v$  disminuya.

Las principales causas de la disminucion de una corriente son:

(1)  $m$  representa la masa en accion i  $v$  la velocidad que la anima. La potencia viva, es la mitad de la fuerza viva  $mv^2$ , espresion que representa tambien el trabajo mecánico.

1.º la expansion de esta corriente en una parte ensanchada, como en una bahía, i 2.º el encuentro de un obstáculo.

1.º La expansion de una corriente que trasporta materiales desagregados produce el embancamiento de las bahías.

Fácil nos ha sido verificar este hecho para la Caleta de Constitucion. Hemos comparado su estado actual con su estado en 1844, refiriéndonos a los planos levantados con tanto esmero en dicha época por el señor Leoncio Señoret, gobernador marítimo que era entónces de la provincia del Maule.

2.º El encuentro de un obstáculo modifica la manera de ser de una corriente. Si, por ejemplo, se construye un muelle, un botador cualquiera, se produce inmediatamente un embancamiento que concluye por sobrepasar el cabezo del muelle o del botador i seguir su camino.

El encuentro de otra corriente produce igual efecto.

En jeneral, sea que provengan los depósitos del rio o del mar, solo se formarán barras cuando la pérdida de velocidad sea brusca i si el depósito afecta la forma de un sillar cuya inclinacion varia segun la naturaleza de los materiales. Despréndese inmediatamente de lo anterior una primera clasificacion de las barras, dependiente de la naturaleza de los materiales, i como la ola se eleva tanto mas cuanto mas rápido es el salto formado, puede darse por admitido que serán las barras tanto mas dificultosas cuanto mas pesados sean los materiales que las forman. Pero esta naturaleza de los materiales no constituye el único elemento de que dependa el perfil del sillar que forma la barra; este perfil es tambien funcion de la intensidad media de la ola, de su direccion, de la intensidad media de las corrientes litorales i de la potencia viva de la corriente del rio en los momentos del flujo i del reflujo.

La barra es la resultante de todas estas acciones combinadas. Sin embargo, las dos mas importantes son:

1.º La inclinacion del rio sobre la direccion de la ola.

2.º La potencia viva, ( $\frac{1}{2}mv^2$ ) del flujo i del reflujo combinados con el caudal del rio.

## INCLINACION DEL RIO SOBRE LA DIRECCION DE LA OLA.

Esta inclinacion, determinada jeneralmente por la navegacion a la vela, ejerce directamente su accion sobre el perfil, la profundidad, la practicabilidad de las barras; con efecto, es evidente que si una ola choca directamente contra una corriente de vaciante, la pérdida de velocidad será máxima, así como lo será tambien el depósito formado. Tan notable es este resultado, que casi se podria clasificar las entradas de los rios segun su inclinacion con la direccion de la ola, para conocer la importancia del depósito así producido; i como el encuentro de una corriente con una ola solo aniquila dos fuerzas vivas por un choque que produce necesariamente una agitacion i una enorme rompiente, se deduce de ésto que suprimiendo el choque en cuanto sea posible, oblicuando la entrada del rio, se disminuirá al propio tiempo el sillar que forma la barra i las olas rompientes que son su consecuencia.

Veremos mas adelante que, por desgracia, es a menudo imposible satisfacer esta condicion, por motivo de las exigencias de la navegacion marítima.

## INFLUENCIA DE LA POTENCIA VIVA DE LAS CORRIENTES, DE LA CRECIENTE I DE LA VACIANTE.

La influencia de la potencia viva de las corrientes del flujo i del reflujo (combinados con el caudal propio del rio) sobre la profundidad de la barra, varía con la forma i la curva de la marea. Ya puede predominar la accion de la creciente, ya la de la vaciante.

En la desembocadura, o para hablar con mas exactitud, en la barra misma, la potencia viva del empuje natural producido por la vaciante combinada con el caudal propio del rio, ha perdido una parte de su valor, i solo alcanza a equilibrar exactamente la potencia de las olas, produciendo el *punto muerto*. En dias de temporal, aumentando considerablemente el efecto de las olas, se tapa el cañal i vuelve el rio a colocar su desembocadura en el punto en que es máxima la potencia viva ( $\frac{1}{2}mv^2$ ), es decir, que la barra se acerca a la punta de Quivolgo, donde la parte ensanchada del rio hace el oficio de dársena de resaca.

Las corrientes litorales o laterales, favorecen el transporte de los materiales desagregados, i mui a menudo ellas solas suministran a la barra dichos materiales, i esto puede decirse que es lo que sucede en Constitucion. Es importante en todos casos, tenerlo mui presente i tomarlo en cuenta.

Puede deducirse de las observaciones que preceden, que existe un medio de rebajar el sillar de una barra sin modificar las fuerzas en accion, i aumentando, por el contrario, su efecto por la *supresion de los choques*.

Concíbese tambien que existe otro medio que consistirá, sea en destruir totalmente una de las fuerzas, dejando siempre a la otra su libre actividad, sea aumentando directamente la fuerza sobre la cual se posee cierta accion.

1.º Si se anula la corriente del rio, el mar libre produce por sí mismo su sillar móvil en el punto en que desaparece su fuerza. Púedese entónces considerar dicho sillar como el límite del puerto, o bien dragarlo para dar al puerto mayor desarrollo.

2.º Tambien es posible destruir la ola misma, i la naturaleza ha probado la eficacia de este procedimiento.

En este caso el rio derrama sus aluviones en un mar tranquilo i la mayor parte de los depósitos fómados son arrastrados por las corrientes litorales.

Puede decirse como ejemplo i sin establecer, por lo demas, comparacion alguna entre el rio Lebu i el rio Maule, que para el primero de estos rios, las arenas depositadas en una gran superficie, gracias a la proteccion que se debe a la existencia de la roca Huapi, vuelven a ser tomadas por las corrientes de vaciante i acarreadas hácia el N. Esta observacion es el resultado de la comparacion que hemos hecho entre el estado actual de la bahía i lo que era 5 o 6 años há, segun los planos puestos a nuestra disposicion.

Esta bahía presenta, pues, un cierto estado de estabilidad. Es verdad que esta estabilidad no debe resistir a los temporales del N. i del NO.; pero vuelve a manifestarse en cuanto han dejado de existir las causas de perturbacion, esto es, en cuanto se ha restablecido el réjimen ordinario.

3.º Púedese, por fin, aumentar la potencia viva de las corrien-

tes, sea por un incremento del caudal, sea por un estrechamiento calculado del canal en caso en que el rio llevara pocos o ningunos aluviones.

Si el volúmen de los aluviones acarreados por éste es bastante considerable, se debe concentrarlos en una parte ensanchada que preceda al canal.

En cuanto a lo que concierne al rio Maule, se podria obtener un incremento de volúmen de agua, trayendo a su lecho al rio Ñuble i el rio Lontué; pero como estos rios así como el Maule mismo disminuyen su caudal de dia en dia, por las sangrías que se hacen mas i mas necesarias para los regadíos, será bueno no tomar en cuenta por ahora este incremento posible.

Vamos a buscar ahora el modo de conciliar las observaciones que preceden, con las exigencias de la navegacion en la entrada del rio Maule.

Limitan este rio en su desembocadura, por el N. la playa arenosa de Quivolgo i por el S. rocas cortadas a pique, entre las cuales se distingue la roca llamada *Las Ventanas* i la piedra de *los Lobos*.

La playa de Quivolgo ha sido formada evidentemente i sigue formándose poco a poco por los depósitos que trae la corriente litoral i por los del rio.

Entre los materiales acarreados por el rio durante las grandes creces de otoño, hai cierta cantidad de guijarros. Bajo la influencia de los vientos reinantes del S., a los que está enteramente espuesta esta playa, se forman olas rompientes que, ayudando al esfuerzo de la corriente marítima que camina en el mismo sentido, llevan la arena sobre esta playa.

En el momento de las bajamares esta arena se seca, i trasportada por el viento, constituye las dunas movibles.

El grande ancho del rio cerca de su desembocadura, comparado con su ancho medio aguas arriba, es la causa de los acervos que se forman en la parte ensanchada, frente a Quivolgo. Evidentemente tiende a formarse un delta, i si no fuera por el retroceso de las arenas, debido a las olas de afuera, puede asegurarse que este delta existiria. Por otra parte, la isla situada frente a la ciudad de

Constitucion, tiende constantemente a prolongarse, así es que este delta presentaria tres brazos.

En la época de las grandes creces del Maule, son acarreadas las arenas que forman la playa de Quivolgo i ésta desaparece. En este caso, por causa de la ruptura del equilibrio de las fuerzas en presencia, la profundidad del agua sobre el sillar de la barra aumenta sobre cierto ancho, lo que debia preverse. Pero este es tan solo un estado transitorio que deja de ser en cuanto desaparecen las causas que lo han producido, volviendo las cosas a su estado normal. Hé aquí lo que pasa en este estado normal:

Jeneralmente, en el momento de las zizijias, o bien cuando los vientos del O. han soplado violentamente durante algunos dias, la vaciante junto con el caudal propio del rio, produce un empuje natural suficiente para abrir en la barra un canal como de 60 metros de ancho.

Por causa del poder del empuje i de la direccion del derrame, este canal se fija provisoriamente a lo largo de la orilla S. del rio. Este caso, como mas tarde lo veremos, es el mas favorable para la navegacion.

Despues de estas mareas, cuyo reflujo formó por su fuerza este canal sur, vienen otras mareas mas débiles; la barrra se acerca un poco; disminuye mas i mas la altura del agua sobre el sillar, i por causa del choque directo de las olas que pasan entre la roca de *Las Ventanas* i la piedra de *los Lobos*, la potencia viva de la corriente llega a ser insuficiente para continuar su derrame por este canal; entónces las aguas del rio caminan lateralmente i se abren paso en el punto en que su accion es suficiente para repeler las olas rompientes que, mas al S., se oponian a su derrame.

La fuerza de estas olas disminuye, en efecto, constantemente a medida que están mas distantes de la ribera sur del rio; ademas, segun la observacion jeneral hecha al principio de esta memoria, el derrame se hace mas i mas fácil por acentuarse mas i mas la inclinacion de la ola sobre la direccion de la corriente fluvial.

En tiempo normal, el rio tendrá, pues, siempre una tendencia natural a abrirse un canal a traves del sillar de la barra, en la parte N. de la desembocadura, i ésto por dos razones:

1.° Por lo distante de la abertura comprendida entre la roca de *Las Ventanas* i la piedra de *los Lobos*, punto en que las olas rompen siempre con estremada violencia.

2.° Por la oblicuidad (mui cercana del paralelismo) de las olas respecto de la direccion del derrame en esta posicion del canal.

Hemos visto varias veces, por ejemplo, acercarse tanto el canal a la playa de Quivolgo, que habria podido creerse que los vapores que salian del puerto de Constitucion iban echados a la costa. Una pequeña crece o una calma relativa del mar—lo que rara vez sucede,—o bien, como lo hemos dicho anteriormente, una corriente escepcional de la vaciante, debida a una marea de zizijias o a otra causa cualquiera, destruye la causa de equilibrio que existe entre las fuerzas concurrentes, i el canal vuelve a la orilla S. del rio.

El resumen de lo anterior nos hace ver que la barra i su canal son esencialmente móviles i que la posicion de ámbos depende del predominio momentáneo de una de las fuerzas sobre la otra.

I ésto es tan notable, que cuando varias naves entran en diversas horas del dia a Constitucion, el práctico del puerto tiene que sondar cada vez para indicar el pasaje.

La propension natural del rio consiste, pues, en formarse un canal al N. de la desembocadura, i esta situacion es mui desfavorable para la navegacion.

En efecto, con los vientos reinantes del S. i SO., los buques de vela que se presentan a la entrada del canal, llevan una marcha poco rápida, por consecuencia de la orientacion de dicho canal; corren el fuerte peligro de ser arrastrados por las corrientes litorales i derivar inmediatamente sobre la playa. La esperiencia ha probado demasiado la verdad de lo anterior.

Así, es de toda necesidad:

1.° Fijar el canal.

2.° Fijarlo lo mas cerca posible a la ribera S. del rio.

En tales condiciones los buques se presentarán a la entrada del rio Maule, si sopla viento S., ciñendo al viento, i si sopla del N. con viento en popa o viento largo.

En tésis jeneral, para la entrada de los buques en un canal, la

direccion mas ventajosa es la de  $45^\circ$  respecto de los vientos reinantes. El ángulo, límite que no se debe sobrepasar, es de  $67^\circ 30'$  *ciñendo al viento*.

Suponiendo el canal fijo en la parte S., en el caso particular del rio Maule, si los buques llegaran a errar la entrada, les quedaria bastante espacio para maniobrar i presentarse de nuevo despues de haber dado algunas bordadas.

Resulta de lo que acabamos de decir, que las condiciones de una buena navegacion son del todo opuestas a las de la facilidad del derrame, puesto que, para la navegacion, el canal debe estar fijado lo mas al S. posible, i para la facilidad del derrame lo mas al N. posible.

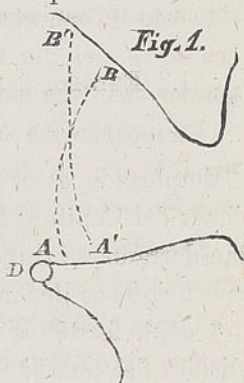
Como todo debemos sacrificarlo al elemento marítimo, sentaremos como principio absoluto que el canal debe encontrarse fijo en la orilla S. del rio.

Sentado ésto, refiriéndonos al plano jeneral del puerto de Constitucion, se verá que la barra nace cerca de la punta *Las Ventanas* i se dirige hácia el NO. formando una inflexion de curvatura poco pronunciada.

Por lo demas, esta situacion es variable. Suponiendo la corriente del rio constante, si con un mar normal ocupa la barra la posicion AB (fig. 1), pasará a A'B' con una mar fuerte del S.; es decir, que habrá retrocedido lijeramente cerca de su nacimiento, por la violencia de las olas que pasan en CD, i habrá avanzado algo en el otro extremo, porque entónces el esfuerzo de la corriente se dirige totalmente por ese lado.

En estas condiciones el canal se abrirá hácia BB'.

En todo caso, sea cual fuere la situacion del canal en un momento dado, cuando un buque se presenta a la entrada del rio con viento S., que es el reinante, por consecuencia de la disposicion de la costa, viene a colocarse frente a la barra, es decir, delante del obstáculo que debe franquear en el momento en que el viento,



interceptado por la roca *Las Ventanas*, falla repentinamente. Corre, pues, gran peligro de derivar bajo la influencia de los golpes de mar sumamente violentos que pasan en CD, i ser echado a la costa.

En caso de no disponer de otro medio mas eficaz, se mejoraria, pues, evidentemente la entrada del puerto de Constitucion arrastrando la roca denominada *Las Ventanas*.

Veremos posteriormente que existen otros métodos que permiten llegar a un resultado mucho mas satisfactorio i mas completo.

---

## CAPITULO II.

### EXÁMEN CRÍTICO DE LOS DIVERSOS MEDIOS DE MEJORAMIENTO.

Examinaremos ahora los diversos modos de mejora i juzgaremos su grado de eficacia por la manera como satisfacen las condiciones espresadas en el Capítulo I.

#### 1.º ESTRECHAMIENTO DE LA SECCION POR MEDIO DE DOS MOLOS IGUALES (1).

Empleando este procedimiento, se satisface una de las condiciones del Capítulo I; pero como no se crea un abrigo donde puedan derramarse tranquilamente los aluviones del rio, lo único que se consigue es llevar la barra mas afuera.

\* «En efecto, se conduce mas léjos la corriente del reflujo saciando del canal i se favorece su accion sobre los aluviones de la barra; la accion del mar que puede considerarse como constante, «se hará en este punto comparativamente mas débil; así la barra «repelida a hácia fuera hasta la distancia en que las dos fuerzas «contrarias sean iguales, quedará de nuevo fijada como lo está hoi, «i la navegacion nada habrá ganado.

---

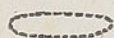
(1) Palabra italiana que se ha castellanizado; significa *quebra-olas*.

\* Teoría del señor Minard, Inspector Jeneral (1864).

«¿Se obtendrá, por lo ménos, pasajes mas hondos?

«La esperiencia practicada en el Adour (Francia) i en tantos otros rios, fundándose en la misma idea, prueba que con dos molos iguales, cualquiera que sea su ancho, no varía la profundidad del agua sobre la barra, i en el caso en que se produjeran algunos cambios, éstos no serian propicios, pues miéntras mas se aleja la barra de la desembocadura, mas disminuye la pendiente del rio hasta la barra, por ser constante el nivel del mar; disminuirá, pues, la velocidad del rio así como su accion sobre el fondo.»

**Fig. 2.**



Se formará jeneralmente un banco (fig. 2) afuera de los molos, i el intervalo comprendido entre este banco i sus cabezos, será, si no impracticable para los buques, por lo ménos siempre mui peligroso. Ademas, la situacion de este banco en plena rada impedirá absolutamente todo dragaje.

Segun los antiguos errores, quando se presentaba este caso, se prolongaban de nuevo los molos i el banco, repelido por la accion mas inmediata de la corriente del rio, se volvía a formar algo mas léjos.

Ejemplo: Adour, Ródano, Danubio.

Se reconoce ahora que operando así, se cometía una falta i se ha renunciado a este procedimiento despues de largos i costosos experimentos.

Los molos macizos iguales presentan todavía un inconveniente mui grave que, por otra parte, afecta tambien al sistema de dos molos iguales, uno de los cuales es de claros: no abrigan nada por el lado del mar i no forman antepuerto. De modo que los buques experimentan grandes dificultades para embocar el canal. Si llegan a errar la entrada, sea por falta de viento, sea por consecuencia de una falsa maniobra, son arrojados inmediatamente sobre el cabezo de uno de los dos molos.

Mas léjos demostraremos que los molos iguales, de claros o submarinos, deben ser desechados.

Daremos en la *memoria anexa* una demostracion matemática de la reformacion de la barra en el caso en que se empleasen dos molos macizos iguales. (Véase el anexo núm. 3).

## 2.º EMPLEO DE DOS MOLOS IGUALES PARA ESTRECHAR LA EMBOCADURA, UNO DE CLAROS EN UNA PARTE DE SU ANCHO.

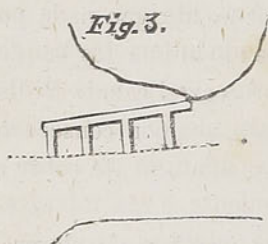
Se ha ensayado el empleo del método procedente de los molos iguales con una modificación: el reemplazo de uno de los molos macizos por un molo de claros o estacadas. Esto es lo que se ha hecho en estos últimos tiempos en la desembocadura del Adour. Uno de los molos es de carpintería, con claros, de modo que deja efectuarse el transporte de los aluviones marítimos i fluviales bajo la influencia de la corriente litoral. En jeneral, un molo con claros es impotente para guiar la corriente i solo sirve de camino para sirgar las embarcaciones, lo que aquí no debe preocuparnos.

Si se emplean molos de claros enrocados en su base, perderán su carácter de molos de claros i se convertirán en molos macizos en bajamar. Volvemos así al caso de dos molos macizos iguales.

Queda, pues, demostrado que los molos iguales, macizos, con claros o submarinos, deben ser desechados.

## 3.º ESTRECHAMIENTO POR MEDIO DE BOTADORES PERPENDICULARES A LA DIRECCION DE LA CORRIENTE.

En el orijen de los trabajos de mejoramiento de las desembocaduras de los rios navegables, se empleaba para localizar las arenas fluviátiles, una serie de botadores



perpendiculares a la dirección de la corriente (fig. 3). Estos botadores arrancaban de una de las orillas o de un muelle longitudinal. Los aluviones se depositaban, en efecto, en los espacios que así se formaban; pero luego se llenaban estos

espacios i el conjunto de la obra equivalía a un molo longitudinal simple.

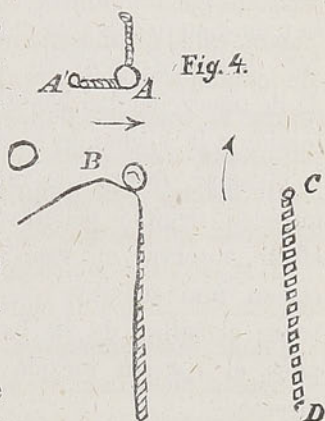
Ninguna de las dificultades del problema queda, pues, resuelta i este sistema costoso i casi ineficaz debe ser desechado.

4.º PROCEDIMIENTO QUE CONSISTE EN DEJAR EN EL MOLO DEL S.  
UNA ABERTURA LIBRE PARA EL PASO DE LOS ALUVIONES.

Este procedimiento ha sido empleado por el señor Cialdi, ingeniero italiano, quien lo recomienda con insistencia.

Veamos si es aplicable al puerto de Constitucion.

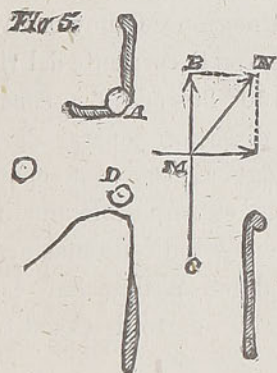
Un botador AA' (fig. 4) sirve para guiar el transporte de los aluviones marítimos que se depositan mas allá del cabezo del muelle CD, cuya longitud está calculada de modo que no ponga trabas a este movimiento.



El rio mezcla sus aluviones con los del mar i el todo tiende a formar un banco al N. del canal.

Las olas que rompen continuamente en el intervalo AB, transportan arena que, esparciéndose en el espacio ensanchado que les ofrece el canal, se depositan en él. Las arenas del rio se detienen por el solo choque de estas olas i estos dos depósitos reunidos forman la barra.

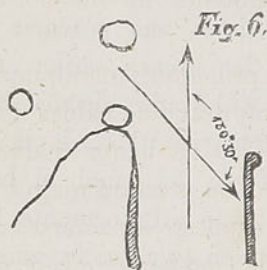
Si se pudiera llegar a obtener para el rio una potencia viva  $\frac{1}{2}mv^2$  suficiente, las arenas serian arrastradas segun la resultante (fig. 5) de las dos fuerzas i formarian al N. de la desembocadura i fuera del canal, el banco de que se ha hablado anteriormente. Pero como en la espresion  $\frac{1}{2}mv^2$ ,  $m$  es constante e igual al caudal medio del rio, relativamente bastante débil, es necesario que  $\frac{1}{2}v^2$  i por consiguiente  $v$  sea mui grande, lo que solo puede obtenerse, como lo vere-



mos en el Capítulo IV, estrechando la seccion entre límites que no permiten la navegacion; tanto mas cuanto que con esta velocidad, resultaria de la composicion de estos 2 movimientos un enorme escarceo i una corriente mui violenta en el sentido MN, que

propenderia a echar los buques de vela a la costa. En otros términos: la corriente del rio, a ménos de un estrechamiento incompatible con las necesidades de la navegacion, no tiene bastante poder para arrastrar los depósitos en el centro de accion de la corriente BC. Sin embargo, esto seria lo necesario para arribar al resultado buscado. Este poder del rio es, por lo demas, manifesto si se piensa en que la corriente marítima, pasando por AD, tiene como 75<sup>ms</sup> de ancho por 5<sup>ms</sup> de profundidad en bajamar; que está animada de una velocidad bastante grande, i que, sobre todo, estando sometido a la accion de los vientos i del *sifoneo* (1) de las olas de la pleamar, forma ella misma olas sumamente poderosas que le impiden dejarse penetrar por las aguas del rio. Puédese, con efecto, observar en casi todos los tiempos una línea de demarcacion mui sensible que se traduce por un esfuerzo rompiente sobre el sillar de la barra. La corriente marítima atraviesa, pues, el rio sin mezcla posible, por la violencia del choque directo.

En lo que acabamos de decir, hemos hecho abstraccion de la direccion de las olas i hemos supuesto tácitamente que era posible guiarlas en un sentido normal a la corriente del rio.



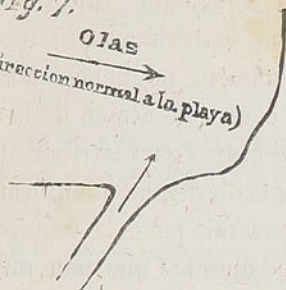
La ineficacia del procedimiento es mucho mas evidente todavía si observamos que la direccion del movimiento de las olas hace, con la corriente del rio, un ángulo de 150° 30' (fig. 6.), consecuencia de la direccion jeneral de la playa de Quivolgo. Es casi una oposicion directa que es imposible modifi-

car. Siendo así, las consecuencias que hemos indicado mas arriba, adquieren mas fuerza aun i nos obligan a desechar este sistema como absolutamente inaplicable al puerto de Constitucion.

---

(1) Movimiento curvilíneo que poseen las olas, análogo al que sigue un líquido en un sifon.—N. del T.

Fig. 7.  
Olas  
(direccion normal a la playa)



Es evidente que este método puede dar en ciertos casos excelentes resultados: por ejemplo, cuando a consecuencia de una disposición especial de la playa, la dirección del movimiento de las olas es oblicua respecto de la corriente del río i se dirige en el mismo sentido. (Fig. 7.)

Creemos que el hábil ingeniero cuyo procedimiento nos vemos en la precisión de criticar, ha querido jeneralizar demasiado su método i no ha tomado en cuenta lo suficiente, en algunos de sus proyectos, la dirección jeneral de las olas; i este es uno de los elementos cuyo estudio es mas necesario.

#### EMPLEO DE LOS PROCEDIMIENTOS MECÁNICOS.

Si la barra se formara en un lugar abrigado, fácil seria mantener en ella un canal conveniente por medio de dragas movidas por el vapor. Mas no sucede así: por su naturaleza misma constituye una rompiente sobre la cual es imposible mantener un flotador cualquiera.

Por consiguiente, sentaremos como principio jeneral, que por perfecta que sea una máquina escavadora, draga de baldes u otra, estando armada sobre un flotador, un casco de buque cualquiera que deba tomar colocacion sobre la barra, no prestará ningun servicio. El aparato estará constantemente espuesto a perderse con su personal i no habrá esperanza alguna de obtener el menor mejoramiento. Solo puede dragarse en aguas tranquilas o por lo ménos poco agitadas.

Aun suponiendo que un tiempo escepcional permitiese principiar el dragaje del canal, éste seria terraplenado inmediatamente por los aluviones móviles que las olas impelen hácia el sillar de la barra.

## CAPITULO III.

ESTUDIO DE LOS DIVERSOS PROYECTOS PRESENTADOS HASTA EL DIA  
PARA EL MEJORAMIENTO DEL PUERTO DE CONSTITUCION.

Vamos a pasar en revista los diversos proyectos que han sido presentados, o mas bien, las diversas ideas emitidas hasta el dia para el mejoramiento del puerto de Constitucion.

1.º AUMENTO DEL CAUDAL DEL RIO POR LA INTRODUCCION EN SU  
LECHO DE LOS RIOS ÑUBLE I LONTUÉ.

Este medio no resuelve el problema por completo, puesto que el caudal de estos rios, como el del Maule, están sujetos a una disminucion constante. Su empleo solo produciria un mejoramiento parcial i esencialmente temporáneo.

2.º EMPLEO DE UN MOLO AL N. CON BOTADORES PERPENDICULARES  
A SU DIRECCION. (*Proyecto 1854-55.*)

Si se emplea este sistema, una parte de las arenas arrastradas se depositaria en los espacios formados por los botadores, por causa de la disminucion de velocidad debida al ensanche; pero estos espacios se llenarian poco a poco i quedaria el caso reducido al de un molo longitudinal simple.

Por otra parte, solo se apartaria así una parte de los aluviones del rio i no se ejerceria accion alguna sobre las arenas marítimas trasportadas por la corriente litoral, que constituyen uno de los principales alimentos de la barra.

Ademas, el intervalo entre la roca de *Las Ventanas* i la piedra *Los Lobos*, permaneciendo abierto o siendo insuficiente el estrechamiento, de ningun modo quedarian modificadas las condiciones de la barra.

## 3.º LIMPIAS NATURALES POR MEDIO DE REPRESAS DE AGUA.

Este proyecto es absolutamente inaplicable al puerto de Constitucion. Exigiria esclusas i represas, obras excesivamente costosas i que solo producirian sobre la barra un efecto insignificante.

4.º MEJORAMIENTO DE LA BARRA POR EL EMPLEO DE DRAGAS  
O RASTRILLOS.

Estos procedimientos, como lo hemos dicho en el Capítulo que precede, son absolutamente inaplicables, porque solo en aguas en reposo pueden trabajar los ingenios mecánicos, por perfeccionados que sean.

5.º CONSTRUCCION DE UN DIQUE POR EL LADO N., PARA DIRIJIR  
LA CORRIENTE HACIA LA PIEDRA DE LOS LOBOS.—CIERRO DEL  
INTERVALO COMPRENDIDO ENTRE ESTA ROCA I LAS VENTANAS,  
I CONSTRUCCION DE UN MALECON ENTRE LA POZA I  
LAS VENTANAS. (*Proyecto* de 1869).

La idea emitida en este proyecto es exacta; solo falta para completarla la anexion del molo N. (Véase nuestro *Proyecto*, Capítulo VI.)

En cuanto a los detalles de ejecucion, ninguno se ha indicado, así como en ninguno de los demas proyectos.

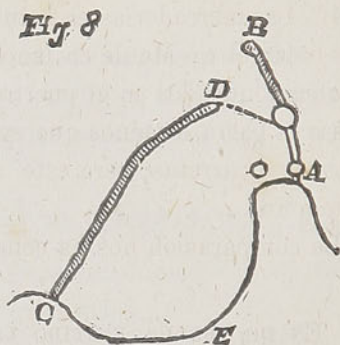
## 6.º CONSTRUCCION DE UN PUERTO EN LA CALETA.

Con la esperanza de evitar las dificultades de la barra, dificultades que hemos debido atacar de frente, como se verá despues, se ha emitido la idea de un puerto en la Caleta.

Este puerto deberia componerse de dos molos: uno AB que arranca de *Las Ventanas*, uniria este punto con la piedra *Los Lobos* i se prolongaria en la misma direccion hasta B.

El segundo molo CD, correria de SO. a NE. i el cabezo B deberia estar a tal distancia de A, que la abertura estuviese protegida contra los vientos del N. i del NNO.

1.º Si examinamos ahora la marcha de los aluviones a lo largo de la costa, veremos que estos aluviones caminarian a lo largo del molo CD, i por causa de la expansion de la corriente en BD, se formaria un acervo que habria necesariamente que dragar.



El hecho del embancamiento de la caleta es notorio; lo habíamos deducido ya de la comparacion de nuestros planos con los del señor Leoncio Señoret. Hemos podido convencernos de este hecho por marcas de referencia que hemos hecho colocar en la orilla del mar. La parte CD es la que mas propende a embancarse: una de nuestras marcas que, en bajamar, se encontraba, en noviembre de 1875, sumerjida a 11 metros de la ribera, se halla en la actualidad en la arena a 17 metros dentro de la misma ribera; lo que da un movimiento de 28 metros. Ciertamente es que siendo esta playa abierta, un temporal del N. destruiria en parte este banco de reciente formacion; pero esto no sucederia con un puerto cerrado i habria que dragar ineludiblemente. En cuanto a los molos, su lonjitud seria mucho mayor que en el proyecto que presentamos, i se apoyarian por lo jeneral, en fondos mas bajos. Los gastos serian, pues, mucho mayores.

Hemos indicado en la lámina 3 un proyecto hipotético de puerto en la Caleta, permitiendo así comparar el trabajo que seria necesario ejecutar con el que proponemos. Hemos hecho asimismo un detalle estimativo de este proyecto. (Véase el anexo).

2.º Los buques no estarian tan bien abrigados como en el rio, que les ofrece un espléndido fondeadero natural. La carga i descarga de las mercaderías se harian mas difíciles por la fuerte marejada de afuera.

3.º Se trasladaria sin necesidad el centro del comercio, comprometiendo muchos intereses.

4.º Las mercaderías en tránsito, jeneralmente cereales, que todas bajan el rio Maule en lanchas, no podrian ser cargadas en los buques fondeados en el puerto de la Caleta sino despues de atravesar la barra, a ménos que se las trasportase a la Caleta por carretones o carretas; pero este método impondria nuevos gastos al comercio.

La comparacion nos ha conducido, pues, al puerto en el rio.

7.º EN FIN, SE HA EMITIDO LA IDEA DE UN CANAL QUE UNIERA EL RIO CON LA CALETA, ATRAVESANDO EL MORRO ARENOSO QUE UNE EL CERRO MUTRUN CON EL CERRO DE LA CENTINELA.

La sola inspeccion del local demuestra la impracticabilidad de este procedimiento. El canal estaria abierto por completo al viento reinante, i para que los buques pudieran embocarlo, seria necesario construir en la Caleta un puerto especial de abrigo. El canal, cuya construccion exijiria sumas considerables, solo alcanzaria a evitar el trasbordo a la Caleta.

Se ve, pues, que el fondo de este proyecto no es otro que el precedente, i que por consiguiente, debe ser desechado.

---

## CAPITULO IV.

### ESTUDIO DEL RIO MAULE ENTRE LOS LÍMITES DE ACCION PRÁCTICA DE LAS MAREAS, BAJO EL PUNTO DE VISTA DE SU ACCION SOBRE LA BARRA.

Para conocer exactamente la influencia del empuje natural ejercido por el rio sobre los materiales de la barra en ciertas circunstancias determinadas, hemos calculado en la *memoria anexa* (núm. 15) la potencia viva del derrame en seis casos particulares, i hemos puesto al frente con las alturas de agua tomadas sobre la

barra. En seguida hemos construido una curva (hoja 11) cuyas abscisas representan estas potencias vivas i cuyas ordenadas representan las alturas de agua sobre la barra. El exámen comparado de estas curvas i una simple interpolacion nos indican de un modo seguro la profundidad de agua sobre la barra que el empuje natural solo nos dará. Encontramos así, en la marea media, una profundidad  $h=3,6^{\text{ms}}$ . Mas allá de esta profundidad, deberemos dragar.

## CAPITULO V.

### APLICACION DE LOS PRINCIPIOS DEL CAPÍTULO I AL PUERTO DE CONSTITUCION.

#### ADOPCION DEL PROYECTO.

Despues de haber examinado los diversos medios propuestos por los que nos han precedido en este estudio, i haber demostrado la impracticabilidad de estos medios, o por lo ménos, su ineficacia, vamos a establecer nuestro proyecto conformándonos a las condiciones espresadas en el Capítulo I.

Para proceder racionalmente, vamos a operar por síntesis constituyendo cada uno de los elementos de este proyecto segun las exigencias que debemos satisfacer.

Resulta de los hechos espuestos en el Capítulo I, que si se rompe la ola por una obra defensiva, se forma un abrigo donde esparce el rio sus aluviones. Si ahora, por un estrechamiento bien calculado de la desembocadura de este rio, se llega a rechazar estos aluviones en el centro de accion de la corriente litoral, se habrá resuelto el problema en los límites de lo posible.

#### 1.º CREACION DEL ABRIGO.

Estableciendo un tajamar entre la roca de *Los Lobos* i la tierra, se pone un impedimento a la accion directa de las olas que, en el

estado actual, ofrecen gran resistencia al derrame de las aguas del rio.

Ejecutado este primer trabajo, se habria conseguido mejorar ya considerablemente la navegacion en la entrada del rio Maule. Los buques de vela, luego despues de doblar la punta de *Los Lobos*, encontrarian un mar tranquilo que les permitiria tomar el canal con facilidad.

## 2.º ESTRECHAMIENTO DEL CANAL I CANALIZACION.

Hemos aducido en el Capítulo II, las razones que nos hacen rechazar el sistema de estrechamiento del canal por medio de dos molos cuyos cabezos estuvieran sobre una misma perpendicular a su direccion (procedimiento de los molos iguales). Ademas hemos hecho notar la inutilidad (bajo el punto de vista del derrame i de la sirga) de los molos con claros o estacadas; quédanos ahora que examinar el sistema de los molos desiguales, que he adoptado.

Si el molo S. sobrepasa al del N., de cierta longitud, que fijaremos mas adelante, sucederá exactamente lo que sucede en menores proporciones en la desembocadura del rio Lebu i en la del rio Vichuquen. El rio desembocará en un mar tanto mas tranquilo, cuanto que hemos cerrado el intervalo AB, i bajo la influencia de su propia corriente rechazará los aluviones lo suficiente (esto depende del estrechamiento) para que los alcance la corriente litoral i los acarree hácia el N. Esta desigualdad de los molos será, por lo demas, de suma utilidad bajo el punto de vista marítimo, pues se habrá formado así un antepuerto en que los buques, doblando el cabezo del molo S., encontrarán una dársena abrigada para disminuir su velocidad, i podrán entrar así al rio bajo mejores condiciones. Si errasen la entrada, podrian maniobrar de modo que evitaran el banco de Quivolgo i el cabezo del molo N.; i esta es todavía una gran ventaja que presenta este sistema sobre el de los molos iguales. Se facilitará mucho las operaciones de entrada de los buques por medio de boyas fondeadas en el antepuerto.

## DETERMINACION DEL ANCHO DEL CANAL.

Para determinar el ancho del canal en cuestion, nos hemos impuesto como condicion no sobrepasar una velocidad de 4 millas por hora en el momento de la vaciante. Esta cifra de 4 millas es ya bastante crecida; pero es todavía compatible con las necesidades de la navegacion.

El cálculo efectuado en el anexo (núm. 4) nos dá para el ancho del canal 210 metros.

En estas condiciones—es cierto que en el momento de las creces extraordinarias,—la velocidad sobrepujará 4 millas por hora; pero como este caso es absolutamente escepcional, no debemos tomarlo en cuenta.

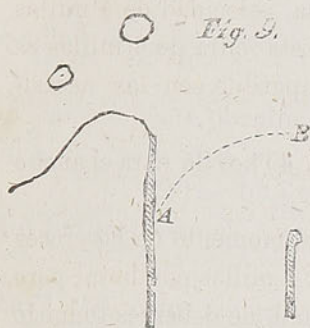
Para conocer la resultante de las dos acciones del rio i del mar, i por consiguiente la marcha de los aluviones acarreados por las dos corrientes, hemos indicado en un cuadro gráfico (hojas 2 i 3) diversas direcciones i magnitudes de la velocidad resultante, habiendo sido ésta calculada por el procedimiento indicado en el anexo, núm. 4.

Este cuadro gráfico hace ver que las curvas descritas por las moléculas líquidas i los aluviones en la desembocadura del rio, son arcos hiperbólicos, i que el rio jira por completo al rededor del cabezo del molo N., lo que no sucedia en el caso de dos molos iguales.

El ancho de la parte canalizada (210 metros) ha sido fijado tomando en cuenta el caudal actual del rio; pero como por causa de las exigencias de la agricultura, cada dia mayores, este caudal irá disminuyendo constantemente, puede que en un porvenir limitado la corriente sea insuficiente para repeler hácia fuera la mayor parte de los aluviones arrastrados. Pero se sabe que, aparte de lo demas, el volúmen de los materiales trasportados por una corriente es proporcional al poder de esta corriente.

A medida, pues, que disminuya el caudal del rio, los depósitos irán siendo ménos considerables i se reunirán fácilmente en las partes ensanchadas, que serán mas i mas numerosas i cuyas su-

perficies aumentarán constantemente. Se presentarán, pues, pocos aluviones fluviales en la desembocadura, i como la corriente del rio será lenta, la accion del mar se hará sentir hasta AB, en donde desaparecerá su fuerza (fig. 9.)



En AB se depositarán, pues, los pocos aluviones arrastrados, que será necesario dragar de tiempo en tiempo.

Si consideramos ahora el límite extremo de este estado de cosas, es decir, el caso en que el derrame del rio fuera casi nulo, no habria ya aluviones arrastrados i tendríamos un *puerto de mar en rio*. Se deberá entonces

dragar las arenas marítimas que se depositaren a la entrada del puerto.

Así como lo hemos dicho anteriormente, no hemos dado menor ancho a la parte canalizada, porque el estrechamiento está en razon inversa de las condiciones de una buena navegacion, i todo debemos sacrificarlo al elemento marítimo. Por otra parte, como el caudal del rio disminuye constantemente, era difícil fijar *a priori* el ancho que tendrá el canal en tiempo lejano.

Un ancho menor habria producido, en verdad, un empuje mas enérgico que el que hemos tomado en cuenta; pero jamas habria sido suficiente para escluir todo empleo de la draga.

Ademas, una canalizacion mas estrecha tendria por efecto restringir demasiado el puerto de Constitucion i limitar tambien demasiado su porvenir.

La conservacion del puerto exigirá, como lo hemos dicho, dragados periódicos que serán relativamente de poca importancia, i sobre todo deberán efectuarse en la época de las aguas mínimas del rio, despues de una serie de vientos violentos del S.

Nos estimamos mui felices de poder luchar victoriosamente i sin ocasionar gastos excesivos, contra la accion sin cesar renovada de la naturaleza.

## CAPITULO VI.

## DESCRIPCION DE LAS OBRAS PROYECTADAS.

Segun los resultados del Capítulo V, nuestro proyecto comprende la construccion:

1.º De un molo o quebra-olas denominado *molo del sur*, que arrancando de la roca *Las Ventanas*, una esta roca con la piedra de *Los Lobos*. Su longitud es de  $67^m + 70^m = 137^m$ .

2.º De un molo llamado *molo del norte*, de una longitud total de 340 metros.

3.º De una línea de *malecon de canalizacion* entre *Las Ventanas* i el extremo actual del muelle de piedras secas de La Poza: longitud, 700 metros.

4.º Por fin, para fijar la corriente a las aguas bajas i a las aguas medias del rio, hemos proyectado un *dique sumerjible en pleamar* que, partiendo del muelle actual de Quívolgo, se prolongue por una longitud total de 354 metros.

5.º Para el perfeccionamiento del trabajo, vamos a indicar una obra que seria bueno, aunque no indispensable ejecutar: queremos hablar de la desviacion del *Estero de los Molinos*.

En efecto, este estero trae al rio en tiempo de lluvias, cierta cantidad de aluviones que, a la larga, han formado el banco del estero. Este banco se estiende constantemente i ha reducido ya notablemente el surjidero de los buques frente a Constitucion. Se remediará radicalmente este mal llevando las aguas del estero a la playa de la Caleta i abriendo una cortada por el morro arenoso que separa el cerro *Mutrun* del cerro *La Centinela*.

## 1.º MOLO SUR. (hoja 4).

El molo S. se compone de dos partes AB i BC: la 1.<sup>a</sup> une la tierra con la roca B, i la 2.<sup>a</sup>, de 67<sup>m</sup> de longitud, une la roca B con la piedra *Los Lobos*.

CD forma parte del muelle de canalizacion i solo tiene las dimensiones trasversales propias para este objeto.

Parecia natural construir en CD el rompe-olas ABC, de modo que se ahorrara la obra CD.

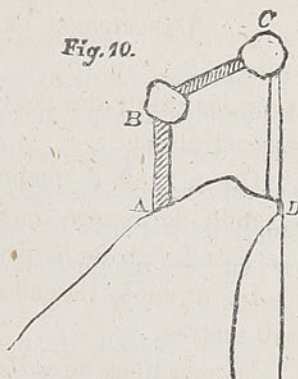
La casi imposibilidad material de ejecucion del molo en CD, sin abrigo previo, nos ha obligado a operar como lo hemos hecho, porque en BC principia la rompiente. El trabajo, aunque dificil, es ahí posible, mientras que en CD se encuentra un mar constantemente ajitado donde no se habria podido trabajar sino con una considerable pérdida de materiales. Ademas, muchos de estos materiales habrian sido arrojados al lecho del rio, que habrian entrabado.

El trabajo entre estas rocas es realmente la obra dificil del puerto; mui pocos casos semejantes se presentan en los puertos europeos que hemos estudiado.

Estamos persuadidos de llegar a conseguir nuestro objeto, perdiendo evidentemente cierta cantidad de materiales que el mar arrastrará; pero nos será necesario emplear todos los grandes medios puestos por la ciencia a disposicion del ingeniero.

Las operaciones deberán hacerse con suma lijereza, aprovechando los tiempos mas favorables, pues un mar fuerte si sorprendiera el trabajo ántes que estuviera bien consolidado, podria llevárselo todo i obligar a principiarlo de nuevo.

El rompe-olas ABC (véase hoja 4) lo constituye un macizo de enrocado con piedras perdidas, revestido por el lado de afuera por una capa de bloques artificiales con mortero de cemento. Su



coronamiento está a 3 metros sobre el cero del mareógrafo. El talud exterior del enrocado mide 2 metros de base por 1 de altura; el interior  $1\frac{1}{2}$  de base por 1 de altura. Forma este enrocado un núcleo de morrillos i destrozos de cantera, cubierto con bloques naturales de mayores dimensiones. Hemos establecido en el Capítulo VII una clasificación metódica de estas diversas categorías de enrocados. Los bloques artificiales son de diversas dimensiones, según el esfuerzo a que deben resistir: los mayores son de 4<sup>m</sup>50 de largo, 2 de ancho i 2 de altura. Su volumen es de 18 metros cúbicos i su peso medio como de 42 toneladas.

#### 2.º MOLO NORTE. (hoja 4).

El perfil exterior del molo N. es absolutamente semejante al del molo S., en toda la parte de este molo espuesto a la acción directa del mar, es decir, por un largo de 250 metros. En cuanto al perfil interior, lo forma una base de enrocado sobre la cual descansan bloques artificiales de 3<sup>m</sup>50  $\times$  2<sup>m</sup>00  $\times$  1<sup>m</sup>50.

Constituye los 90 metros restantes un simple núcleo de escollera. La altura de este molo como la del molo S., es de 3<sup>m</sup> sobre el cero del mareógrafo. Su coronamiento es de albañilería, con mortero de cal hidráulica, i termina su extremo N. un cabezo sobre el que hemos indicado un fanal o luz de puerto.

#### 3.º LÍNEA DE MUELLE DE CANALIZACION.

El muelle de canalización mide una longitud total de 700 metros. Sobre una base de enrocados descansan bloques artificiales semejantes a los del muelle N. El coronamiento es de albañilería con mortero de cal hidráulica, i se eleva 3 metros sobre el cerro del mareógrafo.

#### 4.º DIQUE SUMERJIBLE EN PLEAMAR.

El dique sumerjible en el río se compone de un macizo de enrocados con coronamientos de albañilería de morrillos en bruto.

El nivel superior de este coronamiento es el de las aguas medias.

Se notará que entre este dique i el extremo del molo N., hemos dejado subsistir un intervalo de 400 metros, con el objeto siguiente:

En el estado actual del rio, la parte ensanchada de Quivolgo sirve de depósito para los aluviones i guijarros menudos que han sido traídos hasta allí por la corriente en las grandes creces.

Dejando subsistir este ensanche, llenará el mismo objeto en lo futuro i tendremos en la entrada del puerto el mínimun posible de materiales arrastrados.

Para no oponer excesivas dificultades al derrame de las aguas en tiempo de creces, hemos proyectado este dique *sumergible*. De este modo, el agua del rio no podrá pasar en parte por detras del molo N. sino en el momento de las grandes creces, en cuya época desaparece el banco de Quivolgo para volverse a formar en época de aguas normales por la accion de la contra-corriente.

---

## CAPITULO VII.

### ELECCION DE LOS MATERIALES PARA LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS.

#### ESTABILIDAD DE LAS OBRAS.

##### 1.º ENROCADOS I MORRILLOS PARA ALBAÑILERÍAS.

Las rocas de formacion granítica que constituyen la costa en la cercanías de la embocadura del rio Maule, nos suministran excelentes materiales de construccion.

Escojeremos los bloques naturales que, al salir de la cantera, presenten las aristas mas netas i el aspecto mas compacto, sin grieta ninguna, para la confeccion de las albañilerías i de los bloques artificiales. Será necesario tomarlos a cierta profundidad en el cerro, pues las partes espuestas a las intemperies han sufrido ya una primera descomposicion.

Estas piedras tendrán un costo algo subido, pero constituirán excelentes materiales.

En cuanto a los bloques agrietados, encontrarán su empleo en los macizos de enrocados i en los terraplenes.

Para la ejecucion de los trabajos, dividiremos nuestros enrocados en tres categorías, revistiendo un núcleo de bolones o escombros de cantera.

Siendo el peso de la piedra por emplear de 2700 kilogramos el metro cúbico, hemos establecido nuestras categorías como sigue:

|                                             |                |
|---------------------------------------------|----------------|
| Morrillos.....de                            | 5 a 100 kilgr. |
| Bloques de 1. <sup>a</sup> categoría.....de | 100 a 1500 »   |
| « 2. <sup>a</sup> «.....                    | 1500 a 4000 »  |
| « 3. <sup>a</sup> « pasan de.....           | 4000 »         |

La proporcion en que deberán estraerse de las canteras los volúmenes respectivos de estas categorías de enrocado, tomando en consideracion lo agrietado de las rocas por atacar, será mas o menos:

|                                         |                |
|-----------------------------------------|----------------|
| Morrillos.....                          | $\frac{3}{10}$ |
| Bloques, 1. <sup>a</sup> categoría..... | $\frac{3}{10}$ |
| « 2. <sup>a</sup> .....                 | $\frac{2}{10}$ |
| « 3. <sup>a</sup> .....                 | $\frac{2}{10}$ |

La proporcion de  $\frac{2}{10}$  para los bloques de la 3.<sup>a</sup> categoría parecerá algo débil sobre todo si se toma en cuenta que pensamos operar por polvorazos, empleando el cartucho solo para quebrar los bloques demasiado pesados para que se puedan manejar. Esta cifra  $\frac{2}{10}$  toma en cuenta el estado agrietado, que es el de todas las rocas que eberemos esplotar.

Estas hendiduras reducen a 3 metros cúbicos el volumen de roca obtenida por cada kilogramo de pólvora ordinaria de mina.

En Esmirna hemos obtenido, en rocas algo mas compactas,  $3\frac{1}{2}$  metros cúbicos por kilogramo de pólvora, i en las cloritas arcillosas solo  $2\frac{1}{2}$  metros cúbicos.

Estos números se refieren a un conjunto de 12 polvorazos prin-

cipales cuya carga variaba para cada una entre 4500 i 7000 kilogramos.

### ESTABILIDAD DE LAS OBRAS.

#### CALCULOS DE SUS DIMENSIONES TRASVERSALES.

Las obras que hemos proyectado, deberán resistir al ataque de las olas; ademas, los bloques artificiales de proteccion deberán encontrarse aisladamente en estado de equilibrio estable.

Indicamos en la *memoria anexa* los cálculos que hemos efectuado para obtener las dimensiones trasversales de las obras. (Anexo, núm. 6.)

---

## CAPÍTULO VIII.

### MARCHA QUE DEBE SEGUIRSE EN LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.

#### 1.º MOLO SUR.

Para ejecutar el molo S. (véase hoja 8), se principiará por formar un núcleo con rocas de 3.<sup>a</sup> categoría, i se revestirán estos enrocados con bloques artificiales de proteccion. Este es el *primer período*. El *segundo período* comprenderá la formacion de una parte del macizo de enrocados de 1.<sup>a</sup> i 2.<sup>a</sup> categorías, con revestimiento de bloques naturales de 3.<sup>a</sup> categoría i bloques artificiales.

*Tercer período.* Terminacion del enrocado de 1.<sup>a</sup> i 2.<sup>a</sup> categorías.

*Cuarto período.* Conclusion de la obra con enrocados de 3.<sup>a</sup> categoría i bloques artificiales.

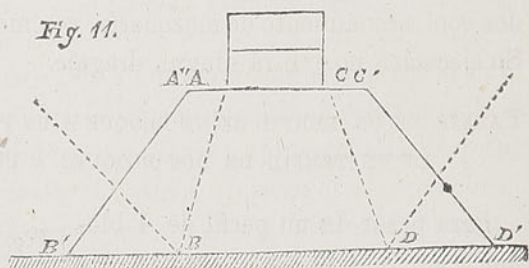
Se dividirá la obra por ejecutar en tres partes i se procederá de modo que una de estas partes esté en su tercer período de ejecucion, mientras que la segunda parte está en el 2.º período i la 3.<sup>a</sup> parte en su primer período.

#### 2.º MOLO NORTE.

Como el molo N. está situado en fondos fangosos sumamente escavables, es de absoluta necesidad asentar la fundacion de enro-

cados en el terreno resistente. Para ésto se deberá principiar por dragar la parte de arena fangosa correspondiente a la parte útil del enrocado.

Espresamos a continuacion lo que entendemos por parte útil del enrocado. Sea (fig. 11) el perfil del muelle correspondiente a una seccion del molo N. El talud, de  $1\frac{1}{2}$  de base por 1 de altura ( $A'B'$ ,  $C'D'$ ), es artificial; los enrocados se mantienen bajo un ángulo mucho mas pronunciado representado por  $AB$  i  $CD$ .



La presion de los bloques i de la albañilería superior se ejerce, pues, en realidad sobre la base  $BD$  solamente i no sobre  $B'D'$ . Basta, por consiguiente, dragar de modo que se obtenga sobre el terreno resistente la base  $BD$ .

En cuanto a las porciones de enrocado  $AA' BB'$ ,  $CC' DD'$ , solo sirven de proteccion al macizo, aumentan la seguridad i se oponen a la erosion de las aguas sobre este macizo.

Efectuado que sea el dragaje, se ejecutará la obra así como lo indica la hoja 8, procediendo por períodos bien determinados.

### 3.º MUELLE DE LA POZA.

Para el muelle de La Poza se principiará por asentar la fundacion de los bloques artificiales en el terreno resistente, como se acaba de decir para el molo N.; se asentarán en seguida los bloques artificiales i se ejecutarán las mazonerías superiores. Detras de las mazonerías i de los bloques se arrojarán enrocados de 1.ª categoría, morrillos i escombros de cantera (hoja 8), ejecutando en seguida el terraplen con productos de los dragajes i, en jeneral, con todos los materiales que no hayan encontrado colocacion en el cuerpo de los molos.

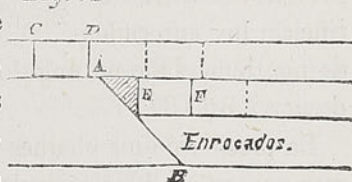
## 4.º DIQUE SUMERJIBLE EN RIO.

Este dique se encontrará sobre un terreno resistente formado de guijarros i de gravas aglutinadas. Lo hemos proyectado de enrocados con coronamiento de mazonería, con mortero de cal hidráulica. Su ejecucion no exigirá ningun dragaje.

PASAJE DE UN PERFIL DE UN BLOQUE A UN PERFIL DE DOS BLOQUES;  
DE UN PERFIL DE DOS BLOQUES A UNO DE TRES, ETC.

Para pasar de un perfil de 1 bloque a uno de 2 bloques (fig. 12), se detendrá el enrocado en AB i se colocará el bloque CD, i los bloques tales como EF (en la 1.ª hilada inferior). Se llenará en seguida con enrocados el vacío triangular que existe entre el talud AB i el bloque EF, colocando despues la hilada superior de bloques.

Fig. 12



Se cuidará de tomar medidas para cruzar todos los puntos. De igual modo se procederá para pasar de un perfil de 2 bloques a uno de 3, etc.

## CAPITULO IX.

ORDEN QUE DEBE SEGUIRSE EN LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS.—DURACION DE LA EJECUCION.

Todos los trabajos que hemos proyectado no son igualmente importantes bajo el punto de vista de su eficacia.

Los clasificaremos como sigue:

- 1.º Cierro del intervalo comprendido entre la piedra de Los Lobos i la tierra, para abrigar el puerto; dragajes preliminares.
- 2.º Construccion del muelle de La Poza.
- 3.º Ejecucion del molo N., necesario para la canalizacion del rio; dragajes complementarios.
- 4.º Construccion del dique sumergido en pleamar.
- 5.º Perfeccionamiento del puerto; muelle de embarque a lo largo de la ciudad.

El cierre del intervalo comprendido entre la piedra de Los Lobos i la tierra, es de capital importancia, i anexándole la construccion del muelle de La Poza, se habrá mejorado ya notablemente el puerto de Constitucion. Aunque el proyecto en que nos hemos detenido i que está marcado por líneas seguidas en el plano jeneral, *sea completo bajo el punto de vista del resultado que se persigue*, se puede perfeccionarlo todavia, sobre todo bajo el punto de vista de la facilidad de la entrada, prolongando los molos. Hemos indicado dos mejoramientos sucesivos, comprendiendo el primero una simple prolongacion del molo N. de 100 metros, el segundo una prolongacion del molo S. de otros 100 metros, así como la creacion de un molo S. de 100 metros de largo, partiendo de la roca de Los Lobos. Estas prolongaciones tambien tienen por efecto reducir al mínimun posible los dragajes por efectuar.

La duracion de los trabajos para el proyecto que presentamos, será de 6 años. El 1<sup>er</sup> año deberá emplearse casi por completo en la instalacion de los astilleros de construccion.

## CAPITULO X.

### RESÚMEN DE LAS DIMENSIONES MÉTRICAS DE LAS OBRAS SEGUN PERFILES.

#### 1.º MOLO SUR.

|                |                                             | m <sup>3</sup> |
|----------------|---------------------------------------------|----------------|
| Anexo, núm. 8. | { Enrocados, 1. <sup>a</sup> categoría..... | 3.300,150      |
|                | { Enrocados, 2. <sup>a</sup> categoría..... | 2.200,100      |
|                | { Enrocados, 3. <sup>a</sup> categoría..... | 7.885,000      |
|                | Bloques artificiales con cemento.           | 8.521,500      |
|                | Mazonería con mortero de cemento.....       | 161,200        |

## 2.º MOLO NORTE.

$$L=340^m$$

|                                                                               |            |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Dragaje de las fundaciones.....                                               | 34.609,410 |
| Bloques naturales(enrocados), 1.ª categoría .....                             | 19.998,888 |
| Enrocados, 2.ª categoría.....                                                 | 13.332,592 |
| Enrocados, 3.ª categoría.....                                                 | 24.765,210 |
| Bloques artificiales con mortero de cal hidráulica (de piedras perdidas)..... | 41.062,500 |
| Bloques artificiales con mortero de cal hidráulica para muro de muelle.....   | 6.919,500  |
| Mazonería con mortero de cal hidráulica.....                                  | 2.054,500  |

## 3.º MUELLE DE CANALIZACION.—(Llamado de La Poza).

|                                                                        |            |
|------------------------------------------------------------------------|------------|
| Dragaje de las fundaciones (sujeccion).....                            | 85.795,000 |
| Enrocados de 1.ª categoría.....                                        | 37.673,544 |
| Enrocados de 2.ª categoría.....                                        | 25.115,696 |
| Enrocados de 3.ª categoría.....                                        | 18.122,370 |
| Bloques artificiales con mortero de cal hidráulica del Theil.          | 4.445,500  |
| Mazonería con mortero de cal hidráulica.....                           | 4.042,500  |
| Terraplen formado con escombros de cantera i productos de dragaje..... | 68.501,700 |

## 4.º DIQUE SUMERJIBLE.

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| Enrocados de 1.ª categoría..... | 12.093,120 |
| Enrocados de 2.ª categoría..... | 8.062,080  |

|                                             |           |
|---------------------------------------------|-----------|
| Mazonería de mortero de cal hidráulica..... | 1.814,250 |
|---------------------------------------------|-----------|

## 5.º DRAGAJES.

|                                            |             |
|--------------------------------------------|-------------|
| Dragajes de regularización del puerto..... | 217.000,000 |
|--------------------------------------------|-------------|

## CAPITULO XI.

## RESÚMEN JENERAL O SERIE DE PRECIOS.

|                                                                                                              |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Un metro cúbico de morrillos escojidos, para mazonería.....                                               | \$ 1,10 |
| 2. Un metro cúbico de morrillos sumerjidos, para enrocados.....                                              | « 1,58  |
| 3. Un metro cúbico de enrocados de 1.ª categoría, sumerjidos.....                                            | « 2,00  |
| 4. Un metro cúbico de enrocados de 2.ª categoría, sumerjidos.....                                            | « 2,56  |
| 5. Un metro cúbico de enrocados de 3.ª categoría, sumerjidos.....                                            | « 3,10  |
| 6. Un metro cúbico de arena.....                                                                             | « 0,50  |
| 7. Una tonelada de cal hidráulica cernida.....                                                               | « 24,67 |
| 8. Una tonelada de cemento en barriles.....                                                                  | « 42,89 |
| 9. Un metro cúbico de mortero de cal hidráulica.....                                                         | « 9,55  |
| 10. Un metro cúbico de mazonería de bloques artificiales (no sumerjidos), con mortero de cal hidráulica..... | « 5,91  |
| 11. Un metro cúbico de mazonería hidráulica, efectuada directamente en el mar.....                           | « 7,38  |
| 12. Un metro cúbico de mortero de cemento.....                                                               | « 19,91 |
| 13. Un metro cúbico de mazonería de bloques artificiales (no sumerjidos), con mortero de cemento...          | « 10,26 |
| 14. Un metro cúbico de mazonería con mortero de cemento, efectuada directamente en el mar.....               | « 12,82 |

|                                                                                               |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 15. Un metro cúbico de bloque artificial con mortero de cal hidráulica del Theil, sumerjido:  |         |
| 1.º Entre Las Ventanas i Los Lobos.....                                                       | « 9,11  |
| 2.º Para los otros trabajos.....                                                              | « 8,01  |
| 16. Un metro cúbico de bloque artificial con mortero de cemento, sumerjido:                   |         |
| 1.º Entre Las Ventanas i Los Lobos.....                                                       | « 13,45 |
| 2.º Para los otros trabajos.....                                                              | « 12,76 |
| 17. Un metro cúbico de productos dragados (fundacion de las obras).....                       | « 0,40  |
| 18. Un metro cúbico de productos dragados en grandes masas .....                              | « 0,36  |
| 19. Un metro cúbico de terraplen formado con escombros de cantera i productos de dragaje..... | « 0,60  |

## CAPITULO XII.

### PRESUPUESTO DE COSTOS.

(Véase el detalle, anexo, núm. 9.)

Para formar nuestro presupuesto, hemos principiado, como ha podido verse en el Capítulo XI, por establecer nuestra serie de precios en sus mas minuciosos detalles. Esto nos ha sido fácil para los cementos, cal hidráulica i otros materiales que seria necesario traer de Europa. En cuanto a los materiales del país, hemos basado nuestras estimaciones sobre los informes que hemos conseguido i sobre nuestras propias observaciones.

Habiendo calculado con suma exactitud todos los volúmenes conforme a los planos anexos, aplicándoles el precio de la serie, hemos obtenido el valor *aparente* de las obras. Decimos *aparente*, porque en los trabajos hidráulicos no sucede como en los trabajos en tierra, cuya forma nada viene a modificar. En los trabajos marítimos sucede a cada momento que, despues de haber empleado los materiales segun perfiles indicados en los dibujos, las

obras distan mucho de alcanzar la altura que debieran tener, sea porque el mar ha arrastrado una parte, a veces el todo, sea porque el fondo, no pudiendo soportar el peso de las obras, experimenta un hundimiento que es a veces mui considerable i que no pueden hacer prever sino con aproximacion los sondajes mas perfectos.

Para citar solo algunos ejemplos, principiaremos por decir lo que a nosotros mismos nos sucedió cuando dirijiamos como ingeniero los trabajos del puerto de Esmirna. Uno de los molos comprimió el fondo de 6 metros en una longitud de 280 metros, i este hundimiento, previsto en vista de los minuciosos sondajes efectuado, aumentó en 60% la cubicacion que habria dado el cálculo segun los perfiles. En el puerto de Trieste, los ingenieros austriacos vieron su rompe-olas hundirse 14 metros. Hemos podido comprobar hechos análogos en los puertos de Kustendjé i de Poti (1), en el Mar Negro. I en Suez, una longitud de obra de 200 metros desapareció de un golpe por el hundimiento del suelo. En vista de estos hechos, que se repiten con mas o menos frecuencia en los terrenos de aluvion, los ingenieros hidráulicos cuentan a veces con un volúmen real doble de aquel que dan los perfiles.

Para Constitucion, a pesar de ser necesario construir sobre arenas acarreadas, los minuciosos sondajes que hemos ejecutado i los medios de fundacion a la draga que indicamos, nos permiten esperar que los aplastamientos no serán tan considerables como en los casos arriba citados, i hemos creido poder prudentemente contentarnos con un aumento tan solo de 35% para el muelle de La Poza, el molo N. i el dique sumerjible.

Haremos notar que hai un punto entre las rocas respecto del cual todo cálculo es imposible, porque el mar se encajona allí en casi todas las estaciones, con tal impetuosidad, que este trabajo será realmente de difícil ejecucion i muchos materiales serán perdidos.

Para esta parte (molo S.), creemos deber presupuestar un aumento de 50% sobre la cubicacion aparente.

---

(1) Puertos ejecutados por los ingleses.

A pesar de lo incierto de los trabajos de este jénero, tenemos la íntima convicción de que el Gobierno no se verá obligado, como frecuentemente sucede, a conceder sumas complementarias para concluir trabajos principiados en vista de presupuestos inferiores al valor real de las obras.

Para no introducir confusion en el detalle estimativo que sigue, solo hemos indicado los resultados de los cálculos, dando en el anexo todos los detalles.

## PRESUPUESTO DE COSTOS.

(Anexo, núm. 9.)

|                                                                                                                                                   |    |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------|
| 1.º Molo S.....                                                                                                                                   | \$ | 230.309,92   |
| 2.º Molo N.....                                                                                                                                   | «  | 788.464,92   |
| 3.º Muelle de canalizacion.....                                                                                                                   | «  | 457.702,90   |
| 4.º Dique sumerjible.....                                                                                                                         | «  | 79.247,27    |
| 5.º Dragajes .....                                                                                                                                | «  | 78.120,00    |
|                                                                                                                                                   |    | <hr/>        |
|                                                                                                                                                   |    | 1.633.845,01 |
| 6.º Luz de puerto, casa del guardian, argollos<br>nes de amarra, etc., i suma para gastos impre-<br>vistos.....                                   | «  | 46.154,99    |
|                                                                                                                                                   |    | <hr/>        |
|                                                                                                                                                   |    | 1.680.000,00 |
| 7.º Material náutico (sin comprender la draga<br>i sus accesorios).....                                                                           | «  | 100.000,00   |
| Interes al 8% de una suma de \$ 100,000 ade-<br>lantado durante la duracion total de los tra-<br>bajos (6 años).....                              | «  | 48.000,00    |
| Interes al 8% del capital en accion si la obra<br>se hace por cuenta fiscal, a beneficio del em-<br>presario si la obra se hace por contrato..... | «  | 134.400,00   |
|                                                                                                                                                   |    | <hr/>        |
| VALOR TOTAL DE LOS TRABAJOS.....                                                                                                                  | «  | 1.962.400,00 |
| A. HIDROGRAFICO.                                                                                                                                  |    | 40           |

## CONCLUSIONES JENERALES.

El proyecto que presentamos a la aprobacion del Gobierno, cuyo monto asciende a la suma de 1.962,400 pesos, resuelve por completo el problema que se nos ha planteado, puesto que su ejecucion hará de Constitucion un buen puerto de comercio i si hemos indicado dos mejoramientos sucesivos, debemos apresurarnos a decir que de ningun modo son indispensables i que solo tienen por objeto facilitar mas todavía la entrada del puerto en caso en que su desarrollo sobrepasara las previsiones, i reducir al mínimun posible los dragajes de conservacion.

Mas aun, las obras cuyo monto total asciende a 1.962,400 pesos, no tienen bajo el punto de vista de su accion sobre la barra, una influencia proporcional a los gastos que demandaria su ejecucion; i reasumiendo lo que hemos desarrollado en el curso de esta memoria, podemos asegurar que se obtendrá un *gran mejoramiento del puerto* construyendo solamente el molo S., el muelle que une La Poza con la piedra Los Lobos i efectuando algunos dragajes.

## TRABAJOS PRODUCIENDO UN MEJORAMIENTO RELATIVO.

## PRECIO DE COSTO.

|                                                                                    |               |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| El molo S., cuesta.....                                                            | \$ 230.309,92 |
| El muelle de La Poza.....                                                          | « 457.702,90  |
| I los dragajes avaluados en.....                                                   | « 78.120,00   |
| Si agregamos para material náutico (sin comprender la draga i sus accesorios)..... | « 100.000,00  |
| I para los diversos servicios de interes al 8%.                                    | « 100.000,00  |
| <hr/>                                                                              |               |
| Obtendremos este gran mejoramiento por el precio de.....                           | \$ 966.132,12 |

Indicamos en el cuadro sinóptico que sigue, la conclusion jeneral de todo nuestro trabajo.

| PROYECTOS.                 |                                                                                                                                                  | COSTO DE LOS TRABAJOS. | DURACION DE LOS TRABAJOS. |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------|
| 1. <sup>er</sup> PROYECTO. | { Mejorando mucho el puerto, sin resolver, sin embargo, el problema por completo. (Ejecucion del molo S., del muelle de La Poza i del dragaje.)  | 996,132 82             | 4 años.                   |
| 2. <sup>o</sup> id.        | { Completo, resolviendo el problema bajo todos los puntos de vista.....                                                                          | 1.962,400 00           | 6 id.                     |
| 3. <sup>er</sup> id.       | { Con 1. <sup>er</sup> mejoramiento no indispensable (bajo el punto de vista de la entrada del puerto i de la disminucion de los dragajes.)..... | 2.246,653 34           | 7 id.                     |
| 4. <sup>o</sup> id.        | { Con 2. <sup>o</sup> mejoramiento no indispensable (bajo el punto de vista de la entrada del puerto i de la disminucion de los dragajes.).....  | 2.986,653 34           | 8 id.                     |

La presente Memoria Técnica formada i presentada por el Ingeniero Hidráulico que suscribe.

(Firmado.)—A. LÉVEQUE.

Constitucion, junio de 1876.



---

# PUERTO DE CONSTITUCION.

---

## ANEXO A LA MEMORIA TECNICA.

Desarrollos teóricos i cálculos diversos.

---

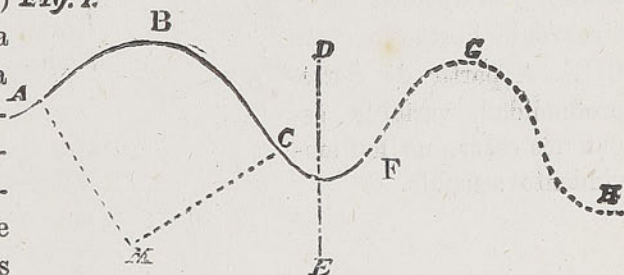
### NUM 1.

LAS OLAS QUE NO ROMPEN SOLO ESTAN ANIMADAS DE UN MOVIMIENTO OSCILANTE; LAS QUE ROMPEN POSEEN UN MOVIMIENTO EN EL SENTIDO HORIZONTAL.

Consideremos en primer lugar la onda solitaria que se forma bajo la influencia de las acciones combinadas de la luna i del sol.

Esta onda, A B C (fig. 1) *Eig. 1.*

ejerce sobre la seccion DE una presion expresada por su altura, i esta presion se trasmite a las rebanadas



vecinas. Para satisfacer a las necesidades del equilibrio, la ola FGH deberá, pues, elevarse en la misma cantidad que ABC, pero no habrá movimiento de ABC hacia FGH.

Es un verdadero sifoneo. No se podria comparar mejor el movimiento del sector ABCM que al que tiene una espiga de trigo batida por el viento.

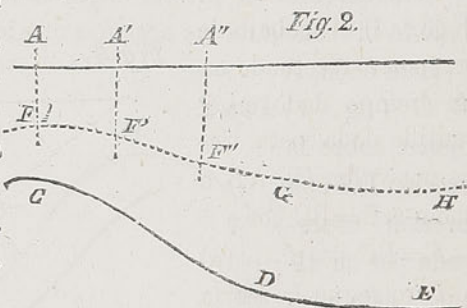
Existe, pues, una simple oscilacion, i no una marcha hácia adelante. La observacion confirma por completo esta asercion.

Ahora, si una ola oscilante, como se acaba de decir, encuentra en su base un obstáculo, una playa, por ejemplo, la parte inferior del sector ACM sufre un choque que detiene su movimiento; pero en virtud de la inercia, la parte superior continúa su oscilacion. Véase entónces despuntarse la ola i romper. Animada con una velocidad debida a la altura de la caída total, se extiende sobre la playa formando espuma. En este punto están tambien de acuerdo la teoría i la esperiencia.

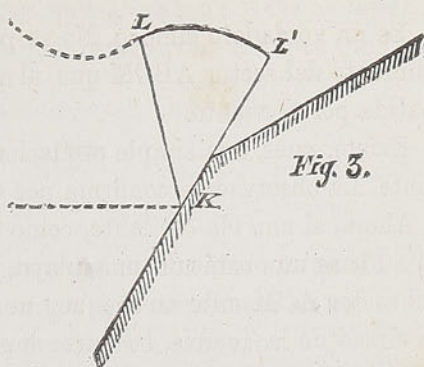
## NUM. 2.

EL MOVIMIENTO DE LAS OLAS ES SIEMPRE PERPENDICULAR A  
LA DIRECCION DE LA COSTA, ES DECIR AQUELLAS  
SE AJUSTAN A LA FORMA DE ÉSTA.

Aunque este hecho resulte de la observacion, puede tambien demostrársele *a priori*. En efecto, sea AB (fig. 2) una ola cuyo movimiento ondulatorio se trasmite sucesivamente hasta la costa CDE. A partir de cierta profundidad, variable segun los casos, no hai movimiento sensible.



Sea KL la altura de la parte móvil (fig. 3). La ola AB (fig. 2) encontrando el fondo FGH correspondiente a la altura KL, A vendrá a romper en F; A' romperá en F'; A'' en F'', etc... (1.ª observacion). F F' F'' GH será, pues, la línea de la rompiente, es decir, la direccion de la ola al llegar a la costa.



Así, para pasar de la posición AB a la posición FGH, la ola habrá jirado al rededor del punto A; i como este punto posee un movimiento propio rectilíneo, así como lo hemos demostrado anteriormente, cada punto de la ola AB habrá descrito un arco de cicloide.

Por consiguiente, *cualquiera que sea la direccion de la ola mar afuera, jira siempre de modo que se ajusta a la forma de la costa, i su accion es normal a esta costa.*

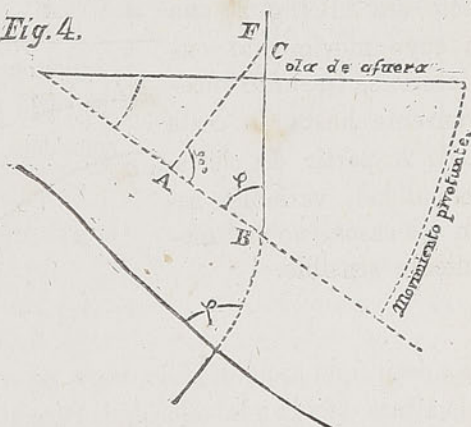
Esta simple observacion basta para anular la teoría de cierto número de ingenieros que pretenden que las arenas suspendidas por la accion constante de las olas sobre la costa, *son acarreadas lonjitudinalmente por estas mismas olas.* Porque espresando por

$F$  (fig. 4) el trabajo de transporte efectuado en un tiempo dado en el sentido de la costa, tiene por valor  $F \times AB$ , o como  $AB = BC \cos \varphi$

$$F = BC \cos \varphi \dots (\alpha)$$

Pero segun la teoría precedentemente espuesta, habiendo jirado la ola desde la primera vez que rompió, es decir, desde que está animada de un movimiento horizontal,

Fig. 4.



el ángulo  $\varphi=90^\circ$  i  $\cos \varphi=0$ . Por consiguiente, la espresion ( $\alpha$ ) es igual a 0 i no hai movimiento longitudinal.

### NUM. 3.

EN EL CASO EN QUE SE EMPLEARA PARA LA CANALIZACION  
DE LA DESEMBOCADURA DOS MOLOS IGUALES, LA BARRA  
VOLVERIA A FORMARSE ALGO MAS LÉJOS.

Sea (fig. 5) un rio cuya desembocadura está canalizada por medio de dos molos cuyos cabezos están sobre una misma perpendicular a su direccion. Siempre que la potencia viva de la corriente sea la mayor, el derrame hácia adelante será mui pronunciado i la vena flúida exterior caminará en la direccion de la curva ABC. Demostraremos posteriormente, de un modo jeneral, que esta curva es un arco de hipérbola.

Por motivo de lo pronunciado del recodo, hai una gran pérdida de carga i un remolino violento en D. Esta pérdida de carga está representada por la fórmula



$$H-h = \frac{v^2}{g} \sin^2 i$$

(suponiendo honduras de agua iguales en la parte del derrame que se considera).

Si hacemos  $i=90^\circ$ , esta fórmula se convierte en

$$H-h = \frac{v^2}{g}$$

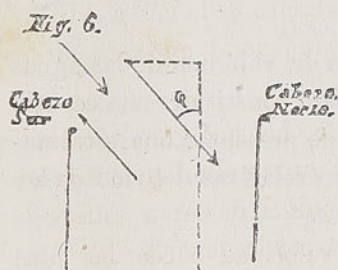
Es decir, que la pérdida de carga es en este caso igual al doble de la altura debida a la velocidad. Pero si se supone que las aguas del rio estén en su nivel medio (no el término medio de los nive

les, sino el que tiene mas jeneralmente), se tiene en el momento de la vaciante  $v=2^{m}1$ , i

$$H-h = \frac{4.41}{9.8088} = 0.45 \text{ aproximadamente.}$$

Si agregamos a esta pérdida de carga la que proviene del roce de los hileros flúidos unos con otros, ocasionado por el choque de las olas, obtendremos una pérdida de carga total por lo ménos igual a 0,5.

Puédese afirmar, por consiguiente, que el derrame solo alcanzará en el molo norte a la mitad del valor que debiera tener. Demostraremos en el curso de esta teoría que las aguas del rio suplirán a esta deficiencia abriéndose salida por el sur. Admitido este hecho por ahora, como encontrarán allí una resistencia mayor, puesto que tendrán que vencer directamente la violencia de las olas, esta salida será tan solo una fraccion de la del norte.



Llamando  $F$  la resistencia al derrame en el cabezo sur (fig. 6), la resistencia en el molo norte quedará expresada por  $F \cos \varphi$ , siendo  $\varphi$  el ángulo formado por las direcciones de ámbas corrientes.

Designando por  $D$  el derrame sur i por  $D'$  el derrame norte,

i notando que las salidas de agua se hallan en razon inversa de las resistencias, tendremos:

$$\frac{D}{D'} = \frac{F \cos \varphi}{F} = \cos \varphi$$

La razon entre las dos salidas será, pues,  $\frac{\cos \varphi}{1}$

Pero el total de estos dos desemboques será insuficiente, como lo acabamos de ver. El resto del agua tratará, pues, de estenderse entre los dos límites que acabamos de indicar, i a causa de las pérdidas de carga, disminuyendo el derrame sobre los lados, la accion de esta corriente se ejercerá algo mas hácia afuera que sobre estos costados. La movilidad puede demostrarse, respecto del desemboque norte, por medio de la fórmula

$$H-h = \frac{v^2}{g} \sin^2 i;$$

por ser  $v$  variable, la pérdida de carga tambien lo será, i como el volúmen de descarga en el cabezo norte se deduce de ella, la seccion C'D es igualmente variable.

La interseccion de la corriente del rio con el mar será, pues, una curva convexa cuyo vértice se encontrará, no sobre el eje de la parte canalizada, si no un poco mas al norte, porque los hileros flúidos encuentran una resistencia ya vencida en parte por los hileros flúidos situados mas al sur.

En esta interseccion se depositarán las arenas fluviales i marítimas. Estas formarán la *barra*.

Esta barra presentará convexidades análogas a las de la fig. 7; los vacíos entre estas prominencias serán producidos por el pasaje de los hileros líquidos que buscan una salida.

Fig. 7.



A veces, como en caso de un aumento de volúmen de las aguas del rio, estos vacíos serán suficientes para constituir una especie de canal cuyo carácter especial será el de presentar una extrema movilidad por motivo de las potencias relativas del rio i de las olas.

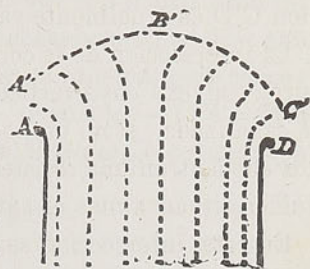
Conocida la velocidad  $v$  del rio i la velocidad  $v'$  de las olas rompientes del mar, para un caso particular, la fig. 6 de la hoja determina gráficamente la posicion de la barra en caso que los cabezos de ámbos molos se encuentren sobre una misma perpendicular a su direccion.

La razon  $\frac{\cos \varphi}{1}$  independiente de las velocidades, hace ver que esta barra se mueve paralelamente a sí misma, i en esto estamos en completo acuerdo con los hechos. (Véanse los planos referentes al Adour, al Ródano, a la rama principal del delta del Danubio, etc.)

El mismo efecto de formacion del canal se producirá en otros casos; por ejemplo, cuando el mar esté en calma en el momento de la vaciante. Las venas flúidas forman entónces un haz

que se abre i cuya velocidad disminuye rápidamente. Los materiales en suspension, tanto en el agua dulce como en el agua de mar, se depositan entónces i la hipérbola  $A'B'C'$  (fig. 8) es casi rectilínea: es la barra. Si el derrame del agua se hace mayor, la barra se aleja para incrementar los orificios de salida  $AA'$ ,  $C'D$ . En este caso las convexidades tambien se rebajan i constituyen el canal.

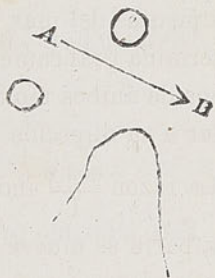
Fig. 8.



En Constitucion, en el estado actual, este efecto no se produce exactamente del mismo modo, por las razones siguientes: Las olas que se estrechan en la abertura situada entre *Las Ventanas* i *Los Lobos*, tienen casi siempre mayor potencia que el derrame, i entónces el ensanche solo se verifica en el lado norte. Por una crece, el equilibrio desaparece, el agua del rio se precipita con mayor violencia i sigue la direccion que le asigna la velocidad máxima, es decir, la línea recta. Tiene entónces una potencia suficiente para vencer la componente de la fuerza  $AB$  paralela a su direccion; pero su esfuerzo es insuficiente, en jeneral, para vencer la fuerza misma, de manera que no puede abrirse paso entre la piedra *Los Lobos* i *Las Ventanas*.

Fig. 9.

El canal, en este caso que se presenta en periodos mas o ménos distantes, está al sur. Pero cuando la accion del mar aumenta en potencia, o disminuye el caudal del rio, el canal pasa al norte a veces por un movimiento lento i a veces de repente.



Resulta de lo que acabamos de decir respecto del derrame de las aguas del rio en el caso de dos molos iguales, que los hileros líquidos que se encuentran en las condiciones de derrame ménos malas, son los mas vecinos al cabezo norte. Tiene que vencer una resistencia espresada por  $R \cos \phi$  i vencen esta resistencia aunque sufriendo una pérdida de carga de 0,5. Los hilos vecinos al cabezo sur se dirigirán hácia el

lado donde encuentren ménos resistencia. Las dos direcciones opuestas que pueden tomar (hablaremos mas tarde de las posiciones intermedias), son la del cabezo norte i la del cabezo sur. Para la primera, tienen que vencer, con su fuerza  $0,5 F$  (véase mas arriba), una resistencia espresada por  $R \cos \varphi$ ; para la segunda, tienen que vencer directamente la resistencia  $R$  con una fuerza igual a  $(F - n F) = F(1 - n)$ ; siendo  $n$  la pérdida de carga debida al cambio de direccion. Esta pérdida de carga se espresa por

$$H - h = \frac{v^2}{g} \sin^2 \varphi = 0,45 \sin^2 \varphi$$

así es que

$$F(1 - n) = F(1 - 0,45 \sin^2 \varphi)$$

Las fuerzas efectivas del haz liquido son, pues, para cada uno de ámbos casos.

$$0,5 F$$

$$F(1 - 0,45 \sin^2 \varphi)$$

Las resistencias son.....  $\begin{cases} R \cos \varphi \\ R \end{cases}$

La razon de cada fuerza a la resistencia que tiene que vencer, es

$$\frac{0,5 F}{R \cos \varphi} \quad (1)$$

$$\frac{F(1 - 0,45 \sin^2 \varphi)}{R} \quad (2)$$

Dividiendo (1) por (2) tendremos

$$\frac{\frac{0,5 F}{R \cos \varphi}}{\frac{F(1 - 0,45 \sin^2 \varphi)}{R}} = \frac{0,5}{\cos \varphi (1 - 0,45 \sin^2 \varphi)} \quad (3)$$

Pero teniendo presente que

$$\varphi = 29^\circ 30'$$

$$\sin. \text{ natural } \varphi = 0,492$$

$$\cos. \text{ natural } \varphi = 0,87$$

La razon (3) se convierte, pues, en

$$\frac{0,5}{8,87 (1 - 0,45 \times 0,242)} = \frac{0,5}{0,776}$$

La razon (1) es, pues, menor que la razon (2); así es que *el der-*

*rame del haz sur propenderá a acercarse al cabezo S. i no a jirar al rededor del cabezo norte.*

## NUM 4.

## DETERMINACION DEL ANCHO DEL CANAL.

En la desembocadura actual, en el momento de las aguas mínimas, la corriente de la vaciante máxima posee una velocidad de  $1,8^m$  por segundo. Si se designa la seccion correspondiente por  $S$  i se llama  $v$  la velocidad máxima que resulta de la nueva seccion  $S'$  de derrame, tendremos:

$$S'v = 1,8 S \quad (A)$$

Pero como

$$S = 1562,87^m$$

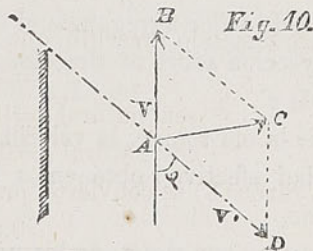
$$v = 2,06$$

i por último:

$$S' = \frac{1562,87 \times 1,8}{2,06} = 1365$$

Calcularemos mas léjos (en nuestro estudio sobre el rio Maule) la velocidad media correspondiente.

Sentado ésto, siendo  $m$  la masa del agua que derrama en un tiempo dado, la potencia viva de la corriente del reflujo será  $\frac{1}{2}mv^2$ . Podemos tambien representar por  $m$  la superficie de emision. Para conocer la parte de potencia viva del mar, de la cual nos ocupamos, notemos primero que la masa que se opone directamente a la salida de las aguas del rio, tiene la misma superficie  $m$ ; la resultante de las dos acciones tiene, pues, una potencia viva que se obtiene construyendo el paralelógramo ABCD. AC espresará en magnitud i direccion esta potencia viva. Como lo acabamos de decir, tomemos



$$AB = \frac{1}{2}mv^2$$

$$AC = \frac{1}{2}mv'^2$$

Tendremos:  $\overline{AC}^2 = \overline{AD}^2 + \overline{CD}^2 - 2AD \times CD \cos ADC.$

o bien

$$(mv''^2)^2 = (\frac{1}{2}mv'^2)^2 + (\frac{1}{2}mv^2)^2 - 2 \times \frac{1}{2}mv^2 \times \frac{1}{2}mv'^2 \cos \varphi.$$

ecuacion que puede escribirse:

$$m^2 v''^4 = \frac{1}{4}m^2 v'^4 + \frac{1}{4}m^2 v^4 - \frac{1}{2}m^2 v^2 v'^2 \cos \varphi$$

o bien

$$v''^4 = \frac{1}{4}v'^4 + \frac{1}{4}v^4 - \frac{1}{2}v^2 v'^2 \cos \varphi \quad (B)$$

Hemos determinado los valores de  $v$  i de  $v'$  por experimentos directos hechos en el mismo momento i del modo siguiente:

$v$  es la velocidad media del rio, que hemos medido primero en su estado actual, i referido en seguida por medio de la fórmula (A), a su estado futuro.

En cuanto a  $v'$ , que espresa el choque de las olas combinado con la accion de la corriente litoral, lo hemos obtenido (en lo que concierne al choque directo) estableciendo el valor del sifoneo de la onda.

1.º Sea una ola AMB (fig. 11) que no rompe; esta ola no tiene otro movimiento propio que la ondulation (dejaremos a un lado, por ahora, el movimiento que le comunica la corriente litoral); ejerce sobre el hueco BC una presión debida a su altura MD, i la velocidad de trasmision que se opone al derrame de las aguas del rio, tiene por espresion:

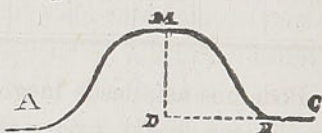
$$\sqrt{2g \times MD}.$$

Si a este valor agregamos el de la corriente litoral, o mas bien, su proyeccion sobre la direccion jeneral de las olas, tendremos el valor de  $v'$ .

2.º Si la ola rompe, la velocidad de trasmision se convierte en velocidad efectiva i obtenemos el mismo resultado en cuanto al derrame.

El cuadro que sigue, da los valores simultáneos de  $v$  i  $v'$ .

Fig. 11.



CUADRO I.

| v    | v'   | v    | v'   | v    | v'   | v    | v'   | v    | v'   | v    | v'   |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.76 | 3.20 | 1.20 | 3.90 | 2.00 | 3.70 | 1.40 | 4.28 | 1.52 | 4.28 | 1.90 | 5.25 |
| 1.86 | 4.10 | 1.34 | 4.20 | 1.80 | 5.60 | 1.60 | 5.10 | 1.68 | 4.30 | 1.95 | 4.30 |
| 1.60 | 3.10 | 1.88 | 3.60 | 1.68 | 5.40 | 1.80 | 4.30 | 1.72 | 3.60 | 2.06 | 5.60 |
| 1.46 | 6.60 | 1.94 | 4.30 | 1.72 | 4.20 | 1.80 | 3.90 | 1.46 | 6.10 | 1.92 | 7.28 |
| 1.68 | 3.50 | 1.72 | 3.20 | 1.40 | 4.10 | 1.75 | 4.20 | 1.24 | 4.84 | 1.85 | 6.34 |
| 1.80 | 4.00 | 1.66 | 3.60 | 1.70 | 4.80 | 1.83 | 5.10 | 1.20 | 4.20 | 1.83 | 7.50 |
| 1.90 | 3.20 | 1.50 | 3.75 | 1.70 | 3.20 | 1.56 | 5.00 | 1.36 | 4.35 | 1.78 | 8.10 |
| 1.70 | 5.60 | 1.38 | 4.38 | 1.80 | 3.65 | 1.48 | 4.30 | 1.66 | 4.70 | 1.65 | 5.43 |
| 1.95 | 4.30 | 2.04 | 4.26 | 1.90 | 3.70 | 1.70 | 4.60 | 1.66 | 3.90 | 1.34 | 4.28 |
| 2.00 | 3.20 | 2.00 | 4.32 | 1.95 | 3.70 | 1.80 | 5.40 | 1.40 | 3.40 | 1.58 | 4.72 |

Podemos así, desde luego, calcular los diversos valores correspondientes de  $v''^4$ , i para ahorrarnos el hacer la fórmula B aplicable al cálculo logarítmico, tomaremos el valor del coseno natural del ángulo  $\varphi$ .

Hemos indicado en un cuadro gráfico diversas direcciones i magnitudes de esta velocidad resultante  $v''$ ; podemos, pues, trazar su direccion media para las aguas ordinarias. I es este el caso que mas nos importa tomar en cuenta, pues para las aguas máximas estaremos en las mejores condiciones posibles.

LAS CURVAS DESCRITAS POR LOS HILEROS LÍQUIDOS DEL RÍO EN  
SU EMBOCADURA SON ARCOS DE HIPÉRBOLA.

Réstanos ahora por conocer la manera cómo se portará esta corriente-resultante en la onda indefinida que sigue a la que produce el choque directo; o en otros términos, que curvas son las que describen las aguas i los aluviones del río en su encuentro con las aguas del mar. Se vé fácilmente *a priori* que estas curvas son arcos de hipérbola, pues sus cuerdas sucesivas tienden constantemente a hacerse paralelas a la dirección de la velocidad de la corriente marítima, sin conseguirlo jamas. Estas curvas, tienen, pues, por asíntotas, por un lado una paralela a esta dirección, i por el otro una paralela a la dirección de la corriente del río.

Fig. 12.

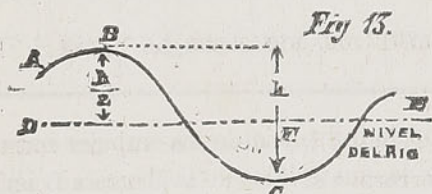
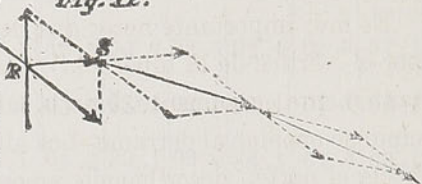


Fig. 13.

Sentado ésto, consideremos (fig. 13) una ola ABC de una altura total  $h$ . El nivel de las aguas del río está representado por la línea DE que divide por su

mitad a la altura  $h$ . La velocidad, sea efectiva o de trasmisión (según rompa o no rompa) de la ola ABC queda espresada por  $\sqrt{2gh}$ , mientras que la velocidad de derrame de las aguas del río es igual a la velocidad propia debida a la pendiente, mas la velocidad debida a la caída CF. Llamando  $\alpha$  la velocidad debida a la pendiente i siendo  $\sqrt{2g \frac{h}{2}} = \sqrt{gh}$ , la velocidad debida a la caída, tendremos como espresion de la velocidad, de la corriente del río a su entrada en el mar:

$$\alpha + \sqrt{gh}.$$

Esta velocidad deberá componerse con la velocidad  $\sqrt{2gh}$ ; la resultante será la diagonal RS (fig. 12). Se compondrá en seguida

RS con el valor constante  $\sqrt{2gh}$ , siempre paralela a sí misma, i procediendo así sucesivamente, se obtendrán las curvas descritas por los hileros líquidos del rio en su desembocadura. El cuadro gráfico (hojas 2 i 3) indica alguna de estas curvas en circunstancias particulares.

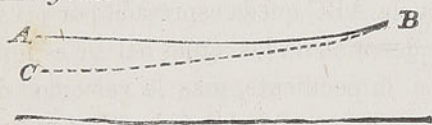
Es mui importante notar que desde cierto límite (representado por el vértice de la hipérbola), la velocidad resultante irá constantemente en aumento bajo la influencia de las olas que al principio se oponian al derrame. Los aluviones serán, pues, arrastrados hácia el norte, describiendo arcos hiperbólicos, que en las inmediaciones de la playa de Quivolgo, se continúan con curvas paralelas a esta playa. Se ve tambien que el rio jirará constantemente alrededor del cabezo norte, al contrario de lo que sucederia en el caso en que los molos fueran iguales.

## NUM. 5.

### ACCION DE LA CORRIENTE DEL RIO SOBRE LA BARRA.

Para conocer con exactitud la influencia de los empujes naturales ejercidos por el rio sobre los materiales de la barra en ciertas

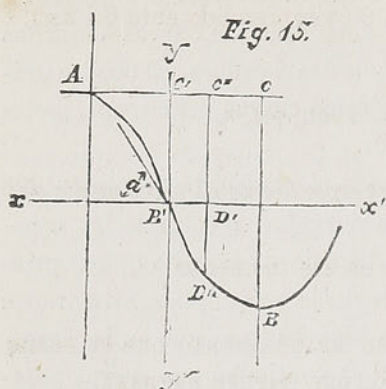
Fig. 14.



circunstancias determinadas, consideremos la parte de este rio comprendida entre su desembocadura i el punto de su curso, donde es despreciable la influencia de las mareas.

El volúmen de agua que se derrama entre las dos mareas, queda representado por el prisma curvilíneo ABC, aumentado con el caudal propio del rio.

Este movimiento de derrame no es uniforme, sino variado, i su máximun de velocidad corresponde a la marea media, como vamos a demostrarlo.



En efecto, consideremos las curvas de mareas de la hoja (1). Cada una de ellas afecta una forma que se aproxima mucho a la de una senoide, cuya ecuacion jeneral es (fig. 15)

$$y = m \sin x \dots (1).$$

Sean A i B los puntos de esta curva correspondientes a la alta i a baja marea.

Las abscisas AC', AC'' representan los tiempos (referidos a una escala arbitraria) que demora el derrame de las alturas de agua espresadas por las ordenadas B'C', B''C''.

Tracemos por el punto B' que corresponde al mar medio una paralela B'D' a AC i tomemos esta paralela por eje de las x; B'D' representará la altura de agua derramada durante el tiempo C'C'' o B'D'.

La inclinacion de la tangente sobre el eje de las x será máxima en el punto de la curva que para un mismo valor de C'C'' corresponda al máximum de D'B''.

Diferenciando la ecuacion (1) se obtiene

$$dy = m \cos x \, dx$$

$$\tan \alpha = \frac{dy}{dx} = m \cos x \quad (2)$$

La ecuacion jeneral de la tangente en el punto (x', y') es pues:

$$y - y' = m (x - x') \cos x'$$

Para x' = 0, la ecuacion (1) da

$$y' = m \sin x' = 0$$

i la ecuacion (2).

$$\frac{dy}{dx} = m \cos x' = m$$

lo que prueba que en el orijen  $\tan \alpha = m$ .

Para todo valor de  $\alpha'$  que no sea 0 (comprendido ente 0 i  $2\pi$ ),  
 $\cos \alpha' < 1$  i por consiguiente

$$\frac{dy}{dx} \text{ o } \tan \varphi < m.$$

Por consiguiente, *en el punto correspondiente al nivel medio del mar el derrame es máximum.*

Veamos cual es el caudal del rio en ese momento.

INVESTIGACION DE LOS LÍMITES DEL MEJORAMIENTO QUE SE PUEDE  
 OBTENER POR EL SOLO HECHO DEL EMPUJE NATURAL.

$$\begin{cases} \alpha = 1,1 \\ \alpha = 0,000024 \\ b = 0,000366 \end{cases}$$

La fórmula jeneral del movimiento variado es:

$$(F) \dots z = \alpha \frac{Q^2}{2g} \left( \frac{1}{\Omega'^2} - \frac{1}{\Omega^2} \right) + a Q \int_0^s \frac{X}{\Omega^2} ds + b Q^2 \int_0^s \frac{X}{\Omega^3} ds$$

Siendo  $X$  el perimetro mojado correspondiente a la seccion  $\Omega$ ,  
 debemos calcular  $\frac{X}{\Omega^2}$  para cierto número de secciones. Tomaremos

estos valores de  $\frac{X}{\Omega^2}$  como ordenadas de una curva cuyas distancias  
 $S$  (contadas desde el orijen), serán las abscisas (véase foja 9). El  
 área encerrada entre la curva, el eje de las  $x$  i las dos ordenadas  
 extremas representará el valor de la primera integral de la fórmula  
 (F). Calcularemos de igual modo los diversos valores de  $\frac{X}{\Omega^3}$   
 lo que nos dará el valor de la segunda integral.

Todo quedará entónces conocido en la ecuacion (F), exepto  $Q$ ,  
 que se obtendrá resolviendo una ecuacion de segundo grado.

El cuadro siguiente da los valores de  $S$ ,  $X$ ,  $\Omega$ ,  $\frac{X}{\Omega^2}$ ,  $\frac{X}{\Omega^3}$ .

CUADRO I.

| DISTANCIAS A PARTIR DEL ORIGEN. S | PERIMETROS MOJADOS. X | SECCIONES INTERMEDIAS $\Omega$ | VALORES DE $\Omega^2$ | VALORES DE $\Omega^3$ | VALORES DE $\frac{X}{\Omega^2}$ | VALORES DE $\frac{X}{\Omega^3}$ |
|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Origen.                           | 300,00                | 1.562,85                       | 2.442.500,12          | 3.816.820,100         | 0,0001228                       | 0,00000007859                   |
| 120,00                            | 842,00                | 2.473,50                       | 6.118.202,26          | 15.133.373.265,370    | 0,0001376                       | 0,00000005233                   |
| 360,00                            | 911,00                | 2.320,50                       | 5.384.130,00          | 12.495.278.000,00     | 0,0001692                       | 0,000000072907                  |
| 600,00                            | 867,00                | 2.299,00                       | 5.285.401,00          | 12.151.136.899,00     | 0,0001640                       | 0,00000007135                   |
| 840,00                            | 836,00                | 2.000,50                       | 4.002.000,25          | 8.006.001.500,12      | 0,00020508                      | 0,0000001044                    |
| 1080,00                           | 824,00                | 1.966,00                       | 3.865.156,00          | 7.598.896.696,00      | 0,0002131                       | 0,0000001084                    |
| 1320,00                           | 766,00                | 1.617,00                       | 2.614.700,00          | 4.218.221.310,00      | 0,00029338                      | 0,0000001816                    |
| 1560,00                           | 622,00                | 1.432,00                       | 2.050.624,00          | 2.936.493.568,00      | 0,00030633                      | 0,0000002114                    |
| 1800,00                           | 551,00                | 1.008,00                       | 1.016.064,00          | 1.024.192.512,00      | 0,00054228                      | 0,0000005380                    |
| 2040,00                           | 592,00                | 1.094,00                       | 1.196.836,00          | 1.309.338.584,00      | 0,0004946                       | 0,0000004519                    |
| 3000,00                           | 445,00                | 2.138,00                       | 4.571.038,19          | 10.230.852.130,00     | 0,00009735                      | 0,000000043497                  |
| 4000,00                           | 306,00                | 1.198,50                       | 1.436.402,25          | 1.721.528.096,62      | 0,0002130                       | 0,0000001777                    |
| 5000,00                           | 182,00                | 1.665,00                       | 2.772.248,25          | 4.615.771.000,00      | 0,000065648                     | 0,00000003943                   |
| 6000,00                           | 301,00                | 1.275,00                       | 1.625.625,00          | 2.072.671.875,00      | 0,0001851                       | 0,0000001451                    |
| 7250,00                           | 158,00                | 1.162,00                       | 1.350.709,78          | 1.364.832.159,00      | 0,0001169                       | 0,00000011576                   |
| 8000,00                           | 317,00                | 2.028,00                       | 4.112.784,00          | 8.340.725.952,00      | 0,00007707                      | 0,000000038006                  |
| 9000,00                           | 266,00                | 3.290,00                       | 10.824.160,00         | 35.611.492.400,00     | 0,00002457                      | 0,000000074693                  |
| 10300,00                          | 262,00                | 525,20                         | 275.835,04            | 144.868.563,01        | 0,0000498                       | 0,0000001808                    |
| 11000,00                          | 115,00                | 1.016,60                       | 1.033.413,00          | 1.050.604.920,00      | 0,0001128                       | 0,00000010946                   |

Resulta del trazado gráfico de la hoja (9) que el valor de

$$\int_0^s \frac{X}{\Omega^2} ds = 2,5671 \text{ i } \int_0^s \frac{X}{\Omega^3} ds = 0,001386$$

Resolviendo entónces la ecuacion (F), tendremos

$$Q = 2.125^{m3}$$

Sentado lo anterior i siendo  $U'$  la velocidad media en la seccion orijen, la potencia viva máximo de la corriente del reflujo (en el momento de la mar media) es

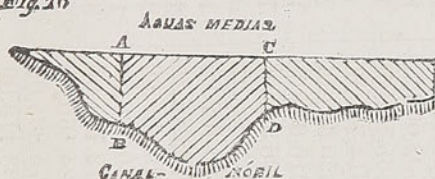
$$\frac{1}{2}QU'^2 = 1.965,62,$$

siendo así que el estado actual de la barra depende directamente de  $\frac{1}{2}QU'^2$

La seccion  $S''$  correspondiente a la barra, siendo mui vecina a la que consideramos, tendremos sensiblemente en este punto una potencia viva total igual a  $\frac{1}{2}QU'^2 = 1.965,62$ .

Descompongamos la seccion  $S''$  en dos partes, una de las cuales corresponde al canal actual móvil ABCD (Fig. 16). Se trata de

Fig. 16



conocer la porcion de la potencia viva  $\frac{1}{2}QU'^2$  en virtud de la cual ha sido mantenido este canal.

Ninguna lei matemática existe que pueda guiarnos

en esta investigacion. Hemos procedido, pues, como sigue.

Hemos considerado el rio en sus diversos estados, i hemos calculado precedentemente para cada uno de ellos los valores de

$$X, \Omega, \frac{X}{\Omega^2}, \frac{X}{\Omega^3}.$$

Obteniendo las integrales definidas

$$\int_0^s \frac{X}{\Omega^2}, \int_0^s \frac{X}{\Omega^3}$$

por medio de los cuadros gráficos, la resolucion de la ecuacion (F) nos ha dado los valores de  $Q$  correspondientes a cada uno de los casos considerados. Quedan pues conocidas las cantidades  $\frac{1}{2}QU'^2$ ,  $\frac{1}{2}Q_1U_1'^2$ ,  $\frac{1}{2}Q_2U_2'^2 \dots$

Hemos construido una curva (hoja 11) cuyas absisas representan las potencias las potencias vivas precedentes i las ordenadas, las alturas de agua en el canal móvil.

El exámen comparado de estas curvas, i una simple interpolacion, nos indicarán la profundidad sobre la cual se puede contar. Mas allá de esta profundidad límite deberemos dragar. (Véase mas adelante los resultados obtenidos).

Los cuadros 2, 3, 4, 5, i 6 sirven para calcular los valores de  $X$ ,  $\frac{X}{\Omega^2}$ ,  $\frac{X}{\Omega^3}$  como acaba de decirse.

CUADRO II.

| DISTANCIAS A PARTIR DEL ORIGEN.<br>$S$ | PERIMETROS MOJADOS.<br>$X$ | SECCIONES INTERMEDIAS.<br>$\Omega$ | VALORES DE $\Omega^2$ | VALORES DE $\Omega^3$ | VALORES DE $\frac{X}{\Omega^2}$ | VALORES DE $\frac{X}{\Omega^3}$ |
|----------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Origen.                                | 304,50                     | 1,623,12                           | 1,183,710,5340        | 1,921,304,242,595     | 0,00025722                      | 0,00000015848                   |
| 120 <sup>m</sup> »                     | 851,00                     | 2,656,12                           | 7,054,973,4540        | 19,938,856,091,700    | 0,00012062                      | 0,000000042681                  |
| 360 »                                  | 922,00                     | 2,488,00                           | 6,190,144,0000        | 15,401,078,272,000    | 0,00014894                      | 0,00000003987                   |
| 600 »                                  | 877,00                     | 2,466,00                           | 6,081,156,0000        | 14,996,130,696,000    | 0,00014256                      | 0,000000035851                  |
| 840 »                                  | 846,00                     | 2,150,00                           | 4,622,500,0000        | 9,938,375,000,000     | 0,00018734                      | 0,00000003513                   |
| 1,080, »                               | 832,20                     | 2,112,00                           | 4,460,544,0000        | 9,420,668,928,000     | 0,00018657                      | 0,00000003884                   |
| 1,320, »                               | 774,00                     | 1,748,00                           | 3,055,404,0000        | 5,340,846,192,000     | 0,00025332                      | 0,0000001446                    |
| 1,560, »                               | 632,00                     | 1,548,00                           | 2,396,304,0000        | 3,709,478,592,000     | 0,00026873                      | 0,0000001705                    |
| 1,800, »                               | 560,00                     | 1,112,00                           | 1,236,544,00          | 1,375,036,928,000     | 0,00045287                      | 0,0000004073                    |
| 2,040, »                               | 603,00                     | 1,206,00                           | 1,454,436,00          | 1,754,049,816,000     | 0,00041459                      | 0,00000034379                   |
| 3,000, »                               | 452,00                     | 2,206,00                           | 4,866,436,00          | 10,735,357,816,000    | 0,000092881                     | 0,000000042046                  |
| 4,000, »                               | 313,00                     | 1,240,00                           | 1,537,600,00          | 1,906,624,000,000     | 0,00020356                      | 0,00000016422                   |
| 5,000, »                               | 187,00                     | 1,690,00                           | 2,856,100,00          | 4,826,809,000,000     | 0,00065403                      | 0,000000038747                  |
| 6,000, »                               | 310,00                     | 1,323,00                           | 1,750,329,00          | 2,315,685,267,000     | 0,00017711                      | 0,0000001331                    |
| 7,250, »                               | 165,00                     | 1,188,00                           | 1,411,344,90          | 1,676,676,672,000     | 0,00011691                      | 0,00000009845                   |
| 8,000, »                               | 325,00                     | 2,080,00                           | 4,326,400,00          | 8,998,912,000,000     | 0,000075121                     | 0,000000036119                  |
| 9,000, »                               | 275,00                     | 3,330,00                           | 11,088,900,00         | 36,926,037,000,000    | 0,000024799                     | 0,00000007448                   |
| 10,300, »                              | 270,00                     | 560,00                             | 313,600,00            | 175,616,000,000       | 0,00086096                      | 0,000001536                     |
| 11,000, »                              | 123,00                     | 1,030,00                           | 1,060,910,00          | 1,092,727,000,000     | 0,00011593                      | 0,0000001118                    |

CUADRO III.

| DISTANCIAS A PARTIR DEL ORIGEN.<br>$S$ | PRIMOS MOJADOS.<br>$X$ | SECCIONES INTERMEDIAS.<br>$\Omega$ | VALORES DE $\Omega^2$ | VALORES DE $\Omega^3$ | VALORES DE $\frac{X}{\Omega^2}$ | VALORES DE $X \Omega^3$ |
|----------------------------------------|------------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Oríjen.                                | 308,00                 | 1666,00                            | 2.445.556,00          | 4.074.296.296,000     | 0,0001260                       | 0,00000007560           |
| 120 <sup>m</sup> .                     | 859,00                 | 2780,00                            | 7.728.400,00          | 21.484.952.000,000    | 0,0001111                       | 0,00000003999           |
| 360.                                   | 931,00                 | 2625,00                            | 6.890.625,00          | 18.087.890.625,000    | 0,0001352                       | 0,00000005149           |
| 600.                                   | 885,00                 | 2593,00                            | 6.723.649,00          | 17.434.421.851,000    | 0,0001316                       | 0,00000005077           |
| 840.                                   | 854,00                 | 2272,00                            | 5.161.984,00          | 11.728.027.648,000    | 0,0001655                       | 0,00000007287           |
| 1080.                                  | 840,00                 | 2232,00                            | 4.961.824,00          | 11.074.791.168,000    | 0,0001628                       | 0,00000007178           |
| 1320.                                  | 781,00                 | 1864,00                            | 3.474.496,00          | 6.476.460.544,000     | 0,0002248                       | 0,0000001206            |
| 1560.                                  | 641,00                 | 1638,00                            | 2.683.044,00          | 4.394.826.192,000     | 0,0002389                       | 0,0000001459            |
| 1800.                                  | 568,00                 | 1192,00                            | 1.420.864,00          | 1.693.669.888,000     | 0,0004000                       | 0,0000003356            |
| 2040.                                  | 612,00                 | 1288,00                            | 1.658.944,00          | 2.136.719.872,000     | 0,0003690                       | 0,0000002865            |
| 3000.                                  | 458,00                 | 2272,00                            | 5.161.984,00          | 11.728.027.648,000    | 0,0000874                       | 0,00000003912           |
| 4000.                                  | 320,00                 | 1286,00                            | 1.653.796,00          | 2.126.781.656,000     | 0,0001936                       | 0,0000001505            |
| 5000.                                  | 191,00                 | 1716,00                            | 2.944.656,00          | 5.053.029.696,000     | 0,00006488                      | 0,00000003780           |
| 6000.                                  | 318,00                 | 1366,00                            | 1.865.956,00          | 2.548.895.896,000     | 0,0001705                       | 0,0000001248            |
| 7250.                                  | 171,00                 | 1210,00                            | 1.464.100,00          | 1.171.561.000,000     | 0,0004168                       | 0,00000009655           |
| 8000.                                  | 332,00                 | 2120,00                            | 4.494.400,00          | 9.528.128.000,000     | 0,00007388                      | 0,000000034845          |
| 9000.                                  | 282,00                 | 3365,00                            | 11.323.225,00         | 38.102.652.125,000    | 0,00002491                      | 0,00000007402           |
| 10300.                                 | 277,00                 | 600,00                             | 360.060,00            | 216.000.000,000       | 0,0007695                       | 0,000001283             |
| 11000.                                 | 130,00                 | 1046,00                            | 1.094.116,00          | 1.144.445.336,00      | 0,0001188                       | 0,0000001150            |

## CUADRO IV.

| DISTANCIAS<br>PARTIR<br>DEL ORIGEN.<br>$S$ | PERIME-<br>TROS MC-<br>JADOS.<br>$X$ | SECCIONES<br>INTERMEDIAS.<br>$\Omega$ | VALORES DE<br>$\Omega^2$ | VALORES DE<br>$\Omega^3$ | VALORES DE<br>$\frac{X}{\Omega^2}$ | VALORES DE<br>$\frac{X}{\Omega^2}$ |
|--------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Origen.                                    | 316.00                               | 1756.00                               | 3.083,596;00             | 5.414.656.876;000        | 0,0001024                          | 0,00000005836                      |
| 1200. »                                    | 874.00                               | 3038,00                               | 9.229.444;00             | 28.039.140.472;000       | 0,000094697                        | 0,000000031171                     |
| 360. »                                     | 946.00                               | 2901,00                               | 8.415.801;00             | 24.414.746.001;000       | 0,00011241                         | 0,000000038513                     |
| 600. »                                     | 900. »                               | 2859,00                               | 8.173.881;00             | 23.369.134.409;000       | 0,00011036                         | 0,000000038513                     |
| 840. »                                     | 870. »                               | 2524,00                               | 6.370.576;00             | 16.079.340.744;000       | 0,00013656                         | 0,00000005412                      |
| 1080. »                                    | 856. »                               | 2481,00                               | 6.155.361;00             | 1.527.145.421;000        | 0,00013907                         | 0,000000056052                     |
| 1320. »                                    | 796. »                               | 2095,00                               | 4.389.025;00             | 9.195.006.225;000        | 0,00018136                         | 0,000000086569                     |
| 1560. »                                    | 656. »                               | 1827,00                               | 3.337.929;00             | 6.098.391.413;000        | 0,00019653                         | 0,00000010757                      |
| 1800. »                                    | 584. »                               | 1360,00                               | 1.849.600;00             | 2.515.456.000;000        | 0,00031574                         | 0,000000232168                     |
| 2040. »                                    | 627.00                               | 1468,00                               | 2.155.024;00             | 3.163.575.312;000        | 0,00023095                         | 0,00000024926                      |
| 3000. »                                    | 474. »                               | 2407,00                               | 5.793.649;00             | 13.945.318.134;000       | 0,000081814                        | 0,00000003399                      |
| 4000. »                                    | 335. »                               | 1379,00                               | 1.901.641;00             | 2.622.363.639;000        | 0,00017616                         | 0,00000012775                      |
| 5000. »                                    | 206. »                               | 1773, »                               | 3.143.529;00             | 5.573.475.097;000        | 0,000063531                        | 0,000000037822                     |
| 6000. »                                    | 334. »                               | 1459, »                               | 2.128.081;00             | 3.105.745.799;000        | 0,00015690                         | 0,00000010754                      |
| 7250. »                                    | 187. »                               | 1258, »                               | 1.582.564;00             | 1.990.406.412;000        | 0,00011871                         | 0,000000093951                     |
| 8000. »                                    | 348. »                               | 2216, »                               | 4.910.656;00             | 10.907.102.506;000       | 0,000071866                        | 0,000000031979                     |
| 9000. »                                    | 297. »                               | 3446, »                               | 11.847.616;00            | 40.920.975.666;000       | 0,000025011                        | 0,0000000072579                    |
| 10300. »                                   | 294.00                               | 640, »                                | 409.600;00               | 262.136.000; »           | 0,00071777                         | 0,00000011215                      |
| 11000. »                                   | 149.00                               | 1064, »                               | 1.132.096;00             | 1.204.499.694; »         | 0,00013162                         | 0,00000012370                      |

CUADRO V.

| DISTANCIAS A<br>PARTIR<br>DEL ORIGEN.<br>$S$ | PERIME-<br>TROS MC-<br>JADOS.<br>$X$ | SECCIONES<br>INTERMEDIAS.<br>$X$ | VALORES DE<br>$\Omega^2$ | VALORES DE<br>$\Omega^3$ | VALORES DE<br>$X$<br>$\Omega^2$ | VALORES DE<br>$X$<br>$\Omega^2$ |
|----------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Orien.                                       | 323 <sup>m</sup> , 00                | 1852.00                          | 3.429.904                | 6.352.182,878            | 0,000094172                     | 0,000000050848                  |
| 120 <sup>m</sup> .                           | 886, 00                              | 3300.00                          | 10.890.000               | 35.937.000,000           | 0,000081359                     | 0,000000024657                  |
| 360                                          | 960, 00                              | 3183.00                          | 10.131.959               | 32.248.515,444           | 0,000091754                     | 0,000000029769                  |
| 600                                          | 913, 00                              | 3129.00                          | 9.790.641                | 30.634.963,429           | 0,000093252                     | 0,000000029803                  |
| 840                                          | 885, 00                              | 2780.00                          | 7.728.400                | 21.484.952,000           | 0,0001144                       | 0,000000041192                  |
| 1080                                         | 870, 00                              | 2733.00                          | 7.469.289                | 20.413.579,987           | 0,00011648                      | 0,000000033853                  |
| 1320                                         | 810, 00                              | 2329.00                          | 5.424.241                | 12.633.141,419           | 0,00014933                      | 0,000000064118                  |
| 1560                                         | 670, 00                              | 2019.00                          | 4.076.361                | 8.230.171,931            | 0,00016436                      | 0,000000081408                  |
| 1800                                         | 597, 00                              | 1528.00                          | 2.334.784                | 3.567.550,816            | 0,0002557                       | 0,00000016734                   |
| 2040                                         | 640, 00                              | 1651.00                          | 2.725.801                | 4.501.302,051            | 0,00023479                      | 0,00000014222                   |
| 3000                                         | 488, 00                              | 2542.00                          | 6.461.764                | 16.425.799,898           | 0,000075521                     | 0,000000029778                  |
| 4000                                         | 350, 00                              | 1475.00                          | 2.175.625                | 3.209.046,615            | 0,00016087                      | 0,00000010931                   |
| 5000                                         | 219, 00                              | 1830.00                          | 3.348.900                | 6.128.487,000            | 0,000065397                     | 0,000000035735                  |
| 6000                                         | 347, 00                              | 1555.00                          | 2.418.025                | 3.760.029,515            | 0,00010218                      | 0,000000065691                  |
| 7250                                         | 200, 00                              | 1309.00                          | 1.713.481                | 2.242.945,676            | 0,00011677                      | 0,000000089168                  |
| 8000                                         | 361, 00                              | 2315.00                          | 5.359.225                | 12.407.602,855           | 0,000067361                     | 0,000000029097                  |
| 9000                                         | 310, 00                              | 3530.00                          | 12.460.900               | 43.986.977,000           | 0,000024878                     | 0,000000070606                  |
| 10300                                        | 306, 00                              | 721.00                           | 519.841                  | 379.931,761              | 0,00058864                      | 0,00000080541                   |
| 11000                                        | 161, 00                              | 1103.00                          | 1.216.609                | 1.341.919,617            | 0,00013234                      | 0,00000011998                   |

CUADRO VI.

| DISTANCIAS - A<br>PARTIR<br>DEL ORIGEN<br>$S$ | PERIME-<br>TROS MO-<br>JADOS.<br>$X$ | SECCIONES<br>INTERMEDIAS.<br>$\Omega$ | VALORES DE<br>$\Omega^2$ | VALORES DE<br>$\Omega^3$ | VALORES DE<br>$X$<br>$\Omega^2$ | VALORES DE<br>$X$<br>$\Omega^3$ |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Origen.                                       | 340.00                               | 2,108.00                              | 4,443.664                | 9,367,243,712            | 0,000076514                     | 0,000000036297                  |
| 120 m.                                        | 920.00                               | 3,912.00                              | 15,293.734               | 59,868,226,828           | 0,000060116                     | 0,000000015367                  |
| 360                                           | 994.00                               | 3,845.00                              | 14,784.025               | 56,844,551,265           | 0,000067235                     | 0,000000017486                  |
| 600                                           | 947.00                               | 3,786.00                              | 14,333.766               | 54,267,750,000           | 0,000066067                     | 0,00000001745                   |
| 840                                           | 919.00                               | 3,488.00                              | 12,166.144               | 42,435,510,000           | 0,000075538                     | 0,000000021656                  |
| 1080                                          | 904.00                               | 3,479.00                              | 12,103.441               | 42,107,867,779           | 0,000074689                     | 0,000000021469                  |
| 1320                                          | 844.00                               | 2,977.00                              | 8,862.529                | 26,383,742,423           | 0,0000952325                    | 0,000000031989                  |
| 1560                                          | 704.00                               | 2,555.00                              | 6,528.025                | 16,640,742,315           | 0,00010785                      | 0,000000042306                  |
| 1800                                          | 528.00                               | 2,005.00                              | 4,020.025                | 8,060,151,915            | 0,00013134                      | 0,000000065508                  |
| 2040                                          | 676.00                               | 2,163.00                              | 4,678.569                | 10,119,765,007           | 0,00014449                      | 0,000000066800                  |
| 3000                                          | 522.00                               | 2,932.00                              | 8,596.624                | 25,205,305,818           | 0,00006413                      | 0,00000002071                   |
| 4000                                          | 384.00                               | 1,755.00                              | 3,010.225                | 5,222,741,235            | 0,00012756                      | 0,000000046391                  |
| 5000                                          | 253.00                               | 2,005.00                              | 4,020.025                | 8,060,151,915            | 0,000062936                     | 0,000000049748                  |
| 6000                                          | 381.00                               | 1,832.00                              | 3,356.224                | 6,148,604,288            | 0,00011352                      | 0,000000061965                  |
| 7250                                          | 236.00                               | 1,469.00                              | 2,157.961                | 3,170,044,369            | 0,00010979                      | 0,000000074447                  |
| 8000                                          | 395.00                               | 2,603.00                              | 6,775.609                | 47,636,916,087           | 0,000058297                     | 0,000000022394                  |
| 9000                                          | 344.00                               | 3,778.00                              | 14,273.284               | 53,924,486,122           | 0,000024101                     | 0,000000063793                  |
| 10300                                         | 340.00                               | 965.00                                | 931.225                  | 8,986,322,005            | 0,00036511                      | 0,00000037835                   |
| 11000                                         | 195.00                               | 1,231.00                              | 1,515.361                | 1,865,410,001            | 0,00012868                      | 0,00000010454                   |

Los trazados gráficos correspondientes se encuentran en las hojas 9 i 10.

Los valores de  $Q$ ,  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$ ,  $Q_4$ ,  $Q_5$  que resultan de la resolución de las ecuaciones, tales como (F) son:

$$\begin{array}{ll} Q=2.125^{m^3} & Q_3=2.035^{m^3} \\ Q_1=1.826 & Q_4=2.430 \\ Q_2=1.648 & Q_5=3.302 \end{array}$$

De lo que deducimos inmediatamente:

$$\begin{array}{ll} U'=1,36 & \frac{1}{2}QU'^2=1.965,62 \text{ correspondiendo a una altura} \\ \text{de agua sobre la barra en bajamar de.....} & 2,50^m \\ U'_1=1,12 & \frac{1}{2}Q_1U_1'^2=1.141,25 \text{.....id.....} & 2,00 \\ U'^2=0,99 & \frac{1}{2}Q_2U_2'^2=822,00 \text{.....id.....} & 1,80 \\ U'_3=1,16 & \frac{1}{2}Q_3U_3'^2=1.363,45 \text{.....id.....} & 2,05 \\ U'_4=1,31 & \frac{1}{2}Q_4U_4'^2=2.089,80 \text{.....id.....} & 2,68 \\ U'_5=1,56 & \frac{1}{2}Q_5U_5'^2=4.011,93 \text{.....id.....} & 3,70 \end{array}$$

NOTA.—La velocidad máxima en la sección  $\Omega$ , siendo  $2,^{m}06$ , el cuadro precedente hace ver que la velocidad media es

$$\frac{Q_0}{\Omega_0} = \frac{2125}{1365} = U_0 = 1,56.$$

La razón entre las dos velocidades es, pues:

$$\frac{1,56}{2,06} = 0,75$$

Construyamos la curva (hoja 11) de que hemos hablado anteriormente, tomando como abscisas las potencias vivas i como ordenadas las alturas de agua sobre la barra.—En nuestro proyecto tenemos:

$$\frac{1}{2}Q_0U_0'^2=2.581,87$$

Tomando esta cantidad por abscisa, la ordenada correspondiente nos dará la altura de agua sobre la barra en la época de las aguas mínimas del río. Encontramos así

$$H=2,95^m$$

En la pleamar, esta profundidad de agua sobre la barra será  $4,30^m$ .

Es el límite de profundidad que nos dará el empuje natural del río.

Mas allá deberemos hacer uso de la draga para mantener en buen estado la entrada del puerto.

## NUM. 6.

### ESTABILIDAD DE LAS OBRAS.

#### 1.º DETERMINACION DE LAS DIMENSIONES DE SU SECCION TRASVERSAL.

Teóricamente, mientras mas débil es el talud de una obra, mayores analogías presenta esta obra, bajo el punto de vista de la accion de las olas, con las playas constantemente batidas por el mar. Si pues, para un mismo espesor del coronamiento, diéramos al perfil de nuestros molos una base mui grande con relacion a la altura, las olas modificarían mui poco este perfil i, por consiguiente, estaríamos en excelentes condiciones de estabilidad. Pero como debemos conciliar estas necesidades de estabilidad con la razon de economía, adoptaremos el perfil minimum posible.

La experiencia prueba que el talud exterior del enrocado que mide 1 de base por 2 de altura, produce buenos resultados. Para el interior basta el talud de  $1\frac{1}{2}$  de base por 1 de altura.

Sentado lo anterior, consideremos el perfil (fig. 17). La superficie de este perfil es:

$$\left( \frac{2a + 3.50h}{2} \right) h + h l \sqrt{5}$$

Su peso por metro corrido es:

$$\left\{ \frac{(2a + 3.50h)}{2} h + h l \sqrt{5} \right\} P$$

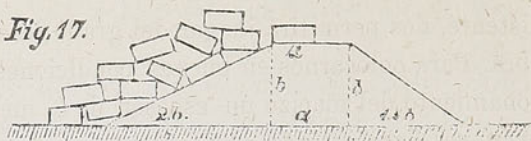
Siendo P el peso medio del metro cúbico de macizo.

La reaccion del enrocado sobre la ola es:

$$R = \frac{\pi \Omega U^2}{g} \dots\dots\dots (G)$$

Siendo  $\pi$  el peso por metro corrido de la ola que bate sobre la obra i  $v$  su velocidad media.

Fig. 17.



Esta ola mide un volúmen que se puede avaluar aproximadamente así:

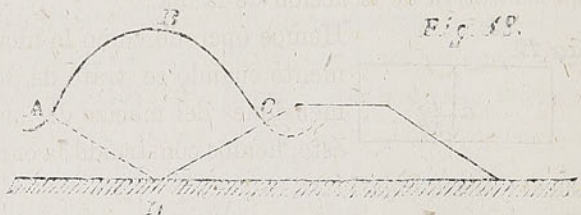
$$V = \frac{1}{3} \pi r^2 h$$

Las olas mas considerables que hayan sido observadas en Constitucion durante violentos temporales, median una altura de 8<sup>m</sup>; encontrándose la obra proyectada bajo 6 metros de agua en la fórmula precedente,  $r=14^m$   $h=1^m$ .

Por consiguiente  $V=615^m$  i el peso correspondiente es  $\frac{620^T}{3}$ . La ecuacion (G) se convierte entónces en

$$R = \frac{\frac{1}{3} \times 620^T \times U^2}{g}$$

Mas, siendo  $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2g \times 8} = 13^m$  por segundo, la velocidad de la ola ABC (fig. 18); el valor precedente será



$$R = \frac{\frac{1}{3} \times 620^T \times 169}{9,8088}$$

Antes de componer esta fuerza con el peso por metro corrido de la obra, es necesario buscar su punto de aplicacion.

Podemos fijarlo aproximadamente en el tercio de su altura, o sea a 2,<sup>m</sup>66 de su base.

Descompongamos nuestro macizo de enrocados en rebanadas, cuyos pesos compoundremos sucesivamente con las resultantes de las operaciones precedentes. Obtendremos una especie de *curva de las presiones*, cuya interseccion con la superficie del terreno re-

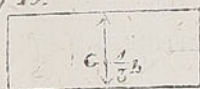
sistente, nos permitirá juzgar del grado de estabilidad de nuestra obra. Para colocarnos en buenas condiciones, hemos dado al coronamiento del macizo un espesor de 6 metros. La curva de las presiones pasa entónces por el tercio de la base del enrocado. La hoja 11 indica suficientemente la continuacion de las operaciones.

## 2.º CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DE LOS BLOQUES ARTIFICIALES DE DEFENSA.

Como el enrocado se compone de piedras independientes unas de otras i el cálculo precedente supone que la totalidad forma un cuerpo cuyas partes son solidarias, es de toda importancia que el revestimiento de bloques artificiales proteja eficazmente el macizo contra la accion de las olas, i que, por consiguiente, estos bloques artificiales estén ellos mismos inmóviles.

Para determinar sus dimensiones, observemos primeramente que el centro de presion está en el tercio de la altura a partir de la base. El punto G (fig. 19) es, pues, el de aplicacion de la fuerza representativa de la accion de la ola.

Fig. 19.



Hemos operado como lo hicimos precedentemente cuando se trató de determinar las dimensiones del macizo de enrocados, i para ésto, hemos construido la curva de las presio-

siones. (Véase hoja 11.)

Las dimensiones de nuestros bloques (4,50<sup>m</sup> de largo, 2<sup>m</sup> de ancho i 2<sup>m</sup> de altura) son tales, que esta curva pasa aproximadamente por el tercio de la base. Hai ahí seguridad sobre la estabilidad de la obra.

## 3.º CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DE LOS BLOQUES DEL MALECON.

La altura máxima de los bloques artificiales sobrepuestos i de las albañilerías, es para los 1.<sup>os</sup> de 6,00<sup>m</sup> i para los 2.<sup>os</sup> de 3,00<sup>m</sup>, sea un total de 9<sup>m</sup> de altura de muralla al máximum. Como estos bloques se encuentran en una agua tranquila, puede dárseles por espesor solo los 0,39 de la altura. Sea  $0,39 \times 9^m = 3,51^m$ . Es la di-

mension que les hemos asignado. Sus demas dimensiones son: largo 2,00<sup>m</sup>, altura 1,50<sup>m</sup>. Estos bloques miden, pues, cada uno un volúmen de  $3,50 \times 2,00 \times 1,50 = 10,500.^{m^3}$

## NUM. 7.

## Série de aplicacion de los precios.

## PRECIOS DE APLICACION.

*Albanilería de bloques artificiales.*

## 1.º Cal hidráulica i morteros.

Los morteros que deban servir a la confeccion de los bloques artificiales, contendrán 350 kilogramos de cal hidráulica del Theil por metro cúbico de arena.

Esta cifra corresponde a un volúmen mayor que el de los intersticios de la arena; pero es prudente tener un corto exceso de cal.

|                                                                                                           |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| El precio de la cal-hidráulica del Theil es, en Marsella, por tonelada, en el embarcadero.....            | \$ 6, 00    |
| Podrían avaluarse los gastos imprevistos en.....                                                          | » 1, 20     |
| Cambio.....                                                                                               | » 0, 60     |
| Intereses.....                                                                                            | » 0, 24     |
| Comision.....                                                                                             | » 0, 16     |
| Podemos avaluar el flete de Marsella a Valparaiso, por buque de vela, en un máximo de (por tonelada)..... | » 10, 00    |
| (Siendo variable este flete entre 6 i 10 pesos la tonelada, debemos tomar este último precio)             |             |
| El flete desde Valparaiso hasta Constitucion en buques de menor tonelaje, es por tonelada.....            | » 2 00      |
| Avaluando las diversas manipulaciones, por tonelada en.....                                               | » 2 00      |
| El precio de una tonelada de cal será en Constitucion                                                     | <hr/> 22 20 |

Debe contarse con 10% de cal averiada. Por consiguiente, 900 kilogramos de cal en buen estado, cuestan \$ 22, 20 i una tonelada

$$\frac{22, 20 \times 1.000}{900} = \dots\dots\dots \gg 24 66$$

Esta cifra, aunque subida, es notablemente inferior al de los cementos de Portland. Mas aun, dejando a un lado la superioridad incontestable de esta cal, nos sale mucho mas caro a pié de obra que las cales grasas del país, convertidas en cales hidráulicas por la incorporacion de pedacitos de tejas. Su empleo queda, pues, perfectamente justificado. Por otra parte, puede esperarse que una disminucion en el precio del flete no se haria esperar mucho.

Sentado ésto, 1<sup>m3</sup> de mortero contiene:

|                                                         |          |
|---------------------------------------------------------|----------|
| 1 <sup>m3</sup> de arena a \$ 0,52, sea.....            | \$ 0, 52 |
| 350 kilogramos cal hidráulica a \$ 24,66 la tonelada. » | 8, 63    |
| Mano de obra de fabricacion, por tonelada.....          | » 0, 36  |
| Herramientas.....                                       | » 0, 04  |

---

Costo de 1<sup>m3</sup> de mortero de cal hidráulica del  
Theil..... \$ 9, 55

## 2.º *Bloques artificiales i mazonería con mortero de cal hidráulica.*

Para la confeccion de bloques artificiales, sabemos experimentalmente que un metro cúbico de mazonería de morrillos brutos encierra 42% de mortero (comprendiendo el enlucido de las caras superior e inferior.)

Esta cifra de 42% es el resultado de experimentos hechos en los trabajos de Esmirna, sobre 50,000 metros cúbicos de mazonería hidráulica.

Un metro cúbico de bloques artificiales se compondrá, pues:

- 1.º de 1<sup>m3</sup> de morrillos escojidos de aristas enteras a \$ 1, 10
- 2.º de 0, <sup>m3</sup>42 de mortero a \$ 9,55 el metro cúbico..... » 4, 01
- La mano de obra de 1 metro cúbico de mazonería hidráulica es..... » 0, 77

Gastos de herramientas..... \$ 0, 03

El precio de costo de un metro cúbico de mazonería  
de bloques artificiales con mortero de cal hidráulica, es, pues..... \$ 5, 91

En cuanto a las mazonerías que deberán efectuarse directamente en el mar, como son los trabajos de sujeción, difíciles, i en los que se pierde mucho mortero, su precio deberá aumentarse en un 25%.

Costarán, pues, \$ 5,91 + 1,47 el metro cúbico = ..... \$ 7, 38

### 3.º *Cemento, bloques artificiales i mazonería con mortero de cemento.*

Hemos dicho que una parte de los bloques artificiales (sobre todo entre la piedra *Los Lobos* i *Las Ventanas*) deberían ser ejecutados de mazonería con mortero de cemento (cemento de Portland u otro cualquiera equivalente.)

La mezcla deberá, pues, componerse de un volumen de cemento por dos de arena.

El precio de la tonelada de cemento en el lugar de  
extracción es de..... \$ 20, 00  
Los gastos imprevistos pueden avaluarse en..... » 1, 29  
Cambio..... » 2, 00  
Intereses..... » 0, 80  
Comision..... » 0, 60  
Flet..... » 8, 00  
Gastos imprevistos en Valparaíso..... » 2, 00  
Trasporte de Valparaíso a Constitución en buques  
de menor tonelaje..... » 2, 00  
Desembarco en Constitución..... » 1, 00  
Almacenaje, gastos imprevistos, etc..... » 1, 00

Contando con 10% de cemento averiado, 900 kiló-  
gramos cuestan, pues..... \$ 38, 60

El precio de la tonelada será pues  $\frac{38,60 \times 1000}{900} = \$ 42 \ 89$

Mortero de cemento.

Un metro cúbico de cemento contendrá:

|                                                                                               |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| $\frac{1}{2}$ metro cúbico de cemento pesando 480 kilógramos a \$ 42,89 la tonelada. (*)..... | » 20, 60  |
| 1 metro cúbico de arena a \$0, 52.....                                                        | » 0, 52   |
| Mano de obra, herramientas.....                                                               | » 0, 44   |
|                                                                                               | <hr/>     |
|                                                                                               | \$ 21, 56 |

Hai un exceso de volúmen del cemento sobre los huecos de la arena i este exceso seria de  $\frac{1}{6}$  de metro cúbico ( $\frac{1}{2} - \frac{1}{3}$ ), si no hubiese contraccion.

En efecto, los 480 kilógramos de cemento se invierten en  $0,^{m3}415$ .

Tenemos, pues, en realidad un sobrante de cemento de  $0,^{m3}415 - 0,^{m3}333 = 0,^{m3}082$ . Por consiguiente,  $1,^{m3}082$  de mortero de cemento cuesta \$ 21,56, lo que da para el valor del metro cúbico..... » 19,91

*Bloques artificiales i mazonería con mortero de cemento.*

Un metro cúbico de mazonería de bloques artificiales se compondrá, pues:

|                                                                                     |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1.º de $1^{m3}$ de morrillos escojidos a.....                                       | \$ 1, 10         |
| 2.º de $0,^{m3}42$ de mortero de cemento a \$ 19, 91 el metro cúbico.....           | » 8, 36          |
| Mano de obra.....                                                                   | » 0, 77          |
| Gasto en herramientas.....                                                          | » 0, 03          |
|                                                                                     | <hr/>            |
| Costo de $1^{m3}$ de mazonería de bloques artificiales con mortero de cemento... .. | <u>\$ 10, 26</u> |

[\*] Los cementos empleados deberán ser de solidificación rápida, i éstos son los mas livianos.—Los cementos de solidificación lenta pesan 1.250 kilógramos el metro cúbico.

Para las mazonerías que deberán ser efectuadas directamente en el mar, se debe agregar un 25 % o sea  $\$ 10,26 + 2,56 = \dots\dots\dots \gg 12 \ 82$

---

#### 4.º Precio de costo de la inmersión de los bloques artificiales.

El precio de costo de la inmersión de los bloques artificiales es de \$ 3,20 el metro cúbico entre *Las Ventanas* i la piedra *Los Lobos* i de \$ 2,50 el metro cúbico para los demás trabajos.

Un metro cúbico de bloque artificial con mortero de cal hidráulica del Theil, sumerjido, costará, pues,

en el 1.º caso  $\$ 5,91 + 3,20 = \$ 9,11$

en el 2.º caso  $\gg 5,91 + 2,50 = \gg 8,41$

Para los bloques artificiales con mortero de cemento, el precio de un metro cúbico sumerjido, será:

Entre *Las Ventanas* i *Los Lobos*  $\$ 10,26 + 3,20 = \$ 13,46$ .

Para los demás trabajos  $\gg 10,26 + 2,50 = \gg 12,76$ .

#### 5.º Dragajes.

El precio de costo del metro cúbico de productos dragados de fundación (trabajo de sujeción) será..... \$ 0, 40

En masas, el metro cúbico costará.....  $\gg 0, 36$

Este precio no toma en cuenta el gasto de la draga i de sus anexos, cuya misión no se limitará al puerto de Constitución, pues se estenderá también a los puertos de Lebu i de Valparaíso.

#### 6.º Terraplenes.

El terraplen costará \$ 0,60 el metro cúbico.

Se compondrá de escombros de cantera i de productos de dragaje.

## DIMENSIONES MÉTRICAS DE LAS OBRAS.

## § 1.º MOLO SUR.

## Enrocados de 1.ª i 2.ª categorías.—Núcleo del macizo.

| NÚMS. DE LOS PERFILES.                          | SUPERFICIE DE LOS PERFILES.                            | PROMEDIOS DE LAS SUPERFICIES DE LOS PERFILES. | DISTANCIA ENTRE LOS PERFILES. | CUBICACION DE ENROCADOS ENTRE PERFILES. | CUBICACIONES TOTALES.    | OBSERVACIONES.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                               | 52, m <sup>2</sup> 00                                  | $\frac{25+71,25}{2} = 61,625$                 | 33, m00                       | 2033, m <sup>3</sup> 625                | 4672, m <sup>3</sup> 500 | El volumen total del núcleo de enrocados de 1.ª i 2.ª categorías es V. Guardando estas categorías las razones de $\frac{3}{5}$ i $\frac{2}{5}$ , tendremos los cubos correspondientes dividiendo V en partes proporcionales a 3 i a 2.<br>1.ª cat. $\frac{3}{5} \times 5500, m^3_{250} = 3300, m^3_{150}$<br>2.ª cat. $\frac{2}{5} \times 5500, m^3_{250} = 2200, m^3_{100}$<br>Total. = 5500, 250 |
| 2                                               | 71, 25                                                 | $\frac{71,25+99}{2} = 85,125$                 | 31, 00                        | 2638, 875                               |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 3                                               | 99, 00                                                 |                                               |                               |                                         |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 1                                               | Entre las rocas del sur (lado de la Caleta.)<br>19, 25 | 19,25                                         | 43, 00                        | 827, 750                                | 827, 750                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Total de enrocados de 1.ª i 2.ª categorías..... |                                                        |                                               |                               |                                         | 5500, 250                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Enrocados de 3.ª categoría.                     |                                                        |                                               |                               |                                         |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 1                                               | 75,75                                                  | $\frac{75,75+86,75}{2} = 81,25$               | 33,00                         | 2681,250                                | 5595,250                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2                                               | 86,75                                                  | $\frac{86,75+101,25}{2} = 94,00$              | 31,00                         | 2914,000                                |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 3                                               | 101,25                                                 |                                               |                               |                                         |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 1                                               | Entre las rocas del sur (lado de la Caleta.)<br>53,25  | 53,25                                         | 43,00                         | 2289,750                                | 2289,750                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Total de enrocados de 3.ª categoría.....        |                                                        |                                               |                               |                                         | 7885,000                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

(Continuacion.)

| NÚM. DE LOS PERFILES.                                    | SUPERFICIE DE LOS PERFILES. | PROMEDIOS DE LAS SUPERFICIES DE LOS PERFILES. | DISTANCIA ENTRE LOS PERFILES.                 | CUBICACION DE ENROCADOS ENTRE PERFILES. | CUBICACIONES TOTALES. | OBSERVACIONES.                                       |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------|
| <b>Bloques artificiales con mortero de cemento.</b>      |                             |                                               |                                               |                                         |                       |                                                      |
| 1.º de $3,^m50 \times 2,^m00 \times 1,^m50$              |                             |                                               |                                               |                                         |                       |                                                      |
| Entre las rocas del Sur (lado de la Caleta.)             |                             |                                               |                                               |                                         |                       |                                                      |
| 1                                                        | 21, <sup>m</sup> 200        | 21, <sup>m</sup> 200                          | 43, <sup>m</sup> 00                           | 903, <sup>m</sup> 300                   | 903, <sup>m</sup> 300 | Este cubo corresponde a un total como de 86 bloques. |
|                                                          |                             |                                               | 2.º de $4,^m50 \times 2,^m00 \times 2,^m00$ . |                                         |                       |                                                      |
| 1                                                        | 108,00                      | $\frac{108,00 + 117,00}{2} = 112,50$          | 33,00                                         | 3712,500                                | 7618,500              | Este cubo corresponde como a 423 bloques.            |
| 2                                                        | 117,00                      | $\frac{117,00 + 135,00}{2} = 126,00$          | 31,00                                         | 3906,000                                |                       |                                                      |
| 3                                                        | 135,00                      |                                               |                                               |                                         |                       |                                                      |
| Total de bloques artificiales con mortero de cemento.... |                             |                                               |                                               | 8521,500                                |                       |                                                      |
| <b>Union de los molos con las rocas existentes.</b>      |                             |                                               |                                               |                                         |                       |                                                      |
| Mazoneria con mortero de cemento.                        |                             |                                               |                                               |                                         |                       |                                                      |
| 8,06                                                     | Superficie calculada        | 2,00                                          | 16,12                                         |                                         |                       |                                                      |
| Total de una union.....                                  |                             |                                               |                                               | 16,12                                   | 161,200               |                                                      |
| Para 10 uniones semejantes.....                          |                             |                                               |                                               | $16,12 \times 10 =$                     |                       |                                                      |

**§ 2 MOLO NORTE.**  
**Dragaje de las fundaciones.**  
 Cabezo oriental del molo Norte.

| NUMS. DE LOS PERFILES. | SUPERFICIE DE LOS PERFILES. | PROMEDIOS DE LAS SUPERFICIES DE LOS PERFILES. | DISTANCIA ENTRE LOS PERFILES. | CUBICACION DE EXHOCADOS ENTRE PERFILES. | CUBICACIONES TOTALES.     | OBSERVACIONES. |
|------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------|----------------|
| 1                      | 40 m <sup>2</sup> 25        | 40,25 + 37,95                                 | 5 m 50                        | 221, m <sup>3</sup> 375                 |                           |                |
| 2                      | 3 7,95                      | $\frac{2}{2} = 39,10$                         | 30,00                         | 1173,000                                |                           |                |
| 3                      | 38, 00                      | $\frac{37,95 + 38,00}{2} = 37,975$            | 20,00                         | 759,500                                 |                           |                |
| 4                      | 37, 50                      | $\frac{38,00 + 37,50}{2} = 37,75$             | 20,00                         | 755,000                                 |                           |                |
| 5                      | 81, 13                      | $\frac{37,50 + 81,13}{2} = 59,315$            | 81,00                         | 9610,030                                |                           |                |
| 6                      | 127, 60                     | $\frac{181,13 + 127,60}{2} = 104,37$          | 47,00                         | 4095,155                                |                           |                |
| 7                      | 124, 20                     | $\frac{127,60 + 124,20}{2} = 125,80$          | 136,50                        | 17185,350                               |                           |                |
| 8                      | 124, 20                     |                                               |                               |                                         |                           |                |
| Total del dragaje..... |                             |                                               |                               |                                         | 34609, m <sup>3</sup> 410 |                |

Enrocados de 1.<sup>a</sup> i 2.<sup>a</sup> categorías.

| NÚMS. DE LOS PERFILES.                                                  | SUPERFICIE DE LOS PERFILES. | PROMEDIOS DE LAS SUPERFICIES DE LOS PERFILES.                                   | DISTANCIA ENTRE LOS PERFILES. | CUBICACION DE ENROCADOS ENTRE PERFILES. | CUBICACIONES TOTALES. | OBSERVACIONES.                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                       | 44,50                       | $\frac{3,14 \times 9,200 \times 1,80}{2}$<br>$\frac{44,50 + 56,25}{2} = 50,375$ | 30,00                         | 254,340                                 |                       |                                                                                                                                |
| 2                                                                       |                             |                                                                                 |                               | 1511,250                                |                       |                                                                                                                                |
| 3                                                                       | 56,25                       | $\frac{56,25 + 42,00}{2} = 49,125$                                              | 20,00                         | 982,600                                 |                       |                                                                                                                                |
| 4                                                                       | 42,00                       | $\frac{42,00 + 34,00}{2} = 38,00$                                               | 20,00                         | 760,000                                 |                       |                                                                                                                                |
| 5                                                                       | 34,00                       | $\frac{34,00 + 97,65}{2} = 65,83$                                               | 81,00                         | 5332,230                                |                       | Cabezo Este.                                                                                                                   |
| 6                                                                       | 97,65                       | $\frac{97,65 + 133,30}{2} = 115,48$                                             | 47,00                         | 5427,560                                |                       | 1. <sup>a</sup> cat. $\frac{3}{5} \times 3331,480 = 1998,888$<br>2. <sup>a</sup> cat. $\frac{2}{5} \times 3331,480 = 1332,592$ |
| 7                                                                       | 133,30<br>135,20            | $\frac{133,30 + 135,20}{2} = 134,25$                                            | 142,00                        | 19063,500                               |                       |                                                                                                                                |
| Total de enrocados de 1. <sup>a</sup> i 2. <sup>a</sup> categorías..... |                             |                                                                                 |                               |                                         | 33331,480             |                                                                                                                                |
| Enrocados de 3. <sup>a</sup> categoría.                                 |                             |                                                                                 |                               |                                         |                       |                                                                                                                                |
| 1                                                                       | 42,00                       | $\frac{42,00 + 43,40}{2} = 42,75$                                               | 30,00                         | 1282,500                                |                       |                                                                                                                                |
| 2                                                                       | 43,50                       | $\frac{43,30 + 38,40}{2} = 40,95$                                               | 20,00                         | 819,000                                 |                       |                                                                                                                                |
| 3                                                                       | 38,40                       |                                                                                 |                               |                                         |                       |                                                                                                                                |

## Mazonería con mortero de cal hidráulica.

| NUMS. DE LOS PERFILES.                                                                                                                   | SUPERFICIE DE PROMEDIOS DE LAS SUPERFICIES DE LOS PERFILES. | DISTANCIA ENTRE LOS PERFILES.    | CUBICACION DE ENROCADOS ENTRE PERFILES. | CUBICACIONES TOTALES.  | OBSERVACIONES.            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|------------------------|---------------------------|
| Muro de malecon de mazoneria sumergible formado de bloques artificiales de 3, <sup>m</sup> 50 × 1, <sup>m</sup> 50 × 2, <sup>m</sup> 00. |                                                             |                                  |                                         |                        |                           |
| Parte del cabeza Este.                                                                                                                   |                                                             |                                  |                                         |                        |                           |
| 1                                                                                                                                        | 10, <sup>m</sup> 250                                        | $\frac{10,50+10,50}{2}=10, m250$ | 30, <sup>m</sup> 00                     | 315, <sup>m</sup> 3000 | Corresponde a 90 bloques. |
| 2                                                                                                                                        | 10,50                                                       | $\frac{10,50+15,75}{2}=13,125$   | 20,00                                   | 262,500                |                           |
| 3                                                                                                                                        | 15,75                                                       | $\frac{15,75+21,00}{2}=18,375$   | 20,00                                   | 367,500                |                           |
| 4                                                                                                                                        | 21,00                                                       |                                  |                                         | 945, <sup>m</sup> 3000 |                           |
| De 4, <sup>m</sup> 00 × 1, <sup>m</sup> 50 × 2, <sup>m</sup> 00                                                                          |                                                             |                                  |                                         |                        |                           |
| 5                                                                                                                                        | 18,00                                                       | $\frac{21,00+18,00}{2}=19,50$    | 81,00                                   | 1579,500               |                           |
| 6                                                                                                                                        | 24,00                                                       | $\frac{24,00+18,00}{2}=21,00$    | 47,00                                   | 987,000                |                           |
| 7                                                                                                                                        | 24,00                                                       | $\frac{24,00+24,00}{2}=24,00$    | 142,00                                  | 3408,000               |                           |
|                                                                                                                                          |                                                             |                                  |                                         | 5974,500               |                           |
|                                                                                                                                          |                                                             |                                  |                                         | 6919,500               |                           |
| Total de mazoneria del muro de malecon sumergible.....                                                                                   |                                                             |                                  |                                         |                        |                           |

## Parapeto o muro de abrigo.

| NUMS. DE LOS PERFILES.      | SUPERFICIE DE LOS PROMEDIOS DE LAS SUPERFICIES DE LOS PERFILES.                                                                                                                        | DISTANCIA ENTRE LOS PERFILES. | CUBICACION DE ENROCADOS ENTRE PERFILES.           | CUBICACIONES TOTALES.                          | OBSERVACIONES.                                                                                                                                            |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             | Plataforma del cabezo Este<br>$3,14 \times 1,90^2 \times 1,50$<br>Superficie calculada en $5,1266 \times 340^{m00}$<br>Plataforma del cabezo Norte<br>$3,14 \times 4,90^2 \times 1,50$ |                               | 17. <sup>m3</sup> 010<br>1924,400<br>113,090<br>— | 1941. <sup>m3</sup> 410<br>113,090<br>2054,500 |                                                                                                                                                           |
|                             | Cubo del parapeto o muro de abrigo                                                                                                                                                     |                               |                                                   |                                                |                                                                                                                                                           |
| § 3.º MALECON DE LA POZA.   |                                                                                                                                                                                        |                               |                                                   |                                                |                                                                                                                                                           |
| Dragaje de las fundaciones. |                                                                                                                                                                                        |                               |                                                   |                                                |                                                                                                                                                           |
| 1                           | 105. <sup>m2</sup> 00                                                                                                                                                                  | 52. <sup>m00</sup>            | 5460. <sup>m3</sup> 000                           |                                                | Las superficies han sido calculadas segun los perfiles medios correspondientes a la mitad de la distancia indicada en la columna núm. 4 de este capítulo. |
| 2                           | 113,75                                                                                                                                                                                 | 13,00                         | 1478,750                                          |                                                |                                                                                                                                                           |
| 3                           | 116,25                                                                                                                                                                                 | 35,00                         | 4068,750                                          |                                                |                                                                                                                                                           |
| 4                           | 125,00                                                                                                                                                                                 | 9,00                          | 1125,000                                          |                                                |                                                                                                                                                           |
| 5                           | 100,00                                                                                                                                                                                 | 10,00                         | 1000,000                                          |                                                |                                                                                                                                                           |
| 6                           | 113,75                                                                                                                                                                                 | 28,00                         | 3185,000                                          |                                                |                                                                                                                                                           |
| 7                           | 122,50                                                                                                                                                                                 | 23,00                         | 2817,500                                          |                                                |                                                                                                                                                           |
| 8                           | 120,00                                                                                                                                                                                 | 15,00                         | 1800,000                                          |                                                |                                                                                                                                                           |

(Continuación.)

| NUMS. DE LOS PERFILES.                                     | SUPERFICIE DE LOS PERFILES.                                                   | PROMEDIOS DE LAS SUPERFICIES DE LOS PERFILES. | DISTANCIA ENTRE LOS PERFILES. | CUBICACION DE NROCADOS ENTRE PERFILES. | CUBICACIONES TOTALES. | OBSERVACIONES. |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|----------------|
| 9                                                          | .....                                                                         | 125, m <sup>2</sup> 00                        | 86, m <sup>00</sup>           | 10750, m <sup>3</sup> 000              |                       |                |
| 10                                                         | .....                                                                         | 142,50                                        | 24,00                         | 3020,000                               |                       |                |
| 11                                                         | .....                                                                         | 137,50                                        | 10,00                         | 1375,000                               |                       |                |
| 12                                                         | .....                                                                         | 145,00                                        | 33,00                         | 4785,000                               |                       |                |
| 13                                                         | .....                                                                         | 150,00                                        | 15,00                         | 2250,000                               |                       |                |
| 14                                                         | .....                                                                         | 145,00                                        | 16,00                         | 2320,000                               |                       |                |
| 15                                                         | .....                                                                         | 130,00                                        | 35,00                         | 4550,000                               |                       |                |
| 16                                                         | .....                                                                         | 135,00                                        | 202,00                        | 27270,000                              |                       |                |
| 17                                                         | .....                                                                         | 120,00                                        | 42,00                         | 5040,000                               |                       |                |
| 18                                                         | .....                                                                         | 125,00                                        | 52,00                         | 1500,000                               |                       |                |
| Total del dragaje.....                                     |                                                                               |                                               |                               |                                        | 83795,000             |                |
| Enrocados de 1. <sup>a</sup> i 2. <sup>a</sup> categorías. |                                                                               |                                               |                               |                                        |                       |                |
| 1                                                          | .....                                                                         | 60,00                                         | 52,00                         | 3120,000                               |                       |                |
|                                                            | $\frac{1}{4}(\pi R^2 H) = \left(\frac{4 \times 3,14 \times 4,5}{12}\right) =$ |                                               |                               | 4,700                                  |                       |                |
| 2                                                          | .....                                                                         | 71,50                                         | 13,00                         | 929,500                                |                       |                |
|                                                            | $\left(\frac{4 \times 3,14 \times 4,5}{12}\right) =$                          |                                               |                               | 4,700                                  |                       |                |

(Continuacion.)

| NÚM. DE LOS<br>SON DE LOS | SUPERFICIE DE<br>LOS PERFILES | PROMEDIOS DE LAS SUPERFICIES DE<br>LOS PERFILES. | DISTANCIA<br>ENTER LOS<br>PERFILES. | CUBICACION DE ENFOCA-<br>DOS ENTRE PERFILES | CUBICACIONES TOTALES. | OBSERVACIONES. |
|---------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------|----------------|
| 3                         | .....                         | 81, <sup>m2</sup> 00                             | 35, <sup>m</sup> 00                 | 2835, <sup>m3</sup> 000                     |                       |                |
| 4                         | .....                         | 87,50                                            | 9,00                                | 787,500                                     |                       |                |
|                           |                               | $(\frac{4 \times 3,14 \times 5}{12}) =$          |                                     | 5,240                                       |                       |                |
| 5                         | .....                         | 94,25                                            | 10,00                               | 942,500                                     |                       |                |
| 6                         | .....                         | 108,50                                           | 28,00                               | 3038,000                                    |                       |                |
| 7                         | .....                         | 120,00                                           | 23,00                               | 2760,000                                    |                       |                |
|                           |                               | $(\frac{4 \times 3,14 \times 7,50}{12}) =$       |                                     | 7,950                                       |                       |                |
| 8                         | .....                         | 140,25                                           | 15,00                               | 2103,750                                    |                       |                |
| 9                         | .....                         | 86,45                                            | 86,00                               | 7434,700                                    |                       |                |
| 10                        | .....                         | 86,45                                            | 24,00                               | 2064,800                                    |                       |                |
| 11                        | .....                         | 114,90                                           | 10,00                               | 1149,000                                    |                       |                |
|                           |                               | $(\frac{4 \times 3,14 \times 7,15}{12}) =$       |                                     | 7,470                                       |                       |                |
| 12                        | .....                         | 114,40                                           | 33,00                               | 3775,200                                    |                       |                |
| 13                        | .....                         | 81,00                                            | 15,00                               | 1205,000                                    |                       |                |
| 14                        | .....                         | 94,25                                            | 16,00                               | 1508,000                                    |                       |                |
|                           |                               | $(\frac{4 \times 3,14 \times 6,5}{12}) =$        |                                     | 6,810                                       |                       |                |

(Continuacion.)

| NÚM. DE LOS PERFILES.                           | SUPERFICIE DE LOS PERFILES. | PROMEDIOS DE LAS SUPERFICIES DE LOS PERFILES. | DISTANCIA ENTRE LOS PERFILES. | CUBICACION DE ENROCADOS ENTRE PERFILES. | CUBICACIONES TOTALES. | OBSERVACIONES.                                                                                                 |
|-------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15                                              | .....                       | 87, m <sup>2</sup> 50                         | 35, m <sup>00</sup>           | 3063, m <sup>3</sup> 500                |                       |                                                                                                                |
| 16                                              | .....                       | 76,19                                         | 202,00                        | 15390,380                               |                       |                                                                                                                |
| 17                                              | .....                       | 87,50                                         | 42,00                         | 3675,000                                |                       |                                                                                                                |
|                                                 |                             | $(4 \times 3,14 \times 7,15) = \frac{12}{12}$ |                               | 6,540                                   |                       |                                                                                                                |
| 18                                              | .....                       | 132,00                                        | 52,00                         | 6864,000                                |                       |                                                                                                                |
| Total de enrocados de 1.ª i 2.ª categorías..... |                             |                                               |                               |                                         |                       | 1.ª cat $\frac{3}{2} \times 62789, m^3 2403673, m^3 544$<br>2.ª cat. $\frac{2}{5} \times 62789, 24035115, 696$ |
|                                                 |                             |                                               |                               |                                         |                       | Total igual..... 62789, 240                                                                                    |
| Enrocados de 3.ª categoría.                     |                             |                                               |                               |                                         |                       |                                                                                                                |
| 1                                               | .....                       | 13, m <sup>2</sup> 42                         | 52, m <sup>00</sup>           | 696, m <sup>3</sup> 840                 |                       |                                                                                                                |
| 2                                               | .....                       | 14,37                                         | 13,00                         | 186,940                                 |                       |                                                                                                                |
| 3                                               | .....                       | 22,50                                         | 35,00                         | 787,500                                 |                       |                                                                                                                |
| 4                                               | .....                       | 29,75                                         | 9,00                          | 267,750                                 |                       |                                                                                                                |
| 5                                               | .....                       | 33,25                                         | 10,00                         | 332,500                                 |                       |                                                                                                                |
| 6                                               | .....                       | 40,25                                         | 28,00                         | 1127,000                                |                       |                                                                                                                |
| 7                                               | .....                       | 28,75                                         | 23,00                         | 661,250                                 |                       |                                                                                                                |
| 8                                               | .....                       | 33,60                                         | 15,00                         | 504,000                                 |                       |                                                                                                                |
| 9                                               | .....                       | 33,28                                         | 86,00                         | 2862,080                                |                       |                                                                                                                |
| 10                                              | .....                       | 40,00                                         | 24,00                         | 960,000                                 |                       |                                                                                                                |

(Continuacion.)

| NUM. DE LOS PERFILES.                                                              | SUPERFICIE DE LOS PERFILES | PROMEDIOS DE LAS SUPERFICIES DE LOS PERFILES. | DISTANCIA ENTRE LOS PERFILES. | CUBICACION DE ENROCADOS ENTRE PERFILES | CUBICACIONES TOTALES. | OBSERVACIONES. |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|----------------|
| 11                                                                                 | .....                      | 27, m <sup>2</sup> 50                         | 10, m <sup>2</sup> 00         | 275, m <sup>3</sup> 000                |                       |                |
| 12                                                                                 | .....                      | 27,50                                         | 33,00                         | 907,500                                |                       |                |
| 13                                                                                 | .....                      | 22,50                                         | 15,00                         | 337,500                                |                       |                |
| 14                                                                                 | .....                      | 31,50                                         | 16,00                         | 504,000                                |                       |                |
| 15                                                                                 | .....                      | 29,75                                         | 35,00                         | 1041,350                               |                       |                |
| 16                                                                                 | .....                      | 18,45                                         | 202,00                        | 3726,900                               |                       |                |
| 17                                                                                 | .....                      | 31,50                                         | 42,00                         | 1323,000                               |                       |                |
| 18                                                                                 | .....                      | 31,18                                         | 52,00                         | 1621,360                               |                       |                |
| Total del enrocado de 1.ª categoría.....                                           |                            |                                               |                               |                                        | 18122,370             |                |
| <b>Terraplen formado con los productos del dragaje i los escombros de cantera.</b> |                            |                                               |                               |                                        |                       |                |
| 1                                                                                  | .....                      | 20,65                                         | 52,00                         | 1073,800                               |                       |                |
| 2                                                                                  | .....                      | 45,00                                         | 13,00                         | 585,000                                |                       |                |
| 3                                                                                  | .....                      | 72,00                                         | 35,00                         | 2520,000                               |                       |                |
| 4                                                                                  | .....                      | 95,00                                         | 9,00                          | 855,000                                |                       |                |
| 5                                                                                  | .....                      | 118,25                                        | 10,00                         | 1182,500                               |                       |                |
| 6                                                                                  | .....                      | 148,05                                        | 28,00                         | 4145,400                               |                       |                |
| 7                                                                                  | .....                      | 221,00                                        | 23,00                         | 5083,000                               |                       |                |
| 8                                                                                  | .....                      | 245,00                                        | 15,00                         | 3675,000                               |                       |                |
| 9                                                                                  | .....                      | 261,45                                        | 86,00                         | 22484,700                              |                       |                |

(Continuacion.)

| NUMS. DE LOS PERFILES.                                                                                                          | SUPERFICIE DE PROMEDIOS DE LAS SUPERFICIES DE LOS PERFILES. | DISTANCIA ENTRE LOS PERFILES. | CUBICACION DE ENROCADOS ENTRE PERFILES. | CUBICACIONES TOTALES. | OBSERVACIONES. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------|----------------|
| 10                                                                                                                              | 255,20                                                      | 24,00                         | 6124,3800                               | 68301,3700            |                |
| 11                                                                                                                              | 154,00                                                      | 10,00                         | 1540,000                                |                       |                |
| 12                                                                                                                              | 154,00                                                      | 33,00                         | 5082,000                                |                       |                |
| 13                                                                                                                              | 99,00                                                       | 15,00                         | 1485,000                                |                       |                |
| 14                                                                                                                              | 118,00                                                      | 16,00                         | 1892,000                                |                       |                |
| 15                                                                                                                              | 102,60                                                      | 35,00                         | 3591,000                                |                       |                |
| 16                                                                                                                              | 52,50                                                       | 133,00                        | 6982,500                                |                       |                |
| Total del terraplen.....                                                                                                        |                                                             |                               |                                         |                       |                |
| <p style="text-align: center;"><b>Bloques artificiales de malecon.</b><br/> <b>MAZONERIA CON MORTERO DE CAL HIDRAULICA.</b></p> |                                                             |                               |                                         |                       |                |
| .....                                                                                                                           | 5,25                                                        | 42,50                         | 223,125                                 | 4445,500              |                |
| .....                                                                                                                           | 10,50                                                       | 61,00                         | 644,500                                 |                       |                |
| .....                                                                                                                           | 15,75                                                       | 136,00                        | 2142,000                                |                       |                |
| .....                                                                                                                           | 10,50                                                       | 46,00                         | 483,000                                 |                       |                |
| .....                                                                                                                           | 5,25                                                        | 50,00                         | 262,500                                 |                       |                |
| .....                                                                                                                           | 5,25                                                        | 27,50                         | 144,375                                 |                       |                |
| .....                                                                                                                           | 10,50                                                       | 52,00                         | 546,000                                 |                       |                |
| Total de la mazoneria de bloques artificiales.....                                                                              |                                                             |                               |                                         |                       |                |

## Muro de abrigo.

MAZONERÍA CON MORTERO DE CAL HIDRÁULICA.

| NUM. DE LOS PERFILES.                                                      | SUPERFICIE DE LOS PERFILES. | PROMEDIOS DE LAS SUPERFICIES DE LOS PERFILES. | DISTANCIA ENTRE LOS PERFILES. | CUBICACION DE ENROCADOS ENTRE PERFILES. | CUBICACIONES TOTALES.    | OBSERVACIONES |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|---------------|
| .....                                                                      | .....                       | 5, m <sup>2</sup> 775                         | 700, m                        | 4042, m <sup>3</sup> 500                | 4042, m <sup>3</sup> 500 |               |
| Total de la mazonería del muro ..... § 4.º DIQUE SUMERJIBLE.               |                             |                                               |                               |                                         |                          |               |
| Enrocados de 1.ª i 2.ª categorías.                                         |                             |                                               |                               |                                         |                          |               |
| 1                                                                          | 28,44                       | $\frac{28,44 + 45,15}{2} = 36,80$             | 40,00                         | 1472,000                                |                          |               |
| 2                                                                          | 45,15                       | $\frac{45,15 + 57,38}{2} = 51,265$            | 60,00                         | 3075,900                                |                          |               |
| 3                                                                          | 57,38                       | $\frac{57,38 + 69,21}{2} = 63,295$            | 105,00                        | 6582,680                                |                          |               |
| 4                                                                          | 69,21                       | $\frac{69,21 + 69,21}{2} = 69,21$             | 150,00                        | 10381,500                               |                          |               |
| 5                                                                          | 69,21                       | $\frac{69,21 + 113,75}{2} = 91,48$            | 5,00                          | 457,400                                 |                          |               |
|                                                                            | 113,75                      |                                               |                               |                                         |                          |               |
| .....                                                                      | .....                       | .....                                         | .....                         | 21969,480                               |                          |               |
| Deduciendo el cubo de la mazonería, resulta como volumen de enrocados..... |                             |                                               |                               | 1814,250                                |                          |               |
|                                                                            |                             |                                               |                               |                                         | 20155,230                |               |

(Continuacion.)

| NUMS. DE LOS PERFILES. | SUPERFICIE DE LOS PERFILES.      | PROMEDIOS DE LAS SUPERFICIES DE LOS PERFILES.     | DISTANCIA ENTRE LOS PERFILES. | CUBICACION DE ENROCADOS ENTRE PERFILES. | CUBICACIONES TOTALES. | OBSERVACIONES. |
|------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------|----------------|
|                        | Superficie calculada $5,^{m2}00$ | $\times$                                          | $355,^{m}00 =$                | $1775,^{m3}000$                         |                       |                |
|                        | Cabezo                           | $3,14 \times \overline{2,50}^2 \times 2,^{m}00 =$ | .....                         | $39, 250$                               |                       |                |
|                        | Total de la mazonería.....       | .....                                             | .....                         |                                         | $1814,^{m3}250$       |                |

## NUM. 9.

**Resúmen de las dimensiones métricas de las obras, segun perfiles i detalle estimativo.**

## 1.º MOLO SUR.

|                                                                                                                                              |                         |         |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------|-------------|
| Enrocados 1.ª categoría.....                                                                                                                 | 3300, <sup>m3</sup> 150 | \$ 2,04 | \$ 6.732,31 |
| dº 2.ª dº .....                                                                                                                              | 2200,100                | 2,56    | 5.632,25    |
| dº 3.ª dº .....                                                                                                                              | 7885,000                | 3,10    | 24.443,50   |
| Bloques artificiales con cemento.                                                                                                            | 8521,500                | 13,45   | 114.665,30  |
| Mazonería con mortero de cemento .....                                                                                                       | 161,200                 | 12,82   | 2.066,58    |
| Valor aparente.....                                                                                                                          |                         |         | 153.539,94  |
| Mas un 50% por atascamientos que se pueden prever i materiales fuera de los perfiles de ejecucion. (Memoria Técnica, Cap. XII, páj. 59)..... |                         |         | 76.769,97   |
| Total.....                                                                                                                                   |                         |         | 230.309,91  |

## 2.º MOLO NORTE.

$$L=340,<sup>m00</sup>$$

|                                                                                |                           |      |            |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------|------------|
| Dragado de las fundaciones...                                                  | 34.609, <sup>m3</sup> 410 | 0,40 | 13.843,76  |
| Bloques naturales (enrocados)                                                  |                           |      |            |
| 1.ª categoría.....                                                             | 19.998,888                | 2,04 | 40.797,73  |
| Enrocados 2.ª categoría.....                                                   | 13.332,592                | 2,56 | 34.131,42  |
| Enrocados 3.ª categoría.....                                                   | 24 765,210                | 3,10 | 76.772,15  |
| Bloques artificiales con mortero de cal hidráulica (con piedras perdidas)..... | 41.062,500                | 8,41 | 345.171,35 |
| Bloques artificiales con mortero de cal hidráulica para muro de malecon.....   | 6.919,500                 | 8,41 | 58.165,32  |
| Mazonería con mortero de cal hidráulica.....                                   | 2.054,500                 | 7,38 | 15.166,32  |
| Luz de puerto i casa del guardián.....                                         |                           |      |            |
| Valor aparente.....                                                            |                           |      | 584.048,09 |
| Mas 35% por atascamientos por prever i materiales de ejecucion .....           |                           |      | 204.416,83 |
| Valor real.....                                                                |                           |      | 788.464,92 |

## 3.º MUELLE DE CANALIZACION (LLAMADO DE «LA POZA»).

|                                                                                   |                           |         |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------|--------------|
| Dragaje de las fundiciones (sujeccion).....                                       | 83.795, <sup>m3</sup> 000 | \$ 0,40 | \$ 33.518,00 |
| Enrocados de 1. <sup>a</sup> categoría.....                                       | 37.673,544                | 2,00    | 76.854,03    |
| dº 2. <sup>a</sup> dº .....                                                       | 25.116,696                | 2,56    | 64.296,18    |
| dº 3. <sup>a</sup> dº .....                                                       | 18.122,270                | 3,10    | 56.179,35    |
| Bloques artificiales con mortero de cal hidráulica del Theil.....                 | 4.445,500                 | 8,41    | 37.368,87    |
| Mazonería con mortero de cal hidráulica .....                                     | 4.042,500                 | 7,38    | 29.841,73    |
| Terraplen formado con los escombros de cantera i los productos del dragaje.....   | 68.301,700                | 0,60    | 50.981,02    |
| Valor aparente.....                                                               |                           |         | 339.039,18   |
| Mas un 35% por atascamientos i materiales fuera de los perfiles de ejecucion..... |                           |         | 118.663,71   |
| Valor real.....                                                                   |                           |         | 457.702,89   |

## 4.º DIQUE SUMERJIBLE.

|                                                                                   |                           |      |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------|-----------|
| Enrocados de 1. <sup>a</sup> categoría.....                                       | 12.093, <sup>m3</sup> 120 | 2,40 | 24.669,96 |
| Enrocados de 2. <sup>a</sup> categoría.....                                       | 8.062,110                 | 2,56 | 20.638,92 |
| Mazonería con mortero de cal hidráulica .....                                     | 1.814,250                 | 7,38 | 13.392,79 |
| Valor aparente.....                                                               |                           |      | 58.701,68 |
| Mas un 35% por atascamientos i materiales fuera de los perfiles de ejecucion..... |                           |      | 20.545,59 |
| Valor real.....                                                                   |                           |      | 79.247,27 |

## 5.º DRAGAJES.

|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| 217,000 metros cúbicos a 0,36 = ..... | 78.120,00 |
|---------------------------------------|-----------|

## MEJORAMIENTOS NO INDISPENSABLES.

Una primera prolongacion de 100 metros del molo daria lugar a un suplemento de precios calculado como sigue:

|                                                                                     |                           |         |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------|-------------------|
| Dragaje de las fundaciones....                                                      | 13.655, <sup>m</sup> 3050 | \$ 0,36 | \$ 4.915,82       |
| Enrocados de 1. <sup>a</sup> categoria.....                                         | 8.055,000                 | 2,04    | 16.432,20         |
| Enrocados de 2. <sup>a</sup> categoria .....                                        | 5.370,000                 | 2,56    | 13.747,20         |
| Enrocados de 3. <sup>a</sup> categoria.....                                         | 9,698,000                 | 3,10    | 30.063,80         |
| Bloques artificiales con piedras<br>perdidas i mortero de cal hi-<br>dráulica ..... | 14.400,000                | 8,41    | 121.046,40        |
| Bloques artificiales de malecon                                                     | 2.400,000                 | 8,41    | 20.174,40         |
| Mazonería hidráulica.....                                                           | 566,000                   | 7,38    | 4.178,21          |
| Valor aparente.....                                                                 |                           |         | 210.558,03        |
| Mas 35% por atascamientos i materiales fuera de los<br>perfiles de ejecucion.....   |                           |         | 73.695,31         |
| Valor real.....                                                                     |                           |         | <u>284.253,34</u> |

El molo N. de 440 metros de largo, costaria entónces \$ 1.072.718,26 i la ejecucion del proyecto con este primer mejoramiento costaria..... \$ 2.246.653,33

El 2.<sup>o</sup> mejoramiento, que consiste en un nuevo aumento de longitud de 100 metros del molo N., i en la creacion de un nuevo molo hácia fuera de «Piedra de los Lobos,» de un nuevo molo Sur de 100 metros de largo, exijiria el siguiente suplemento de gastos:

|                          |                   |                                                                                   |
|--------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Para el molo Norte de... | \$ 303.562,80     | Incluso el 35% por atascamientos i materiales fuera de los perfiles de ejecucion. |
| Para el molo Sur de..... | 381.200,40        |                                                                                   |
|                          | 684.763,20        |                                                                                   |
| Dragaje.....             | 55.236,80         |                                                                                   |
| Total.....               | <u>740.000,00</u> |                                                                                   |

La ejecucion del proyecto que resulta de los dos mejoramientos, costaria, pues, \$ 2.246.653,33 + \$740.000,00 = \$2.986.653,33

DETALLE ESTIMATIVO APROXIMADO DEL ANTE-PROYECTO DE PUERTO EN  
LA CALETA.

Comparacion que tiene por objeto hacer resaltar la superioridad del proyecto de puerto en el rio, que presentamos.

|                                                                               |                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Enrocados de 1. <sup>a</sup> categoría....                                    | $380.000,^{m^3}000 \times \$2,04 = \$775.200,00$ |
| Enrocados de 2. <sup>a</sup> categoría....                                    | $200.000,000 \times 2,56 = 512.000,00$           |
| Enrocados de 3. <sup>a</sup> categoría....                                    | $140.000,000 \times 3,10 = 434.000,00$           |
| Bloques artificiales con mor-<br>tero de cal hidráulica.....                  | $140.000,000 \times 8,40 = 1.176.000,00$         |
| Dragajes de mantenimiento<br>capitalizados al 8% .....                        | 375.000,00                                       |
|                                                                               | <hr/>                                            |
|                                                                               | 3.272.200,00                                     |
| Mas 35% por atascamientos<br>previstos en las arenas se-<br>mi-movedizas..... | 981.660,00                                       |
|                                                                               | <hr/>                                            |
|                                                                               | 4.253.860,00                                     |
| Gastos imprevistos.....                                                       | 146.140,00                                       |
| Material náutico (sin la dra-<br>ga).....                                     | 100.000,00                                       |
| Intereses de \$ 100,000 al 8%,<br>por 6 años.....                             | 48.000,00                                        |
| Intereses de los capitales al<br>8%.....                                      | 352.000,00                                       |
|                                                                               | <hr/>                                            |
| Costo aproximado de un<br>puerto en La Caleta....                             | \$ 4.900.000,00                                  |

El presente anexo a la Memoria Técnica levantado por el inje-  
niero hidráulico que suscribe.

Constitucion, junio de 1876.

(Firmado).—*Alfredo Lévêque.*

