

Faros de Alejandría y *Brigantium*: propuestas de reconstitución formal, estructural y de funcionamiento de la luminaria de la torre de Hércules de A Coruña

Manuel Durán Fuentes

Las antiguas rutas de navegación que iban directamente del puerto de salida al de destino eran habituales desde la época del bronce, tanto en el Mediterráneo (Arnaud, 2005) como en el peligroso océano Atlántico. En épocas más recientes fueron los fenicios, los griegos y más tarde los romanos los que realizaron estas rutas de alta mar con mayor asiduidad y frecuencia por motivos comerciales y de conquista. En época romana este permanente tránsito marítimo exigió buenos puertos que debían situarse en lugares estratégicos, reunir condiciones favorables para el abrigo de los navíos de los temporales y tener suficiente calado. Se establecieron cerca de núcleos de población o campamentos militares y estaban conectados con el territorio interior por una tupida red de caminos. En los puertos romanos se construyeron infraestructuras portuarias con una tecnología muy desarrollada. Poseían diques y escolleras de abrigo, muelles de atraque dotados de puntos de amarre y accesos, en ocasiones grúas para el manejo de las mercancías, almacenes y comercios, templos dedicados a las divinidades protectoras, faros y semáforos.

LOS PRIMEROS EDIFICIOS DE SEÑALIZACIÓN MARÍTIMA EN LA ANTIGÜEDAD CLÁSICA

Las torres que se construyeron en el Mediterráneo Oriental en épocas clásicas son los primeros hitos conocidos de señalización tanto diurna como nocturna. Hubo columnas y otras construcciones fijas que ayu-

daban a los pilotos a salvar los peligros de la costa. Para balizarla en horas nocturnas se encendían hogueras o fuegos en braseros en los puntos altos o en la proximidad de algunos templos estratégicamente situados. Las ruinas de tres torres cilíndricas de mármol halladas en la costa noreste de Thasos (Grecia) y construidas en la época arcaica, son la evidencia arqueológica de estos primitivos faros. El fuego se encendía en su parte superior y en uno de ellos, el de Phanari, se realizaba sobre un enlosado de gres situado en la cima de la torre (Koselj, Wurch-Közelj 1989).



Figura 1
Representación de una torre de señalización redonda y de poca altura en un mosaico de la Plaza de las Corporaciones en *Ostia Antica* (M. Durán, 2010)

LA TORRE DE LA ISLA DE PHAROS EN ALEJANDRÍA

La primera gran edificación usada como linterna marítima fue la construida la isla de Pharos en la ciudad egipcia de Alejandría, iniciada por el faraón helenístico Ptolomeo I Soter (305-283 a.C.), y terminada por su hijo y sucesor Ptolomeo II Filadelfo, en el año 279 a.C. Hasta hace poco se consideraba a Sostrato de Cnidos como su arquitecto, aunque hoy se sabe que fue la persona que financió y dedicó la construcción al faraón (Giardina 2010, 57, n. 299). Tuvo una altura que superaba los 100 metros para ser vista desde mar adentro, ya que la costa era muy llana y carecía de accidentes geográficos que permitiesen la localización del puerto.

Los cronistas antiguos del faro dicen que era una gran obra en la que se emplearon buenos materiales y técnicas constructivas que le proporcionaron una gran solidez. Por su magnificencia fue ampliamente reproducido en mosaicos, monedas, vasijas, estelas, etc., destacando las monedas de época imperial romana por su abundancia y por aportar muchos detalles a pesar de reproducir una imagen esquemática.



Figura 2
Posible representación del faro de Alejandría en el mosaico de La Vega Baja, Museo de Santa Cruz (Toledo) (M. Durán, 2010)

La reconstitución del faro más conocida es la del arquitecto alemán Hermann Thiersch (1909), considerada por algunos especialistas como fantástica y magnificada (Reddé 1979, 870). Hay otras propuestas, basadas en general en la lectura e interpretación de los textos de cronistas y viajeros, la mayoría de origen árabe. En España destaca la realizada conjuntamente por el arabista español Miguel Asín Palacios (1933), (1935) y el arquitecto M.L. Otero. Se basaron en los escritos del viajero andalusí Ibn al-Sayj, que Thiersch no llegó a conocer. El profesor Asín, que cotejó numerosas citas que se hallan en la literatura de la antigüedad y en los escritos de geógrafos árabes desde el siglo IX al XIV, reconoce la falta de objetividad histórica de muchos de ellos pues sus relatos no son el resultado de visitas e inspecciones directas sino meras reproducciones acriticas de noticias y leyendas. Si confía en la exactitud de los datos proporcionados por al-Sayj, por su oficio y por los medios empleados en su visita al faro.

A título de ensayo y en un intento de aportar una nueva versión de la imagen reconstituida del Faro de Alejandría, realizamos una propuesta extraída de la lectura de los textos de los cronistas árabes, traducidos y publicados por Asín Palacios (1933) (1935) y Vázquez Ruiz (1949). Se ha tratado de dar una nueva interpretación desde un punto de vista ingenieril y constructivo, siendo en todo momento conscientes de que las fuentes en las que nos basamos tienen mucho de fábula e invención, y que, en muchas ocasiones, describen partes del faro que estaban reconstruidas o dañadas, y otras que no pudieron verlas como fue su base pues en esas épocas ya se encontraba sumergida unos 6,00 metros debido a la subida del nivel del mar. Estas fuentes ya fueron cuestionadas en 1227 por un geógrafo árabe-bizantino Yaqut, que después de su visita manifiesta lo hiperbólico e inventado de las descripciones de los geógrafos (Asín 1933, 276), ya que lo considera un edificio normal, muy reconstruido, sin tantas cámaras como reflejaban otros autores.

La información de al-Sayj nos ha permitido recrear el alzado exterior pero resulta insuficiente para la distribución de las cámaras interiores que citan las crónicas. Para realizarla hemos completado sus datos con los proporcionados por Abu Ubaid Abd Allah al-Bakri (1040-1094) (Asín 1935), que al parecer escribió sin haber viajado, y por Abu Hámid al-Andalusí al-Garnatí, que sí viajó a Alejandría y visitó el faro en numerosas ocasiones (Vázquez Ruiz 1949, 9).

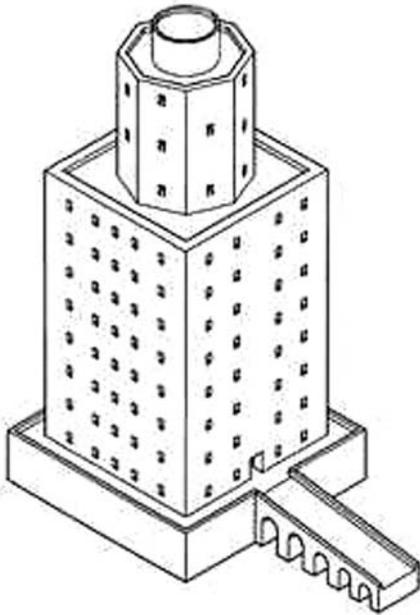


Figura 3
Reconstitución hipotética del Faro de Alejandría

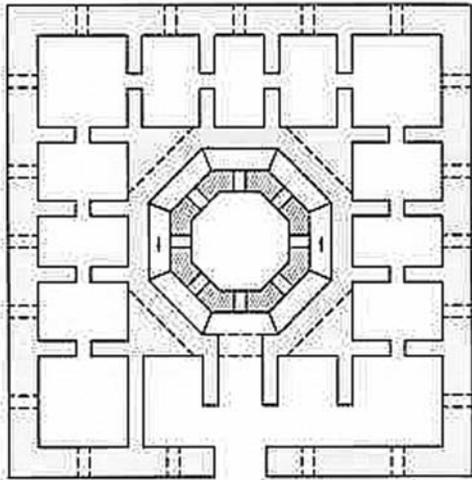


Figura 4
Reconstitución hipotética de la distribución de las cámaras interiores, pasillos y rampas del primer cuerpo del Faro de Alejandría

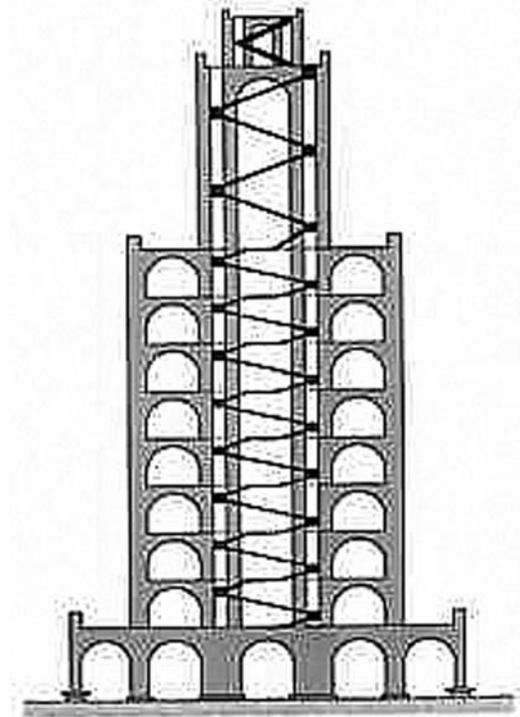


Figura 5
Sección transversal hipotética del Faro de Alejandría (M. Durán, 2011).

Se desconoce cómo era la cimentación del faro, pues los antiguos relatos hablan de bóvedas que se apoyaban en unos enigmáticos ‘cangrejos’ de bronce en las esquinas, que según Van Berchem (p. 482 y ss.) eran similares, pero de mayor tamaño, a los que sirvieron de apoyo al obelisco alejandrino que se halla en el Central Park de Nueva York. Hasta la fecha no hay ninguna confirmación arqueológica de todo ello. El faro romano de Leptis Magna en Libia se construyó sobre dos bóvedas cuya solera estaba a ras del mar. Es posible que las campañas arqueológicas que el Centro de Estudios Alejandrinos está llevando a cabo bajo las aguas del puerto de Alejandría cerca de donde estuvo el faro, aporten los datos que permitan saber cómo era.

LA TORRE DE HÉRCULES DE A CORUÑA

Es uno de los pocos faros romanos que conservan parte de su fábrica original y el único que permanece activo. En el año 2009 fue declarado por la Unesco Monumento Patrimonio de la Humanidad.

Si dejamos a un lado las leyendas que relacionan la Torre con personajes míticos, se considera que la referencia de Paulo Orosio en el siglo V es la más antigua. Sitúa en la ciudad de *Brigantium* de la *Gallaecia* un faro de gran altura que se yergue para indicar la ruta de Bretaña. Los últimos estudios sitúan su construcción en tiempos de Augusto quizá como consecuencia de la expansión del Imperio, por el occidente europeo. Los faros atlánticos de *Tour d'Odre* en Boulogne-sur-Mer en Francia y de *Dubris* en la actual ciudad inglesa de Dover, se construyeron unos años más tarde, en épocas de Calígula y Claudio respectivamente, para servicio de la flota establecida para la conquista de Britania, la *Classis Britanica*.

Se edificó en un promontorio que mira al norte en un extremo del Golfo Ártabro como hito de señalización, a los navíos que pasaban por estos mares o que se dirigían al puerto natural de *Brigantium*, y quizá también, como sostienen algunos expertos, en honor del emperador Augusto o de la grandeza del Imperio al estar situado en uno de sus límites más occidentales.

En este trabajo se propone una reconstitución del faro romano basada en los restos arqueológicos conservados en su base y en diversas fuentes documentales a las que hemos tenido acceso. Para dar una solución a algunos elementos hemos recurrido a soluciones constructivas similares de otras construcciones de la misma época. Sobre algunos aspectos de la antigua luminaria, y en concreto en lo referente a la automatización de su movimiento giratorio, hemos hecho una propuesta que a pesar de ser hipotética, se ajusta no solamente a la tecnología de la época sino a la forma, distribución y detalles del edificio romano. Toda la configuración del mecanismo y su funcionamiento se haya justificada por los oportunos cálculos estáticos e hidráulicos.

En las campañas realizadas en 1992 (Bello 2009) se ha hallado la cimentación del forro exterior de sillaría desaparecido en época medieval y además de otras piezas entre las que destaca una cornisa con moldura de talón, así como otros sillares que por los agujeros y muescas que presentan se deduce que la

fábrica de estos muros exteriores estaba trabada con grapas y espigos de hierro y posiblemente con enlaces de madera o plomo en forma de cola de milano.

La base de la torre era más ancha en la dirección E-O que en la N-S, y aunque se desconoce su verdadera dimensión —ya que las campañas arqueológicas no se han completado por el lado oeste— este hecho permite suponer que el acceso al interior de la Torre en forma de rampa o escalera, se realizaba por la cara E.

El cuerpo del faro estaba formado interiormente por un núcleo de mampostería hormigonada revestido de sillaría granítica y distribuido en tres pisos de cuatro cámaras abovedadas cada uno, y exteriormente por muros de sillaría granítica. Entre estas dos partes hubo una rampa helicoidal que subía hasta la azotea donde estaba el cuerpo cilíndrico techado con una cúpula en el que se alojaba la luminaria. De todo ello solo quedan el núcleo con las citadas cámaras y el recuerdo de cómo se desarrollaba la rampa de subida en algunos grabados antiguos, la mayoría del siglo XVIII. En ellos están dibujadas en los muros del núcleo las huellas del empotramiento de la bóveda que cubría la rampa, y que pudo ser de sillaría de piedra en las esquinas del edificio y de *opus vittatum* en los tramos intermedios (Cornide 1792, 27).

Desde esta rampa de una anchura aproximada de 1,30 m se accedía a las cámaras interiores a través de puertas con jambas de sillaría y dinteles adovelados, conservándose algunas de ellas.



Figura 6
Pieza de una cornisa de la Torre de Hércules de A Coruña (M. Durán, 2011)

Se supone que en los muros exteriores hubo unos huecos o ventanas que seguirían una distribución helicoidal como la rampa, ya que tendrían como misión fundamental su iluminación, aunque no hay ninguna prueba arqueológica ni documental que asegure su existencia.

Se desconoce si el cuerpo principal de la torre mantenía la misma sección cuadrada —de unos 18 metros de lado— en toda su altura o iba reduciéndose, como creemos, con retallos formados por cornisas al mismo nivel que los respectivos pisos. Quizá también hubo otra cornisa invertida en la base y otra en el borde de la terraza coronando los alzados. La única prueba arqueológica de estas suposiciones son las escasas cornisas halladas en la base de la torre. Debido a la temprana desaparición de los lienzos exteriores del faro —saqueados en el Medievo para emplear su sillería en las murallas y casas de la antigua ciudad de A Coruña— no se reflejan en los dibujos antiguos de la Torre, los más antiguos del siglo XVI.

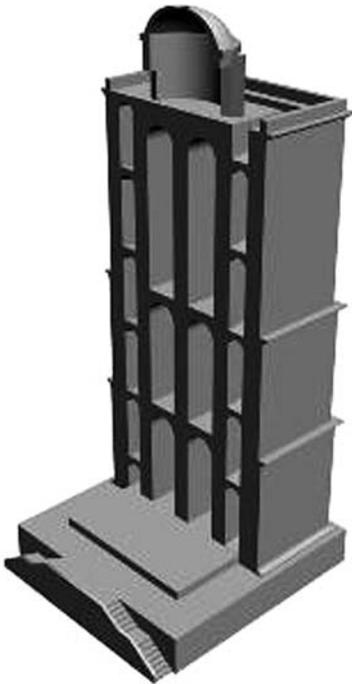


Figura 7
Sección transversal hipotética de la Torre de Hércules (Plan Director Torre de Hércules)

La rampa ascendía con una pendiente variable entre el 11 y el 16% hasta la terraza, en cuyo piso enlосado, hoy visible en la llamada Sala Giannini, hay dos piezas con forma de doble T enlazadas entre sí, que incrementarían su trabazón.

El edificio superior constaba de un cuerpo cilíndrico de sillería rematado en una estrecha cornisa sobre la que apoyaba una cúpula semiesférica también de sillería. Para colaborar en su sostenimiento hubo unos contrafuertes que, como aparecen en algunos grabados antiguos, no sobresalían mucho de los paramentos. El plano dibujado por el ingeniero militar Baltasar Ricaud en 1772 nos parece en más fiable de todos los conservados, ya que estos profesionales eran muy rigurosos al trasladar a los planos las mediciones que efectuaban, como hemos comprobado en los estudios realizados sobre los puentes históricos de España. Según este ingeniero el diámetro interior y exterior del cuerpo vertical eran de 8,80 varas (7,36 m) y 11,28 varas (unos 9,43 m) respectivamente, y 1,24 varas el espesor de la pared.

Con respecto a los huecos que poseía el cuerpo cilíndrico de este edificio sabemos que en el siglo XVIII se conservaban dos, uno orientado al norte y otro a la ciudad, y que funcionaban como puertas. Sin embargo Baltasar Ricaud refleja en la planta del edificio cuatro huecos o ventanales dispuestos entre machones que marca con unas líneas a trazos entrecruzadas, dos abiertos y dos cerrados cómo al parecer se

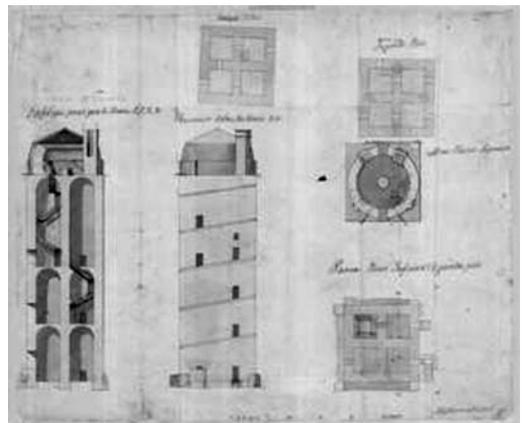


Figura 8
Plano de la Torre de Hércules del ingeniero Baltasar Ricaud (1792) (Plan Director Torre de Hércules)

hallaban en el siglo XVIII. Estos cuatro vanos eran originales y por tres de ellos se proyectaba la luz de la linterna. Así también lo estima el profesor Antonio Rodríguez Colmenero que últimamente, con ocasión de la elaboración del Plan Director de la Torre de Hércules, ha propuesto una nueva lectura del pasaje del geógrafo Claudio Ptolomeo donde menciona la ciudad de *Flavium Brigantium*, y en concreto un nuevo significado para la palabra griega *trileukón* que traduce como tres brillos, luces o claridades. Hay una referencia expresa de estas aberturas en un la ejecutoria de Carlos I de 1552, en donde se mencionan «la bóveda y las aberturas para dar paso a la luz del sistema de iluminación» (Sánchez Terry 1987, 190).

LAS LUMINARIAS DE LOS FAROS DE LA ANTIGÜEDAD

En la documentación clásica se encuentran solo referencias a la utilización de fuegos o antorchas que se encendían en la parte superior de torres para la señalización marítima nocturna. Una antigua reseña es la de Plinio el Viejo que al tratar sobre la torre de Pharos escribe que «el uso y provecho desta (sic) torre es tener encendidos fuegos, para los que navegan en la obscuridad de la noche conozcan los vados y la entrada del puerto, como ya hay en otros lugares semejantes torres en que resplandecen fuegos, como en Púzol y Rávena» (1998 tomo IIa, 176). Estos fuegos se encenderían sobre el enlosado del piso o en braseros a cielo abierto, o incluso en el interior de recintos cerrados para proteger la llama de las inclemencias del tiempo. Tendría que tener huecos traslucidos con rejas de hierro con láminas de vidrio o de yeso cristalizado.

El combustible empleado, de acuerdo con la opinión más extendida, era la madera seca que daba una buena llama, sobre todo si se impregnaba con aceite, grasa o resina. Su empleo exigía un constante mantenimiento del fuego y por ello una cantidad importante de madera. Además para que su luz tuviese la intensidad necesaria para ser vista, exigía que la llama fuese visible. Por lo tanto si el fuego se realizaba dentro de un recinto la llama debía sobresalir por encima de él, y si las condiciones meteorológicas eran adversas por lluvia y viento, era difícil mantenerlo activo. Si se utilizaba un brasero dentro de un recinto protegido del mal tiempo, la llama podía ser menor y se reducía el consumo de leña. (Peña Olivas, 2005, 8-7 y ss.). Para superar estas limitaciones es posible

que en algunos faros de cierta importancia se utilizase un combustible líquido, más eficaz desde el punto de vista de la luminosidad producida al quemarse en una mecha, como el aceite de oliva o cualquier otro, muy empleados en la iluminación doméstica, en minas u otros lugares sin luz.

UNA PROPUESTA DE LUMINARIA MECANIZADA PARA EL FARO DE BRIGANTIUM

La realización de un fuego sobre un brasero protegido de las inclemencias es una solución aceptable como sistema de iluminación de un faro, pero consideramos que, dada la importancia que seguramente tuvo en la navegación atlántica romana, pudo existir otros sistema más evolucionado que emplease aceite como combustible, con un espejo metálico pulido parabólico que concentrase la luz de la llama y que la luminaria girase cadenciosamente para eliminar el problema que planteaba Plinio de que los navegantes confundiesen la luz fija de un faro con una estrella en el horizonte.

La propuesta que presentamos para la Torre de Hércules está basada en primer lugar en los restos arqueológicos hallados en la torre, en los datos suministrados por los relatos históricos y los planos anteriores a su rehabilitación —de los que destacamos el de Baltasar Ricaud— y en segundo lugar para la parte mecánica, en los conocimientos tecnológicos de la época descritos por Vitrubio en sus diez libros sobre arquitectura y por Herón de Alejandría en *Las Pneumáticas*. Este hipotético mecanismo giratorio automatizado encajaría dentro del proceso de mecanización que se produjo durante el Imperio para mejorar la eficacia y la economía de algunos procesos productivos.

En la torre hubo dos piezas de piedra que creemos que formaban parte de la luminaria. La primera, que ya no se conserva, era una mesa o ara redonda que Baltasar Ricaud dibuja en su plano (figura 10) y que otro ingeniero, Manuel de Navacerrada (López Vallo 2003), describe en un informe en el año 1787, de 2 varas de diámetro y una de alto. La segunda pieza, que estuvo abandonada mucho años al pie de la Torre y que ahora está debidamente custodiada, es una piedra troncocónica esviada con dos caras circulares, de 1,18 m la mayor y 0,78 la menos, y 0,47 m de altura (Sánchez García 2004, 292), que creemos que fue el mechero de la luminaria.

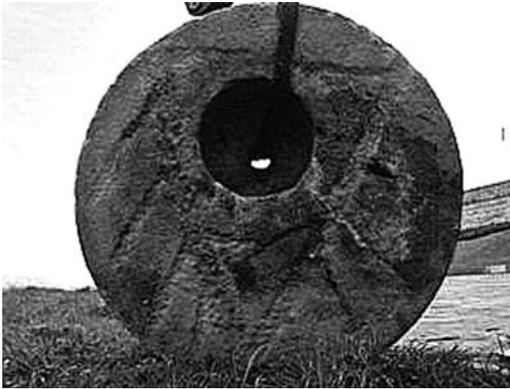


Figura 9
Piedra troncocónica hallada al pie de la torre que sería el mechero de la lámpara de la Torre, con huellas de haberse realizado fuego en una de sus caras (Foto Plan Director Torre de Hércules)

La movilidad de la luminaria podría conseguirse al girar un armazón sobre la primera piedra descrita en el párrafo anterior, de un modo similar a un antiguo molino de cereal. Este giro pudo ser automatizado de un modo muy sencillo y con una tecnología muy básica, pues las máquinas que se necesitaban eran la polea, la rueda dentada, los vasos comunicantes, el sifón invertido, la máquina hidráulica de Ctesibio (s. III a.C.) descrita por Vitrubio (IX,8), y varios dispositivos descritos por Herón de Alejandría como el sistema de accionamiento para avanzar la mecha en una lámpara y un aparato para extraer vino de una vasija.

Descripción del mecanismo giratorio de la luminaria

La luminaria sería un cuerpo de madera paralelepípedo en el que estaba el depósito de aceite, se asentaba el mechero de piedra descrito y el espejo reflectante. En los dos lados de mayor tamaño había unos armazones de madera de forma semicilíndrica, en cuya superficie exterior entablada se enrollaban, en direcciones opuestas, dos cuerdas que eran las que movían todo el conjunto sobre la piedra base. Este giro se produciría entre dos planchas de bronce, una

en el fondo del cuerpo central y la otra en la parte superior de la base pétreo. Para facilitar el deslizamiento de una placa sobre la otra, posiblemente se podían lubricar con aceite. Según Ibn Wasif Sah, el espejo del faro de Alejandría giraba sobre un asiento de cobre (Asín 1933, 282).

Las dos cuerdas, una que llamaremos «tractora» y la otra «equilibradora», se hallaban ancladas y enrolladas a distintas alturas en el entablado vertical del artefacto de la figura 13. Ambas se abrían horizontalmente hasta unas poleas que cambiaban 90° su dirección y descendían a las bóvedas del tercer piso de la torre a través de unos agujeros que todavía se conservan en sus centros.

La cuerda tractora tenía su otro extremo anclado a un eje o cabrestante horizontal con una rueda dentada en un extremo que engranaba con una barra cremallera vertical anclada a un flotador. Éste se hallaba dentro de un recipiente o vaso cilíndrico de madera (le llamaremos vaso 1) conectado por su parte inferior y mediante una tubería a otro vaso, el número 2, que tenía su mismo tamaño. Estos vasos se alojaban en dos bóvedas contiguas.

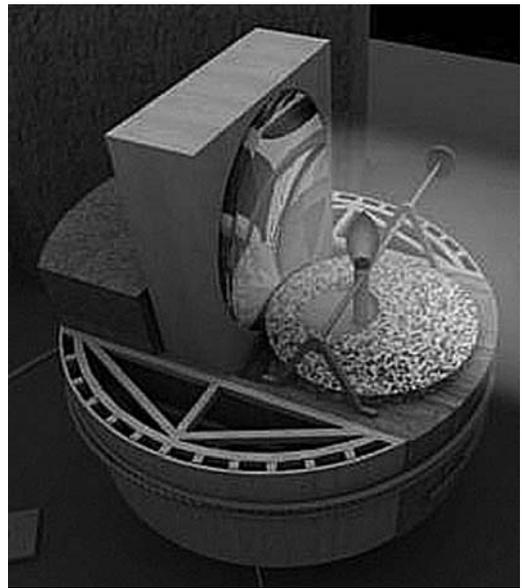


Figura 10
Cuerpo central y armazones laterales de madera semicilíndricos de la lámpara

En el extremo de la cuerda equilibradora colgaba un contrapeso en una tercera bóveda que, como veremos más adelante, será el que produzca uno de los giros de la luminaria. Estos giros serían de 180° para que la luz se proyectase desde el este al oeste pasando por el norte y a continuación en sentido inverso, pues los tres de los vanos del recinto superior estaban orientados a esas direcciones.

El sistema que producía el giro de la luminaria se basaba en el trasiego de agua desde un depósito exterior situado en la terraza del faro al vaso nº 2 que a su vez la pasaba al vaso nº 1 en donde estaba el flotador. Cuando el agua alcanzaba al nivel suficiente, el flotador gracias al empuje de Arquímedes iniciaba su ascensión y a la vez la barra cremallera. Para que esta elevación se produjese el empuje generado por el flotador tenía que superar la suma de su peso propio, el de la barra dentada, el del contrapeso y la fuerza de fricción que hay que vencer para que la luminaria gire. Los dientes de la barra al ascender hacen girar el cabrestante que enrolla en torno suyo la cuerda tractora, que desciende progresivamente arrastrando de su anclaje a la luminaria que gira sobre la base. Este giro produce a su vez el enrollado de la cuerda equilibradora alrededor de la luminaria que produce la subida del contrapeso.

En el vaso nº 2 había un sifón invertido con la rama ascendente dentro de él y la descendente fuera, que se alargaba hasta la bóveda inferior a través de su agujero central. Cuando el agua llegaba a la parte superior del sifón se cebaba automáticamente y se producía el vaciado automático de este vaso. Este momento coincide con el fin de uno de los giros de 180° de la luminaria y con la máxima elevación del contrapeso. El nivel del agua de ambos vasos baja y con él el flotador y la barra, la cuerda tractora se queda sin tensión y comienza a descender el contrapeso ya que nada lo impide. Desciende por su fuerza gravitatoria e impele a la luminaria a girar en sentido contrario otros 180° .

Los cálculos justificativos mencionados nos han permitido diseñar todo el mecanismo. Hemos visto que el diámetro de la luminaria podría ser 2,55 metros, su borde lateral de 0,90 metros y el peso total de 4,3 toneladas. El flotador tendría una altura de 2,35 m y los vasos un diámetro interior de 1,20 m. La longitud de la barra cremallera sería de unos 5,00 metros y el recorrido ascendente que produce un giro de

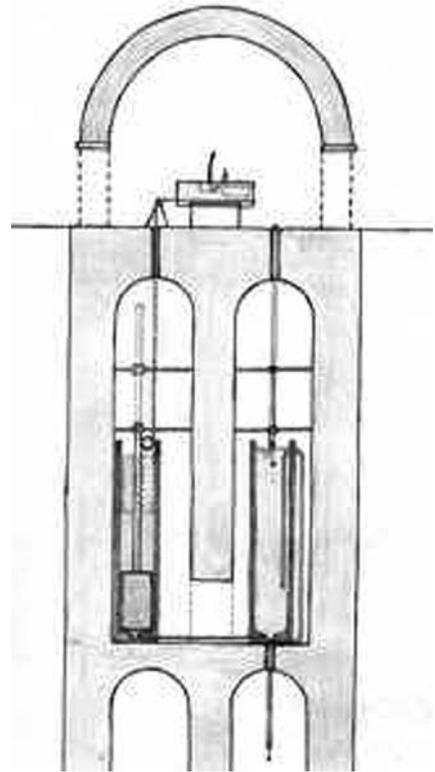


Figura 11
Sección transversal del mecanismo de giro automático de la luminaria

180° de la luminaria es de 4,00 m. Para alojar estos dispositivos y que pudiese funcionar según lo descrito se necesitaría una bóveda de una altura mínima de unos 11,50 metros, cosa que cumplen las existentes que tienen exactamente 12,47 m.

En el vaso nº 2 el cebado del sifón invertido se produce cuando el nivel del agua está a 6,30 m del fondo, y el extremo inferior de la rama ascendente está colocado a 1,40 m de la base. El volumen de agua necesario para producir el giro de 180° en 40 minutos es de unos 10 m^3 metros cúbicos y el diámetro de la tubería de aportación de 2,5 *digitus* (4,75 cm). Los agujeros que todavía se ven en los pisos de la torre son algo mayores de este diámetro. El consumo total de agua en una noche de 10 horas sería de unos 75 m^3 , volumen que sería menor si el giro de



Figura 15
Interior hueco del faro romano de Dubris (Dover-Inglaterra).

APUNTES FINALES

Aceptada la existencia de tres luces o claridades en la cima de la Torre y las variaciones de sus intensidades, creemos que podría haber otra solución formada por tres puntos de luz fijos e independientes orientados al E, N y O, y que gracias a un sistema de apertura y cierre parcial cadencioso de un telón, cortinilla, pantalla o persiana, fácilmente de mecanizar y automatizar, se pudiese variar la intensidad de sus luces.

LISTA DE REFERENCIAS

Asín Palacios, M. 1933. «Una descripción nueva del faro de Alejandría». *Al-Andalus*, 1:241-300. Madrid-Granada.
Asín Palacios, M. 1935. «Nuevos datos sobre el faro de Alejandría». *Al-Andalus*, 3:1, 185-193. Madrid-Granada.
Bartoccini, R. 1958. *Il porto romano di Leptis Magna*. Bolletino del Centro Studi per la Storia dell'architettura, n° 13. Roma

Bello Dieguez, J.M^a. 1991. «La Torre de Hércules y la leyenda». En *Ciudad y Torre. Roma y la Ilustración en La Coruña*. Ed. Ayuntamiento de A Coruña.
Bello Dieguez, J.M. 2009. «Brigantium y su faro. Contextos arqueológicos en la ciudad de A Coruña». *Brigantium*, n° 20, 41-66. A Coruña.
Cornide, J. [1792] 1986. *Investigaciones sobre la fundación y fábrica de la torre llamada de Hércules, situada a la entrada del puerto de La Coruña*. Librería Arenas. A Coruña
Giardina, B. 2010. *Lighthouses from Antiquity to the Middle Ages*. BAR International Series 2096. Oxford.
Haggerty Krappe, A. 1931. «Une légende de Coruña». *Bulletin Hispanique*. Tomo 33, n° 3.
Homero. *La Iliada*. Trad. L. Segalá y Estalella. Madrid: Espasa-Calpe, S.A. 1976.
Hutter, S. 1991. *El faro romano de La Coruña*. Edición do Castro. A Coruña.
Koselj, T. y Wurch-Közelj, M. 1989. «Phares de Thasos». *Bulletin de Correspondence Hellénique* 113, 1: 161-181.
López Vallo, F.J. 2003. http://www.estudioshistoricos.com/articulo/jlv/jlv_03.doc.
Medas, S. 2008. *Lo Stadiasmo o Periplo del Mare Grande e la navigazione antica*. Anejo XII. Publicaciones Universidad Complutense de Madrid.
Peña Olivas, J.M. de la (2005). *Sistemas de señalización marina en la antigüedad clásica*. Tesis doctoral sin publicar. Universidad Politécnica de Madrid.
Plinio Segundo, C. *Historia Natural*. Traducida y anotada por el Dr. Francisco Hernández 1576. Visor Libros. Universidad Nacional de México, 1998.
Rochas, A. 1884. «Les pneumatiques de Heron d'Alexandrie et de Philon de Byzance». En *La Science des philosophes et l'art des thaumaturges dans l'antiquité*. <http://remacle.org/index1.htm>.
Sánchez Terry, M.A. 1987. *Faros españoles del Océano*. M.O.P.U. Madrid.
Stein, R.J.B. 2007. «Roman wooden force pumps. Use and performance». En *Énergie hydraulique et machines élevatrices d'eau durant l'antiquité*. Centre Jean Bérard, n° 27, 7-17. Nápoles.
Thiersch, H. 1909. *Pharos antike islam und occident. Ein Beitrag zur architekturgeschichte*. Druck und Verlag Von B.G. Teubner. Leipzig und Berlin.
Torres Rodríguez, C. 1985. *Paulo Orosio su vida y sus obras*. Fundación Pedro Barrié de la Maza. A Coruña.
Van Berchem, M. 1894-1903. «Chateau du sultan Qayt-Bây a Elexandrie. Burdj Az-Zafar ou Pharillon, sur les fondations du phare Antique». En *Materiaux por un «Corpus inscriptionum arabicum» n° 320*. Egipto.
Vázquez Ruiz, J. 1949. «Nuevos datos sobre el faro de Alejandría». *Boletín de la Universidad de Granada*, n° 87. Granada
Wheeler, R.E.M. 1929. «The roman lighthouses at Dover». *Archeological Journal* LXXXVI, 29-46. London.