

el invierno, que es cuando el personal de carreteras está más ocupado. La Administración, por otra parte, tiene dificultades para reparar los rodillos y no tiene medios de sustituir unos por otros cuando alguno se descompone.

Un rodillo de vapor de 16 toneladas cilindra, aproximadamente, cada día de diez á doce horas de trabajo y con recargos de espesor de 8 centímetros, unos 40 metros cúbicos de piedra dura ó unos 60 metros cúbicos de piedra caliza. La velocidad del rodillo de vapor apisonando debe ser de unos 3 kilómetros por hora.

En los trozos recargados sería conveniente cilindrar cada año, aprovechando el paso del rodillo del vapor, porque éste aprieta las piedras unas contra otras, expurga el afirmado de las tierras que existen en los intersticios, reduce el levantamiento producido por los fríos persistentes, y, en consecuencia, la dislocación y movilidad relativa que se observan á cada deshielo.

Se reseñarán brevemente, para terminar, los buenos efectos de la conservación de carreteras por el método de cargos cilindrados:

La circulación queda desembarazada del impedimento considerable que los empleos parciales representan. La resistencia á la atracción es durante el empleo de los materiales menor por recargos que por bacheos.

El afirmado queda mejor unido, más igual y más resistente; de donde resulta un menor esfuerzo de tracción para los motores, un movimiento más agradable para excursionistas y viajeros y una nueva economía para el público.

El perfil transversal del afirmado es más regular y se conserva mejor, la evacuación del agua se hace mejor y el barrido es más fácil.

Hay menos barro y polvo, de donde proviene una nueva ventaja para el público y economía en la mano de obra en el entretenimiento propiamente dicho.

Se evita el desgaste considerable debido á la rotura en pura pérdida, de las piedras diseminadas, así como de las que por el poco espesor del bache se rompen al apisonar.

Hay una adherencia más completa entre los empleos recientes y el firme antiguo.

El afirmado es menos sensible á las intemperies y á los deshielos.

Los materiales se emplean metódicamente, por una labor de conjunto que puede estar bien organizada, en lugar de la labor de bacheos, que queda casi exclusivamente á la iniciativa de los camineros.

La mano de obra permanente de los peones camineros disminuye, y, por tanto, puede disminuir el número de éstos.

Bilbao 26 de Febrero de 1909.

VÍCTOR O. DE ALLENDE.

(Se continuará.)

PUERTO DE BARCELONA

Dársena del Morrot.

Aprobado dicho proyecto por Real orden de 2 de Julio de 1904, se subastaron las obras con fecha 22 de Noviembre del propio año, comenzándose los trabajos á su debido tiempo, por la explanación de la parte Sur, con objeto de ganar terrenos al mar y establecer en ellos los indispensables talleres.

Con la simple iniciación de estas obras preliminares, y al

levantarse los perfiles del replanteo, se echó de ver bien pronto la inexactitud de muchos de los datos consignados en el estudio primitivo, referentes á la configuración del terreno, suponiendo la existencia de playas más ó menos extensas donde éstas habían desaparecido, y la necesidad imprescindible de obras adicionales importantes para subsanar estas deficiencias. Trazado este proyecto sobre un plano algo antiguo de la costa levantado por la Comisión Hidrográfica, nada tiene de extraño que por la acción del tiempo y variadísimos efectos de los temporales y de las corrientes de toda índole en un litoral como el nuestro de tan mudable régimen, se haya alterado la configuración de sus playas, socavándose unas y aterrándose otras, á veces, en plazos muy breves, variando más tarde en sentido contrario con el rumbo de las marejadas, y sin adquirir nunca carácter de estabilidad y firmeza.

Lo cierto es que por efecto de estas variaciones, el gran playazo antes existente entre el arranque del segundo espigón y la fábrica de Nuestra Señora del Carmen, que sirvió de base al estudio aprobado y se consignó en los planos del mismo, ha desaparecido en mucha parte de su extremidad Norte, en la que hoy llegan las olas al emplazamiento fijado para el muro terminal de la nueva estación, obligando á la prolongación de las escolleras de defensa paralelas á la costa en una extensión de 200 metros, y al vertido de un nuevo y considerable cubo de terraplenes inferiores y superiores al nivel del mar. El conjunto de estas obras adicionales, que más tarde detallaremos, representa un aumento forzoso en el presupuesto de gastos de 687.778,86 pesetas, cifra que, por su crecida importancia, exigiría ya por sí sola la formación de un presupuesto reformado, si otras muchas concausas no contribuyeran á justificar su necesidad ó conveniencia.

Las obras del segundo espigón, formadas por un dique de abrigo y un muelle adosado, y en general todas las de la nueva dársena, se proyectaron, según se hace constar en la Memoria correspondiente á dicho estudio, bajo el supuesto de que las obras de prolongación de la escollera de Levante estarían ya lo suficientemente avanzadas para prestar un buen abrigo á las de Morrot, sin que éstas hubieran de reunir, por lo tanto, grandes condiciones de robustez y resistencia. Desgraciadamente la experiencia ha venido á demostrar la inseguridad de estas previsiones, por cuanto, debido á multitud de causas que no es del caso analizar aquí, tales como los cambios de traza y de perfil, periodos de prueba de nuevos elementos de construcción, proyectos de muelles adosados, y sobre todo la poca actividad desarrollada hasta ahora por el adjudicatario de las obras, éstas se encuentran hoy día en estado de evidente retraso, sin que haya comenzado aún la construcción del espaldón, y avanzado muy poco la de los bloques de guarda destinados á quebrantar y detener por completo la propagación de las marejadas.

En tales condiciones, que tardarán bastante tiempo en mejorar; basta tener á la vista los planos aprobados de la dársena de Morrot, para comprender que las obras de su contradique de defensa se han de construir en plena mar, sin abrigo de ninguna especie, al menos contra los temporales del segundo y tercer cuadrantes que suelen ser los más temibles, y sin la posibilidad de retrasar su construcción, por los plazos perentorios y fijos estipulados con la Compañía de los ferrocarriles de Madrid á Zaragoza y á Alicante, y sancionados por la Superioridad, bajo la carga de ciertas y onerosas penalidades.

Es, pues, indiscutible que la sección proyectada para aquél, en los supuestos indicados, ha de resultar insuficiente en absoluto ante la realidad de los hechos, y así lo ha demostrado ya la práctica, por cuanto las escolleras vertidas en el año anterior, con sujeción estricta al perfil aprobado, y en el arranque de la expresada obra, fueron barridas en breves horas por el primer temporal que sobrevino, por cierto de corta intensidad, y sin que quedara de las mismas ni el más pequeño rastro. Debe reforzarse, en consecuencia, la citada sección, aumentando desde luego la banqueta de su paramento exterior hasta los 6 me-

tros de anchura prefijados por la propia Superioridad, acrecentando algo más el cubo total y unitario de los bloques de revestimiento, con lo que á la vez se simplificarán los modelos para su construcción, y revistiendo, por último, los taludes de su paramento interior proyectado de escollera menuda al *descubierto*, y que han de ser batidos durante largo tiempo por las marejadas de Levante, con un manto protector de escollera gruesa, análoga á la constitutiva del contradique actual, obra con la que ha de conservar aquélla grandes caracteres de analogía, y cuya eficacia ha sancionado por completo una experiencia de *veintisiete años*.

Pero esto no basta; la coronación de dicho dique se ha proyectado mediante un sencillo muro de mampostería de *tres metros* de altura sobre el nivel del mar y de escaso espesor, es decir, de un muro completamente análogo al de los muelles interiores del puerto y destinado como éstos á contener los terraplenes del muelle adosado, en toda la longitud del espigón y de las escolleras de la costa. Á poco que se reflexione, compréndese bien las dificultades é insuficiencia de estas obras. En primer término, y ante la imposibilidad de verter previamente los terraplenes superiores, que la más leve marejada barrería con gran facilidad, dicho muro habría de construirse aisladamente, lo que no sería en verdad cosa sencilla, con una base de asiento bañada continuamente por la resaca, y sin poder garantizar tampoco la estabilidad del conjunto ante el empuje de las marejadas más débiles. En una palabra, surgirán los inconvenientes naturales de querer realizar la construcción de un verdadero y débil muro de muelle interior en la coronación de un rompeolas.

Pero aun dado caso de que esto pudiera lograrse, y que el muro y su terraplén se terminaran por completo y en satisfactorias condiciones, con los temporales de gran intensidad, el efecto del oleaje que en toda esta zona suele alcanzar alturas de *ocho* y más metros en simple estado oscilatorio, sería el de lanzar sobre el muelle, no ya su reventazón, sino verdaderos paquetes líquidos que lo barrerían en toda su extensión, inundando y destruyendo las instalaciones que sobre aquél se realizarían, ó arrastrando ó deteriorando las mercancías depositadas en el mismo. Hechos análogos se han comprobado ya en nuestro propio puerto, por el desabrigo en que antes se hallaban los muelles de Barcelona y primer tercio del de San Beltrán contra los temporales del Sur; y si esto ha sucedido en muelles interiores y con marejadas no tan temibles ni tan frecuentes como las de Levante y del Sudoeste, á que han de quedar expuestos el nuevo contradique y las escolleras de la costa, se comprenderá lo justificado del recelo y la necesidad de corregir tales deficiencias. Es, pues, forzoso proyectar un verdadero espaldón de abrigo sólidamente empotrado en las escolleras del basamento por algunas hiladas de bloques de hormigón de forma apropiada y robusta para rechazar y resistir el oleaje, y de una altura mínima de *6 metros* (incluso el parapeto) sobre el nivel del mar, análoga á la del actual contradique, y suficiente, como ha demostrado la experiencia, para evitar el efecto de los rociones sobre los muelles habilitados á su abrigo. El conjunto de todas estas obras suplementarias representa otro gasto adicional de crecida cantidad, cuyo detalle especificaremos más tarde, al tratar del importe de las variaciones adoptadas.

Otra cuestión de suma transcendencia, y cuya resolución precisa y adecuada ha de influir asimismo de un modo poderoso en la necesidad y justificación de esta reforma, es la relativa á la creación de dársenas y muelles profundos para el fondeo y atracó que directo de los modernos trasatlánticos.

Conforme á lo indicado en esta Memoria, al ocuparnos de la modificación del muelle de Levante, y como resultado de nuestra asistencia al X Congreso Internacional de Navegación celebrado en Milán á fines de Septiembre de 1905, pudimos convenirnos, al seguir el interés de las discusiones habidas en el mismo, y muy singularmente las relativas al calado con que deben dotarse las dársenas y muelles de nueva construcción, de la ne-

cesidad y conveniencia de adoptar para los puertos españoles, y en especial para los de primera importancia, los mismos procedimientos puestos ya en práctica en los más notables de Europa, á fin de equiparar sus condiciones con los incesantes progresos de la construcción naval en nuestros días, único medio de evitar su paralización y su atrofia; pues el hecho de disponer ó no de fondeaderos donde puedan abrigarse y hacer sus operaciones de alijo estos enormes buques, puede determinar que las corrientes comerciales se encaucen en cierto sentido y lleguen á formarse mercados centrales que, recibiendo los grandes cargamentos, los distribuyan más tarde entre los puertos secundarios.

Si queremos evitar que Barcelona siga siendo tributaria de Génova, agrandado ya, dentro de aquel criterio, por los notables trabajos del Ingeniero Ingles, ha de aprovechar las circunstancias que favorablemente se le ofrezcan para entrar en este nuevo ferroteo, pero no deshaciendo lo creado, sino utilizando siempre los medios y fondeaderos naturales dentro de un criterio prudencial y justo, sin exageraciones de ninguna índole. Al efecto, y en las apreciaciones antes dichas, fijamos como límite racional para la misma profundidad de los muelles de gran calado la sonda de *11,20 metros*, formada por la adición de una sola hilada al tipo ordinario de muros de *9 ó 60 metros* de altura, con que se han venido construyendo los más recientes muelles, proyectando y calculando esta nueva sección del modo más satisfactorio posible en los terrenos práctico y teórico.

Ningún punto más adecuado en el puerto para la creación de estas zonas de atraque que la dársena del Morrot, no sólo por la gran sonda natural de su fondeadero, su vasta amplitud de *500 metros* y el gran desarrollo perimetral de sus muelles, sino por su posición especial, la más avanzada de todas hacia el exterior; su carácter de verdadera ampliación de lo actual, reservada para las necesidades futuras, por la casi imposibilidad de construir nuevas dársenas en su prolongación, y, finalmente, por disponer en sus propias zonas de depósito, de una importante estación de ferrocarril que podrá facilitar en alto grado la distribución de las corrientes principales del tráfico. No hemos vacilado por lo tanto, en proponer la habilitación de esta dársena, donde aún está todo por crear, para la recepción y alijo de los grandes buques modernos, aumentando la sonda de su fondeadero central hasta los *12 metros*, que se dan á los exteriores del puerto de Génova, y llevando hasta la cota de *11,20 metros* el calado de sus muelles de atraque, si bien limitando esta variación al de costa y al adosado al segundo espigón, por considerar, en primer término que el desarrollo lineal de estos dos muelles, que componen en junto una extensión de *900 metros*, es más que suficiente para atender á las necesidades del género indicado, durante larguísimo período; y en segundo lugar, porque hallándose el muelle restante, ó sea el del paramento Sur del primer espigón, en posición desabrigada, y exigiendo una construcción especial para evitar ó atenuar en el mismo la propagación de las resacas, dichos sistemas, cuyo coste suele aumentar en proporción cada vez más rápida con el incremento de calado, llegaría á acrecentar la importancia de este presupuesto en elevados límites. Con la disposición adoptada, el aumento real y positivo de gasto resultante no rebasará de *191.141,03 pesetas*, cantidad verdaderamente reducida ante la cuantía y transcendencia del beneficio realizado.

Prescindiendo de otras pequeñas modificaciones prescritas por la Superioridad en su informe aprobatorio del primer proyecto, y á las que naturalmente se ha dado cumplimiento al redactar el nuevo estudio, réstanos hablar de la última reforma cuya introducción juzgamos necesaria, ya indicada con anterioridad, al hablar de la conveniencia de oponerse á la propagación de las resacas sobre el paramento Sur del primer espigón, único sometido á la acción directa ó transmitida de las marejadas.

Es indudable que de conservar aquél completamente unido en la forma normal, la acción de las resacas refleja las o transmitidas por este paramento continuo, bastaría para llevar la in-

tranquilidad de las aguas á toda la dársena del Morrot, y tal vez á los fondeaderos interiores por una serie de reflexiones sucesivas. Un fenómeno igual ocurrió en el puerto de Génova para la dársena limítrofe de los diques secos de carena; y sólo cesó al reemplazar el antiguo paramento del muelle de la Grazie por otro á *claraboya*, formado por una serie de pilas sosteniendo un piso abovedado, y rampas intermedias de escolleras, donde rompen las olas impidiendo su propagación. El mismo sistema se ha propuesto recientemente para la construcción de nuevos muelles, reemplazando empero los pisos en bóveda por tramos recios independientes.

Reconocida, pues, la necesidad indiscutible de cambiar el paramento continuo de aquel muelle por otro de redientes, precisaba fijar en primer término cuál sistema, de los muchos que pueden adoptarse, resultaba más adecuado, teniendo en cuenta, como condiciones del problema, la de obtener, dentro del aumento de gasto, toda la mayor economía, y la de conservar inalterable la posibilidad del atraque directo de los buques. Después de algunos estudios y comparaciones, nos decidimos por el tipo de Génova, por ser el más sencillo de los adoptados y por su comprobada y satisfactoria eficacia. Ciertamente que dicha construcción resultó en el citado puerto á un precio bastante elevado; pero esto fué debido al empleo del aire comprimido en las fundaciones de los apoyos y á lo muy espaciado de los mismos; y como ya se ha dicho antes que el muelle en cuestión debe conservar su altura normal de 9,60 metros, al menos en la mayor parte de su longitud que estará fundado con bloques sin necesidad de emplear el aire comprimido, y como además hemos aproximado los ejes de las pilas reduciendo las luces de los huecos á límites corrientes y aceptables sin el menor inconveniente para el objetivo apetecido, claro está que aminorando los dos factores del gasto de mayor transcendencia, podremos conseguir, y hemos alcanzado en efecto, una notable economía sobre el coste del tipo elegido. Restan por determinar, en consecuencia, los sistemas más convenientes para la construcción de las pilas, y para la de los pisos ó tramos intermedios. La separación de los apoyos la hemos fijado en 12 metros de eje á eje y su espesor en 5 metros para el zócalo, 4 para el cuerpo intermedio y 3,50 para el superior, con lo que las luces de los huecos quedan reducidas á 8,50 metros.

Para la construcción de estas pilas se han hecho muchos y diversos estudios, bien empleando el aire comprimido, bien cajones de hormigón moldeado, análogos á los monolíticos del dique del Este, que se condujeran flotando á sus emplazamientos, para rellenarlos después, bien construyendo bloques huecos especiales que debidamente combinados permitieran su relleno y trabazón con hormigón vertido, bien con tubos de hormigón hincados en el terreno y rellenos después, empleando agotamientos. Pero todos estos cálculos y soluciones daban margen á la formación de numerosos precios contradictorios, y tan elevados, además, que el aplicarlos á la obra hubieran motivado para la misma enormes presupuestos adicionales.

En vista de esto, procedimos á examinar en qué condiciones podían hacerse las pilas adoptando el procedimiento ordinario de concertar bloques, aun cuando hubiera de aumentar el espesor de aquéllas. Á ello nos determinó también la experiencia adquirida con el buen éxito de los muros de los careneros del dique deponente, cuyas condiciones, sin embargo, son harto más desfavorables que las que han de tener las pilas, por cuanto aquéllos se hallan completamente aislados, sin el menor enlace en su coronación, y sin estar siquiera unidos al muelle de costa, constituyendo, por lo tanto, prismas independientes por sus cuatro caras, no obstante lo cual han resistido y siguen resistiendo enormes cargas sin el más pequeño deterioro, mientras que las segundas quedarán enlazadas en su parte superior con el piso general del muelle y envueltos en la mitad de sus mayores paramentos por el tendido de los terraplenes intermedios. Consideramos, pues, que no hay inconveniente alguno en emplear este medio de construcción, que no obliga á salir de las di-

mensiones generalmente empleadas en esta clase de obras, y permite adoptar las mismas clases de fábrica que fueron objeto de licitación.

Creemos, no obstante, que el asiento de bloques habrá de hacerse con mayores dificultades que un muro de construcción corriente, porque en realidad hay bastante diferencia entre establecer una línea de gran longitud sin cambios ni resaltos de ninguna especie, asentando cada bloque por medio de las correderas y afianzándole en el anterior, á construir pilas completamente aisladas con sólo 15 metros de línea, concertando unos con otros bloques diferentes que han de resultar bien ajustados por tres diversos paramentos. Juzgamos, pues, muy atendible la reclamación que sobre este punto formula el contratista, habiendo procedido de común acuerdo á la formación de un precio contradictorio, cuya justificación fué incluida en el anejo correspondiente.

El precio correspondiente al arreglo de la base de cimentación se aplica para los muelles ordinarios por metro lineal de explanación, y así se consignó en el proyecto primitivo; pero claro es que este precio no puede aplicarse al nuevo muelle por la forma especial del mismo, y por ser mayor la longitud de las pilas que el claro entre ellas; y para evitar la formación de otro nuevo precio, hemos apelado al procedimiento lógico de calcular la superficie en metros cuadrados de las bases de cimentación, dividiéndolas después por 4,50, que es el ancho correspondiente en el proyecto primitivo al muro ordinario por metro lineal y con arreglo al cual se fijó el precio unitario. De este modo obtendremos un cierto número de metros lineales, al que aplicado dicho precio nos dará á conocer el importe exacto de la obra.

Determinada la formación de estos apoyos, y cuidando de que el tamaño de los bloques resulte proporcionado á los que figuran en el proyecto primitivo, con objeto de evitar que por exceso ó falta de fuerza los aparatos de la contrata llegaran á trabajar en condiciones poco económicas ó fueran totalmente inútiles, dando margen á otras reclamaciones, se ha estudiado la cimentación teniendo en cuenta que las primeras hiladas de bloques han de asentarse, como en los demás muelles del puerto, sobre las arenas del fondo; cuidando, en consecuencia, que las presiones sobre el mismo no resulten superiores á las ordinariamente admitidas, que suelen ser hasta de 3 y 3,50 kilogramos por centímetro cuadrado, y á ser factible, reduciéndolas algo para evitar ó aminorar las posibilidades de asientos desiguales, más perjudiciales en el caso particular de que se trata. Este resultado creemos haberlo conseguido, como se demuestra en el cálculo que más adelante se acompaña, y por el que aparece que la máxima presión sobre el fondo queda comprendida, según la mayor ó menor cota de las pilas, entre 2,035 y 2,211 kilogramos por centímetro cuadrado de la base, cifras, como se ve, bastante inferiores á las admitidas.

Para la construcción del piso pueden adoptarse, asimismo, variables procedimientos. En el muelle de la Grazie de Génova se empleó el sistema de bóvedas, que tuvo buen éxito, por estar cimentados los apoyos sobre fondo de roca; pero en los nuevos trozos de muelle que bajo igual criterio se están ejecutando en el citado puerto, se han reemplazado las bóvedas por tramos independientes de hormigón armado, teniendo en cuenta la posibilidad de asientos que pudieran provocar su deterioro ó mal aspecto. Por otra parte, la más elemental prudencia aconsejaría, en caso como el nuestro, de líneas de muelle excesivamente prolongadas la intercalación en varios puntos, de verdaderas pilas estribos dotadas de gran resistencia para evitar la posibilidad de un gran derrumbamiento general, en caso de rotura ó desplome ocasional de uno de los arcos, y esta precaución necesaria representa, además de la carencia del sistema, otro suplemento de gasto.

Por tales razones, hemos rechazado para nuestro muelle el empleo de las bóvedas y elegido el de tramos independientes, que es hoy día el más generalizado y aceptable. Réstanos deter-

minar la clase de material más adecuado para la composición de aquéllos.

Desde luego hemos de descartar el empleo de la madera, que da tan malos resultados en climas como el nuestro, y más teniendo en cuenta la abundancia de teredos en estas aguas. Queda, pues, reducido el problema á la elección entre los pisos de hormigón armado y los entramados metálicos de hierro ó acero. Es evidente que los últimos son más elásticos y se prestan mejor que aquéllos á las desigualdades del asiento; pero en cambio son mucho más caros (de un 30 á un 50 por 100), y ofrecen, además, el inconveniente gravísimo de su costosa conservación á orillas del mar, y en puntos bañados constantemente por las salpicaduras de las aguas. Dicho sistema no debería, pues, emplearse sin recubrir las vigas por completo con otros materiales que, sobre quitarles en gran parte sus ventajas de elasticidad, aumentarían bastante el peso y costo de la construcción. Damos, por consiguiente, la preferencia al hormigón armado, con el que pueden obtenerse pisos de gran solidez, muy duraderos y relativamente económicos. Más adelante especificaremos las condiciones de resistencia fijadas para estos tramos, la justificación de sus dimensiones y los detalles de su composición,

Un solo inconveniente resulta de la elección del material citado, cual es, la necesidad de fijar un nuevo precio contradictorio para su aplicación, por no existir establecidos en el puerto otros análogos ó de condiciones similares. Con objeto, sin embargo, de no dilatar la formación de este presupuesto, y á reserva de lo que sobre este punto concreto resuelva la Superioridad, hemos procedido, de acuerdo con la Sociedad Contratista, á la determinación de este nuevo elemento de gasto.

Otro punto interesante para la construcción del nuevo muelle, es el relativo á la formación de las rampas de escollera establecidas entre las pilas ó redientes de su paramento. El talud de aquéllas lo hemos fijado en 1 y $\frac{1}{2}$, de base por 1 de altura, algo menor que el natural al aire libre, con objeto de aminorar el empuje de las resacas y no exagerar su tendido, del que depende esencialmente el ancho del andén de costa, que es el elemento más caro de la construcción. El pie de estas escolleras enrasara para el muelle de 9,60 metros de altura, con el paramento ó frente de las pilas, igual que se ha hecho en Génova; pero en el trozo de 11,20 metros de cota, y á fin de no modificar la amplitud del piso, se salva la diferencia de alturas con una hilada de bloques de contención, que será prolongación exacta de la del zócalo inferior de las pilas.

Para la defensa de los taludes, se ha empleado en los muelles de Génova un macizo ó malecón de escolleras en toda la altura del relleno, y detrás de él se han vertido las tierras; pero en el presente caso resultaría costoso este sistema, juzgando preferible el empleo de malecones parciales de menor altura, en la forma que indica el perfil transversal de la obra, disposición más económica y perfectamente constructible.

Con objeto de acortar aún más la amplitud del piso de hormigón, hemos interrumpido el talud de escolleras á cierta distancia de su encuentro con la rasante del terreno, coronando aquél con otro prisma terminal, y una hilada de bloques, que servirá á su vez de asiento á un pequeño muro de contención de tierras, logrando de este modo reducir á sólo 12 metros la anchura del andén de costa, sin menoscabo de la eficacia del sistema.

En la construcción de los malecones de defensa, que no ofrece nada de particular, se ha de procurar, sin embargo, que en la distribución del material las piedras de mayor volumen y peso se reserven para el paramento exterior, para evitar su remoción por la resaca, y, en cambio, las más pequeñas vengán á caer del lado de las tierras, para disminuir en lo posible los huecos del macizo.

Tales son las variaciones fundamentales, unas obligadas y otras de alta conveniencia, que nos han impulsado á proponer esta reforma.

Descripción de las obras.—Pasemos ahora á describir del modo más sucinto posible las obras proyectadas.

Dicha dársena formará un rectángulo de 500 metros de amplitud, constituido por un muelle de costa y dos espigones normales á su dirección, el primero de los cuales, ó sea el más interior ó próximo al antepuerto existente, vendrá á formar una ampliación de los actuales muelle y contradique de Poniente, mediante las modificaciones y reformas de que más adelante hablaremos; y el segundo, emplazado en la parte exterior, constará de un muelle protegido en toda su longitud por un rompeolas ó nuevo contradique destinado á resguardar aquél y la propia dársena de los embates del mar, y que extendiéndose por medio de una nueva enfilación paralela á la costa, que formará con la primera un ángulo obtuso, resguardará asimismo, de las marejadas, el proyectado ensanche de la estación de Madrid á Zaragoza y Alicante, prolongándose hasta su encuentro con el edificio de los Altos Hornos y Herrería de Nuestra Señora del Carmen, construídos en los playazos de Casa Antúnez á inmediación del paso á nivel de la citada línea y de la carretera de la costa.

El muelle de tierra, cuya anchura media será de 212,50 metros, constará, en el sentido de su sección transversal, de dos partes distintas, no sólo por su diferencia de nivel, sino también por el objeto á que se destinan. La primera, que formará el muelle propiamente dicho á 3 metros de altura sobre el nivel del mar, abarcará toda la longitud de la dársena y espigones adyacentes con una anchura de 85 metros; y estará cimentada conforme á las indicaciones antedichas, á una cota de 11,20 metros bajo el nivel de la bajamar. La segunda parte ó sección quedará enrasada en toda su amplitud y anchura á 6 metros de altura sobre el mar, ó 3 sobre el muelle anterior, quedando separada del mismo por un muro de mampostería en toda la longitud del recinto, exceptuando en los trozos destinados á rampas y enlaces entre una y otra explanación. El contorno de esta sección, que afecta la forma de un polígono irregular, circunscribe el área de 104 metros cuadrados, que con arreglo al convenio estipulado entre la Junta de Obras del puerto y la Compañía de Ferrocarriles de Madrid á Zaragoza y á Alicante, en 16 de Enero de 1903, ha de cederse á la última para el establecimiento de su nueva estación núm. 3, en reemplazo de la que hoy tiene establecida en el muelle de San Beltrán y ha de desaparecer de aquel emplazamiento, reservado en toda su amplitud para los servicios comerciales.

El muelle formado por el primer espigón tendrá, una vez terminado, una longitud total de 450 metros por un ancho de 150, formándose su paramento Sur por medio de pilas ó redientes sobre los que insistirá un piso de hormigón armado en 12 metros de amplitud. Mas adelante describiremos con mayor detalle la construcción de dicho paramento, por el sello de novedad que lo caracteriza y diferencia de todos los del puerto.

La formación del espigón citado exige, además, la realización de algunas obras suplementarias, tales como la demolición del espaldón del primitivo contradique, la del Morro emplazado en su terminación y la del sencillo Varadero que existe, asimismo en su extremidad para el servicio de pequeños botes. Finalmente, y como nueva obra adicional indispensable, se proyecta el enlace de los paramentos entre los actuales muelles de Poniente y de San Beltrán en 112 metros de longitud, que estuvo interrumpido largos años para el servicio del llamado embarcadero de Esparó, por donde llegaban á las aguas del antepuerto los productos pétreos y terrosos procedentes de las canteras del mismo nombre.

El muelle adosado al segundo espigón, tendrá, una vez terminado, y á partir del muelle de Costa, una longitud de 400 metros por un ancho de 100, sin contar el del espaldón del contradique. Dicho muelle, en todo su contorno, estará cimentado á la sonda de 11,20 metros, inferior al plano de la bajamar, con lo que la línea de atraque utilizable para los buques de gran ca-

lado medirá un total de 900 metros, sin contar los últimos 82 metros del muelle de redientes, que también se cimentarán con igual cota.

Como obra complementaria de notoria entidad, debemos mencionar la indispensable prolongación de la cloaca colectora de la ciudad que antes desagaba á espaldas y en el arranque del dique de Poniente, y que atravesando los terrenos ganados al mar con la explanación del muelle de Costa, ha de cruzar aquella en modo y forma conveniente para llevar sus productos al exterior del nuevo rompeolas; á cuyo fin, y una vez en posesión de ciertos datos necesarios sobre la distribución de vías y servicio de la nueva estación, no definidos aún en la época de este proyecto, se formará un estudio especial que con el carácter de ampliación de aquel, se someterá oportunamente al examen y aprobación de la Superioridad.

Contradique ó escollera exterior.—Su sección obedece á un tipo corriente, sin nada nuevo ni esencial; pero que generalmente ha dado buenos resultados en casos similares para resistir á marejadas que no podrán alcanzar nunca excepcional intensidad. Por eso no insistimos más en la justificación de su resistencia y condiciones, creyendo que por sus caracteres de analogía con el contradique existente, sancionado ya por la práctica de largos años, sobre todo en la amplitud y altura de sus respectivos espaldones, habrá de llenar su objeto satisfactoriamente, sin que sea factible debilitar sus componentes, sin detrimento de la estabilidad, ni acertado exagerar su resistencia, sin caer en lo innecesario y oneroso.

El macizo de escolleras que formará la cimentación de esta obra, habrá de constar de dos cuerpos superpuestos, de sección trapecial y diferentes dimensiones. El cuerpo ó macizo inferior

tendrá su coronación enrasada á 6 metros á partir del nivel de la baja mar, 31 metros de amplitud y descansará directamente sobre el fondo arenoso del mar. Su altura dependerá, en consecuencia, de la sonda ó irregularidades de aquél. El cuerpo superior, cuyo talud interno coincidirá con el análogo del basamento, tendrá tan sólo 25 metros de anchura, dando lugar, por lo tanto, á la formación, en el lado exterior, de una banqueta de 6 metros de amplitud conforme á lo prescripto por la Superioridad. La altura de este segundo macizo será de 3,20 metros y de 15 metros su anchura en la coronación. Sobre la banqueta antes citada, se apoyarán los bloques de mampostería hormigonada de 27 toneladas de peso, destinados á la defensa del talud exterior del segundo macizo. El talud interior del mismo se hallará protegido también por un manto de escollera de grandes dimensiones, y todo el resto de la construcción se hará con escollera menuda ó de mampuestos enrasando la base superior del cuerpo elevado, á la cota de 2,70 metros á partir de la baja mar.

Sobre esta base se colocarán dos hiladas de bloques de hormigón de las dimensiones ordinarias, ó sea, de 1,60 metros de altura, que servirán á su vez de basamento al espaldón de mampostería hidráulica, que ha de defender á los muelles de tierra y adosado, contra los embates de la mar. Dicho espaldón constará de un macizo de 4,50 metros de altura, y un pretil de un metro; formando en su perfil externo una línea cóncava apropiada para despedir el oleaje, y en el interior un talud uniforme de 1,10. La anchura de este espaldón en su base de asiento, será de 6,60 metros, y de 4,10 metros en su coronación. Éste quedará enrasado, sin contar el pretil á 5 metros sobre el nivel del mar y á 6,00 metros teniendo en cuenta la elevación de aquél.

Revista de las principales publicaciones técnicas.

El sagax, piedra artificial de construcción, ligera ó incombustible.

Este nuevo material, que describe el *Engineering News* del 3 de Diciembre, es un 12 por 100 más ligero que el barro cocido y puede reemplazar muy principalmente á los ornamentos llamados de terra-cota y á la madera para la confección de *parquets* y recios adros de las puertas y ventanas.

Este nuevo producto, fabricado por la Sagax Wood C.^o, de Baltimore, contiene 60 por 100 de paja molida aglomerada por un cemento magnésico. Es elástico como la madera y se puede trabajar, pintar y clavar lo mismo que ésta; no pierde apenas de su resistencia cuando es llevado á una alta temperatura sobre una de sus caras. Por razón de su mala conductibilidad, un suelo hecho de bloques huecos de sagax resiste muy bien al fuego.

Comparación entre el tiro natural y el tiro forzado en las chimeneas.

El *Electrical Engineering* del 26 de Noviembre analiza una comunicación de M. W. King, dirigida á la Institution of Electrical Engineers, en la cual el autor compara el funcionamiento de una chimenea de tiro natural con el de una de tiro forzado producido por un ventilador colocado en derivación.

El autor da sobre cada uno de los dos modos de producir el frío, comparados, reseñas numéricas relativas á la depresión

creada, al rendimiento mecánico de la chimenea, á las temperaturas de los gases que la atraviesan, á la posibilidad de forzar la producción de vapor en las calderas, al rendimiento térmico de ésta, etc., etc.

De este estudio se deduce, que la ventaja está del lado del tiro forzado, pues permite:

- 1.^o Aumentar el rendimiento térmico de la instalación por el descenso de la temperatura de los gases en la chimenea.
- 2.^o Quemar en la parrilla combustibles de calidad inferior, por razón de la fuerte depresión producida.
- 3.^o Forzar muy fácilmente la producción de vapor, en caso de necesidad, y, por consecuencia, reducir al mínimo el número de aparatos de reserva; y
- 4.^o Poder proporcionar siempre, haciendo variar la depresión creada en la chimenea, la producción de vapor al consumo.

Notas sobre el trabajo de las vigas.

En la *American Machinist* del 10 de Octubre, M. E. H. Fish hace observar que los resultados de los ensayos hechos sobre vigas sometidas á flexión no concuerdan generalmente con los que da el cálculo; así, por ejemplo, una barra cuadrada de 25,4 milímetros de lado, colocada sobre dos soportes distantes 31 centímetros y cargada en su punto medio, resiste á 1.200 kilogramos próximamente, en tanto que esta viga resiste 14 kilogramos por milímetro cuadrado á la tracción y 84 á 93 kilogramos á la compresión.