

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

NECESARIA PARA TODOS LOS CUERPOS FACULTATIVOS DE OBRAS PÚBLICAS, TORREROS DE FAROS, CONTRATISTAS Y CUANTOS TENGAN RELACIÓN CON AQUÉLLAS

AÑO XLIII

SERIE 6.^a

Carreteras y caminos vecinales, puentes, ferrocarriles, tranvías, canales, ríos, riegos, desecamientos, puertos, alumbrado marítimo, aplicaciones de la electricidad y abastecimiento de aguas.

SE PUBLICA TODOS LOS JUEVES

TOMO II

NÚM. 19.

Redactor-Presidente... Ilmo. Sr. D. Luis Sáinz, Inspector general de primera clase del Cuerpo de Ingenieros de Caminos.
Redactores..... Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.
 D. Luis Gaztelu, Profesor de la Escuela de Caminos.
 D. Manuel Maluquer, Ingeniero del mismo Cuerpo, *Secretario*.
Colaboradores..... Todos los Ingenieros de Caminos.

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9.—Madrid.

SECCION DOCTRINAL

PUERTO DE HUELVA

I

Por Real orden de 26 de Septiembre último se aprobó el proyecto titulado de Ampliación al general de mejora de la navegación del puerto de Huelva presentado por la Junta de Obras de éste y redactado por su actual Ingeniero Director D. Joaquín Rodríguez Leal, que comprende el proyecto y presupuesto de obras interiores, que por razón de contrata asciende á 1.172.702'36 pesetas, así como el de obras exteriores de la canal titulada del «Padre Santo», cuyo presupuesto de contrata asciende á pesetas 2.461.004'29.

En virtud de la misma Real orden se deja sin efecto la de 11 de Agosto de 1880, por la que se aprobó el antiguo proyecto de mejora del puerto, y se declara aceptable la idea que informa el proyecto de mejora de la navegación redactado por el Ingeniero D. Luis Molini, elevado á la Superioridad en 1893, en lo que se refiere al empleo de dragados como sistema para la mejora y sostenimiento de la canal de entrada.

La Junta de Obras del puerto de Huelva ha tenido la atención de remitirnos un folleto impreso denominado: *Refundición compendiada del proyecto de obras de mejora de la navegación del puerto de Huelva*, redactado el año 1891 por el Ingeniero D. Luis Molini, precedido de un extracto del formulado en el año 1878 por el Inspector general D. Carlos María Cortes. Otro folleto aparte contiene la ampliación

que al proyecto del Sr. Molini ha redactado el mencionado Ingeniero Sr. Rodríguez Leal; trabajos ambos muy notables que merecen ser conocidos de nuestros lectores.

A los expresados documentos acompaña un atlas que contiene cuatro planos, que dan completa idea de los diversos puntos objeto de discusión y de las obras propuestas por los diferentes Ingenieros que han intervenido en el proyecto.

En la imposibilidad de reproducir íntegros estos trabajos en el BOLETÍN de la REVISTA, vamos á dar de ellos una ligera idea á nuestros lectores, acompañando la lámina (1) en que se representa las obras exteriores, que es donde se halla lo que en cierto modo podría llamarse llave del puerto de Huelva, y además las únicas de las comprendidas en el proyecto, cuya ejecución ha sido autorizada, y señalada la subasta por la Dirección general de Obras públicas para el 14 de Enero próximo.

II

PROYECTO FORMULADO EL AÑO 1878 POR EL INSPECTOR GENERAL D. CARLOS MARÍA CORTES

Parte el Sr. Cortes del concepto fundamental que el puerto de Huelva pertenece á una *ría* formada por el Odiel y más ó menos influida por la del Tinto.

Considera formado el lecho en la región superior por limo y acarreos fluviales; en la del puerto por lamas y arcillas, y por arena la que arranca en la confluencia de los dos ríos, siendo manejados estos aluviones por las corrientes interiores de marea y la de los ríos; y consigna que estos aterramientos, que en unos puntos han levantado grandes extensiones

(1) Se acompaña á este número.

del lecho, creando en otros tornos y recodos, subdividiendo la corriente en muchos brazos, esteros y canalizos, han constituido una serie de grandes obstáculos á la corriente fluvial y principalmente á la propagación de la marea, que hace difícil y hasta peligrosa la navegación.

Su objetivo era, por consiguiente, que las mareas penetraran en la ría con la mayor facilidad, en el mayor volumen posible y lo más al interior del cauce que fuera dable.

Obras interiores.—En virtud de todo esto proponía la ejecución de las obras necesarias para la rectificación y encauzamiento de la ría y la creación en toda la longitud de la zona influida por la marea, de un cauce único, conoide, sensiblemente rectilíneo y de pendiente constante, cuya conicidad fijaba en un 20 por 1.000.

Para llegar á la realización del cauce único estrechaba las secciones que lo requerían, procurando aterramientos por medio de la colocación en las márgenes de árboles con las copas invertidas, atados á pilotes, utilizando además los dragados para depositarlos en los espacios que había que rellenar.

Obtenidos estos aterramientos, que denominaba márgenes provisionales, se proponía establecer las definitivas, revistiendo los taludes de aquéllas con escollera ó piedra en seco.

Para ensanchar las secciones de la ría que resultaban estrechas y para abrir las numerosas cortas de rectificación proponía abrir, mediante las excavaciones y dragados necesarios, un cauce ó canal inicial de unos 40 metros de anchura y de dos metros de profundidad á baja mar, encomendando después al juego de las corrientes de marea y fluvial el ensanche por socavación, hasta obtener la latitud y profundidad, que según el cauce conoide correspondía á cada punto y que variaba entre 200 y 300 metros y 1^m,60 á 3^m,00 á baja mar.

Para aumentar los efectos de la socavación barreaba con terraplenes revestidos de escolleras los cauces y esteros enlazados con los trozos de ría en que se habían abierto las canales iniciales.

Obras exteriores.—En cuanto á las obras exteriores, fundándose en consideraciones relacionadas con el régimen de las arenas, con la comodidad de la navegación al pasar y abordar la barra, y en la fácil entrada de marea en la ría, proponía la apertura de una nueva boca de salida al mar, situada inmediatamente después de «La Cascajera», en el arranque del bajo del «Manto», que es sumergible en plea, atravesando la canal y bajo de Umbría.

La anchura de la nueva boca era de 850 metros, formada por dos diques de escollera arrojada, revestida de sacos de hormigón.

Para realizar la gran excavación de arenas que supone el establecimiento de esta canal, proponía la apertura por medio de dragados de una inicial situada en el eje, embudada por sus extremidades, de 50 metros de anchura y 3,50 metros de profundidad á baja mar, quedando encomendado el ensanche y au-

mento de profundidad al juego de las mareas y de las aguas fluviales, facilitado, siempre que fuera posible, por la ejecución de dragados.

Para obtener los máximos efectos de socavación en la nueva canal barreaba la que hoy usa la navegación por medio de un terraplén revestido con escollera, que unía el Dique de Levante con la margen izquierda del cauce único, siendo la longitud de este barreaje de 1.600 metros.

Obras de muelles.—Además de las propuestas relativas á las obras de la mejora de la navegación, el Inspector general Sr. Cortes consideró en su proyecto el establecimiento de un muelle de costa de 850 metros de longitud, emplazado en la margen izquierda frente á Huelva, y de una dársena situada entre el referido muelle y la población.

Los muelles y los muros de la dársena debían ser de mampostería con paramentos de sillería, fundados sobre macizos de hormigón y emparrillado, construido sobre el terreno de fangos.

Preferencia de ejecución y presupuesto de las obras.—El Sr. Cortes dividía las obras de su proyecto en dos grupos: Obras de inmediata y urgente ejecución situadas entre la confluencia del Odiel y del Tinto y Gibrleón, dando la preferencia dentro de este grupo, en sentido de aguas arriba á aguas abajo, y obras cuya necesidad de establecimiento le parecía lejana y aun remota, que eran las interiores restantes y todas las exteriores de la barra.

El presupuesto de las obras que contenía el proyecto se presenta en resumen á continuación:

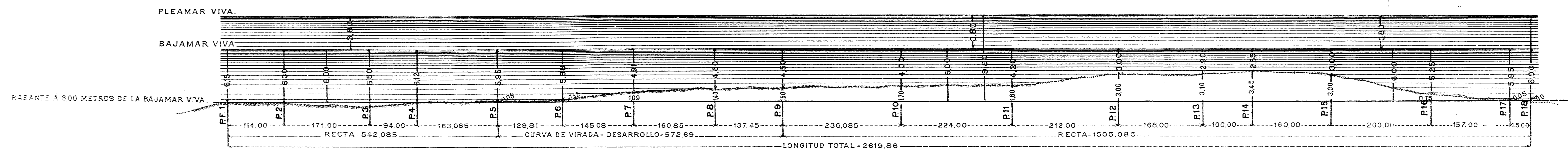
<u>Pesetas.</u>			
<i>Presupuesto de ejecución material...</i>	{ Obras in-	la navega-	
		ción.....	3.417.350,67
	{	De muelle....	8.606.701,88
		{ Obras ex-	De la desem-
	teriores.	bocadura ...	6.848.833,27
TOTAL GENERAL.....			18.872.885,82
<i>Presupuesto de contrata.....</i>			22.075.836,04

Obras del proyecto del Sr. Cortes construidas hasta ahora.—Sobre el proyecto de que acaba de darse una ligera idea, recayó en 11 de Agosto de 1880 una Real orden aprobatoria, de carácter general, toda vez que al dejar sin resolución concreta todas las propuestas en él contenidas y al ordenar sufriera reforma desde lo más principal hasta lo más accesorio, no podía producir en realidad aquellos efectos que lleva en sí todo proyecto general aprobado, relativo á la ejecución ordenada y sucesiva de las obras parciales que forman el conjunto de todo puerto.

Por tal razón, de las obras de mejora de la navegación propuestas por el Sr. Cortes, solo se han ejecutado, como pertenecientes á las de encauzamiento: 1.º Las de apertura de la canal inicial de la corta del terreno del Olivillo, que ha costado 132.237'19 pesetas. 2.º Ciertos dragados en la confrontación de los muelles de Huelva; su importe, 262.523'60 pesetas.

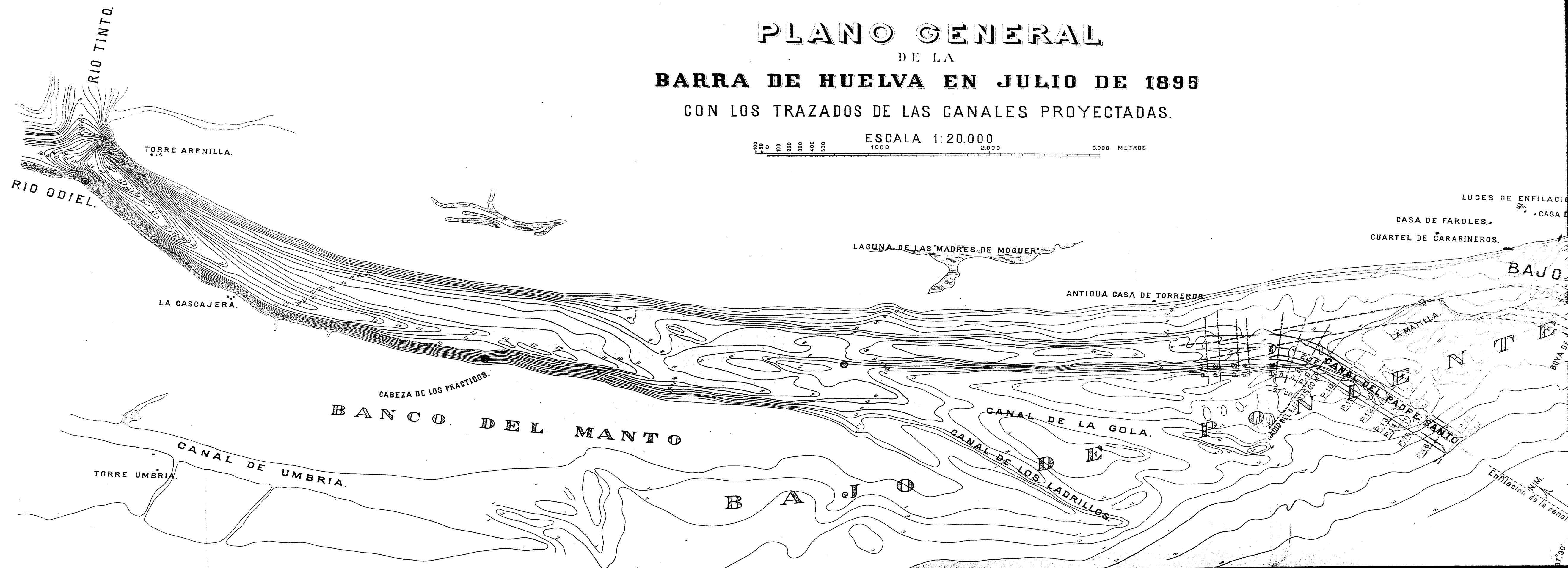
PERFIL LONGITUDINAL POR EL EJE DE LA CANAL PROYECTADA EN LA DEL «PADRE SANTO.»

ESCALAS {Horizontal=1: 5.000
Vertical = 1: 250



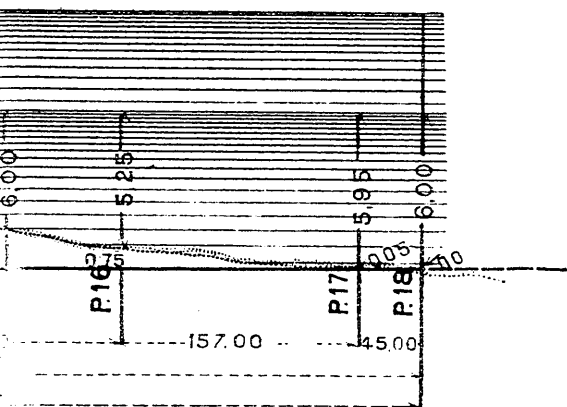
PLANO GENERAL DE LA BARRA DE HUELVA EN JULIO DE 1895 CON LOS TRAZADOS DE LAS CANALES PROYECTADAS.

ESCALA 1:20.000
1000 2000 3000 METROS.



NTO.»

SIGNOS CONVENCIONALES.

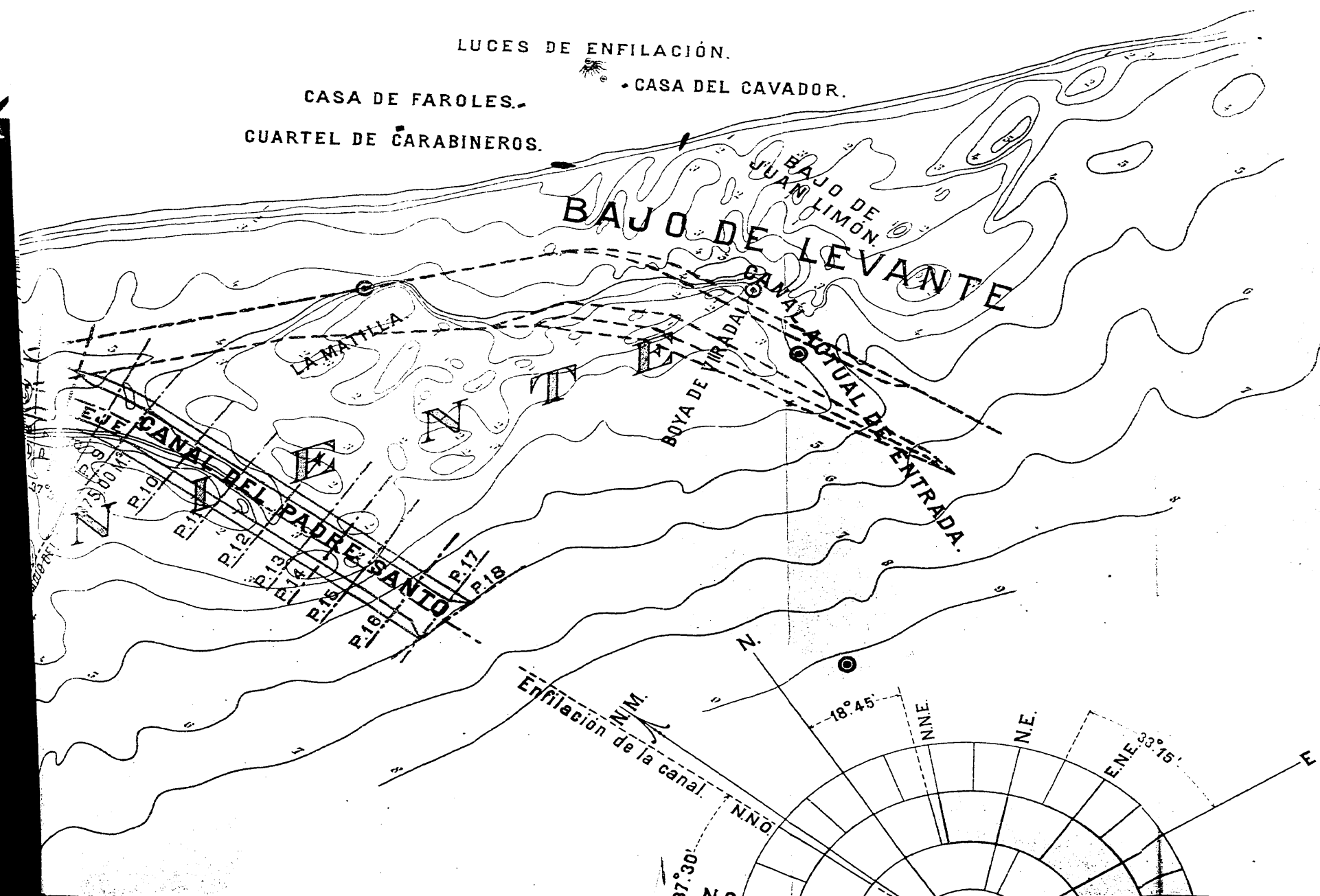


----- Trazado de la canal propuesta en el proyecto del Señor MOLINI segun se halla situada en el plano de la barra del año 1890.

===== Trazado de la canal que se propone en la presente ampliación.

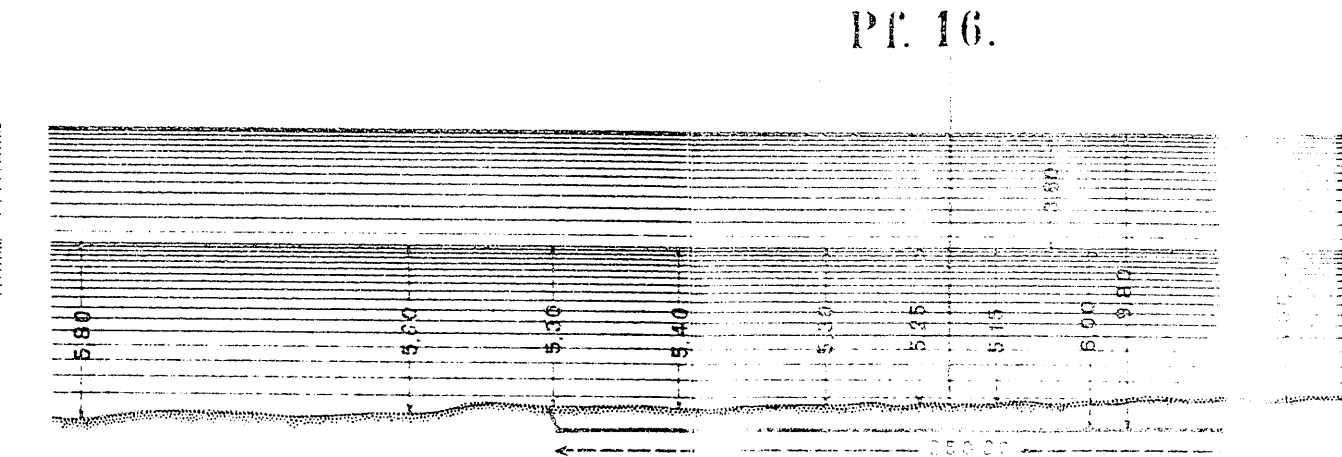
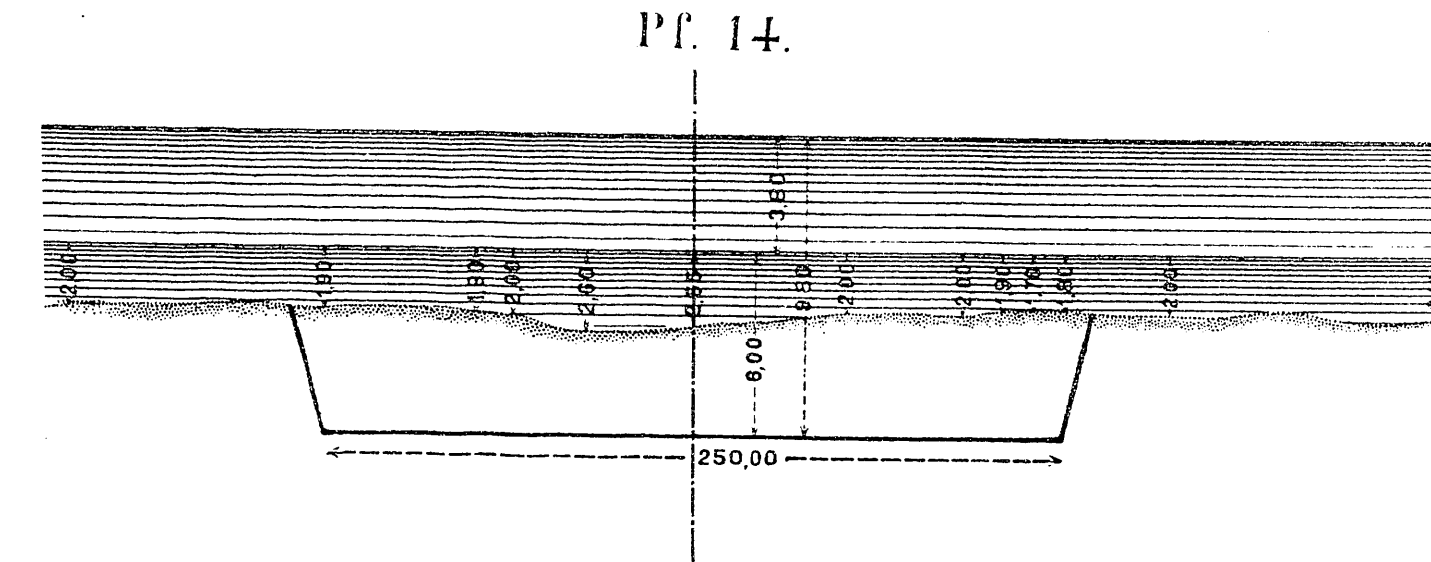
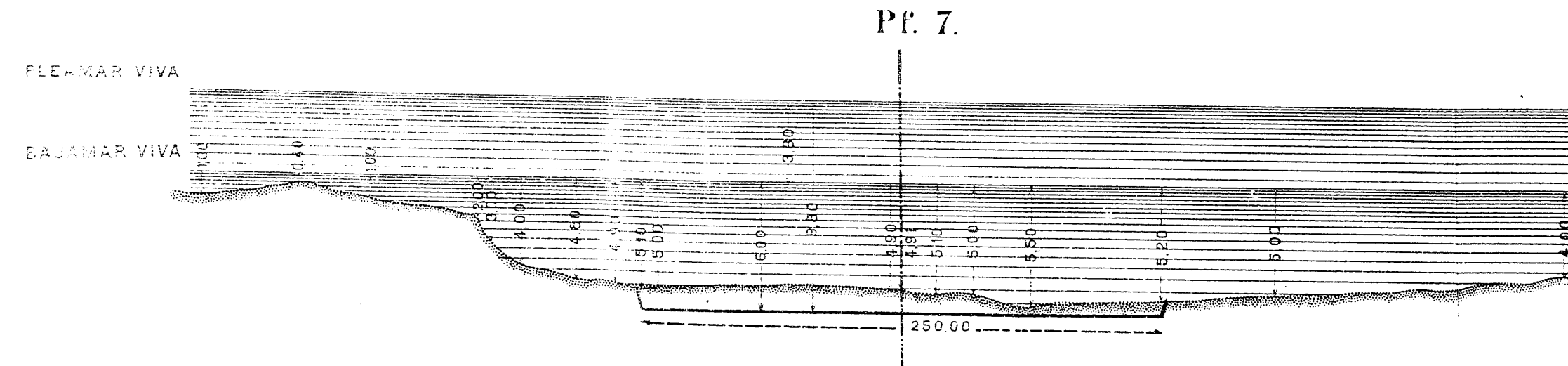
⊙ Boyas luminosas.

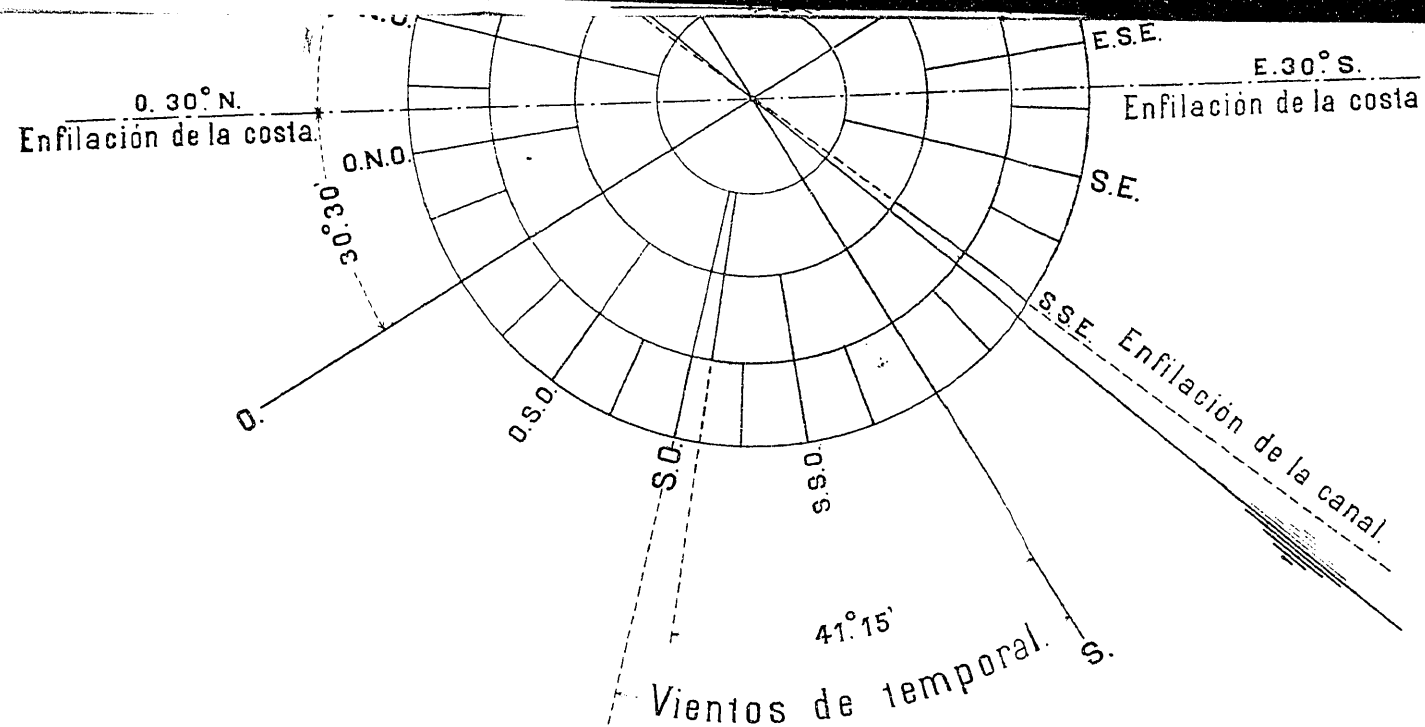
Notas = Las curvas de nivel están referidas á la bajamar viva y expresadas en metros.
La aguada azul indica fondos mayores de 4,00 metros.



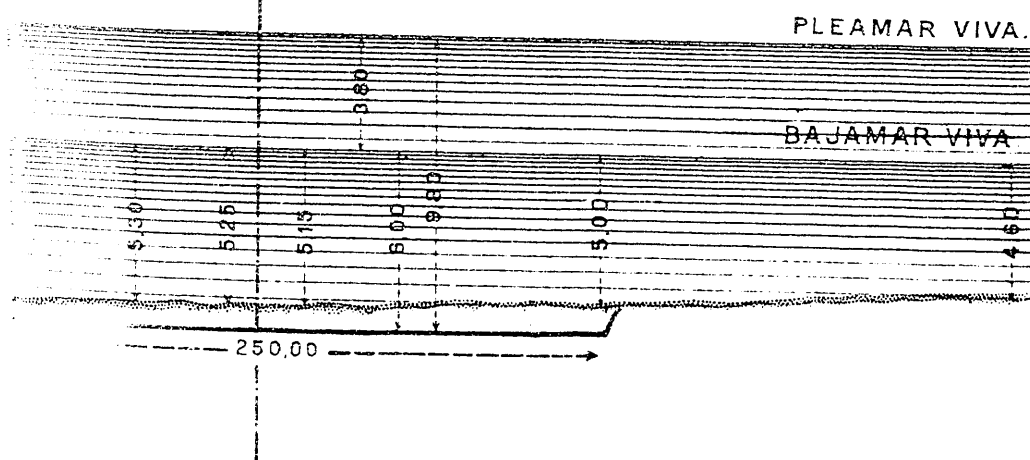
PERFILES TRANSVERSALES DE LA CANAL PROYECTADA EN LA DEL «PADRE SANTO.»

ESCALAS { Horizontal=1:2.500
Vertical = 1:250





Pf. 16.



VIENTOS MANEJABLES.

- ☐ En la enfilación de la canal. $O. \frac{1}{4} SO. \text{ á } NE. \frac{1}{4} E$ por el S.
- ☐ En la enfilación de la costa. $S. 41^{\circ} 15' O. \text{ á } N. 18^{\circ} 45' E.$ por el S.
- ☐ Comunes á ambas enfilaciones $S. 41^{\circ} 15' O. \text{ á } NE. \frac{1}{4} E$ por el S.

Y 3.ª Unos espigones situados sobre la margen izquierda aguas arriba de la ciudad, que sirvieron para vaciar á su abrigo parte de los dragados ejecutados; su coste, 79.861'41 pesetas.

En total, 474.622'20 pesetas.

III

PROYECTO REDACTADO EL AÑO 1891 POR EL INGENIERO
DON LUIS MARÍA MOLINÍ

Justifica el Sr. Moliní la redacción de su proyecto, en que la falta de base de uno aprobado con soluciones precisas hace imposible establecer ninguna obra medianamente importante relacionada con la mejora de la navegación, ni permite dar un paso, por pequeño que sea, para mejorar el puerto de Huelva sin obtener antes la aprobación del proyecto general y sin tener disuntido y aceptado por la Superioridad un plan de ejecución, en cuyo génesis se haya tenido en cuenta todas las conveniencias, relaciones y conexiones técnicas de las obras parciales, las circunstancias económicas y las consideraciones relativas á la satisfacción pronta y legítima de los intereses comerciales, fin primordial que trata de conseguir con el que presenta.

No incluye en el proyecto obras de muelles, en atención á que las de mejora de la navegación, más influyentes que aquéllas en la riqueza y en el tráfico, son mucho más importantes; habiendo además de tener en cuenta que en el puerto de Huelva, según se halla hoy dispuesto, existen instrumentos de trasbordo de potencia de servicio, suficientes para satisfacer por el momento las necesidades actuales y del porvenir inmediato.

Analiza después el tráfico marítimo del puerto, empezando con una reseña de Huelva y de sus vías de comunicación, la importancia y caracteres del tráfico marítimo actual, tratando, por último, del porvenir que probablemente le está reservado, y deduciendo de todo ello que el fin primordial de las obras debe ser mejorar el puerto, de tal modo que sea navegable por los grandes buques modernos de gran calado, ya que por una parte para la navegación que hoy existe no necesita mejora importante alguna, y ya que por otra puede llegarse á conseguir tan importante resultado con los fondos propios que aquél naturalmente ofrece.

De los diferentes datos y cifras que el Sr. Moliní estampa en su memoria para hacer resaltar la importancia del puerto de Huelva, citaremos solo como los más importantes el hecho de llegar al puerto dos ferrocarriles de vía ancha, que lo ponen en comunicación con Sevilla y Extremadura, y tres importantísimos de vía estrecha que lo enlazan con las minas de Tharsis, del Buitrón y de la Compañía de Riotinto, pasando el valor de todas las vías de comunicación que se han mencionado y los medios de explotación pertenecientes al tráfico que sirven, de 263 millones de pesetas.

Los ferrocarriles citados terminan en grandes em-

barcaderos, que sirven á un tráfico marítimo anual de 1.300.000 toneladas, cifra que coloca al puerto de Huelva en el tercer lugar de los de España, superándole solamente Bilbao y Barcelona.

El puerto de Huelva es navegado anualmente por 3.700 buques, de un porte medio de 1.500 toneladas de carga, que llevan su tráfico á muchos puertos de Europa y á algunos de los Estados Unidos de América.

La exportación representa en el tráfico total el 84 por 100, la importación el 12; la salida por cabotaje el uno y la entrada el 3 por 100.

Los minerales y sus similares representan el 95 por 100 de la corriente de exportación y los vinos el 4 por 100; caracterizando el tráfico, que está constituido principalmente por estos productos.

Comprende el proyecto de que nos estamos ocupando las obras necesarias para mejorar la navegación en la región marítima interior abrigada de las aguas del mar, que se denominan *Obras interiores*, y las que han de emplearse en la región de la desembocadura situada en el exterior en el mar libre, que denomina *Obras exteriores*.

Obras interiores.—Para justificar las obras interiores que propone en su proyecto, estudia el Sr. Moliní muy detenidamente el régimen de toda la región interior del puerto de Huelva, y después de tratar de cuantos agentes intervienen en él, y muy principalmente de la orografía, hidrología y geología del Odiel y del Tinto, tanto en su región fluvial como en la marítima, y de las mareas, vientos y escarceos en sus cauces, viene á deducir como fundamento capital de todo su estudio, que las regiones marítimas del Odiel y del Tinto son *estuarios claramente definidos*, cuya formación es debida á causas geológicas anteriores á la época actual, no teniendo influencia en ellos la región fluvial de ambos ríos, citando el hecho de que las avenidas de mayor consideración en el Odiel pasan casi desapercibidas á la altura de Huelva, y que el régimen de estos estuarios es actualmente de depósito, proviniendo los insignificantes sedimentos que se forman en ellos de los cauces ó regiones fluviales del Odiel y del Tinto, de donde son arrastrados en pequenísima cantidad los fangos arcillosos de sus márgenes en las épocas de las avenidas.

Las aguas del mar no meten dentro del estuario detritus de ningún género, siendo su acción únicamente de distribución y aun de limpia de los depósitos terrestres, bajo el juego de las corrientes de mareas.

Los sedimentos tenues y fangosos que arrastran las aguas fluviales, van depositándose con mayor intensidad en la región en que terminan las rías del Odiel y Tinto, así como en las regiones marítimas de máxima anchura, en cantidades insignificantes, decreciendo la intensidad de este depósito á medida que van acercándose á la barra, en donde es nulo, porque todas las materias arcillosas que allí llegan salen al mar por el predominio de la vaciante.

Como consecuencia de este estudio deduce: «que la región estuaria de Huelva, aunque no se hiciera en ella ninguna obra que modificara su régimen, podría permanecer sin alteración sensible en su fondo y en todas sus condiciones mucho tiempo, siglos, si continuara penetrando por la boca del estuario la cantidad de marea que hoy entra, y si se evitaran las consecuencias que ocasiona, en la propagación y distribución de la marea por el Odiel, el creciente bajo de la Ballena».

Respecto de este punto singular, estudia también detenidamente el régimen de la confluencia del Odiel y del Tinto, deduciendo que las causas que dan lugar á la formación del bajo de la «Ballena» en el Odiel, y de la «Víbora» en el Tinto, son las revesas de corriente originadas por el encuentro de filetes líquidos con distinta velocidad, que dan lugar al depósito de los sedimentos que forman dichos bajos.

Consecuencia inmediata del régimen general del estuario es la comparación crítica que hace el señor Molini de las obras interiores, propuestas en el proyecto de D. Carlos María Cortes, las que estima improcedentes por completo, puesto que desaparece su fundamento, que era la equivocada idea de considerar el estuario del Odiel como una ría, siendo asimismo innecesarias las obras de mejora de la región irregular del cauce del Odiel en todos los casos, y estimando que existía una gran desproporción entre las exiguas mejoras que trataba de introducir el señor Cortes en el cauce navegable, y el excesivo precio de las obras necesarias para conseguir las, «cuyos procedimientos de ejecución eran ineficaces é inadmisibles» y «hubieran más bien perjudicado que favorecido la navegación y los intereses comerciales del puerto de Huelva.»

Aplicando los principios capitales deducidos del estudio que hace de la parte interior del puerto de Huelva, propone el Sr. Molini las obras de mejora correspondientes, que divide en dos grupos. El 1.º, las requeridas por la moderna navegación con buques de 28 á 30 pies ingleses de calado; y el 2.º el de las de conservación del régimen de la corriente estuaria, presentando, como aspiración definitiva, el conjunto de obras siguientes:

1.º Dragado de apertura de una canal de 100 metros de ancho y 9,06 metros de profundidad á baja viva, próximo al bajo de la «Ballena».

2.º Dragado de todo el fondeadero próximo á los muelles en una cota de 9,00 metros á baja viva.

3.º Dragado del bajo de la «Ballena» hasta hacerlo desaparecer, dejando de 5 metros á bajar viva.

4.º Excavación de los terrenos de la «Cabezuela» hasta la altura de la baja ordinaria.

5.º Dragado en esta misma región de la «Cabezuela» hasta dejar fondos de 5 metros de profundidad á bajar viva.

Y 6.º Construcción de las puntas y márgenes artificiales en las llamadas del «Sebo» y del «Burro» en el estuario del Odiel.

De estas obras, las dos primeras corresponden á

mejora de la navegación, y las cuatro últimas á mejora del régimen.

Obras exteriores.—Para justificar las obras que deben realizarse para la mejora de la barra, empieza el Sr. Molini por hacer la descripción de ésta y canal navegable, considerando como barra la gran formación de arenas sueltas más ó menos sumergible, que en una longitud de 14 kilómetros y orientada en sentido longitudinal E. S. E.—O. N. O. se apoya en la costa firme, en el lugar en que desembocan juntas las corrientes derivadas del mar interior del Odiel y del Tinto, quedando comprendida por la «Isla de Saltes» á Poniente y por el bajo de «Juan Limón» á Levante.

Hay que distinguir en la barra tres elementos principales: el bajo de Poniente, el de Levante y la canal por ellos comprendida. Omitimos el hacer con el autor del proyecto la detallada descripción de estos elementos, porque aunque muy interesantes al objeto no caben dentro de los límites de este artículo, y además puede formarse de ellos concepto bastante aproximado por la lámina que se acompaña, en la cual se representan también los accidentes principales de la barra.

Sólo diremos, respecto á la canal, que en la parte de la misma comprendida entre la «Cascajera» y la boca interior de la antigua canal del «Padre Santo» las variaciones son insensibles y pasan desapercibidas, pudiendo considerarse esta región fija para los efectos de la navegación.

Pero las variaciones son grandes, continuas y apreciables entre la canal del «Padre Santo» y la boca de entrada, variando los veriles en casi todos los temporales, hasta el punto de modificar la derrota de los barcos.

Considera después los *agentes* que influyen en el régimen de la costa de Huelva, y al tratar de los *vientos* más importantes para lo que á la mejora del puerto se refiere, manifiesta que los vientos del tercer cuadrante que en el verano constituyen las virazones, en el invierno se transforman en dominantes de temporal y oscilan entre S. S. O. al O. S. O., vientos los más impetuosos, ya que no los más frecuentes, pero que reinan suficientemente número de días para influir considerablemente en la formación de la costa. Los del S. y S. SO., frecuentes en los meses de Diciembre á Marzo, aunque fuertes suelen durar poco tiempo, y los terrales no tienen importancia en el régimen del mar.

Al tratar de las *olas* aprecia su altura máxima en unos 6,00 metros, su amplitud en 63,00 y la velocidad de 8,40 metros, y admitiendo que el momento de rotura tiene lugar cuando la altura de la ola es igual á la profundidad del agua, establece que en la región marítima de Huelva, las olas de temporal rompen en fondos de 5,00 á 6,00 metros.

Estudia la *marea* y su manera de propagarse, manifestando que se verifica con bastante regularidad, variando la carrera de marea viva entre 2,10 y

3,80 metros; la de la muerta entre 1,37 y 2,00 metros.

El establecimiento de puerto en la barra de Huelva es de 1 hora y 34 minutos, habiendo casi constantemente los llamados suplementos de marca motivados por los vientos, que cuando son vendabales llevan aquellos suplementos hasta 0,80 metros, y los vientos duros del N. y N. O. dan lugar á suplementos negativos de 0,30 de altura.

Acerca de las *corrientes marinas* toma en cuenta: las litorales, las de marea y las accidentales producidas por el viento, y prescindiendo de las primeras por no interesar á la región de la costa del puerto de Huelva, manifiesta que la segunda sigue una marcha general paralela á la costa, siendo su dirección de Levante á Poniente durante el flujo y viceversa en el período del reflujo. Las velocidades máximas en uno y otro caso son: de 0,51 metro por segundo en mareas vivas y 0,25 en mareas muertas.

En la barra, las corrientes de marea presentan algunas particularidades, siendo las más notables el atravesar los bajos en direcciones convergentes desde el mar á la sección transversal de la canal, que en cada momento hace de boca de entrada de marea durante el período ascendente; manifestándose análogo fenómeno, pero en sentido contrario, durante el período de vaciante.

El período de vaciante es como media hora menor que el de creciente.

Las velocidades de corrientes de marea que existen en los diversos trozos de canal y en los distintos períodos de aquélla, dependen, dentro de su intensidad general en cada región de barra, de la profundidad en el punto que se considera.

Por último, tiene en cuenta las corrientes accidentales ocasionadas por los vientos, en que la velocidad, duración y extensión de las zonas de mar en que respectivamente reinan, dependen, naturalmente, de la intensidad de los vientos que las producen, siendo, por consiguiente, las más intensas en todos estos sentidos las debidas á los vendabales del S. al SO., cuya velocidad, según los derroteros, es de 1,03 metros por segundo y que reina en una anchura de la zona de mar, que puede estimarse en 8.797 metros, equivalentes á 4,75 millas, según datos de los marinos y pescadores.

Caracteres geológicos de la costa.—Se describe con bastante detenimiento, y con datos tomados de las memorias publicadas por la Comisión del Mapa geológico de España, los terrenos terciarios y cuaternarios de las costas y los mares de aquellas épocas, deduciendo, de acuerdo con los geólogos, consecuencias importantes para el proyecto, relacionadas con el carácter mineralógico de los fondos del mar, con la orografía submarina y descubierta y con la formación de la costa actual, sus playas, dunas, barras, rías, abras y dársenas, en la parte comprendida entre el Guadiana y el Guadalquivir, para deducir, como resumen, que por el modo de formación geológico de la costa resultan inatacables los fondos inmediata-

mente á Levante del bajo de «Juan Limón», fronterizos al escarpe de la costa y torre del Oro, que ocupa la situación del antiguo «Cabo del Oro», por estar formados por las areniscas y cascajos diluviales, siendo todos los demás de la costa atacables por estar constituidos de arenas cuaternarias, finas y sueltas, y que en el principio de la época cuaternaria las profundidades en las inmediaciones de la «Isla Saltés» debían ser bastante notables frente á la boca del estuario é iban disminuyendo por la costa hacia el Cabo del Oro.

Aterramientos.—Acerca de la importante cuestión que entraña los aterramientos, se hace un estudio muy detenido de la marcha de las arenas y aluviones de la costa y de los fondos próximos al mar hasta la cota de 40,00 metros á baja, desde el Cabo de San Vicente hasta el extremo occidental de la barra de Huelva, en «Punta Umbria». De este estudio y de todas las consideraciones que en él expone el señor Molini, deduce que por Poniente del meridiano de «Punta Umbria», punto más occidental de la barra de Huelva, no llegan arenas á ésta ni por las playas descubiertas, ni de los fondos próximos á la costa ni de los de alta mar.

De igual manera proceden á hacer el estudio de toda la costa y fondos del mar situados á Levante de la barra, desde Tarifa al último elemento del bajo de Levante en las playas de «Juan Limón», para hacer ver que por el lado de Levante llegan algunas pequeñas cantidades de arena, que aunque sean dignas de alguna consideración por sus efectos en la canal de entrada y en la parte respectiva del bajo de Levante, no tienen, ni con mucho, importancia bastante para poder siquiera sospechar que de Levante proviene la cantidad de arena que existe hoy en la formación barra, en su conjunto de bajo de Poniente, de Levante y canal por ellos comprendida.

Analizados los movimientos que experimentan los aluviones de las costas á Poniente y Levante de la barra de Huelva, pasa á estudiar los fenómenos de aterramiento que en esta última tienen lugar, considerando extensa y detalladamente todo lo relativo al modo de formación del bajo de Poniente, del bajo de Levante y al modo de formación de la canal.

Atribuye la formación del bajo de Poniente, como la del bajo de Levante, á las acciones y aterramientos producidos sobre la costa por las rompientes que han tenido lugar durante toda la época geológica actual por los fondos de una profundidad menor de 6,00 metros.

Los resultados de estas rompientes, que como es sabido dependen principalmente de la orientación de las líneas horizontales de la superficie en que rompen las olas, y de la cantidad de aluviones que éstas manejan en cada punto, más ó menos modificados y alterados por circunstancias accidentales y variables en cada lugar, han producido los bajos de Poniente y de Levante en todas sus particularidades, como el autor del proyecto demuestra en el detallado é interesante estudio que hace del régimen de la barra.

Resultando, entre otras cosas, que la forma y relieve del bajo de Levante dependen de la forma y relieve del bajo de Poniente, siendo aquél menos ancho y menos alto, allí donde el de Poniente sea más alto y esté más crecido y viceversa.

Igualmente se desprende también que siempre, y en todos los tiempos, á cada situación del bajo de Poniente ha correspondido un bajo de Levante, y como el primero ha ido avanzando sucesivamente hacia el Oeste, el segundo, ó sea el bajo de Levante, había ido marchando de la misma manera hacia Levante.

Respecto á la canal, manifiesta que está hoy, y ha estado siempre, comprendida entre los dos bajos citados de Poniente y de Levante en todas las posiciones que sucesiva y correlativamente han ido ocupando estos últimos; pues si bien, mientras estas formaciones estaban por fondos de 6,00 metros, á baja no había barra propiamente dicha, así que el bajo de Poniente entró en los fondos de 5,00 á 6,00 metros que no pudo menos de encontrar en su avance hacia el Este, entonces los dos bajos de Poniente y de Levante se juntaron y unieron por aquellos fondos de 6,00 metros primero y después por los próximos á baja, creando verdadera barra con gola, pasando la canal por todos los estados que la han creado los bajos de Poniente y de Levante, y sus fondos, anchura y movilidad, han dependido de aquéllos.

Estudia, por último, el origen y marcha de los aterramientos en la barra, considerando que las arenas provienen como primer origen del Levante de aquella, arrastrado por las rompientes que producen las corrientes de vendabal, que la invasión de arenas y la movilidad de los veriles de la canal señalan dos puntos de máxima movilidad y avance, el primero que camina en sentido N. S. en las proximidades del bajo de «La Matilla» y el segundo del N. O. á S. O. hacia el vértice de las dos alineaciones de la canal, ó sea en la región de la virada, decreciendo la movilidad á uno y otro lado de estos dos puntos singulares.

Que el primer tramo de canal paralelo á la playa hasta las inmediaciones de la boya de virada podía considerarse invariable no ejerciendo acción sobre su fondo las rompientes de todos los vientos, que se limitan á modificar ligeramente el veril Norte adelgazándolo y limpiándolo, y la influencia dominante y sensible de los fondos ahondables está representada por la acción de limpia, que es debida al predominio de las corrientes de vaciante sobre las de creciente.

(Se continuará.)

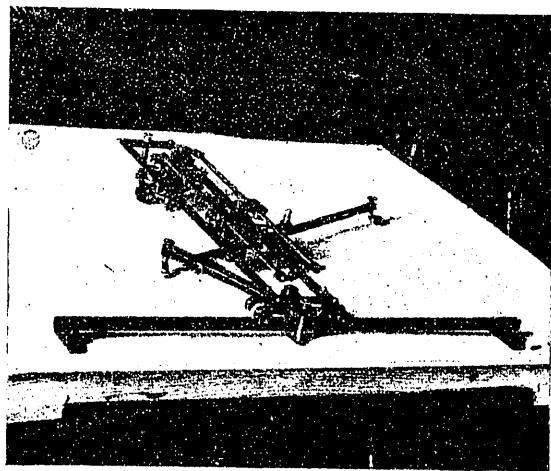


UN NUEVO PLANÍMETRO

La importancia bien reconocida que, así para numerosas aplicaciones prácticas de la ciencia, como para infinidad de estudios especulativos, presenta la operación de valuar con exactitud un área plana de contorno curvilíneo, ha estimulado constantemente á los investigadores científicos con el fin de resolver este problema, que ha recibido muy variadas soluciones.

Una de éstas, única que nos interesa en este trabajo, la suministran los integradores mecánicos. Numerosos aparatos de este género, bien conocidos en los gabinetes científicos, se han imaginado por los constructores, sencillos y económicos los unos, más complicados y costosos otros; pero todos, cual más, cual menos, de resultados un tanto inseguros, á lo que parece, por lo que la elección de un buen planímetro de toda confianza se considera generalmente acompañada de dudas y dificultades.

No es mi ánimo al presente discutir los defectos y las causas de error de los diferentes instrumentos citados que actualmente se encuentran más en uso; son sobradamente conocidas, están de tal modo en la conciencia de cuantos en el particular se interesan, que el detenerme á exponerlas y discutir las lo estimo totalmente ocioso. Solo aspiro con estas consideraciones preliminares á justificar el objeto de este artículo, ó si se quiere, el estudio que lo motiva, á propósito de un nuevo modelo que he acertado á combinar, el cual ofrece, á mi juicio, no escaso interés.



Su principio analítico es totalmente distinto de los que hasta ahora se han utilizado para los modelos ya generalizados. Puede sintetizarse en breves términos, sentando desde luego que reduce el problema de la cuadratura de un área dada al de la rectificación de una curva perfectamente definida, relacionada de modo por demás sencillo con el contorno que limita á aquélla.

Con efecto. Consideremos una curva cualquie-