

El cemento del Muelle de Levante en el Puerto de Huelva (1904-1931)

The concrete employed in the Levante Wharf at the Port of Huelva (1904-1931)

Pedro García Navarro. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
Jefe del Departamento de Planificación e Infraestructuras de la Autoridad Portuaria de Huelva.
pgarcian@puertohuelva.com

Resumen: Este artículo pretende ensalzar la figura de aquellos que participaron en la construcción del Muelle de Levante del Puerto de Huelva, que consiguieron superar la técnica conocida en la época. Con este objetivo, se expone uno de los problemas ocurridos durante la ejecución de la obra: la elección del tipo de cemento. Este proyecto, redactado a principios del siglo XX, introdujo en España la técnica de los cajones de hormigón armado, que sigue vigente, hoy en día, en nuestras obras marítimas.

Palabras Clave: Puertos; Cemento; Cajones; Huelva; Montenegro

Abstract: The article aims to extol the virtues of those engaged in the construction of the Levante Wharf at the Port of Huelva and who managed to overcome the prevailing techniques of the day. With this objective in mind, the author refers to one of the problems that occurred during the construction of the work and, namely, the selection of the type of concrete. This project, prepared at the beginning of the twentieth century, was the first of its kind in Spain to employ the technique of reinforced concrete caissons, a technique which continues to remain valid to this day in our marine works.

Keywords: Ports; Concrete; Caissons; Huelva; Montenegro

Introducción

Hace pocos meses, la Autoridad Portuaria de Huelva ha finalizado la construcción de un nuevo muelle, empleando cajones de hormigón armado. Con la obra de remodelación del Cargadero de Mineral se han puesto en servicio 360 metros de longitud de atraque, con 13 m de calado, fondeando 15 cajones de dimensiones: 30,45 m de eslora, y 14,50 m de manga y 16,90 metros de puntal.

Cien años antes, en este mismo Puerto, su Ingeniero Director, D. Francisco Montenegro y Calle, se dedicaba a la redacción del Proyecto constructivo, del que hoy se conoce como muelle de Levante.

En aquellos tiempos se diseñó un muelle con una técnica, cajones de hormigón armado ejecutados en dique flotante, que nunca antes había sido utilizada en España y que todavía, hoy, seguimos empleando.

Siempre se ha considerado que el mayor reto técnico que planteó esta obra, como así atestiguan diversos artículos publicados en la fecha por D. Francis-

co Montenegro, era superar la escasa capacidad portante de los terrenos para cimentar estos grandes y pesados elementos. Para solucionar este obstáculo se proyectó una precarga inicial sobre el terreno sumergido y se optimizó la sección tipo del cajón, tras realizar numerosos cálculos basados en las experiencias anteriores de los Puertos de Rotterdam y Trieste. Era el problema geotécnico, sin duda, de primer orden. Tuvo gran mérito construir un muelle, a principios del siglo XX, sin recurrir al empleo de cimentaciones profundas. Hasta esa fecha, siempre se habían utilizado pilotes en las obras portuarias de Huelva, conocida la pésima calidad de sus suelos desde el punto de vista resistente.

No obstante, repasando los documentos que figuran en el expediente de las obras del Muelle de Levante, guardado en el archivo histórico del Puerto de Huelva, sabemos que existió otra cuestión técnica de importancia, a la que los ingenieros de la época dedicaron tiempo y esfuerzo: la elección del tipo de cemento.



Fig. 1: Vista aérea actual del estuario de los ríos Tinto y Odiel, con la ciudad de Huelva y su muelle de Levante.

El uso del hormigón armado era tan reciente que, durante la redacción del proyecto constructivo, iniciado en 1902 y aprobado por la Junta de Obras del Puerto en 1912, todavía no se conocía, con detalle, el problema de su durabilidad en ambientes marinos.

Algo más se había avanzado en este campo, cuando se inició la ejecución de los cajones de este muelle, que no comenzaron a construirse hasta el año 1927, tras sufrir la obra diversas vicisitudes, fundamentalmente económicas, como consecuencia de la Primera Guerra Mundial. Ya en esa fecha, eran conocidas internacionalmente experiencias negativas en hormigones deteriorados por contacto con agua de mar, aunque todavía las soluciones a este problema estaban poco desarrolladas.

En Huelva, hubo que decidir sobre las medidas a adoptar para reducir la problemática del hormigón expuesto al ambiente marino, con pocos antecedentes conocidos y presionados por los requerimientos del contrato firmado con la empresa constructora.

Con fecha 7 de Febrero de 1927, la empresa "Vías y Riegos, S.A.", contratista de las obras, pregunta a D. Francisco Montenegro:

"Próximo el comienzo de los cajones de hormigón armado que esta Sociedad debe construir bajo las órdenes y dirección de V.I., (...), creemos momento oportuno de consultar a esa Dirección, cuál sea la clase de Cemento que deba emplearse en el trabajo.(...)"

Y la Contrata, indiferente al empleo de cualquiera de las tres clases: corriente, puzolánico o de escorias, ruega a esa Dirección fije su criterio sobre el caso para proceder a la inmediata contratación en firme con los productores. Dios guarde a V.I."

El Proyecto primitivo

La necesidad de construir el muelle de Levante, se recoge, por primera vez, en el proyecto general de "Mejora de la navegación del puerto de Huelva", redactado por el Ingeniero Carlos María Cortés, primer Director del Puerto, en el año 1880.

Ante el elevado coste que suponía acometer una obra de este tipo y la dificultad de levantar un muelle

de fábrica sobre los terrenos fangosos de Huelva, se proyectaron, durante los siguientes años, otro tipo de infraestructuras. De este modo, se construyeron varios muelles, combinando la estructura metálica y la madera, cimentados todos mediante pilotes.

En el año 1914, existían las siguientes instalaciones para permitir el atraque de buques y desarrollar el transporte de graneles sólidos y de mercancía general:

- Muelle de la compañía minera de Tharsis, construido en 1871 y destinado al tráfico de minerales con origen en las minas de la provincia de Huelva de "Tharsis" y "La Zarza".
- Muelle de la compañía minera de Riotinto, finalizado en 1876, prestaba servicio a la exportación de minerales de esta empresa.
- Muelle Sur, utilizado desde 1888, se dedicó al tráfico de minerales y de mercancía general, hasta la construcción del muelle Norte, momento a partir del cual únicamente sirvió para el tráfico de mercancía general.
- Muelle Norte, inaugurado en 1908, destinado al tráfico de minerales.

En 1902, D. Francisco Montenegro, conocedor del mal estado de conservación en el que se encontraba el muelle Sur y lo costosa que sería su reparación, inició la redacción del Proyecto de los muelles definitivos de fábrica, actual muelle de Levante. Creía que el Puerto debía apostar, también, por el crecimiento del tráfico de mercancía general, además del mantenimiento del existente tráfico de minerales. Ideas similares siguen vigentes, en la planificación portuaria de Huelva, más de un siglo después.

La solución proyectada consistía en la construcción de un muelle de fábrica de 1.200 metros de longitud, formado por una alineación de 30 cajones de hormigón armado, de 40 metros de eslora cada uno de ellos. El proceso constructivo previsto era el siguiente:

- Dragado de una zanja de 156 metros de anchura y 1.200 de longitud, con sus respectivos taludes con pendientes 1/5. La cota de dragado era la -15 m sobre la bajamar, lo que suponía profundizar en aproximadamente 7 metros el fondo natural de la ría.
- Relleno de esta zanja con arena limpia, formando un terraplén de 24 m de altura. Esta capa servía en su parte inferior de banqueta de apoyo para los cajones y en su parte superior de precarga para mejorar

el comportamiento de los terrenos de la ría, antes de colocar el muro definitivo.

- Retirada con draga del material sobrante del terraplén compresor, una vez realizado su efecto, hecho que se comprobaría tras registrar dos meses sin movimiento.
- Ejecución y fondeo de los cajones de hormigón armado, una vez rasanteada la capa de arenas, para posteriormente rellenar su interior con arenas limpias, recurriendo en algunos tramos al empleo del hormigón en masa.
- Relleno del trasdós del muelle con arenas de dragado.
- Construcción de la superestructura del muelle formado por bloques de hormigón en masa, colocados sobre los cajones hasta alcanzar la cota definitiva del muelle, parapetados en el lado mar por sillares de granito.
- Ejecución de los metros finales de relleno, pavimentos y remates tales como defensas, bolardos y escalas.

El cálculo de esta solución constructiva y el procedimiento de ejecución fue minuciosamente estudiado, por D. Francisco Montenegro, durante años. De ello, son buena muestra las comunicaciones existentes con los Ingenieros de los Puertos de Rotterdam y Trieste, que habían realizado obras similares, así como los numerosos escritos sobre el tema que figuran en el expediente de las obras.

En palabras del autor del proyecto:

"La conveniencia de dotar al puerto de Huelva de un muelle de fábrica de carácter definitivo en sustitución del provisional de mercancías generales que existe actualmente, ha obligado al Ingeniero que suscribe a hacer un detenido estudio de los muelles de fábrica de otros puertos, cimentados en terrenos de poca consistencia como el de aquí"

Sin embargo, poco se hablaba, durante la redacción del proyecto, sobre la durabilidad del hormigón en ambiente marino. No era este un problema a tener en cuenta en la época. Así lo demuestra el hecho de que D. Francisco Montenegro, que publicó diversos artículos de la Revista de Obras Públicas sobre sus avances en la redacción del proyecto para divulgar entre sus compañeros los nuevos conocimientos adquiridos, no se refirió en ningún momento a este tema. Es más, cuando en el pliego de prescripciones técnicas particulares del pro-

yecto se habla de la calidad que deben tener los cementos y hormigones, no se indica ninguna característica especial, diferente de las normalmente establecidas en aquellos años.

Conocimientos de la época

Sirve como muestra de lo desconocido que resultaba el comportamiento del hormigón en las obras portuarias, la lectura del acuerdo adoptado en el XI Congreso Internacional de Navegación, celebrado en San Petersburgo, en 1908:

"Si, por una parte, se puede considerar el empleo del hormigón armado como racional y conveniente en los trabajos marítimos que no están expuestos a la acción directa del agua del mar, no puede admitirse que sea así para las partes de tales trabajos que tienen una importancia esencial en cuanto a la conservación y resistencia de la obra y que se hallan expuestas a la acción directa del agua de mar, siendo un hecho que esta ejerce una acción perjudicial sobre el cemento. Este es el motivo por el cual el empleo del hormigón armado en la construcción debe únicamente ser considerado como un medio de ejecución de esas obras, y por el cual debe despreciarse completamente la consideración del hormigón armado cuando se proyectan los detalles de construcción y se establecen los cálculos para darse cuenta de la resistencia y duración de tales obras de hormigón armado".

Resulta llamativo comprobar el hecho de que mientras, a nivel internacional, se consideraba inadecuado el empleo de hormigón armado en obras marítimas, en Huelva, se aventuraban a proyectar un muelle con estos materiales. Cobra gran mérito el conocimiento y valor de D. Francisco Montenegro al considerar el contexto de su época.

No es de extrañar este tipo de precauciones entre los técnicos portuarios ante la utilización de un material nuevo, poco utilizado hasta la fecha, al que debía otorgarse una gran responsabilidad resistente.



Fig. 2: D. Francisco Montenegro y Calle, Ingeniero Director del Puerto de Huelva entre los años 1902 y 1930.

El hormigón armado se comienza a utilizar en España en el campo de las obras hidráulicas. El acueducto de Araxes, proyectado con 12 metros de luz libre en 1898, es reconocida como la primera obra realizada en nuestro país con este material. Durante los primeros años, su uso se reducía a la construcción de algunas tímidas estructuras, hasta que durante el primer decenio del siglo XX, se comienzan a ejecutar algunos puentes carreteros y ferroviarios. Uno de los más antiguos es el puente de María Cristina, construido en San Sebastián en el año 1904.

Dentro del expediente de la obra del Muelle de Levante, se encuentra copia mecanografiada de un artículo, publicado también en la Revista de Obras Públicas en 1927 por D. Eugenio Suárez Galván, Ingeniero Director del Puerto de Cádiz, con el siguiente título: "Averías del hormigón armado en los Puertos de

América del Norte".

Probablemente, fue durante los años 20 cuando llegaron a Huelva las primeras noticias sobre la problemática de la durabilidad del hormigón, ante lo que D. Francisco Montenegro comenzó a interesarse por el asunto.

En dicho artículo, que le envió su compañero del Puerto de Cádiz, se divulga lo más relevante de lo escrito, meses antes, por Mr. George Nicholson, Ingeniero Director del puerto de Los Ángeles:

"(...) desde hace poco tiempo ha, conocen en América del Norte la importancia de la descomposición del hormigón en agua del mar (...).

Importantes averías han ocurrido en los puertos del Pacífico, donde se ha construido con estructuras de hormigón.(...)

Se ha comprobado que la deterioración ocurre principalmente en la zona de carrera de mareas, y también en cierta altura por encima de la pleamar.(...)

(...) las causas principales del fracaso del hormigón armado en las obras marítimas son dos: la acción química del agua y la oxidación de la armadura. (...)

No bastará, pues, para evitar la destrucción del hormigón armado en una obra marítima, el añadir

puzolana al cemento, porque siempre se infiltrará el agua del mar y aherrumbrará la armadura. (...) Todo induce, por tanto, a declarar proscrito el hormigón armado de las partes esenciales de una obra marítima."

El Proyecto reformado

En 1914 se consiguió la aprobación del proyecto, por el Gobierno central, para construir el muelle de Levante, pero no existían los fondos económicos necesarios. La situación política durante los años de la Primera Guerra Mundial no era propicia para conseguir subvenciones o participaciones de capital privado, siempre temeroso en estas coyunturas.

El Puerto de Huelva, apoyado por otras instituciones de la provincia, consiguió autorización del gobierno para iniciar, únicamente, la fase inicial de la obra, consistente en el dragado de la fosa sobre la que habrían de asentarse los cajones. Estos trabajos comenzaron el 1 de Julio de 1915, siendo la empresa contratista "Bos y Heijblom."

Esta compañía tenía sus equipos movilizados en Huelva, puesto que en aquella fecha estaban realizando una obra de dragado general de la canal de la ría. En este hecho se apoyó D. Francisco Montenegro para justificar, ante el Ministerio, la idoneidad de comenzar los trabajos de dragado del muelle.

En 1923, con la Dictadura del general Primo de Rivera, la situación económica mejoró, con lo que podía reanudarse la ejecución del muelle de Levante. Sin embargo, el cambio del valor de materiales y mano de obra, así como la conveniencia de aprovechar técnicas más modernas, obligaron a redactar un proyecto reformado que revisase al proyecto primitivo.

El cambio fundamental de dicho proyecto reformado fue el tipo de cajón diseñado. Se adoptaba, ahora, una geometría de mayor solidez y facilidad constructiva.

Además, recogiendo los nuevos conocimientos adquiridos en el campo de la durabilidad de los hormigones expuestos al ambiente marino, durante la etapa transcurrida desde la redacción del proyecto inicial hasta la redacción del reformado, se modificó el tipo de cemento a emplear, proyectándose los nuevos cajones con cemento puzolánico.

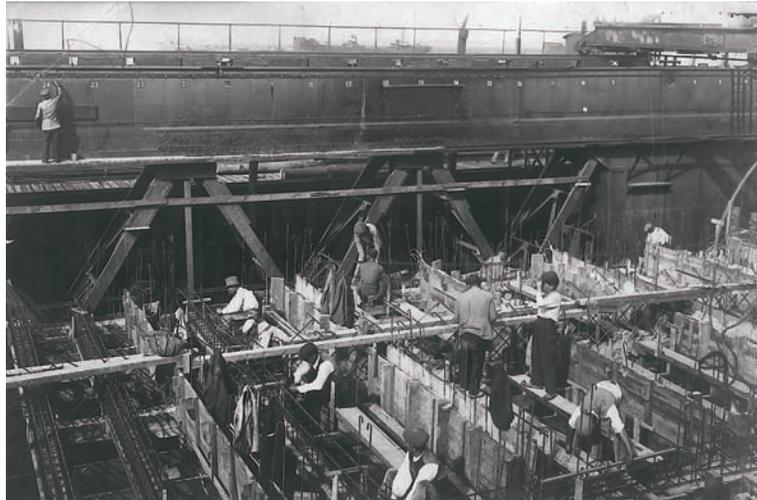


Fig. 3: Fotografía del dique flotante utilizado para ejecutar los cajones del muelle de Levante, durante la construcción de las obras.

De modo que, en el Proyecto reformado, aprobado el 7 de Octubre de 1925, se recoge lo siguiente, respecto a los hormigones:

" (...) La dosificación del hormigón para armar, se atenderá a las normas siguientes: el hormigón tendrá una riqueza efectiva de trescientos cincuenta (350) kilogramos de cemento por metro cúbico de esqueleto árido. La proporción de arena y grava se determinará por tanteos experimentalmente, de modo que la compacidad sea la máxima. La cantidad de puzolana (próximamente 190 kilogramos) para los 350 kilogramos de cemento se determinará experimentalmente ateniéndose a lo dispuesto en la R.O. de 27 de Febrero de 1925. (...) El amasado de los hormigones podrá hacerse a mano o a máquina. Siempre se efectuará mezclando previa e íntimamente en seco el cemento, la puzolana y la arena primero, la mezcla así obtenida y la mezcla después, agregando finalmente muy poco a poco y del modo más uniforme posible el agua, removiendo el conjunto sin cesar hasta obtener una masa bien homogénea. La cantidad de agua será la necesaria para obtener una consistencia del hormigón, que permita rellenar bien los espacios entre armaduras y moldes, debiendo fijarlas en definitiva el Ingeniero Director, para cada clase de obra."

El cemento utilizado en los cajones

Retomamos la historia de la construcción del muelle el día 7 de Febrero de 1927, fecha en la que

el contratista solicitó instrucciones a la Dirección de Obra sobre el tipo de cemento a emplear, mediante la misiva recogida al principio del texto.

Cabe figurar el interés económico de la empresa constructora en modificar el tipo de cemento y las retenciones de la Administración frente al cambio de los términos del contrato vigente y de su proyecto constructivo.

A este escrito contestó, pocos días después, el Director del Puerto indicando que se atuvieran a lo prescrito en el pliego de condiciones, rechazando modificación alguna en la obra prevista. Es decir, impuso el uso del cemento puzolánico, según se recogía en el proyecto aprobado.

No conforme con esto, de nuevo insiste el contratista, con una nueva comunicación enviada sobre el tema, en la que se trasmitía una nueva inquietud técnica:

"(...) Pero es que entre los técnicos que forman parte de la comisión dedicada al estudio de morteros y hormigones en obras marítimas, causó no poca alarma la noticia de que por primera vez en el mundo se iba a emplear cemento puzolánico en estructuras de hormigón armado. Todos coincidían en recordar que es base esencial del hormigón armado la propiedad de adherirse con energía los dos elementos hormigón y hierro, lo que si está sancionado ya desde hace medio siglo en infinitas obras construidas con cemento Portland artificial, no está comprobado que ocurre si forma parte del aglomerante un material casi inerte como la puzolana.

De ahí nuestra consulta de entonces, que ante la respuesta de V.I se convierte nueva exposición de ajenos temores."

El problema expuesto por la empresa es el desconocimiento existente ante la utilización de cemento puzolánico y su influencia en la adherencia entre el hormigón y el acero.

Durante esos días, también se recibieron varias cartas de diversos fabricantes que intentaban justificar la idoneidad de emplear cementos puzolánicos. Destaca entre los encontrados en el expediente, la enviada por la Sociedad Anónima Cementos de Lemona.

Ante esta situación, D. Francisco Montenegro realizó dos actuaciones, con objeto de dar solución a la cuestión planteada.

Por un lado, realizó un sondeo entre los puertos españoles, mediante carta enviada a diferentes Ingenieros Directores en la que preguntaba sobre sus experiencias con hormigones, tipo de cemento empleado y desperfectos sufridos en sus obras. Durante los meses siguientes se fueron recibiendo respuestas de los puertos de Algeciras, Alicante, Barcelona, Bilbao, Cádiz, Cartagena y Castellón. Con los datos recabados se preparó un cuadrante detallando: designación del puerto, obras de hormigón realizadas, antigüedad y estado, clase de cemento y otras observaciones. Era difícil extraer conclusiones, a través de estas experiencias.

Por otro lado, con fecha 5 de Abril de 1927, ruega a la Dirección General del Ministerio que "se sirva pedir informe a la Comisión dedicada a estos asuntos", sugiriendo sustituir la cantidad de puzolana por la de arena fina que debe formar parte del hormigón, para no tener duda en cuanto a la adherencia entre hormigón y acero, así como utilizar una puzolana de mayor calidad, con la mayor proporción de sílice activa posible, proponiendo las encontradas en Andernach, lo que significaría prescindir de las de producción nacional. Además indica en su escrito, que ha encontrado restos de la salida de un colector de hormigón construido en 1903, es decir, con veinticuatro años de antigüedad, en principio de descomposición, lo que parece indicar que las aguas de la ría atacan al cemento Portland ordinario. De este modo, remite el tema a los expertos, aportando una propuesta de solución.

El día 28 de Abril se reúne la comisión nombrada para el estudio de morteros y hormigones en obras marítimas, compuesta por D. Eugenio Ribera, como presidente, D. Manuel Becerra, D. Eugenio Suárez, D. Eduardo de Castro y D. Alfonso Peña, como secretario.

Sin duda, eran los técnicos de mayor conocimiento y prestigio en aquella fecha. Sirva de ejemplo el currículo del Sr. Ribera, ingeniero que destacó por colaborar significativamente en la introducción del hormigón armado en España. Fue investigador, publicando numerosos textos sobre el tema, profesor y director de la Escuela de Ingeniero de Caminos de Madrid y autor de numerosas obras civiles, entre las que destacan: los puentes de hormigón de la vía férrea de Tánger a Fez, el puente colgante de Ampos-ta para cruzar el Ebro y el puente de María Cristina en San Sebastián.

Extractando párrafos del acta de dicha reunión, destacan:

"(...) Ampliamente discutió la Comisión este punto tan fundamental y que tanta importancia tiene evidentemente en obras marítimas. (...)

A propuesta del Secretario fue aceptada por los señores Ribera, Becerra y de Castro, la solución de construir la estructura de hormigón armado de los cajones del proyecto redactado con hormigón de cemento Portland, con las dosificaciones corrientes de este material exclusivo, aumentadas las proporciones de cemento ya que el presupuesto actual de esta obra permite hacer esa mejora, protegiendo la superficie exterior de los cajones con un revestimiento de cemento con puzolana o cemento puzolánico, en un grueso de 6 a 7 cm., ejecutados simultáneamente que el hormigón de cemento Portland (...)

(...) El Sr. Suárez Galván, propone como solución de completa garantía la construcción del cajón de hierro, rellenándole totalmente con hormigón(...)"

Estas soluciones aportadas por la Comisión vuelven a demostrar lo desconocido que resultaba el empleo del hormigón armado en aquella época. Los mayores expertos existentes en el país, se dividían entre una propuesta de prácticamente imposible ejecución, hormigonar simultáneamente los 7 cm. exteriores con otro tipo diferente de cemento, y otra propuesta diferente en la que se apuesta por recurrir a otro material, el acero.

Es aún más curiosa esta última aportación, ya que una comisión técnica dedicada al estudio de morteros y hormigones en obras marítimas, dependiente del Ministerio de Obras Públicas, concluía que era preferible no confiar en el hormigón, sino en un cajón de acero.

Y todo esto, todavía da mayor dimensión al mérito de lo realizado en Huelva.

La Dirección General de Obras Públicas en comunicación de 14 de Mayo, resolvió de acuerdo con el dictamen de la comisión que el empleo de puzolana en el hormigón armado podía alterar las condiciones de adherencia entre la armadura y la masa de hormigón, por lo que únicamente debía utilizarse en los 7 cm. exteriores del cajón.

El Ingeniero Director del Puerto comunicó al Contratista la decisión. Tras realizar infructuosas pruebas

de ejecución y convencido de lo complicado que resultaba realizar la operación prescrita, D. Francisco Montenegro se dirigió de nuevo a su Dirección General de Obras Públicas, proponiendo suprimir la corteza exterior de cemento puzolánico por una mayor dosificación de cemento portland en la mezcla del hormigón, para de este modo, a base de añadir mayor cantidad de cemento al hormigón, mejorar su durabilidad en ambiente marino. La proporción sugerida era de 450 kilogramos por metro cúbico de hormigón, para conseguir mayor compacidad y menor penetración del agua de mar.

Finalmente, en una nueva resolución de dicha Dirección General, de fecha 14 de Noviembre, se aceptaba la ejecución de los cajones, con cemento Portland, sin revestimiento puzolánico, con una dosificación de 400 kilogramos por metro cúbico, algo menor que la propuesta por el Sr. Montenegro, ante el miedo de que pudieran aparecer fisuraciones con proporciones altas de cemento.

De este modo se ejecutaron los cajones de hormigón armado del muelle de Levante, construidos en dique flotante. La botadura del primer cajón se produjo el 18 de Diciembre del año 1927, dándose por finalizada, la obra completa, el 7 de Julio de 1931.

Hoy podemos decir que aquella decisión fue acertada, puesto que muchos años después siguen sin aparecer problemas de durabilidad en estos hormigones.

Por último, como curiosidad y homenaje a todos los trabajadores que participaron en la construcción de tan relevante obra, se incluye parte de una carta enviada por varios trabajadores onubenses, contratados por la empresa constructora, al Ministro de Obras Públicas, como ejemplo de la honradez y profesionalidad de tantos y tantos hombres:

"Excmo. Sr. Ministro de Fomento

Los que suscriben, obreros empleados en la construcción de los muelles definitivos de Huelva a cargo de la S.A. Vías y Riego de Zaragoza, a V.E. respetuosamente exponen:

Que burlando la vigilancia del Inspector encargado por la Junta de Obras de este puerto, en lugar de formar la mezcla concertada para la construcción de los bloques necesarios a los fines de la

Fig. 4:
Fotografía
aérea del
muelle de
Levante
tomada en el
año 2000.



obra, consistente en cinco sacos de cemento por cada vagoneta de grava y arena, solamente le echan cuatro sacos de cemento por cada vagoneta. Para realizar esta substracción ,(...) (...) lo que se causa un gran perjuicio a la obra, cuyo perjuicio lo es para el Estado y para Huelva que se verá sin un muelle de las condiciones que debe esperarse del dinero gastado en él."

Como epílogo, cabe destacar la sabiduría e intrepidez de aquellos que participaron en la construcción del muelle de Levante, que no se detuvieron ante el desconocimiento del hormigón armado, para ellos un nuevo material cuyo empleo en obras marítimas planteaba serias dudas, y que colocaron a Huelva en la vanguardia de las obras civiles. Sirva de ejemplo su dominio de la técnica para generaciones futuras. ◆

Referencias:

-Expediente de las obras del Muelle de Fábrica (actual muelle de Levante) 1901-1915. Ingeniero Director Francisco Montenegro. Archivo histórico del Puerto de Huelva. Legajo 208.
-Expediente de las obras del Muelle de Fábrica (actual muelle de Levante) 1926-1933. Ingeniero Director Francisco Montenegro. Archivo histórico del Puerto de Huelva. Legajo 210.
-Mojarro Bayo, Ana María. Artículo: "La Construcción del muelle de Levante: Un hito en la ingeniería de su época". Revista de Investigación

Aestuaría nº 8. Diputación Provincial de Huelva. Huelva, 2002.
-Mojarro Bayo, Ana María: "El Puerto de Huelva durante la dictadura de Primo de Rivera (1923 - 1930)". Autoridad Portuaria de Huelva. Huelva, 2003.
-Montenegro, Francisco. Artículo: "Muelle de Fábrica sobre terrenos de escasa resistencia". Revista de Obras Públicas nº 1843. Madrid, 19 de Enero de 1911.
-Montenegro, Francisco. Artículo: "Muelle de Fábrica sobre terrenos de escasa resistencia (continuación)". Revista de Obras Públicas nº 1844. Madrid, 26 de Enero de 1911.

-Montenegro, Francisco. Artículo: "Muelle de Fábrica sobre terrenos de escasa resistencia". Revista de Obras Públicas nº 1909. Madrid, 25 de Abril de 1912.
-Montenegro, Francisco. Artículo: "Puerto de Huelva". Revista de Obras Públicas nº 2023. Madrid, 2 de Julio de 1914.
-Suárez Galván, Eugenio. Artículo: "Averías del hormigón armado en los puertos de América del Norte". Revista de Obras Públicas nº 2475. Madrid, 1927.
-Páez Balaca, Alfredo. Artículo: "Cincuenta años de hormigón armado en España". Revista de Obras Públicas. Abril, 1956.