

lado, y el viaducto se aumenta con objeto de satisfacer á las prescripciones de la citada Real orden, que no se tenían muy en cuenta en el proyecto aprobado, llevando el paramento interior del muelle 50 metros más hacia el centro del Odiel, ó sea á 230 metros de la arista exterior del terraplén. Como el radio del eje del viaducto es de 180 metros, resultará que describe más de un cuarto de círculo, encontrando oblicuamente á dicho terraplén, con lo que se favorece el enlace de las vías del muelle con las de tierra.

El presupuesto de ejecución material del muelle con esta disposición es de 1.989.850,48 pesetas, resultando un adicional sobre el del proyecto aprobado de 655.935,19 pesetas, de las que 278.963,58 pesetas eran debidas al aumento de la longitud del viaducto, y del resto, más de los dos tercios al aumento de precio resultante en el concurso de adquisición del material metálico con relación á los del proyecto aprobado.

Esta reforma fué aprobada por Real orden de 13 de Septiembre de 1903, disponiéndose que se acortara el viaducto 40 metros, y autorizándose á la Junta de Obras para que en la adquisición de la madera se siguiese el sistema más conveniente, bien por concurso ó bien por adquisición directa, aprovechando las circunstancias más favorables.

Como la prescripción en la que se disponía se acortase el viaducto en unos 40 metros expresaba también que se trasladase hasta la canal los 50 metros propuestos, pedimos aclaración á este importante extremo en 15 de Octubre de 1903; disponiéndose por Real orden de 4 de Diciembre del mismo año, en contestación á nuestra consulta, que se entendiera que la distancia entre las líneas de atraque del proyecto aprobado anteriormente y las del replanteo fuera de 50 metros.

Conforme con esta prescripción ha quedado determinada la línea de atraque exterior del muelle á 230 metros de la arista avanzada del terraplén.

La casa Duro-Felguera, á la que se adjudicó el suministro del material metálico, empezó la construcción seguidamente é hizo los primeros envíos en Mayo de 1903, solicitando posteriormente una primera prórroga de seis meses del plazo de construcción por razón de una huelga general en el valle de Langreo, donde radican sus fábricas. Esta prórroga le fué concedida por la Dirección general de Obras públicas, según orden de 31 de Julio de 1903.

Hasta fin de Diciembre de 1903 había entregado la casa Duro-Felguera material metálico con el valor total siguiente:

MESES	Certificaciones. Número.	Importe total. Pesetas.
Mayo de 1903.....	1 (1)	85.833,60
Junio.....	2 (1)	36.992
Julio.....	3	229.940,61
Agosto.....	4	40.835,62
Octubre.....	5	431.815,07
Diciembre.....	6	83.358,82
Total.....		908.825,72

Entre este material entregado había 422 hélices, 418 capiteles, 421 tubos de una brida, 981 de dos bridas, 1.263 barras de tensión, 1.266 riostras, 414 vigas, 1698 viguetas, etc., etc.

Aprobado en 18 de Noviembre de 1901 el pliego de condiciones para la adquisición del material de madera, se procedió en

26 de Septiembre de 1902 á anunciar el concurso correspondiente; pero á consecuencia de una propuesta de esta dirección facultativa se suspendió la celebración de dicho acto por acuerdo de la Junta de Obras, fecha 18 de Noviembre, presentándose en 12 de Diciembre del mismo año un pliego de condiciones reformado por la adquisición de dicho material, cuyo pliego de condiciones fué aprobado por Real orden de 15 de Enero de 1903, en la que se disponía que se procediese inmediatamente por la Junta de Obras á la publicación del anuncio para el nuevo concurso.

Verificado éste en 17 de Mayo del mismo año, se presentaron tres proposiciones, de las que fueron rechazadas dos por defectos de fianza y admitida para su estudio la de D. Juan Lara, de Sevilla. Esta proposición fué luego desechada por la Junta de Obras, en sesión de 30 del mismo mes, de acuerdo con lo informado por la Dirección facultativa, teniendo en cuenta que los precios á que se ofrecía el suministro eran mayores de los corrientes en esta plaza, y que pasaría mucho tiempo antes de ser necesaria la madera, siendo por otra parte mucho mayor del anunciado el volumen de madera que habría que adquirir. La Superioridad, por Real orden de 13 de Septiembre de 1903, acordó confirmar el acuerdo de la Junta, declarando inadmisibles la proposición presentada en el concurso.

La Real orden de igual fecha, aprobatoria del *Proyecto general de muelles*.—*Replanteo del tramo Norte*, autorizó á la Junta de Obras, como ya hemos dicho, para verificar la adquisición de las maderas por el sistema que estimase más conveniente, no habiéndose determinado nada después sobre este material hasta la fecha.

FRANCISCO MONTENEGRO.

LOS FAROS MODERNOS ⁽¹⁾

El eminente físico francés Agustín Fresnel, Ingeniero de puentes y calzadas, realizó una transformación esencial en el sistema de alumbrado de los faros ideando en 1819 los aparatos ópticos, formados por lentes escalonadas, cuya primer aplicación se hizo bajo su dirección, por el Gobierno de Francia, en 1823, en el antiguo faro de Cordouan, situado en la desembocadura de la Gironde.

Hasta entonces habíanse sólo usado reflectores metálicos, esféricos en un principio y luego parabólicos, fijos ó giratorios; pero la intensidad de luz que con ellos podía obtenerse no era considerable, siendo además su efecto útil bastante reducido, muy inferior al que con las lentes llegó á conseguirse, por la notable pérdida que ocasionan, absorbiendo ó dispersando casi la mitad de la luz incidente.

Los aparatos ópticos lenticulares comenzaron desde aquella época á establecerse en los faros de las diferentes naciones, sustituyendo á los reflectores de los antiguos, y aun hoy día continúan sin modificar su mayor número, prestando servicio. Innecesaria su detallada descripción por ser su forma y disposición bien conocidas, se indicarán en cambio las apariencias que con ellos se han producido para caracterizar los diversos faros y poder fácilmente distinguirlos, y se señalarán los defectos propios del sistema, á fin de permitir la comparación con los aparatos modernos, con los que se ha conseguido evitarlos, lográndose un perfeccionamiento considerable en el alumbrado de las costas.

Los primeros aparatos eran giratorios, formados por un cierto

(1) Aunque en Enero del corriente año publicamos un notable artículo de nuestro distinguido compañero D. Guillermo Brockmann sobre las novedades del «Alumbrado y balizamiento marítimos», copiamos hoy éste que ha insertado la *Revista general de Marina*, por considerar siempre útiles estos trabajos sintéticos.

(1) Además se incluyen en las certificaciones números 1 y 2, 263,43 y 115,60 pesetas respectivamente, por derechos de puerto suplidos por la citada casa.

número de lentes colocadas como los lados de un polígono regular, un octógono en el de Cordouan, distribuyendo por consiguiente la luz, situada en el foco de las lentes, en igual número de haces; pequeños espejos dispuestos convenientemente sobre la parte superior de las lentes, enviaban en la misma dirección que éstas la luz que recibían, reforzando así los haces principales. Todo el aparato giraba sobre un pequeño carro circular provisto de ruedecillas impulsado por una máquina de relojería accionado por un peso.

Con perfeccionamientos y mejoras que no los alteran en su esencia, siendo el principal la sustitución de los espejos superiores é inferiores por prismas anulares de cristal en los que se verifica la reflexión total de los rayos con menor pérdida de luz que en los espejos, estos aparatos han continuado construyéndose y empleándose hasta época muy reciente y aún se siguen estableciendo en algunos países.

Distribuida la luz, como se ha dicho, en un cierto número de haces giratorios, la apariencia que ellos producen es la de destellos y eclipses, sucediéndose á intervalos, un minuto en el de Cordouan que daba una vuelta en ocho.

Parece reducir la duración del eclipse sin aumentar la velocidad del giro, se colocaron más lentes, adoptando el número de 16 para intervalos de medio minuto, pero se redujo en cambio la intensidad de los destellos. Á fin de prolongar la duración de éstos, se dispuso en algunos aparatos la zona superior que emite la luz por reflexión, ligeramente girada con respecto á la zona ó tambor central, de modo que el destello propio de la primera se anticipaba algo al principal sin separación entre ambos, formando uno solo de menor intensidad en su principio.

La luz emitida por la zona inferior, de composición óptica análoga á la superior, fué utilizada por Fresnel en forma de luz fija, por considerar preferible la visibilidad continua del faro en su proximidad, sin que dejaran de reconocerse los destellos.

Construyó después aparatos ópticos semejantes, no giratorios y en los que la forma de la lente era de revolución alrededor de un eje vertical, de modo que emitían igualmente la luz en todas direcciones, por lo que ésta presentaba una apariencia fija.

La necesidad de diversificar las características de los faros, sugirió á Fresnel la idea de crear un tipo de aparato intermedio entre las luces fijas y las giratorias ó de destellos y eclipses; á este fin ideó colocar delante de un tambor óptico de luz fija dos ó tres lentes formadas de elementos verticales, de modo que su sección horizontal era escalonada como la vertical del tambor. Los rayos reunidos por éste en sentido vertical, eran á la vez recogidos en el horizontal, formando haces que se sucedían á intervalos de dos á cuatro minutos al girar las lentes adicionales. La apariencia así producida fué primero llamada luz de cortos eclipses, dándole después el nombre más completo pero menos sencillo, de luz fija variada por destellos precedidos y seguidos de eclipses cortos; estos eclipses eran debidos á que la luz de los pequeños sectores anteriores y posteriores á las lentes giratorias, reforzaban por la acción de éstas la luz fija uniforme, formando los destellos.

Para multiplicar las apariencias se hizo después intervenir los colores, adoptando sólo el color rojo y el verde, y con más frecuencia únicamente el primero, ya para producir luz fija ó ya destellos sucediéndose con diversa coloración.

A estos tipos pueden referirse todos los aparatos establecidos en los faros de España, con excepción de los recientemente colocados, siendo su mayoría de dos clases: en unos las zonas superior é inferior no se mueven, produciendo luz fija y es sólo giratoria la central, que emite los destellos, y en los otros el aparato principal es de luz fija, girando delante de él varias lentes para formar los destellos, las cuales en el mayor número de casos se limitan á la altura del tambor central, evitándose así los cortos eclipses, sustituidos por una debilitación tan sólo de la luz fija.

Una y otra clase de aparatos producen la apariencia de luz fija variada por destellos, mientras que el carácter distintivo de

los primeros descritos es, como se ha dicho, la emisión de destellos separados por eclipses.

Los destellos se suceden á intervalos que llegan hasta cuatro minutos de duración, como en el faro de cabo Salou, de tres en el de la Coruña, de dos y medio en el de Oropesa, de dos en el de isla Ons, de un minuto en el faro de islas Cies y de treinta segundos el de Finisterre.

Los destellos son rojos en algunos faros, como ocurre en el de Busto, y en otros, como el de Peñas, alternativamente blancos y rojos, con intervalo de treinta segundos; siendo en ambos blanca la luz fija.

De los aparatos, poco numerosos de destellos y eclipses, puede citarse el de la isla de Buda en las bocas del Ebro, con intervalos de un minuto entre aquéllos.

Inconvenientes de este sistema de apariencias.

Los inconvenientes de este sistema de apariencias son los siguientes:

- 1.º Largo tiempo necesario para reconocer la luz, incompatible con la rápida marcha de los buques modernos.
- 2.º Carácter distintivo definido por el tiempo.
- 3.º Cambio de la apariencia, variable con la distancia á que el buque se encuentre del faro y con las condiciones de la atmósfera.

Fácil parece explicarlo. El intervalo más corto entre los destellos es, como se ha dicho, de treinta segundos; de modo que para reconocer el faro es preciso observarlo durante un minuto de tiempo próximamente, duración que aunque en realidad no es demasiado larga, conviene todavía acortar; pero en el mayor número de faros giratorios, los intervalos entre los destellos son de uno, dos, tres y cuatro minutos; de modo que para reconocer la luz llega á ser preciso hasta ocho minutos próximamente, durante cuyo tiempo un buque moderno puede recorrer tal distancia que el faro no le preste auxilio, ó bien si le importa reconocerlo, haya de moderar su marcha, con la consiguiente pérdida de tiempo, á lo que tanto valor se da actualmente.

Definida la apariencia por la duración del intervalo entre los destellos, para reconocer un faro es preciso atender á la vez al reloj, que indique este tiempo, lo que no deja de ser molesto para el marino, bastando además una alteración en la marcha del aparato, posible y muy frecuente en los antiguos, para poder inducir á error, y no siendo tampoco siempre fácil la medición exacta del intervalo; se presta por esta causa á ser origen de observaciones y reclamaciones, como ha ocurrido á veces con respecto al alumbrado de nuestras costas.

El inconveniente citado el tercero es también de importancia y de explicación sencilla. La intensidad de los destellos es mayor que la de la luz fija que los separa; de aquí resulta que el alcance de los primeros tiene que ser superior al de la segunda, y que por consiguiente si el buque se halla próximo al faro, éste ofrecerá la apariencia de luz fija con destellos á intervalos regulares, mientras que si rebasa cierta distancia sólo divisa los destellos, quedando oculta la luz entre ellos, de modo que entonces la apariencia del faro es la de destellos y eclipses, distinta, por consiguiente, á la primera, y la distancia á que este cambio ocurre varía con el estado de transparencia de la atmósfera, por lo que no es posible de precisar.

El defecto subsiste con los destellos coloreados, aunque se procurara al construir el aparato dar igual intensidad á la luz fija blanca y al destello rojo; esto no puede conseguirse exactamente, y los alcances varían además con el grado de transparencia de la atmósfera, debilitándose relativamente menos la luz roja al traspasar la niebla.

GUILLERMO BROCKMAN.
Ingeniero de Caminos.

(Se continuará.)