

APÉNDICE

Libro X, capítulo XII. De la máquina Ctesibica. (Arquitectura de M. Vitruvio Polión.)

(Véase la figura 29 al final de la traducción.) (1)

«Sigue ahora la descripción de la máquina Ctesibica para subir agua á gran altura. Se construye de bronce, y en su base (*radicibus*) van asentados dos vasos ó barriletes (*modioli*, hoy cuerpos de bomba) gemelos, poco distantes entre sí, de los que arrancan dos tubos que forman á modo de una horquilla, y que, situados simétricamente, vienen á concurrir al centro de un recipiente (*catinum*); en este

(1) *De Ctesibica Machina* (M. Vitruvii Pollionis, de *Architectura*). Insequitur nunc de Ctesibica machina, quae in altitudinem aquam educit, monstrare. Ea fit ex aere, cujus in radicibus modioli fiunt gemelli paulum distantes, habentes fistulas, furcillae sunt figura, similiter cohaerentes, in medium catinum concurrentes: in quo catino fiant axes in superioribus naribus fistularum coagmentatione subtili collocati, qui praeobturantes foramina narium, non patiuntur exire id, quod spiritu in catinum fuerit expressum. Supra catinum penula, ut infundibulum inversum est attemperata, quae etiam per fibulam cum catino cuneo trajecto continetur et coagmentatur, ne vis inflationis aquae eam cogat elevare: in super, fistula, quae tuba dicitur coagmentata in altitudine sit erecta.

Modioli, autem, habent, infra nares inferiores fistularum, axes interpositos supra foramina earum, quae sunt in fundis; ita de supernis in modiolis emboli masculi torno politi et oleo subacti conclusique regulis et vectibus convolvuntur, qui ultro citroque frequenti motu prementes aerem, qui erit ibi cum aqua, axibus obturantibus foramina, cogunt et extrudunt inflando pressionibus per fistularum nares aquam in catinum, e quo recipiens penula spiritus exprimit per fistulam in

recipiente hay válvulas ó ventosas, sutilmente colocadas en la unión de las bocas superiores de los tubos con el recipiente, las cuales, cerrando los agujeros ó bocas de los tubos, no permiten que se escape lo que de aire (*id quod spiritu*) hubiere encerrado ó comprimido en el recipiente. Sobre este se coloca una cobertera á manera de embudo invertido, que, por medio de hebillas ó visagras (*fibulam*), sujetas á su superficie cónica (*cuneo trajecto*), la retienen y unen al recipiente para que la fuerza del agua comprimida no la obligue á levantarse. Encima se adapta un caño que se llama *Tuba*, y que sube verticalmente á la altura que se desee.

«Los cuerpos de bomba tienen en sus fondos, por debajo de las bocas inferiores de los tubos, aberturas cubiertas con válvulas (*axes*, ó mejor *asses*); además, por las bocas superiores de los cuerpos de bomba, entran los émbolos macizos, torneados y untados con aceite, los cuales, ligados á vástagos y palancas, suben y bajan, de modo que por su movimiento frecuente y alternativo (*ultro citroque frequenti motu*), comprimiendo el aire que estará allí con el agua (*qui erit ibi cum aqua*) absorben (al subir) el agua cerrando las válvulas las bocas de los tubos, y la obligan (al bajar) á que, venciendo las presiones del aire, pase por los tubos al recipiente, del cual la recibe la cobertera, y empujada por el aire sube por el caño (*Tuba* ó *fistula*) para ganar la altura».

»Y así, desde un sitio bajo se provee de agua á un arca superior (*castello*) colocada en el punto en que ha de empezar á correr».

altitudinem. Et ita, ex inferiore loco castello collocato ad saliendum aqua ministratur.

Nec tamen haec sola ratio Ctesibii fertur exquisita, sed etiam plures et variis generibus aliae, quae ab eo liquore pressionibus coacto, spiritu efferre á natura mutatos effectus ostenduntur: uti merularum, quae motu voces edunt, atque engibata, quae bibentia tandem movent sigilla, caeteraque quae delectationibus oculorum et aurium sensus eblandiuntur: e quibus, quae maxime utilia et necessaria judicavi, selegi, et in priore volumine de horologiis, in hoc de expressionibus aquae dicendum putavi: reliqua, quae non sunt ad necessitatem, sed ad deliciarum voluptatem, qui cupidiores erunt ejus subtilitatis ex ipsius Ctesibii Comentariorum poterunt invenire.

»No es este el único invento ingenioso de Ctesibio, sino otros muchos de varios géneros, en los cuales, forzada el agua por presión, se muestran con el aire efectos parecidos á los naturales, como mirlos, que, al moverse, producen sonidos; figurillas que beben y se mueven, y otras que halagan los sentidos de la vista y el oído, entre los cuales elegí los que creí de mayor utilidad y necesidad, tratando en el libro precedente de los relojes y en este del modo de elevar el agua; los restantes, que no son de necesidad y sirven sólo de recreo, podrán, los aficionados á estos esfuerzos del ingenio, encontrarlos en los *Comentarios* del mismo Ctesibio».

MM *Modioli*. Barriletes ó cuerpos de bomba.
ff... *Fistulae*. Tubos formando horquilla.
C... *Catinum*. Recipiente del agua.
P... *Penula*. Recipiente ó cámara del aire.
T... *Tuba*. Caño de salida ó expulsión.
EE *Emboli masculi*. Embolos macizos.
VV *Vectes*. Vástagos.

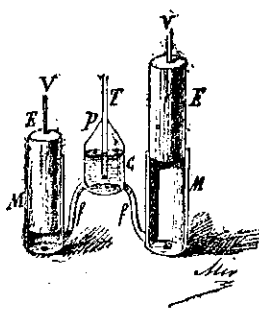


Figura 29.

Lo mismo que dije del texto latino del Puente de Julio César, repito ahora del de la máquina Ctesibica: ni los textos de la *Arquitectura* de Vitrubio están conformes, ni los traductores de acuerdo en la interpretación de algunos pasajes interesantes.

He adoptado el que inserta en su traducción italiana el marqués de Galiani, y al ponerlo en castellano he tenido á la vista la versión de este traductor y la inglesa de Newton, ya citada. Me parece indispensable esta declaración, porque hay textos en que se lee *Ethés-bica* por *Ctesibica*; *cum cuneo* por *cum catino* cuneo y Perrault dice el marqués de Galiani, «no comprendiendo como los émbolos podían absorber aire y agua, según explica Vitruvio, creía que se hablaba del aire de fuera ó exterior, que oprime y hace entrar al agua en los cuerpos de bomba, y bajo esta suposición ha corregido *tum*

aquam por cum aqua y è qua recipiens penula superposita por è quo recipiens penula spiritu. «He creído que como está estaba bien, añade el Marqués, y superfluo exponer sus razones por no contraer la obligación de refutarlas.» (*L'Architectura* de M. Vitruvio, por el Marqués Berardo Galiani: Napoli MDCCLVIII, pág. 412. Nota). De los innumerables copistas por cuyas manos han pasado los manuscritos de Vitruvio en época anterior á la invención de la imprenta, hay que temer las omisiones y adiciones y los errores notables en que han incurrido, los cuales, unidos á la pérdida de las láminas que acompañaban al texto original, han creado las graves dificultades con que tropiezan todos los traductores en la interpretación de la máquina Ctesibica.

Se advierte, sin embargo, en la explicación de Vitruvio, tal insistencia en hacer intervenir al aire en la elevación del agua, que irresistiblemente se ve uno forzado á admitir que Ctesibio puso un recipiente de aire en su bomba, aunque no lo diga expresamente y no lo hayan advertido sus traductores.

La mayor parte de ellos han dado poca importancia á los capítulos que tratan de las máquinas, considerando la Arquitectura como lo más importante de la obra; y no siempre han tenido presente, unos por ignorarlas y otros por negligencia, las propiedades del agua y del aire y las leyes de la Mecánica, sin cuyo conocimiento es imposible traducir las descripciones de este género. Ctesibio no necesitaba ni nombrar siquiera al aire para explicar con claridad y precisión la bomba aspirante é impelente que lleva su nombre, y tal cual la figura Perrault en su traducción, refiriéndose á un dibujo del que es copia la figura 30. (1)

En ella se ven los dos cuerpos de bomba *B*, *B'*: los tubos, formando horquilla, *d*, *d'*, que partiendo de los cuerpos de bomba vienen á concurrir al recipiente *A*. Encima va la cobertera *D*, en forma de embudo invertido, y adaptada á ella la columna *T*. En la posición que indica la figura, el émbolo *C* está en lo alto de su carrera, la

(1) A. RICH. *Diction. des antiq. rom. et grecques. Ctesibica machina.*

válvula del fondo del cuerpo de bomba *B*, abierta, y cerrada la del tubo *a*, correspondiente á la boca situada en el recipiente *A*: el cilindro *B* está lleno de agua. En el otro cuerpo de bomba todo pasa al contrario: el émbolo *C'* se halla en la parte más baja de su curso, la válvula del fondo cerrada, y abierta la de la boca del tubo *a'* en el recipiente: el agua contenida en el cuerpo de bomba *B'*, está pasando por el tubo *a*, al recipiente *A*. De este sube á la cobertera *D* y á la columna *T*. En esta descripción no entra para nada el aire, y de aquí las correcciones que Perrault ha tenido necesidad de introducir para que el texto adulterado estuviera conforme con su dibujo. Pero Vitruvio dice claramente que las válvulas situadas en el recipiente cierran las bocas de los tubos para que no se *escape el aire* que en él hubiere comprimido; y el aire, evidentemente, se escaparía por la columna *T* si esta columna estuviera como Perrault la ha representado, y no penetrara, como yo la he diseñado en la figura 29, sumergiéndola en el agua del recipiente. En otra parte del texto dice que los émbolos, comprimiendo *al aire*, que estará allí con el agua, la absorben y la obligan, venciendo las presiones del *aire*, á pasar por los tubos, etc. Puede prescindirse de la intervención del aire, como se ha visto, si no se trata más que de describir la bomba aspirante é impelente; pero Ctesibio no prescinde y habla con conocimiento de sus propiedades, entre las que se cuentan como esenciales la de ser compresible y elástico, que quiere decir, que sometido á una presión se reduce de volumen, pero cuando cesa ó disminuye esta presión, lo recobra, ejerciendo á su vez presión en sentido contrario á la que le oprimía; además, se deja ver que no ignoraba que el agua no es compresible, ni, por consiguiente, elástica.

Y si el aire intervenía en el juego de la bomba de Ctesibio, como no queda la menor duda, claro es que debía estar contenido en un recipiente para poderlo comprimir, y por eso hay que convenir con

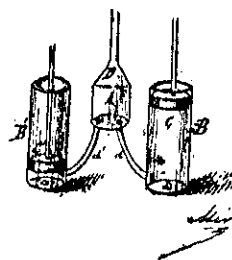


Figura 30.

Ewbank en que el recipiente de aire, que se tiene por invención moderna, era conocido de Ctesibio y figuraba con el nombre de pénula en la descripción de Vitrubio.

Penula es, por lo tanto, la cámara ó vaso del aire que tenía la figura de un embudo invertido, y *Catinum* el recipiente del agua.

Si quedara alguna duda acerca de la función del aire comprimido en el juego de la bomba de Ctesibio, no habría más que consultar la *Spiritalia* de Heron, su discípulo y amigo. Este libro, con las láminas originales, es de los pocos que han podido salvarse de la destrucción que, en los tiempos de barbarie y tinieblas que mediaron entre la caída del imperio romano y la invención de la imprenta, sufrieron los *Comentarios* de Ctesibio, los libros de Arquímedes, y otras tantas obras de las que únicamente sabemos que existieron. Describe Heron en su *Spiritalia* (1) primero la fuente que aún lleva su nombre y que se explica en todos los tratados de Física, y en la cual el aire comprimido fuerza al agua á salir por el surtidor (*per cerem in ipso compressum*) (2); después trata de su bomba de incendios, y, cuando explica cómo sale el agua del recipiente, dice textualmente que se fuerza al agua á salir de la misma manera que en la fuente, es decir, por el aire comprimido: lo cual demuestra que hubo también en su bomba de incendios cámara ó recipiente de aire, porque á este fluido ni á ningún otro se le puede comprimir sin recogerlo primero en un vaso cerrado.

Por esto Ewbank, en su obra citada repetidas veces (pág. 305), representa la bomba de incendios de Heron, en un diseño, del que es copia la figura 31, declarando que el tubo (*Tuba*) que arranca del recipiente y sube vertical, no aparece en sección en el dibujo de la traducción de Commandino, como él lo representa, pero que la disposición de los tubos, con arreglo al texto, es precisamente la de su

(1) En los siglos XVI y XVII se publicaron varias traducciones latinas de esta obra. Ewbank, de quien tomamos estas noticias, se refiere á la versión de Commandino. *Heronis Alexandrini Spirituum Liber, a Federico Commandino urbinato, ex Græco nuper in Latinum conversus*. 1583.

(2) *Spiritalia*, pág. 70.

diseño. Rechaza la figura rectangular del recipiente, porque no puede admitir que un hombre del ingenio de Heron buscara obstáculos inútiles á la circulación del agua, y atribuye tanto esta irregularidad como la estrechez del tubo, que sirve de cámara de aire, á la ignorancia de los copistas, que encontrarían más facil dibujar, y á sus ojos más perfecta, la figura rectangular, y que, no comprendiendo el juego del aire en la ascensión del agua, reducirían por innecesario el diámetro del tubo, creyendo perfeccionar el aparato.

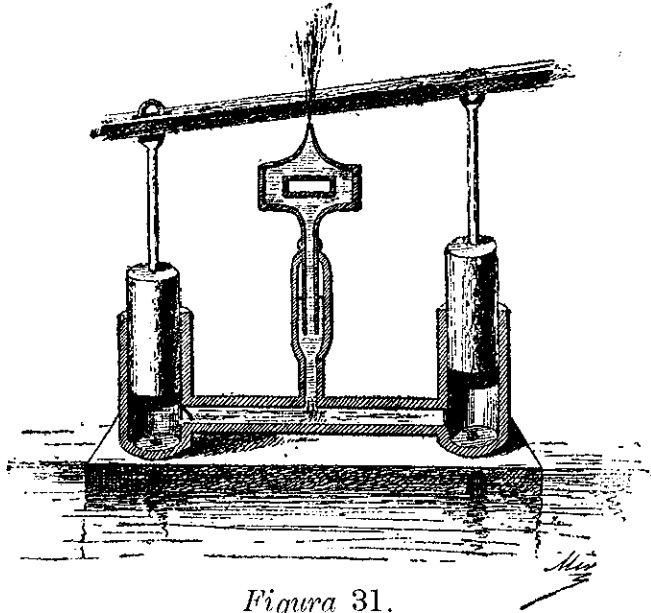


Figura 31.

Estas observaciones son tan juiciosas y atinadas, que en una bomba de Heron, encontrada en Castrum Novum, cerca de Civita-Vecchia, que servía para alimentar de agua á los baños de la ciudad, y que describe Rich en su *Diccionario de Antigüedades* (1), no hay en el diseño que acompaña á la descripción nada que recuerde la forma rectangular del dibujo de la traducción de Commandino.

(1) Véase la palabra *sipho*.

La bomba de incendios de Heron, idéntica á las que hoy se usan, es un nuevo tributo de gratitud que debemos á los antiguos egipcios. No representa una de esas invenciones que por falta de aplicación inmediata quedan pronto relegadas al olvido y sirven luego de arsenal á los que se llaman inventores, apropiándose ideas y descubrimientos de los antiguos, porque de la descripción se deduce que estaban en uso en la época en que se escribió la *Spiritalia*. (1)

Bombas antiguas del Puente de Notre-Dame en París.

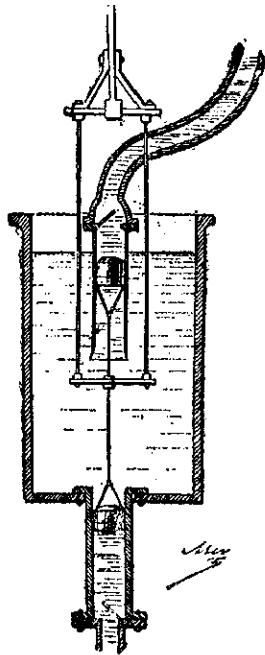


Figura 32.

La figura 32 representa una de las bombas, que, movidas por una rueda hidráulica colocada en el Sena, subían agua, en el Puente de Notre-Dame, para el servicio de algunos barrios de París. Estas bombas son de mucha comodidad, cuando no es posible ó conveniente colocarlas en el mismo pozo ó depósito del agua que se ha de elevar. El conjunto se compone realmente de dos bombas, en cada una de las cuales va un pistón con válvulas, que se abren de abajo hacia arriba. La inferior es una bomba atmosférica, llamada así porque al subir su pistón y formarse un vacío en el cuerpo de la bomba, la presión atmosférica obliga al agua del río á subir por el tubo inferior, abriendo la válvula colocada en el tubo de aspiración, y á penetrar en el cuerpo de bomba vacío. En la superior sube al mismo

(1) Siphones autem quibus utuntur ad incendia hoc modo construntur. Cit. por Ewbank, pág. 307.