

# UN POSIBLE PLAN DE MEJORAS DE CÁDIZ Y DE SUS COMUNICACIONES CON EL INTERIOR

Por ANTONIO DURAN TOVAR,  
Ingeniero de Caminos.

*En las páginas 110 y 288 del tomo I de nuestra REVISTA del año pasado, presentó el autor sendos artículos bajo el mismo epígrafe. En el presente se hace un bosquejo de lo que, a juicio del autor, debería ser el gran puerto de la bahía de Cádiz, cuyo proyecto habría de ser objeto de detallados estudios conjuntos de los Ministerios de Obras Públicas y Marina.*

## III

### c) Gran puerto de la bahía de Cádiz.

#### ZONA MÁS CONVENIENTE PARA SU UBICACIÓN.

En 1483, al necesitar la Corona construir un puerto en la bahía de Cádiz, expidió una Real Cédula mandando fuera fundada una población en la comarca de Matagorda, en la que, entre otras cosas, se decía: "porque somos ciertos que hay allí buen puerto, grande y seguro abrigo".

La Comisión designada al efecto señaló como sitio más adecuado el que hoy ocupa Puerto Real, en la ensenada y boca interior del caño del Trocadero, donde, indudablemente, hallaron bastante fondo y no temieron se produjeran aterramientos.

Y así debió ser, hasta que aproximadamente en el año 1553, hallándose ruinoso el puente de Zuazo, ordenó Felipe II su reparación al célebre arquitecto Marín, el cual la llevó a cabo, ejecutando el nuevo puente sobre un cimientado de escollera que, formando prácticamente un azud con la coronación un poco por bajo de la B. M. V. E., impidió la libre circulación del agua por la parte profunda del caño de Sancti-Petri, en su ir y venir entre la bahía y el mar, por efecto de las mareas, y con ello se iniciaron aterramientos progresivos que, partiendo del citado puente, fueron avanzando por ambos lados del mismo, hasta observarse sus efectos por el lado de la bahía en la ensenada y boca interior del Trocadero.

En el año 1755 la Casa de Contratación o Consulado de Indias emprendió las obras de limpieza del caño del Trocadero y la construcción de muelles y careneros.

Por último, en 1861, con motivo de la presentación del proyecto de un puerto en Cádiz, aproximadamente dentro de la zona del actual, la Superioridad, dudando sobre la conveniencia de dicha ubicación, pidió informe al Jefe de la División de Ferrocarriles de Sevilla, el cual propuso el Trocadero (Matagorda) y Puntales como zonas más adecuadas para la construcción del puerto.

No obstante dicho informe, la Superioridad pasó de nuevo este asunto, con todos sus antecedentes, al Ingeniero Jefe de Obras Públicas de Cádiz, para que emitiera su informe, que fué resueltamente favorable a la construcción del puerto en la zona donde se ubica el actual.

Estamos convencidos que, aparte de razones de tipo técnico, fueron de tipo genuinamente local, que no podían concebir el puerto lejos de la población, las que más influyeron en decidir la ubicación actual del mismo.

No hay duda de que nuestros antepasados, desde hace casi quinientos años, nos han venido indicando, según acabamos de ver, y de una manera casi ininterrumpida, la zona de Matagorda como la más conveniente para situar el gran puerto de la bahía de Cádiz; y si analizamos un poco esta zona, que señalamos en la figura 18, veremos tiene las siguientes ventajas:

a) No necesita obras de abrigo en lo que a los temporales del Atlántico se refiere, y en cuanto a los Levantes, la línea de agua es tan pequeña, que las olas que se forman son inofensivas incluso para embarcaciones menores.

b) Grandes calados superiores a los 10 m. en todo el canal de acceso a la Carraca, que la contornea, con una anchura variable entre los 220 m. y los 400 m., fácilmente ampliable en anchura y profundidad, mediante dragados, dada la naturaleza del terreno.

c) Posibilidad de construir el puerto sin alterar casi la configuración de la bahía, ya que dicha zona está por encima de la B. M. V. E., y gran parte, como la zona de salinas, por encima de la P. M. V. E.

d) Proximidad al interior de la Península, evitando el rodeo actual de la bahía, de 29 Km. por ferrocarril y 33 por carretera, de todas las mercancías que entran y salen en Cádiz, razón ésta que por sí sola justificaría la ubicación que proponemos, si las ventajas antes reseñadas no la justificaran suficientemente.

e) Desde el punto de vista militar tiene la inestimable ventaja esta zona de quedar protegida por las baterías costeras de cualquier ataque naval, y en cuanto a los ataques aéreos, caso de llevarse a cabo

este plan de obras, tendría contiguo un magnífico aeropuerto que permitiría establecer una protección aérea efecacísimas.

Además, tiene esta zona la enorme ventaja de su proximidad a la Carraca, talleres de San Carlos, astilleros de la Constructora Naval, en Matagorda, pudiendo formarse con todo ello y con los astilleros de Cádiz y dique seco de Nuestra Señora del Rosario, la base naval española más potente e importante del Atlántico, casi en la boca del Estrecho de Gibraltar.

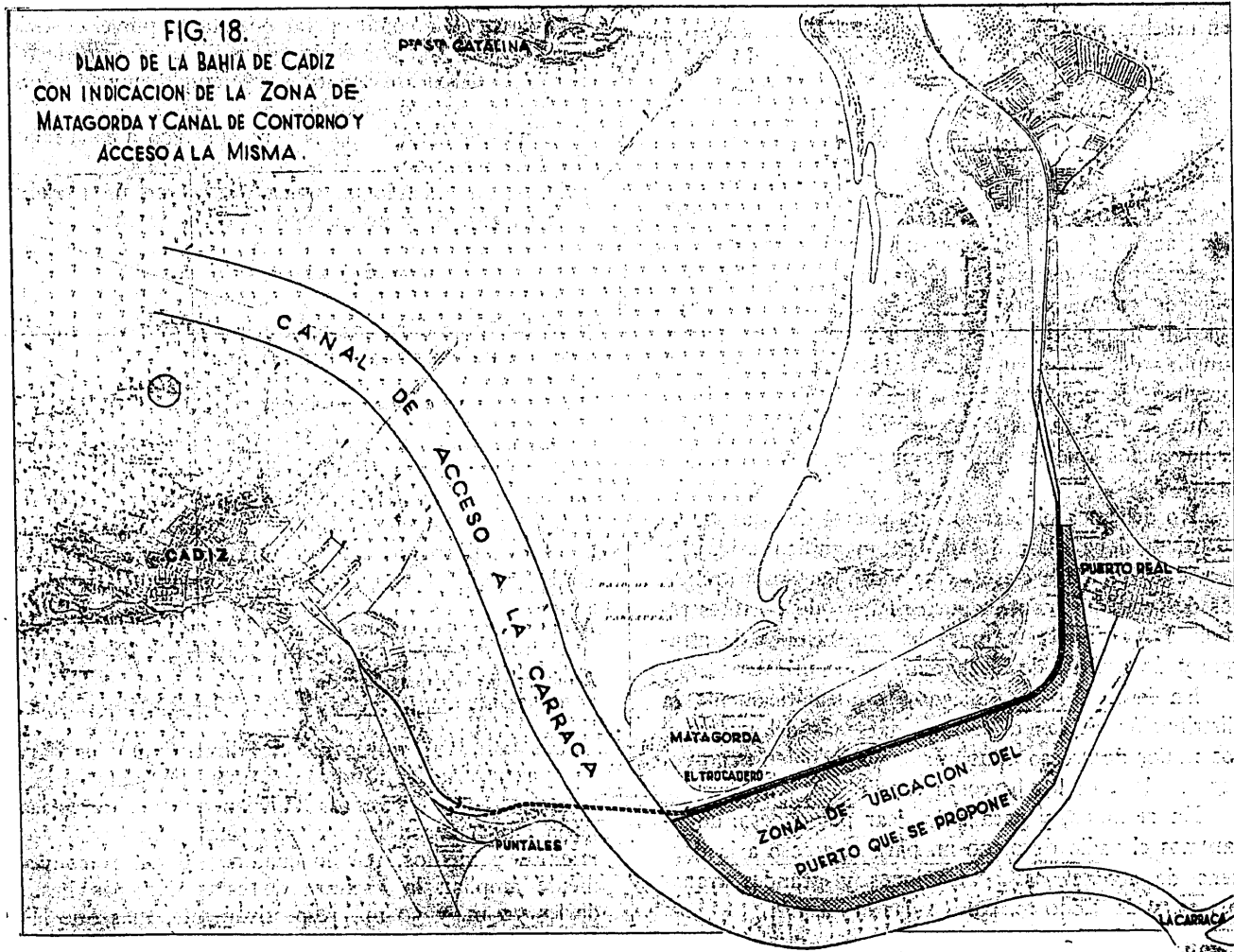
CARACTERÍSTICAS DEL PUERTO.

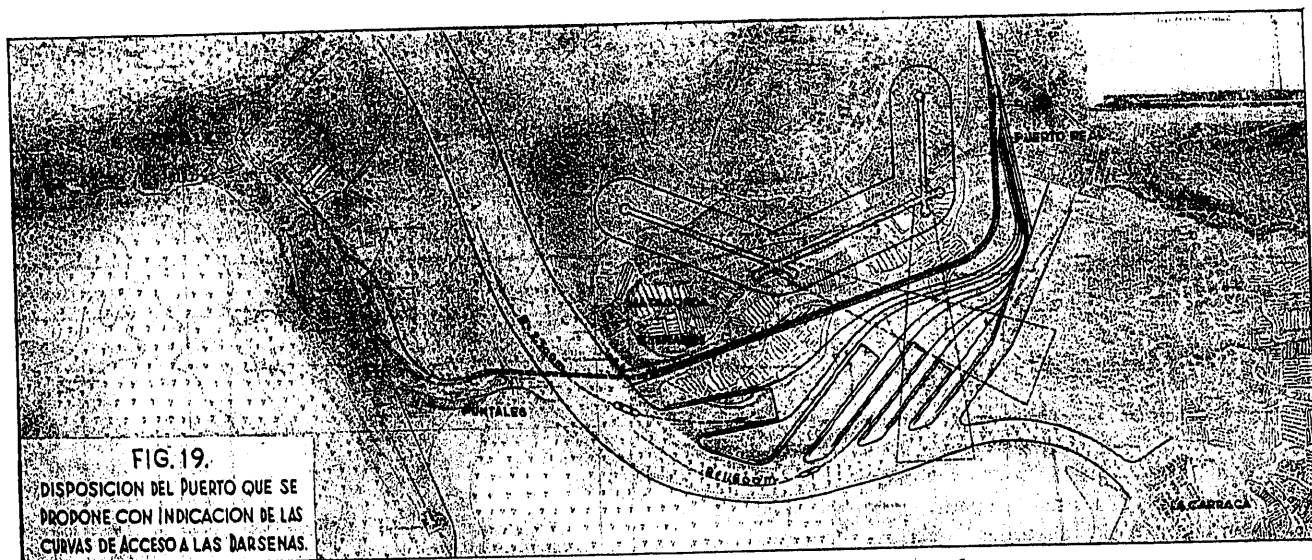
Estudiaremos el gran puerto militar que necesita la base naval de Cádiz, con las instalaciones adecuadas para dar atraque, abastecer y servir a las unidades pesadas de una gran escuadra moderna, tales como acorazados, portaaviones, grandes cruceros, así como a transportes y petroleros de gran tonelaje y también a las unidades ligeras, como destructores, minadores, cañoneros, submarinos, lanchas rápidas, etcétera, ya que la Carraca resultaría insuficiente si

fuera preciso llevar a cabo una importante concentración de fuerzas.

Expondremos a continuación algunas ideas de lo que podría ser este gran puerto militar, y por ello empezaremos por reseñar las dimensiones máximas aproximadas de los mayores barcos de guerra y mercantes de cada tipo en la actualidad:

| TIPO DE BARCO                       | DIMENSIONES MAXIMAS |       |        |
|-------------------------------------|---------------------|-------|--------|
|                                     | Eslora              | Manga | Calado |
| <i>De guerra</i>                    |                     |       |        |
| Acorazados . . . . .                | 270                 | 36    | 9      |
| Portaaviones . . . . .              | 300                 | 38    | 9      |
| Cruceros . . . . .                  | 200                 | 20    | 7      |
| Destructores, minadores, cañoneros. | 125                 | 12    | 5      |
| Submarinos y torpederos . . . . .   | 100                 | 10    | 4,50   |
| <i>Mercantes</i>                    |                     |       |        |
| Grandes transportes . . . . .       | 300                 | 38    | 10     |
| Petroleros . . . . .                | 200                 | 24    | 10     |





Partiendo de estas dimensiones, proyectaremos las diferentes dársenas que compondrán el puerto, todas ellas con acceso fácil desde el canal que le contornea, con calados superiores a los 10 m., llegando en muchas zonas hasta los 17 m. en B. M. V. E.

#### DISPOSICIÓN DE LAS DÁRSENAS.

Hemos fijado la orientación de las mismas, tanto desde el punto de vista marítimo, buscando el más fácil acceso de los barcos a su zona de atraque, como desde el punto de vista terrestre, en forma tal que las vías de comunicación, y en especial el ferrocarril, puedan llegar a los diferentes muelles con curvas amplias de radios superiores a los 250 m., pasando previamente por una gran estación de clasificación en la que se formen los trenes para el interior, o se distribuyen los que de allí vienen a las diferentes dársenas.

No debemos olvidar que un puerto de estas características debe estar dotado de magnífico utillaje y servicios de todas clases, entre los que destacaremos los de remolque, con un buen número de potentes remolcadores, necesarios para las operaciones de atraque y desatraque de los barcos.

En la figura 19 indicamos esquemáticamente la distribución de las diferentes dársenas del puerto y los radios de acceso a las mismas, fijados en ocho veces la eslora de los barcos mayores.

En resumen, y para redondear por exceso, adoptaremos el radio de 2.500 m. para el acceso a la dársena de acorazados, portaaviones y grandes transportes, y de 1.600 m. para todas las demás.

#### DIMENSIONES DE LAS DÁRSENAS.

*Anchura.* — La determinaremos suponiendo barcos atracados a lo largo de cada muelle, de uno y otro lado, efectuando operaciones tanto por el costado del muelle como por el de fuera, en el que puede tener otro barco abarloado; por ejemplo, un petrolero o bien barcazos o gabarras.

En estas condiciones la zona contigua a cada muelle debe tener en la dársena de acorazados y portaaviones, suponiendo un portaaviones con un petrolero a su costado y un margen de 8 m. de anchura:

$$a = 38 + 24 + 8 = 70 \text{ m.}$$

y en las otras dársenas para cruceros y barcos menores, tomando un margen de 6 m.:

$$c = 20 + 24 + 6 = 50 \text{ m.}$$

Como independientemente de estas zonas contiguas a los muelles debe quedar el centro de la dársena libre para que los barcos puedan entrar y salir libremente desde el exterior a su zona de atraque, o viceversa, fijaremos esta anchura en dos veces la anchura calculada, con lo cual tendríamos:

$$\text{Anchura de las dársenas de acorazados} \dots\dots\dots = 2 \times 70 + 2 \times 70 = 280 \text{ m.}$$

$$\text{Anchura de las dársenas de cruceros} \dots\dots\dots = 2 \times 50 + 2 \times 50 = 200 \text{ m.}$$

Es indudable que con estas dimensiones las dársenas reunirían las condiciones necesarias para su explotación, pero los barcos tendrían que revirar fuera de la dársena, con las molestias derivadas de las corrientes y vientos, por lo cual consideramos conveniente ampliar la anchura de estas dársenas hasta darles 70 m. y 50 m., respectivamente, más que las

esloras de los barcos mayores que hayan de utilizarlas, resultando en definitiva las siguientes anchuras:

Dársenas de acorazados y portaaviones =  $300 + 70 = 370$  m.  
Idem de cruceros, petroleros, etc. . . =  $200 + 50 = 250$  m.  
Idem de destructores, minadores, etc. =  $125 + 50 = 175$  m.

*Longitud.* — La determinaremos en función de las esloras de los barcos mayores que las utilicen y de manera que la excesiva longitud no dificulte el servicio del ferrocarril, pues si bien esto se resuelve aumentando el número de vías, éste tiene un límite determinado para la separación entre el cantil del muelle y los almacenes del mismo, que no conviene sea muy grande para que las grúas puedan alcanzar fácilmente a ambas partes.

En estas condiciones no es conveniente meter más de cuatro vías entre el almacén y el cantil, y, por tanto, en las dársenas para buques de gran tonelaje el número de éstos por muelle no conviene exceda de cuatro, y en las otras dársenas destinadas a cruceros, petroleros, etc., teniendo en cuenta que los petroleros descargan o cargan directamente por tubería, sin ocupar superficie de muelle, podemos llegar a los ocho barcos simultáneos en momentos determinados.

Dejando una separación de 10 m. entre los barcos, tendremos que para poder dar atraque simultáneamente a cuatro acorazados y tres portaaviones necesitaremos una longitud de:

$$L_a = 4(270 + 10) + 3 \times (300 + 10) = 2050 \text{ m.},$$

y para cruceros, petroleros, etc., suponiendo diez cruceros y cuatro petroleros de 40.000 toneladas cada uno, que tienen unos 200 m. de eslora, tendremos:

$$L_c = 10(200 + 10) + 4(200 + 10) = 2100 + 840 = 2940 \text{ m.},$$

y por último, para unidades ligeras, teniendo en cuenta que, dada su pequeña manga, pueden estar abarloadas hasta de cuatro en fondo, si suponemos 100 entre destructores, minadores y cañoneros, y otros 100 entre submarinos, torpederos, etc., y que la separación entre barcos es de 5 m., necesitaremos una línea de atraque:

$$L_d = 25(125 + 5) + 25(100 + 5) = 5875 \text{ m.}$$

En resumen: redondeando por exceso las cifras antes calculadas para dejar un margen que permita el reviro de un barco en la dársena, tendremos:

|                                                 | Metros             |
|-------------------------------------------------|--------------------|
| Dársena núm. 1, de acorazados . . . . .         | $L_a = 2545$       |
| Idem íd. 2, de cruceros. . . . .                | $L_c = 3380$       |
| Idem íd. 3, de destructores . . . . .           | $L_d = 3040$       |
| Idem íd. 4, de torpederos y submarinos. . . . . | $L_t = 2075$       |
| Idem íd. 5, de íd. íd. . . . .                  | $L_f = 1150$       |
|                                                 | <hr/> 12 190 <hr/> |

Independientemente de estas líneas de atraque interiores, dispondremos de las líneas de atraque exteriores entre dársena y dársena en la margen del canal, que a continuación reseñamos:

|                                          | Metros            |
|------------------------------------------|-------------------|
| Muelle exterior A (petroleros) . . . . . | 400               |
| Idem íd. B (petroleros). . . . .         | 650               |
| Idem íd. C (transportes) . . . . .       | 200               |
| Idem íd. D (transportes) . . . . .       | 200               |
| Idem íd. E (transportes) . . . . .       | 180               |
|                                          | <hr/> 1 630 <hr/> |

En resumen: el puerto que proponemos tiene una longitud total de línea de atraque de 13 820 m.

Teniendo en cuenta que la anchura de las dársenas permite con toda amplitud tener en la zona de atraque hasta dos barcos abarloados de gran tonelaje y cuatro de pequeño, vemos que la capacidad del puerto en un momento determinado pudiera ser la siguiente:

|                                          | Mínimo | Máximo |
|------------------------------------------|--------|--------|
| Acorazados (58 000 toneladas). . . . .   | 4      | 8      |
| Portaaviones (58 000 toneladas). . . . . | 3      | 6      |
| Cruceros (13 000 toneladas). . . . .     | 14     | 28     |
| Petroleros (40 000 toneladas). . . . .   | 5      | 10     |
| Destructores, etc. . . . .               | 25     | 100    |
| Torpederos, submarinos. . . . .          | 25     | 100    |

En esta relación hemos supuesto barcos de las máximas dimensiones en cada clase. Si hubiéramos partido de las dimensiones medias, el número de unidades sería mayor.

*Anchura de los muelles entre dársenas.* — En este tipo de muelles las operaciones deben poder hacerse con gran rapidez y continuidad, por lo que consideramos indispensable disponer cuatro vías férreas entre el cantil del mismo y el almacén, independientemente de la vía para las grúas-pórticos que lo sirven. Si a esto añadimos una anchura del almacén de 40 metros y que detrás de éste deben ir tres vías férreas y una calzada de 12 m., llegamos a la sección tipo de muelles que se recogen en la figura 20 con una anchura de:

$$A = (20 + 40 + 16 + 12) \times 2 = 176 \text{ m.},$$

con lo cual cada línea de atraque queda servida por siete vías férreas dispuestas con carril Phoenix, lo que permite la circulación por encima de ellas de toda clase de vehículos, más una calzada de 12 m. de anchura para camiones.

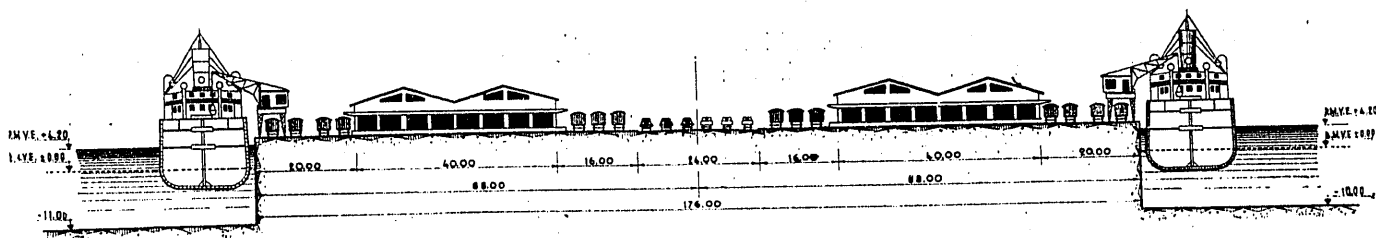


Fig. 20. — Sección tipo de muelle entre dársenas.

En resumen, y por metro lineal de muelle, tenemos una superficie descubierta de 48 m., y cubierta, de 40 m.

En la figura 21 dibujamos las secciones transversales de las diferentes dársenas, con indicación del ancho y calado de las mismas.

*Relación entre la longitud de línea de atraque y la superficie de las dársenas.* — En puertos de este tipo la relación debe ser del orden de los 100 m. de línea de atraque por hectárea.

En el puerto que consideramos la superficie de dársenas, sin contar el canal exterior, será:

$$S = 41,80 + 39 + 25,5 + 17,2 + 17,50 = 141 \text{ Ha.}$$

La línea de atraque total es:

$$L = 13820 \text{ metros,}$$

y la relación entre ambos valores será:

$$R = \frac{13820}{141} = 98,10;$$

valor que nos prueba las buenas condiciones del puerto que proponemos. En cuanto a la relación entre la superficie de la zona de servicio del puerto y de las dársenas, conviene que sea la mayor posible, ya que la superficie de agua en un puerto bien concebido debe reducirse al mínimo compatible con las evoluciones de los barcos en sus operaciones de atraque y desatraque.

Suele estar comprendida esta relación entre 0,5 y 2, y en nuestro caso el valor es superior a 3.

En resumen: consideramos perfectamente justificado, en cuanto a dimensiones y orientación de las dársenas, el puerto que proponemos, por lo que pasaremos a estudiar otras características del mismo.

*Calados.* — En el caso de que el fondo de la dársena sea suficientemente consistente para no ser removido por las hélices de los barcos, podemos tomar como calado en B. M. V. E. el máximo de los barcos, más un metro, y para fondo blando, más dos metros, para evitar la absorción de los fangos y arenas del fondo por las centrífugas de los condensadores.

Poniéndonos en el caso más desfavorable y teniendo en cuenta que tanto los grandes transportes como los grandes petroleros usarán las líneas de atraque exteriores contiguas a un lado y otro de la dársena de acorazados, que por estar en el canal tienen calados superiores a los 12 m.; los calados que proponemos para cada dársena serán los siguientes:

|                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| Acorazados . . . . .  | = 9 + 2 = 11 m. |
| Cruceros . . . . .    | = 7 + 2 = 9 "   |
| Destruyores . . . . . | = 5 + 2 = 7 "   |
| Submarinos . . . . .  | = 5 + 2 = 7 "   |

Para mayor seguridad adoptaremos para la dársena de cruceros los 10 m. de calado, y para todos los demás, menos la 5, los 8 m.

*Influencia del aeropuerto sobre el puerto que proponemos.* — No debemos olvidar la proximidad del aeropuerto de Cádiz antes estudiado, y, por tanto, debemos respetar las zonas de los sectores de entrada al mismo y el ángulo de despeje en dichos sectores

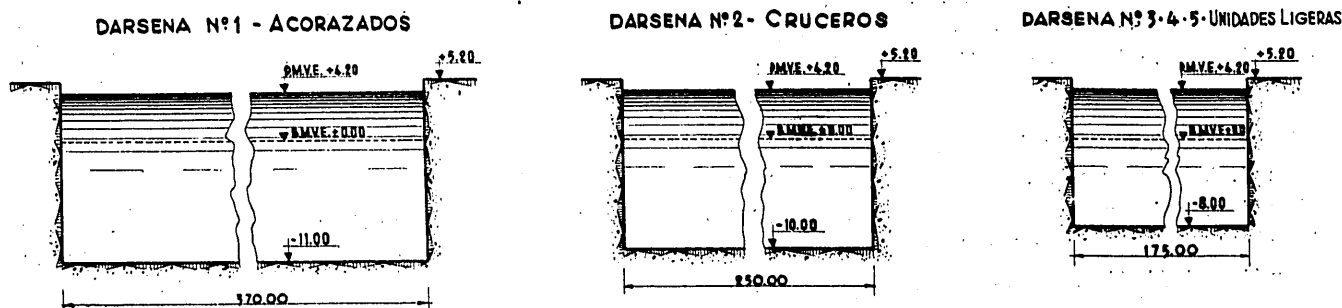


Fig. 21. — Secciones de las dársenas.



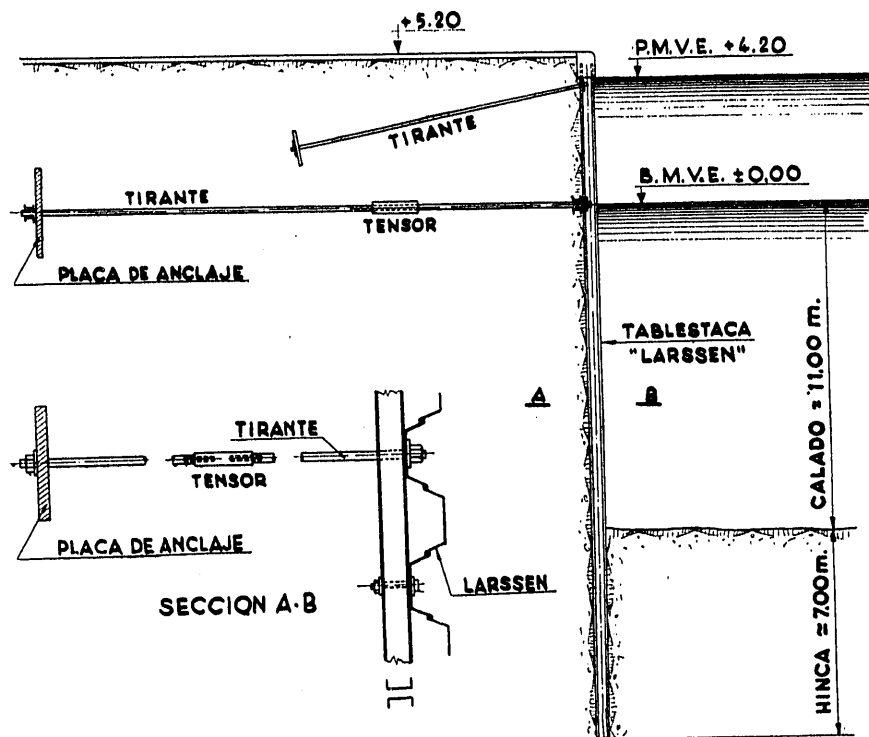


Fig. 23. — Muelle de tablestacas metálicas.

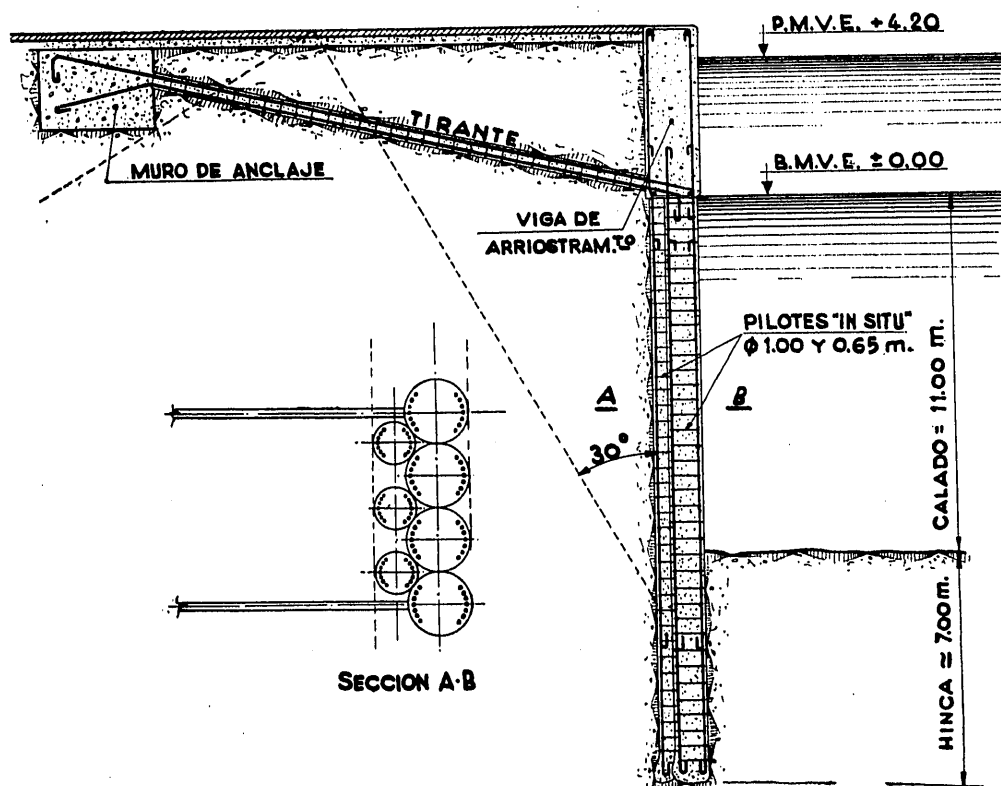


Fig. 24. — Muelle de pantalla de hormigón armado.

para marcar en la superficie del puerto aquellas zonas en las que las edificaciones no deban pasar de determinada altura, de acuerdo con los convenios internacionales.

En la figura 19 dibujamos la línea de contorno

7 m. de calado en B. M. V. E. y en una anchura de 150 m., siendo este límite del puerto atracable hasta el punto que se indica en el plano, a partir del cual el dragado se limita al del canal actual de acceso al muelle de Puerto Real, que tiene 2,50 m. en B. M. V. E.

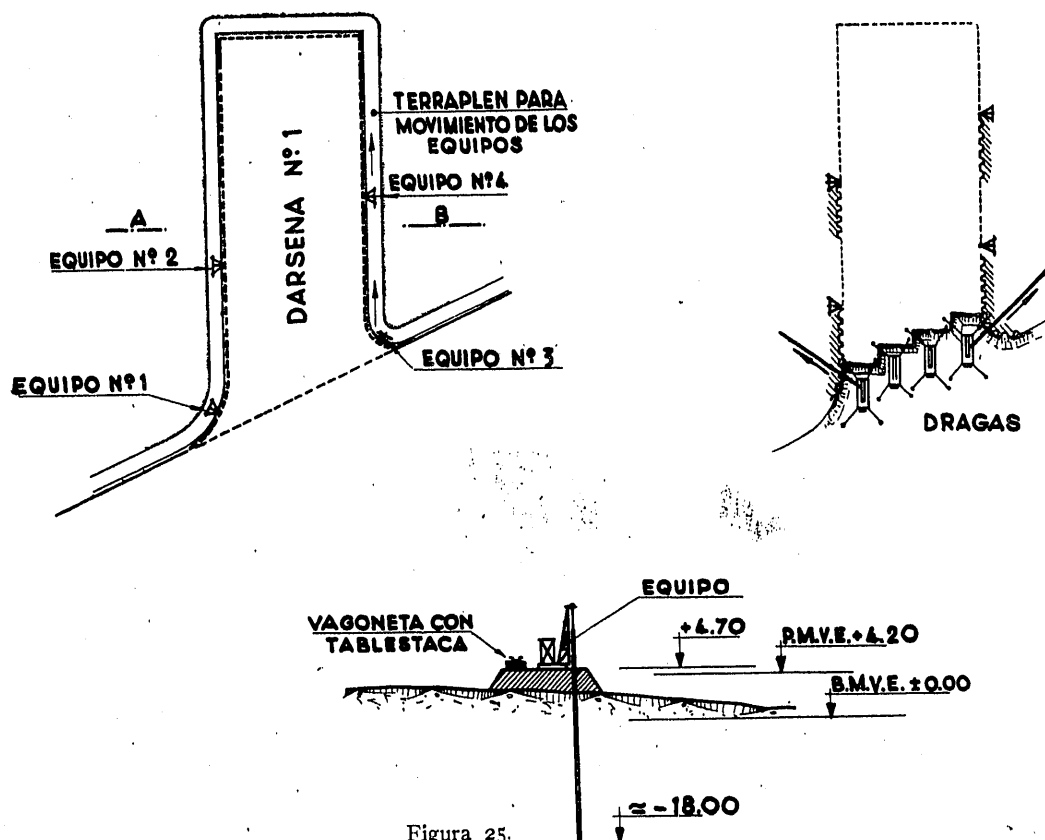


Figura 25.

del puerto que proponemos y la zona de influencia de los sectores de entrada de las pistas números 1 y 3, ya que la pista más peligrosa de vuelo sin visibilidad tiene sus sectores de entrada completamente libres por ambos extremos.

Esta zona de influencia del aeropuerto sobre el puerto la destinamos a las estaciones de clasificación y zonas descubiertas para carbón y mercancías a granel.

A la vista de todas las dimensiones y características del puerto que acabamos de calcular y definir, fácilmente se llega a la disposición general del mismo, que representamos con el detalle suficiente en la figura 22, en la cual puede verse que el mismo queda limitado por el Norte por la autopista y línea de ferrocarril propuesta en la primera parte de este plan, que enlaza Cádiz directamente con Puerto Real; por el Oeste y Sur, por el canal de acceso a la Carraca, con calados superiores a los 12 m., y por el Este, con el canal de acceso a Puerto Real, que se dragará a

#### SISTEMA CONSTRUCTIVO.

Varios son los sistemas que podrían adoptarse para la construcción de este puerto, desde el clásico de efectuar primero todos los dragados de dársenas y zanjas de cimentación, construyendo a continuación los muelles de bloques o cajones, con su superestructura de mampostería y pedraplén de trasdós, ejecutando a continuación los rellenos, hasta el que vamos a proponer, que pudiéramos llamar de tipo militar, por su rapidez de ejecución, en el cual, además de reducirse al mínimo los dragados, éstos se vierten directamente en los rellenos de la zona de servicio del puerto, con lo que se obtiene una notable economía sobre la solución primeramente reseñada, al no tener que recurrir a dragados de préstamo para completar los rellenos, y, sobre todo, al reducir éstos y los dragados, al no tener que excavar primero y rellenar después el prisma formado por el talud natural del terreno desde la arista interior de la zanja de

cimentación hacia tierra. Este prisma, en números redondos, cubica del orden de los 350 m.<sup>3</sup> por metro lineal de muelle, y en total, de aplicar el sistema primeramente citado, aumentarían, tanto los dragados como los rellenos, en cinco millones de metros cúbicos, cifras nada despreciables que incrementarían el coste total de las obras en unos 180 millones de pesetas.

Para evitar esto, proponemos una solución basada en construir primero los muelles, lo que nos obliga a adoptar para éstos el perfil clásico de tablestacado metálico o de pantalla de hormigón armado, análogos a los que se recogen en las figuras 23 y 24, pudiendo también adoptar una solución a base de cajones indios.

Para la ejecución de cualquiera de estos perfiles empezaremos por ejecutar, siguiendo el contorno de las dársenas, como se indica en la figura 25, un terraplén de sección trapezoidal con la coronación a 0,50 metros sobre la P. M. V. E., y de la anchura necesaria

para el funcionamiento de las máquinas de hincar tablestacas o pilotes y el abastecimiento de las mismas con los materiales necesarios, o, en el caso de cajones indios, que puedan ejecutarse éstos sobre dicho terraplén.

Una vez adoptada entre estas soluciones la más conveniente según las circunstancias, vamos a ver cuál podría ser el plan general de los trabajos sobre la hipótesis de que fuera necesario llevar a cabo con la máxima rapidez la construcción de este puerto y que pudiéramos importar las tablestacas necesarias.

En el cuadro I adjunto se recogen las características aproximadas de cada muelle de 7, 8, 10 y 11 m. de calado en B. M. V. E. para una sobrecarga de seis toneladas por metro cuadrado de muelle, indicándose, además de los momentos flectores máximos, longitud de hinca y tracción del tirante, el tipo de tablestaca correspondiente y peso de las mismas por metro lineal de muelle terminado, incluidos los tirantes de anclaje.

CUADRO I. — Características de los muelles de las diferentes dársenas.

| Dársena número | Calado — m. | Momento máximo — m.-Ton. | Longitud hinca — m. | Tracción del tirante — Ton.-m. l. | Tablestaca Larssen — Perfil | Momento que absorbe — m.-Ton. | Peso — Kg./m. <sup>2</sup> | Peso m. l. muelle | Longitud de tablestaca |
|----------------|-------------|--------------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------|------------------------|
| 1              | 11,00       | 105,00                   | 7,00                | 58,00                             | VII<br>Acero Resista        | 105,00                        | 310,00                     | 7 850             | 22,50                  |
| 2              | 10,00       | 88,00                    | 6,40                | 56,00                             | VI<br>Acero Resista         | 88,20                         | 290,00                     | 6 750             | 20,90                  |
| 3 y 4          | 8,00        | 68,00                    | 5,20                | 51,00                             | VI<br>Acero 50/60           | 68,04                         | 290,00                     | 5 600             | 17,70                  |
| 5              | 7,00        | 60,00                    | 4,80                | 49,00                             | VI<br>Acero 50/60           | 68,04                         | 290,00                     | 5 400             | 16,30                  |

Los perfiles indicados son para tablestacas de acero Resista (2 100 Kg./cm.<sup>2</sup>) las correspondientes a muelles de 10 y 11 m. de calado, y de acero 50/60 (1 620 Kg./cm.<sup>2</sup>) las de los demás muelles.

El ritmo de ejecución viene dado por el número de máquinas de que se disponga, pudiendo fijar, dada la naturaleza del terreno, un rendimiento medio por máquina y jornada de ocho horas, de tres tablestacas, y trabajando tres turnos cada máquina, podrá hacer en el día 4,00 m. lineales de muelle.

Con cuatro equipos se podrían ejecutar los muelles de la dársena número 1 en ocho meses, para lo cual tendríamos los mismos como se indica esquemáticamente en la figura 25.

Detrás de los equipos de hinca, y al mismo ritmo, vendrán los de colocación de anclajes de los tablestacados, que se ejecutarán simultáneamente con la coronación y terminación de los muelles que quedan

en disposición de proceder al relleno del trasdós y zona de servicio de los mismos.

Simultáneamente con la construcción de los muelles se iniciarán los dragados con cuatro dragas de un rendimiento medio cada una de 110 000 m.<sup>3</sup> mes, cifra normal teniendo en cuenta la naturaleza del terreno a dragar y que los productos pasan directamente de la draga a los rellenos.

En esta forma puede quedar la dársena dragada a su calado de 11 m., en B. M. V. E., en un plazo de un año.

Como una obra de esta importancia necesita por lo menos seis meses para su montaje, podemos calcular que en año y medio tendremos completamente terminada y en disposición de dar servicio la dársena número 1, y si dispusiéramos de otros tantos elementos análogos para atacar con ellos simultáneamente la dársena número 2, ésta podría quedar terminada

en el mismo plazo, y en otro año más llevaríamos a cabo con dichos elementos las dársenas 3, 4 y 5, para cuyos remates y puesta en servicio fijaremos un plazo de seis meses más.

Vemos que con los medios de construcción reseñados, fáciles de reunir en España, y únicamente con la importación de las tablestacas, podríamos en año y medio ampliar la actual base naval de Cádiz, poniendo en servicio unos 7.000 m. de línea de atraque, correspondientes a las dársenas números 1 y 2 y a los muelles A y B contiguos a las mismas.

En el caso de no ser posible la importación de tablestacas metálicas, podríamos recurrir a la solución

de pantalla de hormigón armado antes reseñada o la de cajones indios.

La totalidad del puerto que acabamos de describir, a base de tablestacas metálicas, podría ejecutarse en tres años, con la ventaja de su construcción escalonada, que nos permite ir poniendo en servicio sucesivamente las diferentes dársenas.

#### COSTE APROXIMADO DE LAS OBRAS.

Para determinar el mismo partiremos de las características y volúmenes de obra a ejecutar en este puerto, que, con carácter aproximado, se recogen en el cuadro II adjunto.

CUADRO II.

| D Á R S E N A              | Calado<br>en<br>B. M. V. E. | Anchura | Superficie<br>—<br>H. a | Longitud<br>de los muelles<br>—<br>m. | Dragados<br>—<br>m.³ | Rellenos<br>—<br>m.³ | Zona<br>de servicio<br>—<br>Ha. |
|----------------------------|-----------------------------|---------|-------------------------|---------------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------------|
| Número 1. . . . .          | 11,00                       | 370,00  | 42,00                   | 2 545                                 | 5 308 000            | 5 172 000            | 122                             |
| Idem 2. . . . .            | 10,00                       | 250,00  | 39,00                   | 3 380                                 | 4 563 000            | 4 447 000            | 114                             |
| Idem 3. . . . .            | 8,00                        | 175,00  | 26,00                   | 3 040                                 | 2 478 000            | 2 414 000            | 75                              |
| Idem 4. . . . .            | 8,00                        | 175,00  | 17,00                   | 2 075                                 | 1 672 000            | 1 628 000            | 51                              |
| Idem 5. . . . .            | 7,00                        | 150,00  | 17,00                   | 1 150                                 | 370 000              | 361 000              | 49                              |
| Muelles entre dársenas . . | 11,00                       | »       | »                       | 1 630                                 | 120 000              | »                    | »                               |
|                            |                             |         | 141,00                  | 13 820                                | 14 511 000           | 14 022 000           | 411                             |

Sobre estas cifras, y a base de precios también aproximados, llegamos a los siguientes importes para

cada dársena, a base de ejecutar los muelles con tablestacas metálicas:

#### Dársena núm. 1.

|                                                                                                                      | Pesetas               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 2 545,00 m. l. de muelle completamente terminado, a 58 000 pesetas . . . . .                                         | 147 610 000,00        |
| 400,00 m. l. de muelle entre dársenas, a 58 000 pesetas . . .                                                        | 23 200 000,00         |
| 5 308 000,00 m.³ de dragado en dársena, con vertido a terraplenes de la zona de servicio del puerto, a 18 pesetas. . | 95 544 000,00         |
| 420 000,00 m.³ de pavimento en zona de servicio, a 100 pesetas .                                                     | 42 000 000,00         |
| 25 200,00 m. l. de vía ancha con carril «Phoenix», a 600 pesetas .                                                   | 15 120 000,00         |
| <b>Importa la dársena n.º 1 . . .</b>                                                                                | <b>323 474 000,00</b> |

#### Dársena núm. 2.

|                                                                                                                          | Pesetas               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 3 380,00 m. l. de muelle completamente terminado, a 51 000 pesetas . . . . .                                             | 172 380 000,00        |
| 650,00 m. l. de muelle entre dársenas, a 51 000 pesetas . . .                                                            | 33 150 000,00         |
| 4 563 000,00 m.³ de dragado en dársena, con vertido a terraplenes de la zona de servicio del puerto, a 18 000 pesetas. . | 82 134 000,00         |
| 310 000,00 m.³ de pavimento en zona de servicio, a 100 pesetas .                                                         | 31 000 000,00         |
| 19 600,00 m. l. de vía ancha con carril «Phoenix», a 600 pesetas .                                                       | 11 760 000,00         |
| <b>Importa la dársena n.º 2 . . .</b>                                                                                    | <b>330 424 000,00</b> |

*Dársena núm. 3.*

|                                                                                                                                        | Pesetas        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 3 040,00 m. l. de muelle completamente terminado, a 43 000 pesetas . . . . .                                                           | 130 720 000,00 |
| 200,00 m. l. de muelle entre dársenas, a 43 000 pesetas . . . . .                                                                      | 8 600 000,00   |
| 2 478 000,00 m. <sup>2</sup> de dragado en dársena, con vertido a terraplenes de la zona de servicio del puerto, a 18 pesetas. . . . . | 44 604 000,00  |
| 144 000,00 m. <sup>2</sup> de pavimento en zona de servicio del puerto, a 100 pesetas . . . . .                                        | 14 400 000,00  |
| 18 000,00 m. l. de vía ancha con carril «Phoenix», a 600 pesetas. . . . .                                                              | 10 800 000,00  |
| <i>Importa la dársena n.º 3. . . . .</i>                                                                                               | 209 124 000,00 |

*Dársena núm. 4.*

|                                                                                                                                        | Pesetas        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 2 075,00 m. l. de muelle completamente terminado, a 43 000 pesetas . . . . .                                                           | 89 225 000,00  |
| 200,00 m. l. de muelle entre dársenas, a 43 000 pesetas . . . . .                                                                      | 8 600 000,00   |
| 1 672 000,00 m. <sup>2</sup> de dragado en dársena, con vertido a terraplenes de la zona de servicio del puerto, a 18 pesetas. . . . . | 30 096 000,00  |
| 95 000,00 m. <sup>2</sup> de pavimento en zona de servicio del puerto, a 100 pesetas . . . . .                                         | 9 500 000,00   |
| 17 500,00 m. l. de vía ancha con carril «Phoenix», a 600 pesetas. . . . .                                                              | 10 500 000,00  |
| <i>Importa la dársena n.º 4 . . . . .</i>                                                                                              | 147 921 000,00 |

*Dársena núm. 5.*

|                                                                                                                                          | Pesetas       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 550,00 m. l. de muelle completamente terminado, a 41 000 pesetas . . . . .                                                             | 47 150 000,00 |
| 180,00 m. l. de muelle entre dársenas, a 41 000 pesetas . . . . .                                                                        | 7 380 000,00  |
| 370 000,00 m. <sup>2</sup> de dragado en dársena, con vertido a terraplenes de la zona de servicio del puerto, a 18 000 pesetas. . . . . | 6 660 000,00  |
| 50 000,00 m. <sup>2</sup> de pavimento en zona de servicio, a 100 pesetas . . . . .                                                      | 5 000 000,00  |
| 7 200,00 m. l. de vía ancha con carril «Phoenix», a 600 pesetas . . . . .                                                                | 4 320 000,00  |
| <i>Importa la dársena n.º 5 . . . . .</i>                                                                                                | 70 510 000,00 |

|                          | Pesetas                 |
|--------------------------|-------------------------|
| Dársena núm. 1 . . . . . | 323 474 000,00          |
| Idem íd. 2 . . . . .     | 330 424 000,00          |
| Idem íd. 3 . . . . .     | 209 124 000,00          |
| Idem íd. 4 . . . . .     | 147 921 000,00          |
| Idem íd. 5 . . . . .     | 70 510 000,00           |
| <b>TOTAL . . . . .</b>   | <b>1 081 453 000,00</b> |

Por tanto, el puerto que consideramos, incluida la pavimentación y vías férreas, costaría del orden de los 1.100 millones de pesetas, a base de ejecutar los muelles en su totalidad con tablestacas metálicas.

En el caso de utilizar el tablestacado de hormigón armado o de pilotes *in situ*, el precio por metro lineal de muelle bajaría bastante y el coste total se reduciría, poco más o menos, en un 20 por 100, con el inconveniente de un plazo más largo de ejecución y una estanqueidad de la pantalla menor que la obtenida con el tablestacado metálico.

Para la explotación del puerto sería preciso dotarlo de almacenes, grúas, servicios de agua y electricidad, oleoductos, etc., todo lo cual, unido a una gran estación ferroviaria de clasificación y al dragado de regularización de todo el canal que contournea el puerto, obligaría a una inversión complementaria de 418 millones de pesetas, que se descompondrían así:

|                                                     | Pesetas               |
|-----------------------------------------------------|-----------------------|
| Almacenes y edificios del puerto . . . . .          | 125 000 000,00        |
| Grúas eléctricas. . . . .                           | 100 000 000,00        |
| Servicios de agua, energía, alumbrado, etc. . . . . | 55 000 000,00         |
| Estación ferroviaria de clasificación. . . . .      | 35 000 000,00         |
| Dragado regularización del canal . . . . .          | 25 000 000,00         |
| Cerramientos previstos, etc. . . . .                | 25 000 000,00         |
| Resto de obra e imprevistos . . . . .               | 53 547 000,00         |
| <b>TOTAL . . . . .</b>                              | <b>418 547 000,00</b> |

En conjunto, el importe total del puerto que acabamos de reseñar, completamente terminado y dotado de utillaje moderno, de gran capacidad y de todos los servicios necesarios para su eficiente explotación, ascendería a 1.480.000.000,00 de pesetas, lo que representa un coste por metro lineal de línea de atraque de 107.000 pesetas, cifra verdaderamente interesante si tenemos en cuenta que disponemos de 141 hectáreas de dársenas y 411 hectáreas de zona de servicio, con unos 400.000 m.<sup>2</sup> de edificios y almacenes, 60 grúas eléctricas de todas las potencias, unos 120 kilómetros de vía ancha, etc.

DISTANCIA ENTRE EL PUERTO QUE PROPONEMOS  
Y EL INTERIOR.

En caso de llevarse a cabo la construcción de este puerto, consideramos fundamental reducir la distancia entre Cádiz y Sevilla, para lo cual podría llevarse a cabo la variante de ferrocarril Lebrija-La Salud en línea recta, a través, en parte, de las marismas del Guadalquivir, evitando el rodeo actual pasando por Utrera, con lo cual se acortarían 20 Km., y el puerto que proponemos quedaría a unos 100 Km. de Sevi-

lla, tanto por ferrocarril como por carretera, y de Madrid, por ferrocarril, a unos 630 Km. cuando se hiciera el de Marmolejo a Puertollano, que está a punto de subastarse.

No queremos terminar estas líneas sin hacer constar que sólo hemos pretendido en las mismas bosquejar lo que, a nuestro juicio, podría ser el gran puerto de la bahía de Cádiz, para cuyo proyecto definitivo y construcción serían necesarios estudios muy detallados y conjuntos de los Ministerios de Marina y Obras Públicas.