

MADRID 1.º DE OCTUBRE DE 1867.

TOMO XV.

NÚM. 19.

APUNTES SOBRE LOS PROYECTOS DE FAROS.

Sabido es que en el cálculo de la posición de un buque se cometen errores que, en una navegación larga, llegan á ser de alguna consideración, resultando de aquí que al aproximarse á la costa ó punto á donde se dirige, puede ser el máximo el error cometido, y por lo mismo hallarse el buque bastante lejos del punto calculado. Los faros de primero y segundo orden, destinados á guiar al navegante en tales circunstancias, deben, pues, tener un alcance mayor que el máximo de error posible después de un largo trayecto. Proporcionalmente los faros de orden inferior deberán tener su alcance arreglado á las distancias de la navegación, ó mejor al error que puedan traer los navegantes en su estima desde la última rectificación. De aquí se deduce que, si por parte de los pilotos hubiese siempre el cuidado y vigilancia debidos, no se necesitaría el lujo de alumbrado, digámoslo así, que se ha establecido, en términos que antes de perder un faro se descubre ya el que le sigue, sino que sería suficiente que la distancia entre dos faros consecutivos fuese algo menor que la suma de sus alcances, más el trayecto que tendría que recorrer un buque para que el error en la estima pudiese hacerle pasar fuera del alcance del faro en cuya demanda navegase desde que abandonó el precedente.

Por consideraciones análogas á las que acabamos de exponer, deben distinguirse unos de otros los faros, dándoles diferentes apariencias, y no insistiremos en este asunto, no sólo porque basta lo dicho, sino porque teniendo, como tenemos, un magnífico plan de alumbrado marítimo, fruto de un trabajo concienzudo y excelente que honra á sus autores, serán muy raros los casos en que, el que tenga que proyectar un faro, tenga también que proponer el orden que le corresponde y las apariencias con que convenga diferenciarle de los que le preceden y le siguen.

Abandonaremos, pues, este terreno, y pasaremos ligeramente también sobre las inmensas ventajas que los faros han proporcionado al comercio y á la humanidad en general. Cuando en las tempestuosas noches de invierno se descubre la luz bienhechora que enseña al solitario navegante el punto donde sus hermanos velan por él, la alegría y las fuerzas renacen á bordo, y la salvación es cierta á pesar de las embravecidas olas. Donde quiera que un faro se establece convenientemente, cesan ó disminuyen de una manera notable los nau-

fragios. Nuestras propias observaciones, en determinadas localidades, nos han hecho tocar este resultado, y podríamos citar algunos puntos en que anualmente acaecían ocho ó diez pérdidas de buques, habiendo cesado tales siniestros con la sola iluminación de un faro. Es, pues, cierto, que en general el costo de un establecimiento de esta clase es insignificante respecto á los intereses que anualmente salva, y nada decimos de las vidas arrancadas al furor de las olas, porque no tienen precio. Esto ha sido bien comprendido en España, y oportunamente se ha dado á estos trabajos un gran impulso que ha merecido el aplauso de todas las naciones.

Aunque los faros prestan su servicio en la oscuridad de la noche, no por esto dejan de prestarlos importantes durante el día en muchas ocasiones, ya por la elevación de sus torres, que se divisan á largas distancias, ó bien por la especialidad de su forma que les hace distinguir fácilmente de los demás edificios.

Cuando se trata de proyectar un faro, naturalmente lo primero que debe hacerse es buscar el emplazamiento más á propósito para el objeto, teniendo en cuenta, sobre todo, las condiciones á que el establecimiento tiene que satisfacer. Si se trata de un faro de recalada y de uno de los primeros órdenes, hay en general más latitud para la elección de su emplazamiento, porque en este caso es casi indiferente el situarlo á la misma orilla ó algunos metros tierra adentro, pues ninguno de los buques que van á recalcar se aproxima mucho á la costa, sobre todo en noches oscuras. No es, pues, raro en tales casos el poder elegir un emplazamiento conveniente para el faro, y conveniente también bajo el punto de vista económico, porque casi siempre se conseguirá hallarlo fuera del alcance de las olas. Más si se trata de una pequeña luz de detalle, digámoslo así, el emplazamiento está marcadísimo, y hay que aceptarlo, cualesquiera que, por otra parte, sean las dificultades facultativas y económicas que ofrezca, ó renunciar al establecimiento de un faro verdaderamente útil.

Además de las dificultades que presentan ciertos emplazamientos para la construcción, y de los crecidos gastos que ocasionan, ofrecen algunos otro género de inconvenientes, como son el cubrirse á menudo fijando las nubes, á causa, y permitasenos esta frase, del régimen atmosférico en aquel sitio. Hay en nuestras costas algunos faros en estas condiciones, por manera que, aunque en noches claras, tienen gran alcance debido á la elevación del foco luminoso, sucede que cuando mayor utilidad podrían prestar, es decir, en noches tempestuo-

sas, vienen á quedar inútiles ó más bien perjudiciales. Para remediar esto, se recurriría con buen éxito á los disparos de artillería, ó mejor á las trompetas de aire comprimido, que son perceptibles á bastante distancia.

Sabiendo el alcance que ha de tener el faro, se procede á determinar la altura del foco luminoso sobre el nivel del agua, para lo cual, considerando el cono de visuales tangentes á la esfera del mar desde el foco, tendremos que sus generatrices con la vertical del faro y los radios de los puntos de contacto, formarán triángulos rectángulos en que conoceremos los dos catetos, uno el radio de la tierra, otro el alcance del faro y con estos datos convenientemente corregidos se determinará la hipotenusa, de la cual, restando el radio se obtiene la altura buscada, no siendo en general necesario tener en cuenta la refraccion. La altura del foco, menos la del emplazamiento, da la de la torre que se ha de construir; pero en muchos casos el emplazamiento está elevado de modo que no deja casi altura para la torre, si se atiende á la regla anterior. En tales casos se prescinde del cálculo, y se dan al edificio las convenientes dimensiones para conseguir la belleza y economía hermanadas en lo posible, no olvidando, cuando sea preciso tenerlo en cuenta, el modo de dar desarrollo á la cuerda del peso motor en los faros giratorios.

A veces los emplazamientos tendrán alturas muy excesivas y entonces deben construirse las torres con arreglo á las anteriores consideraciones, sin olvidar la correccion del aparato, inclinando las lentes convenientemente para que el eje de mayor intensidad de la luz tenga la debida direccion, á pesar de que los aparatos catadióptricos suelen tener mayor fuerza de refulgencia de la que generalmente se les atribuye, y hemos tenido ocasion de ver un faro de tercer orden á la distancia de 60 millas, á causa de la gran elevacion de la luz.

Pasemos ya á considerar las principales necesidades que ha de cubrir un edificio que se proyecta para el establecimiento de un faro, y las condiciones á que tiene que satisfacer, fijándonos desde luego en los faros de los primeros órdenes, y viendo despues lo que pueda desatenderse segun los casos.

El programa para un faro de primero ó segundo orden en despoblado puede presentarse reducido á lo que sigue:

- 1.º linterna y aparato del orden correspondiente.
- 2.º Torre y torreón para sostenerlos á la conveniente altura.
- 3.º Antecámara de iluminacion, clara, cómoda y seca.
- 4.º Un cuerpo de habitaciones con un almacén para los efectos del faro, buena vivienda para los torreros con sus familias, y un gabinete para descanso del ingeniero en las visitas al establecimiento.

El torreón debe proyectarse cuidadosamente de las dimensiones justas, al menos en su coronacion, para recibir el empotramiento de los montantes de la linterna y el balconcillo exterior que sirve para dar seguridad á los tor-

ros cuando salen á limpiarla. Deberá tener la puerta de salida á la galería que le rodea, establecida sobre la torre, muy bien construida y con las precauciones convenientes para evitar el paso de las aguas pluviales que repetidas veces la han de azotar violentamente.

La antecámara de iluminacion no necesita más luz que la que recibe por los cristales de la linterna y por entre el aparato y la galería de servicio. El piso debe estar dispuesto para recibir, sin el menor asiento, la columna de fundicion con todo el aparato que ha de sostener, que representa un peso considerable. Puede disponerse formando bóveda, ó bien, si la escalera es de alma, haciendo un suelo en forma de estrella que se apoye sobre la torre y sobre el alma de la escalera. Este sistema es mucho más fácil y económico, aunque no de aspecto tan monumental. La comunicacion de la antecámara de iluminacion con la escalera debe estudiarse para adoptar un cierre tan cómodo y perfecto como sea posible. El vano que se dejará para la entrada ó acceso debe ser grande, porque las escaleras en las torres de importancia suelen tener un paso poco considerable ó ser bastante tendidas, lo cual haria muy penosa la entrada si el vano no fuese proporcionado. Esto tiene el inconveniente de privarnos de un espacio necesario en la antecámara, y por lo mismo debe verse el modo de remediarlo con el cierre. Las compuertas de una sola pieza estorban mucho, pesan demasiado y no pueden además tenerse á medio abrir, porque es cuando más embarazan en el reducido espacio que se trata de conservar despejado. Nada tan molesto en los faros en que este sistema se halla establecido como la aglomeracion de algunas personas, cuya entrada ó salida se hace larga y hasta peligrosa. Tiene además el inconveniente de que el eje de giro estará cerca de la columna que sustenta el aparato, la que, al menor descuido, puede recibir golpes, porque si se adoptase como eje la cuerda, es decir, si la compuerta debiese abrirse apoyándose luego contra el torreón, dejaría el vano casi obstruido.

Para remediar estos defectos, hemos adoptado dos sistemas; el primero consiste en tres compuertas pequeñas y contiguas que se abren alrededor de las cuerdas, y dispuestas de modo que la del centro solapa sobre las otras dos, debiendo ser siempre la primera la que se abra, porque al subir es efectivamente la que se presta á recibir mejor el impulso de la mano. Abierta la del centro, es indiferente el orden en que se abran las otras dos, una de las cuales podrá casi siempre quedar cerrada. Los ejes ó charnelas forman una línea quebrada ó parte de un polígono regular, y la que apoya sobre el piso ó alma de la escalera un arco de círculo. Las ventajas saltan á la vista: mejor aprovechamiento de la antecámara, porque las compuertas parciales se apoyan contra el torreón, facilidad de maniobrarlas, menos riesgo para los torreros y ninguno para la columna y aparato.

El segundo sistema que hemos adoptado con buen éxito, es una compuerta de corredera,

moviéndose horizontalmente alrededor del eje de la torre sobre carriles metálicos por medio de ruedecillas cónicas y ocultándose al abrirse debajo de una plancha á nivel del piso. Esta tabla se abre también á voluntad para el reconocimiento y limpieza de los discos y carriles. La compuerta lleva un asa horizontal en el borde para cerrarla, y al verificarse esta operación el asa queda oculta en una ranura que convenientemente se ha hecho en el marco ó bastidor. Para abrirla tiene la compuerta en su parte inferior un hueco que ofrece buen punto de apoyo.

La madera que hemos empleado, por sus buenas cualidades y aspecto, es la caoba.

Fácilmente se comprenderá que de los tres sistemas de compuertas explicados, el último ó de corredera es el que merece la preferencia.

Las torres, siempre que alguna razón especialísima no aconseje lo contrario, deben ser ligeramente cónicas, pues es la forma que con más esbeltez dá mayor estabilidad y presenta menor resistencia al viento.

Las escaleras son de alma ó de ojo. Siendo las primeras preferibles bajo el punto de vista de la solidez. Algunas veces se construyen de hierro, y las que de este género hemos visto son elegantes; pero no están exentas de inconvenientes.

En los faros giratorios si el alma de la escalera es hueca ó esta es de ojo, se puede disponer por el centro el descenso del peso motor, y en los otros casos se deja una ranura vertical en la torre por donde aquel se verifica, ranura que debe estar provista de registros en toda su altura. Igual precaución debe tomarse cuando el peso recorre el interior del alma de la escalera.

Las escaleras deben ser tan cómodas como permita el diámetro de la torre. En los faros de los primeros órdenes, dando un metro de longitud á los escalones y dos decímetros de altura con el paso conveniente, resultan muy cómodas y hasta majestuosas. Si la torre es alta, se puede y conviene dejar una ó dos cámaras antes de llegar á la de servicio, interrumpiendo la escalera general y pasando de unas á otras por medio de escalerillas de hierro. Facilita mucho el servicio también en las torres elevadas el colocar por el interior del macizo, y á medida que la construcción se eleva, un tubo metálico que vaya desde la antecámara de iluminación hasta el cuerpo de habitaciones, terminando en punto apropiado. De esta manera los torreros hablan y se entienden perfectamente, merced á la facilidad con que el tubo trasmite la voz, y se evitan muchas subidas y bajadas, que en algunos faros llegan á alterar profundamente la salud de los empleados. Hemos establecido este sistema en algunas torres, y las personas situadas en lagalería que circunvala el cuerpo inferior, perciben distintamente los menores movimientos, y hasta la respiración fatigosa del que acabe de subir á la linterna.

Las escaleras deben tener ventilación y buena luz, si bien al hablar de la construcción de las torres haremos algunas observa-

ciones acerca de las ventanas que en ellas se dejen.

Siempre que no haya razones poderosas en contra, deberá colocarse la torre en un punto del cuerpo de habitaciones que permita acudir á ella con toda facilidad y sin necesidad de salir al aire libre. El centro es el punto más apropiado y que primero se ocurre, sobre todo tratándose de faros de los primeros órdenes, en que el considerable número de habitaciones necesarias permite un excelente agrupamiento alrededor de la torre. Sabiendo el modo cómo se verifica el servicio en los faros, y teniendo en cuenta que en todas las estaciones y á las altas horas de la noche tienen que hacerse los relevos, se verá cuán perjudicial es el que los torreros tengan que pasar al aire libre para efectuar el servicio, exponiéndose á contraer alguna grave enfermedad, como por desgracia ha sucedido repetidas veces.

El cuerpo de habitaciones debe comprender un vestíbulo de uso común á los empleados del establecimiento, un almacén, tres habitaciones ó cuartos para el torrero principal, dos para el ordinario y dos para el auxiliar. Efectivamente, la mayor parte de los torreros, en particular la clase de principales y ordinarios, tienen familia y no se les puede destinar menor número de habitaciones, si se ha de atender á lo que la conveniencia aconseja y la decencia exige. Por no haberlo tenido así presente al construir algunos faros, se ha visto más tarde la Administración en el caso de pagar alquileres de casas y los establecimientos perjudicados en el servicio.

Los torreros necesitan también cocinas, y conviene que se coloquen con entera separación para evitar disensiones entre ellos. Insistimos en estos detalles porque, por insignificantes que á primera vista parezcan, están íntimamente ligados con el buen servicio del faro. Sabido es cuán frecuentes son las disensiones entre las familias de los torreros, y podemos asegurar que en la mayor parte de los casos nacen de la estrechez en que viven por no tener bastante independencia. Debe, pues, procurarse que la distribución del edificio no sea causa permanente de altercados, que en más de una ocasión han comprometido el servicio, y con él los inmensos intereses á cuya protección se destina.

En los faros de importancia y en todos los que están en despoblado se necesita un gabinete para el descanso de los Ingenieros ó empleados que lo visiten, á fin de que puedan estar con la debida independencia sin molestar á los torreros ni ser molestados por ellos.

El almacén, singularmente en los faros principales, debe ser una pieza muy espaciosa, y debe contarse para fijar sus dimensiones con la multitud de objetos que en él se han de custodiar y las operaciones que tienen que hacerse.

En los faros en que así no se ha tenido presente, por punto general se invaden las galerías ó pasillos, los rincones de las escaleras y hasta las habitaciones con objetos que deberían estar en el almacén, y el desaseo y me-

noscano del servicio suele ser la consecuencia.

Para separar el edificio de los terrenos colindantes conviene construir cercas ó verjas, segun los casos, consiguiéndose entonces fácilmente la formación de un pequeño jardín, que en los despoblados es de mucha utilidad y ofrece algun solaz á los empleados en medio de su vida austera y solitaria.

En la mayor parte de los casos no se tendrá agua disponible á corta distancia, y hay que recurrir á la construcción de cisternas en que recojer y conservar las aguas pluviales, para lo cual lo mejor es disponer apropiado la cubierta del edificio, desde la cual fácilmente y por una canal de tapas levadizas se conducen las aguas á un tambor donde á voluntad pueden desecharse ó admitirse en la cisterna. En los faros poco elevados los torreros deben en esta parte tener mucha vigilancia, pues más de una vez hemos visto en una sola noche llenarse el depósito con agua del mar.

En los que están al borde de grandes escarpes verticales de la costa, sucede á veces que por la acción de los temporales se abren pequeñas grietas por donde se escapa y desaparece toda ó la mayor parte del agua que se tenía acopiada, siendo muy difícil y costoso un restauramiento completo y permanente.

La capacidad para los aljibes debe calcularse de modo que puedan contener el agua que el faro necesita para dos años lo ménos, contando con las sequias que de cuando en cuando se experimentan en algunos puntos de la costa.

Sea cual fuere la importancia de los faros, es costumbre colocar en ellos un para-rayos, cuyo conductor puede ir al mar, al aljibe ó á un pozo abierto expresamente. El primer sistema tiene el inconveniente de romper amenudo los conductores á causa del rozamiento con las rocas, y ocasionar con su reposición algunos gastos.

Si el faro se halla en un pico muy alto, muy avanzado y de corte vertical, podrá suceder que vea la tormenta estallar á sus piés y la chispa podrá saltar de abajo á arriba, á pesar del para-rayos colocado en la cúpula de la linterna.

Hemos visto un ejemplo en el que un ángulo de la cornisa quedó fuera de su sitio. En estos casos creemos que podría adoptarse con buen éxito un sistema de para-rayos inclinados que defendiesen completamente el piso, donde el faro tuviese su emplazamiento.

Los faros en despoblado, además de las obras que los constituyen, necesitan á veces construcciones accesorias bastante costosas; tales suelen ser los embarcaderos y los caminos de servicio, cuando el terreno es muy quebrado, y la costa escarpada é inabordable.

Necesitanse además casernas provisionales para los operarios. Estas se establecen á la distancia conveniente del faro para llenar su objeto, y en vez de demolerlas despues, pueden servir para establecer un horno y prestar mucha utilidad á los torreros en casos de reparaciones, etc., etc.

Casi todos los torreros prefieren hacer las

coladas en la caserna, por no ensuciar con el humo las paredes del faro.

A medida que un faro descende en importancia, disminuye el número de torreros que lo han de servir, y por lo mismo puede irse reduciendo el edificio, pero no por esto ha de reinar en su conjunto ménos armonía y ménos comodidad y acierto en su distribución.

Aunque al desenvolver el proyecto han de presidir las miras económicas, téngase presente que el haber concebido y proyectado algunos edificios con cierto encogimiento, ha dado ó puede dar lugar á costosas reformas, en las que casi nunca se consiguen la unidad y armonía de conjunto tan apreciables en todas las obras.

Pasemos ahora á echar una ojeada, siquiera sea rápida, sobre las fábricas más aceptables para los faros, y consideraciones que más conviene tener presente en lo que se refiere á la construcción.

Ínútíl es manifestar el gran esmero que debe tenerse en la cimentación, porque si este es necesario en todas las construcciones, lo es más en los faros, á causa de sus circunstancias excepcionales como edificios.

Aunque lo general es fundarlos sobre roca, ocurre también tenerlos que fundar sobre terrenos de cualquier otra clase, y aun dentro del mar. En las playas arenosas que constituyen las deltas de los grandes ríos han tenido excelente aplicación los faros de hierro sobre pilotes con roscas del sistema Mitchel.

Se necesita todo el esmero imaginable para proyectar y establecer sólidamente los faros sobre rocas submarinas. Bien conocidas son las dificultades que presentó el de Edystone y el modo cómo fueron vencidas.

En el Mediterráneo creemos que podría adoptarse un sistema más ligero, empujando algunas columnas de hierro en la roca, estableciendo la torre y faro sobre una plataforma, todo de hierro, bastante elevada, y dejando libre paso al oleaje en los temporales. La circunstancia de sentirse pocas veces las mareas en el Mediterráneo, nos hace creer que este sistema tendría algunas ventajas. Hemos llamado la atención sobre este punto porque existen en este mar y en nuestras costas varias rocas submarinas á no gran profundidad, y que es urgente valizar porque precisamente en días serenos, cuando con la mar en calma y vientos favorables toman los buques bastante velocidad, es cuando sin cuidado se abandonan, ignorando á menudo que el más terrible enemigo les espera oculto para reducirlos á astillas. Durante los temporales son ménos de temer tales bajos, porque las rompientes que forman los hacen visibiles á largas distancias. Una boya de campana surte buen efecto; pero nunca reemplaza con ventaja á un faro-valiza, porque está muy expuesta á desaparecer, y nadie ignora que vale más no iluminar ni valizar las costas si el servicio no ha de ser esmerado en los faros y la seguridad de permanencia casi completa en las valizas.

La idea principal que debe presidir á la elección de materiales para los faros y siste-

ma general de construccion, es la de que se trata de establecimientos humanitarios, cuya duracion debe ser indefinida, á pesar de los furiosos temporales que una y otra vez les acometerán de lleno en medio de su desamparo. En efecto, allí es donde los vientos llegan con toda su fuerza, allí es donde los huracanes que nacen en la mar vienen vírgenes á tocar la tierra, sin haber encontrado ningun obstáculo que aminore su furia.

El aire, impregnado de partículas salinas y aun llevando en suspension grandes cantidades de agua salada, todo lo corroe, y las reparaciones son incómodas, costosas y á veces perjudiciales al servicio.

Creemos que basta lo dicho para justificar que toda precaucion es poca al tratar de conseguir la indefinida duracion de los faros, y que constantemente debe procurarse excluir de ellos aquellos materiales para los que el tiempo sea un elemento visiblemente destructor; y aunque el tiempo imprime su poderoso sello en todas las cosas, aunque todo lo ataca y destruye, esta accion se verifica tan lentamente sobre ciertos materiales, debidamente escogidos, que bien podemos llegar á ver nuestras aspiraciones satisfechas.

Cuando las torres son de escasa consideracion, pueden ser de mamposteria ordinaria con paramentos de silleria exterior é interiormente, y la determinacion de sus dimensiones ninguna dificultad ofrece. La silleria deberá ser compacta, de resistencia proporcionada cuando ménos al peso que ha de resistir, y se excluirá cuidadosamente la piedra heladiza y la que por su naturaleza se presta fácilmente á la accion destructora de los agentes atmosféricos. El haber descuidado esta precaucion ha dado lugar al cambio de sillares en obras construidas, ó á revoques y enlucidos que nunca están exentos de inconvenientes.

Cuando la torre que se proyecta sale de las condiciones ordinarias, bien por su considerable altura, bien por tener que resistir directa ó indirectamente el choque de las olas, ó bien por ámbas circunstancias á la vez, las dificultades aumentan y las dimensiones que arroja el cálculo deben ser prudencialmente aumentadas. Abandonando el deseo de dar al mundo una obra en su limite de ligereza y esbeltez, debe tenerse presente que en la edad media se alcanzó un grado, del cual hemos tenido que retroceder, y que el menor descuido en la construccion ó la menor falta oculta en los materiales podria comprometer la estabilidad.

Cuando la torre está expuesta al choque directo del mar, ó cuando lo está á la trepidacion que produce el oleaje al estrellarse contra la roca escarpada que le sirve de base, los espesores deben ser muy considerables, sin que se puedan dar reglas absolutas, y sabido es tambien que, sobre todo en el primer caso, los sillares de cada hilada y cada hilada con la que la precede y la sigue, deben estar bien enlazados por métodos que no nos detendremos en describir.

El caso en que más podemos aproximarnos al limite de ligereza, es aquel en que se trata

de una elevada torre, sometida tan solo á la accion de su propio peso y la de los vientos. Débese entonces contarse con los más fuertes huracanes observados, y considerar su resultante aplicada en el centro de gravedad de la proyeccion vertical de la torre, teniendo presente que la redondez de esta reduce en un tercio la accion de aquellos sobre la superficie de dicha proyeccion. La discusion de la superficie de fractura y la determinacion de la que corresponde al máximo momento de giro nos permitirá establecer la relacion entre este y el de estabilidad. Siempre deberemos contar prudencialmente con un pequeño aplastamiento de la arista exterior bajo la accion del viento, y cuyo efecto seria disminuir, no solo el brazo de palanca del peso, sino el peso mismo favorable á la estabilidad. No debe tampoco olvidarse la posibilidad de alguna falta en los materiales ó de algun ligero descuido en la construccion.

No podemos tampoco aconsejar, al ménos en la generalidad de los casos, que se cuente con la cohesion de los morteros, porque la accion de los grandes temporales y quizá de algun huracan, podrá dejarse sentir antes de la consolidacion de aquellos. La superficie de fractura, en vez de ser plana, será quebrada, siguiendo las juntas y lechos más próximos á la seccion que nos haya dado el cálculo.

Oportunamente dijimos que las escaleras debian tener buena luz y ventilacion, y ahora debemos añadir que el establecimiento de una serie de grandes ventanas que se correspondan verticalmente, como se ha hecho en algunos faros, atendiendo á las buenas condiciones que esto dá á las escaleras y al buen aspecto general que resulta en el exterior, disminuye notablemente la estabilidad: no citaremos pues, como modelos dignos de imitacion tales obras, por más que su estabilidad esté sancionada ya por reiterados temporales.

El efecto del viento es muy distinto de la trepidacion general que produce en los edificios el choque de los golpes de mar contra las rocas escarpadas que los sostienen, y dista mucho de ser tan pernicioso. La trepidacion ejercida en una larga serie de años, puede llegar á comprometer edificios de buenas dimensiones y lesmeradamente contruidos, y nosotros hemos visto el fatal efecto que esta trepidacion puede producir en un edificio recién construido con extraordinario esmero. Cada uno de los grandes golpes de mar con alturas de más de cuatro metros que se estrellaban al pié del faro, producian una brusca y violenta conmocion, parecida á los terremotos de corta duracion. El minucioso exámen que hicimos cuando ya el temporal declinaba, nos hizo descubrir roto por enmedio y casi verticalmente uno de los sillares del cuerpo de habitaciones, quizá el único que no estaba bien sentado, y decimos esto en la creencia de que sometidos á tan violentas sacudidas hubieran sufrido la misma suerte casi todos los que no estuviesen en buenas condiciones de asiento.

El aire, por el contrario, aunque obra fuertemente sobre las torres, nunca compromete

las que tienen las dimensiones calculadas, contando con su empuje, á no ser que llegara el caso de presentarse un huracan con mayores velocidades que las hasta hoy observadas. La elasticidad del fluido, y su extremada compresibilidad sobre todo, hacen que obre sin soluciones de continuidad, é imprime á los edificios movimientos graduales que en nada los perjudican, al ménos sensiblemente. Nosotros hemos observado este efecto en faros elevados, hemos sentido mover las torres tomando sus oscilaciones una amplitud imponente, sobre todo para el que por vez primera observa el fenómeno, y sin embargo, ninguna traza hemos podido descubrir en los edificios despues de los vendabales, que acreditara su pasada existencia ni los movimientos que engendraron.

En las chimeneas de las fábricas se ha alcanzado un grado de ligereza que no puede imitarse en los faros, porque están más desabrigados. Algunas existen en que el cálculo demuestra su infalible ruina el día en que las azote un huracan.

En el cuerpo de habitaciones, los zócalos, ángulos, jambas y arcos de puertas y ventanas, cornisas y antepechos deben ser de silleria. Los entrepaños, muros divisorios y tabiques serán de mamposteria ó de la fábrica que en cada localidad sea más económica. Los muretes de sostenimiento, que muchas veces tienen que establecerse alrededor del empazamiento para formar una explanacion desahogada, hacen muy buen efecto, contruidos de la mamposteria en seco, conocida con el nombre de *opus incertum*, aunque, como esta sale muy cara, debe reservarse para los faros importantes.

Las habitaciones deben tener buen pavimento, siendo el embaldosado el que por punto general tiene mejor éxito, y pueden enlucirse con cal y yeso ó estucarse. Hemos ensayado los dos medios, y preferimos el primero, porque se presta bien á ulteriores reparaciones y blanqucos, mientras que el estuco, muy hermoso y brillante al principio, se deteriora por la accion del aire de mar, y son sus reparaciones muy difíciles.

Las ventanas del cuerpo de habitaciones deben estar provistas de persianas, rejas de hierro, aunque esta precaucion en algunos puntos es inútil, vidrieras y puertas. Las persianas deben tener marco y estar hechas con esmero, teniendo las tablillas muy próximas é inclinadas, de otra manera no espelen completamente el agua de lluvia, que es el objeto principal á que se destinan. Las visagras ó charnelas serán de cobre. Las puertas y vidrieras pueden ser de corredera; pero la experiencia aconseja como preferibles las ordinarias por su más perfecto cierre, pues en las de corredera siempre pasa el aire por las rendijas, y durante los temporales hace un ruido atronador en todo el edificio, por más que los empleados estén continuamente acufiando ó atornillando los bastidores. Todas estas condiciones se necesitan para impedir la entrada de las aguas, para la seguridad del establecimiento y para pro-

tejer á los torreros durante sus horas de descanso contra la temperatura y luz exteriores.

La cubierta general es una de las cosas que con más esmero debe proyectarse y construirse para evitar las filtraciones; el agua es el enemigo capital de todas las construcciones y sobre todo de los faros, por la dificultad que generalmente hay de acudir oportunamente para los restauramientos y reparaciones. Los tejados ordinarios, que bien contruidos y encajando las tejas con mortero suelen dar buen resultado, están casi excluidos de los faros, porque es muy comun el sistema de formar azoteas sobre los edificios para darles mejor aspecto y procurar á los torreros este solaz, á la par que el medio de recojer con toda limpieza las aguas de lluvia para llenar la cisterna.

Los suelos ordinarios, con viguetas de madera, tienen el grave inconveniente de que, cediendo á la flexion, ocasionan grietas en la capa que se destina á la impermeabilidad, y las filtraciones aparecen muy pronto en toda la extension de la azotea, á ménos que el forro exterior fuese de plomo ó de zinc, metales que ofrecen el inconveniente de deformarse y romperse con las variaciones de temperatura.

Las viguetas de hierro de doble T, usadas en algunos faros, presentan muy buen aspecto; pero tienen la desventaja de que, á causa de las dilataciones y contracciones sucesivas, suelen abrir en la capa impermeable una grieta casi imperceptible perpendicular á su longitud y próxima á los muros en que se apoyan, por donde no tardan en insinuarse las aguas. Caso de usarlas, no se debe permitir pintarlas más que al óleo, porque de otro modo dejan caer durante mucho tiempo unas gotas óxido-ferruginosas que manchan los pavimentos, las paredes y los muebles, afeando el establecimiento, que cuesta bastante de reponer en su natural estado de limpieza.

Creemos que una cubierta de hierro galvanizado, convenientemente ondulado, tendria buen éxito, pero seria preciso estudiar bien el modo de solaparse las láminas para que, atendida la poca pendiente que se da á las azoteas no resultasen las filtraciones que tratamos de evitar.

El sistema indudablemente mejor es el de cubrir todo el edificio por medio de bóvedas, sobre ellas formar con tierra una superficie con los thalwegs y divisorias convenientes para la salida de las aguas, y sobre esta superficie establecer un doble embaldosado á juntas encontradas y con mortero hidráulico fino ó cemento, ó mucho mejor aun sobre la capa de tierra echar una capa de hormigon de tres ó cuatro centímetros, bien apisonado, y que deberá extenderse todo prontamente sin discontinuidad, y tomando la precaucion de no dejarlo secar con demasiada rapidez, para lo cual, si la obra se hace en verano, se cubrirá con muchas ramas verdes ligeras, que se rociarán con frecuencia, consiguiendo así conservar la frescura y humedad el tiempo necesario para un fraguado lento y que no dé lugar á ulteriores grietas.

No hay duda que las bóvedas en ciertos países serán un tanto costosas; pero quizá, si se atiende á los gastos de conservacion y reparacion que otros sistemas exigen, resulte una economia real y efectiva, y sobre todo no debemos nunca perder de vista el objeto de los faros, el servicio á que se destinan, la posicion extraviada que por lo comun ocupan y el carácter de solidez y duracion que debe ser su distintivo.

La arquitectura de los faros, en todas sus partes, debe ser sencilla y severa, desechando el frivolo adorno que solo en casos muy excepcionales podrá tener lugar.

E. P.

PROGRAMA

DE LA CLASE DE CAMINOS ORDINARIOS EN LA ESCUELA
DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS,
PARA EL CURSO DE 1866 Á 1867.

I.—Trazado de los caminos ordinarios.

LECCIONES 1.^a Á 7.^a

Condiciones administrativas y económicas de los caminos ordinarios.—Nociones generales sobre el establecimiento de estas vías de comunicacion.

Condiciones técnicas de los caminos ordinarios.—Exámen de las relativas á los gastos de construccion y de conservacion.—Influencia de las pendientes en la marcha y trabajo útil de los motores animados.—Fórmula que da el esfuerzo necesario para la traccion de un carruaje en una carretera.—Discusion de esta fórmula.—Pendiente limite.—Expresion de la cantidad de trabajo de los motores en una longitud parcial del trayecto de un camino ordinario y observaciones acerca de las consecuencias que de ella se deducen.—Idea general de las investigaciones de Corréze y Manés, de Goux, de Favier y de Courtois, para determinar los declives más convenientes.—Resultados de la experiencia.—Consecuencias que se deducen de estos resultados y de las discusiones y observaciones que preceden.

Influencia de las curvas en el trabajo de los motores y en los gastos de construccion y de conservacion.—Radio limite inferior que se puede admitir en los casos ordinarios de la práctica.—Id. en casos excepcionales.

Resúmen de las condiciones á que debe satisfacer el trazado de un camino ordinario.

Estudio de la configuracion del terreno.—Divisoria y thalwegs de diversos órdenes.—Su posicion respectiva.—Accidentes topográficos que conviene conocer para la ejecucion del trazado.—Orografia é hidrografia de España.—Determinacion aproximada del trazado en un mapa ó en un plano de la localidad.—Reconocimiento del terreno.—Su objeto.—Método que debe seguirse para verificarle y resultados que se obtienen.

Ejecucion práctica del trazado.—Trazado en terreno llano y en terreno quebrado.—Operaciones preliminares ó de tanteo.—Detalle de las operaciones topográficas necesarias para obtener la representacion geométrica de la línea del trazado y de la zona de terreno en que se halla situada.—Datos que deben adquirirse relativamente á las corrientes de agua, á la naturaleza del terreno, á los jornales y materiales que se han de emplear en la construccion de la carretera, á la zona expropiable, etc., etc.

Trabajos gráficos y cálculos preliminares á la redaccion definitiva del proyecto.—Planos.—Perfiles longitudinal y transversales.—Trazado de las rasantes y condiciones á que debe satisfacer.—Eleccion definitiva de la traza y perfil.—Cálculo de la pendiente de las rasantes, de las ordenadas rojas y de las cotas rojas.—Procedimientos para determinar los puntos y líneas de paso.—Resúmen de los conocimientos adquiridos en el curso de Construccion acerca de los proyectos de obras de fábrica en la parte que tiene relacion con el trazado de las rasantes.

II.—Obras de explanacion.

LECCIONES 8.^a Á 12.

Breve recapitulacion de las lecciones explicadas en el curso de Construccion, relativas á la ejecucion de esta clase de obras.—Latitud de la explanacion segun las prescripciones de la Real orden de 6 de agosto de 1861.—Casos en que debe variarse dicha latitud.—Taludes de los desmontes y de los terraplenes.—Muros de sostenimiento.

Fórmulas fundamentales para la cubicion de las explanaciones.—Fórmulas prácticas que de ellas se deducen.—Cálculo de las áreas de los perfiles transversales.—Descripcion y teoria de los planímetros de Dupuit, de Amsler y de Wetly.—Aplicacion de estos planímetros á la cuadratura de los perfiles transversales, y disposiciones que deben adoptarse para obtener las áreas con la mayor rapidez posible sin perjuicio de la exactitud.—Principios en que se funda la construccion de tablas numéricas para la cuadratura de los perfiles.—Fórmulas que se emplean para calcularlas.—Disposicion y uso de dichas tablas.—Teoria, construccion y uso de los cuadros gráficos empleados para determinar las áreas de los perfiles transversales.

Transporte horizontal de los productos de la explanacion.—Esporteo, transporte en pala, transporte á lomo.—Casos en que es conveniente su empleo.—Transporte en carretilla, en carreton, en carro y en volquete.—Fórmulas para determinar el precio del transporte de un metro cúbico á una distancia dada en cada uno de estos casos.—Determinacion de los límites de distancia entre los cuales conviene emplear cada medio de transporte.

Transporte de los productos de la explanacion por caminos inclinados.—Su transformacion en transportes horizontales equivalentes.