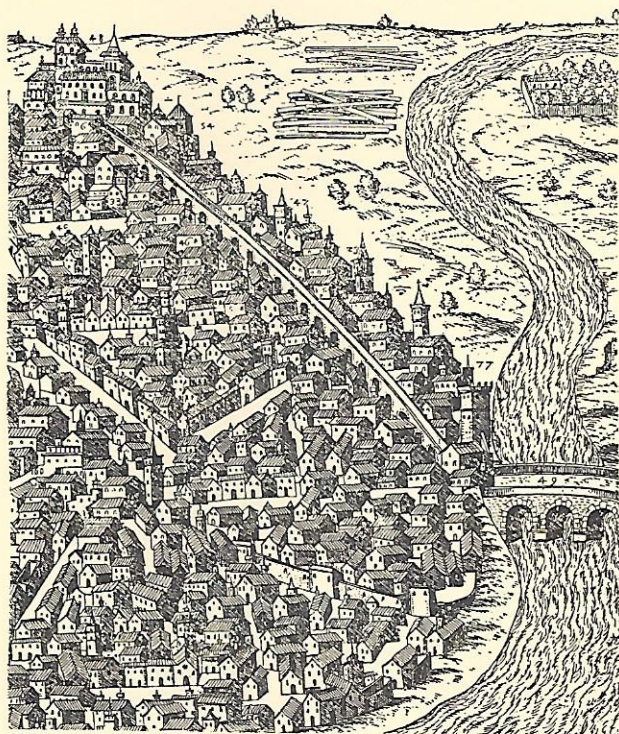


# TEMAS TOLEDANOS

## El Artificio de Juanelo



47

Julio Porres Martín-Cleto

i.p.i.e.t.

# **T**EMAS **TOLEDANOS**

*director de la colección*

**Julio Porres Martín - Cleto**

*subdirector*

**José Gómez - Menor**

*consejo de redacción*

**José María Calvo Cirujano, Ricardo Izquierdo Benito,  
José Gómez - Menor Fuentes y Ventura Leblic García**

*colaboradores*

**Rafael del Cerro Malagón, Fernando Martínez Gil,  
Julio Porres de Mateo e Hilario Rodríguez de Gracia**

*dirección artística*

**Rafael del Cerro**

*administración*

**I.P.I.E.T.  
Diputación Provincial  
Plza. de la Merced, 4. Telf. 22 52 00  
TOLEDO**

7747

**Julio Porres Martín-Cleto**

**EL ARTIFICIO DE JUANELO**

Publicaciones del I.P.I.E.T.

Serie VI. Temas Toledanos

N.º 47

Reimpresión 1992

Depósito Legal: TO-122-1987

ISBN: 84-00-06231-0

Imprime: Imprenta Provincial.  
Plaza de la Merced, 4. Toledo

**INSTITUTO PROVINCIAL DE INVESTIGACIONES  
Y ESTUDIOS TOLEDANOS**

**Julio Porres Martín-Cleto**

**EL ARTIFICIO DE JUANELO**

**Toledo  
Diputación Provincial  
1987**



## PROLOGO OBLIGADO

El 16 de junio de 1967, en el salón de actos de la Casa de la Cultura de Toledo y formando parte de un ciclo de conferencias tituladas "Conversaciones en torno a Toledo", tuvimos el honor de presentar al Dr. Ladislao Reti. Investigador italiano, experto en la Historia de la Técnica, doctor en Ciencias Químicas, medalla Leonardo da Vinci (1972), asesor científico del Smithsonian Institute de Washington, Consejero de Industrias Químicas de la O.N.U. y entonces profesor-investigador de la UCLA, la prestigiosa Universidad de Los Angeles, en California. El título de su conferencia, que se completó con diapositivas y la exhibición de una maqueta articulada, era "El Artificio de Juanelo en Toledo: su historia y su técnica" y fue seguido de un animado coloquio.

A través de la exposición del Dr. Reti pudimos los toledanos enterarnos, por fin, cómo era y cómo funcionaba el célebre artificio que durante medio siglo elevó, sin esfuerzo humano ni animal, el agua del Tajo hasta las mismas puertas del Alcázar, a 100 mts sobre el nivel del río. Las teorías anteriores sobre el tema y los dibujos de modelos propuestos anteriormente como solución al enigma del Artificio fueron analizados magistralmente y, a continuación, expuso el autor con detalle el mecanismo que regaló —pues prácticamente no le pagaron— al Rey y a Toledo y que a su muerte se dejó perder, sin que ensayos posteriores lograran resolver el problema.

El propio profesor Reti hizo constar, honestamente, que su solución, aunque se ajustaba perfectamente a las descripciones de testigos presenciales del Artificio auténtico y a los inventarios de sus piezas hallados por él en el Archivo de Simancas —y además su modelo subía agua como el Artificio sin más energía que la del propio río y sólo por los métodos conocidos en la segunda mitad del siglo XVI —no podía garantizarse su total identidad con el ori-

ginal, ya que de éste no quedó ni un sólo dibujo ni modelo exacto. No obstante, tal solución ha de calificarse como perfectamente ortodoxa y admisible, mientras que no se pruebe —y hasta ahora, nadie lo ha hecho, ni siquiera intentado— que fue otro el sistema efectivamente empleado por el propio Juanelo.

La conferencia fue impresa en la revista “Provincia”, que entonces editaba trimestralmente la Diputación Provincial; se hicieron y remitieron a los expertos en el tema doscientas separatas y, al terminar el ciclo de “Conversaciones. . .” de la Casa de la Cultura, se editaron todas reunidas en un libro, por la misma Diputación. Asimismo la maqueta fue ampliada y completada con más equipos del sistema elevador, bajo la dirección del mismo Reti y patrocinada por el Instituto Provincial de Investigaciones y Estudios Toledanos.

Hace tiempo que se proyectaba una reedición de aquélla conferencia, dado que en los casi veinte años transcurridos, se ha convertido en una publicación rara y muy difícil de hallar, ni siquiera en las librerías anticuarias. Pero al acordar la comisión de “Temas Toledanos” que se imprimiera de nuevo y encargarme a mí la tarea, resultó indispensable añadir a ella las investigaciones publicadas sobre el mismo asunto durante esos dieciocho años. Ninguna de ellas disiente, básicamente, del “sistema Reti”, pero añaden aspectos nuevos a la biografía de Turriano o a la historia —desgraciada historia— posterior del Artificio; y también recogen los sucesivos y fracasados intentos que se hicieron en Toledo para elevar el agua del Tajo, fallecido ya el genial cremonés e inutilizados sus aparatos elevadores.

Pero nuestro buen amigo Ladislao Reti murió en Nueva York, en octubre de 1973. Dejó iniciada una biografía de Juanelo, que tuvo que interrumpir al encargarle el Gobierno español la transcripción y edición del “Códice de Madrid” de Leonardo da Vinci, hallado en la Biblioteca Nacional entonces tras de una historia de la moderna picaresca a la que Reti fue totalmente ajeno, aunque estuvo cerca de ser una víctima. No puede, por tanto, ni reescribir ni conocer esta nueva publicación de su conferencia. Ni tampoco celebrar que la semilla sembrada por él haya dado nuevos frutos bibliográficos, que tenemos en cuenta ahora al redactar nosotros este número de “Temas Toledanos”.

En él, para comodidad del lector y para lograr una unidad



textual, se ha escogido el sistema de respetar casi íntegramente la mayor parte de la conferencia original, en cuanto detalla la biografía de Juanelo, la historia de cómo llegó a construirse su Artificio y el sistema por el que funcionaba éste. También, la triste historia padecida por Juanelo hasta su muerte en 1585 y el abandono y ruina de su Ingenio. A todo ello se añaden, en extracto, las nuevas noticias publicadas después de 1967 y que completan el tema con nuevos documentos descubiertos en los archivos. Y también, con los intentos posteriores de surtir de agua del Tajo a la ciudad, dos de ellos fallidos y los demás ni siquiera intentados.

Hasta que en 1945 se solucionó por fin, el problema secular de abastecer de agua a Toledo, mediante el embalse del Torcón, complementado en 1973 con otro embalse en el río Guajaraz que en la actualidad sustituye prácticamente a aquél, en lo que a la ciudad se refiere. Y antes que éstas dos soluciones efectivas, las otras, mucho más modestas, de la traída de aguas de Pozuela, en 1863; la elevación de aguas del Tajo en 1868-1870, desde el solar del viejo Artificio que fue entonces demolido en sus últimos restos; y la del arroyo de la Rosa, utilizada ésta hasta que se inauguró el abastecimiento del Torcón.

Una última nota biográfica sobre Ladislao Reti. Enemigo siempre de toda vanidad, de homenajes y de corporaciones honoríficas, sólo aceptó en su dilatada vida de investigador, formar parte de una Academia. Precisamente de la Real Academia de Bellas Artes y Ciencias Históricas de Toledo, de la que fue Académico Correspondiente hasta su fallecimiento. Quede aquí constancia de este afecto por Toledo.



## EL ARTIFICIO DE JUANELO

### I

Desde que una avenida catastrófica destruyó el embalse de Alcantarilla, construido por los romanos en el siglo II d. de J.C. y que conducía por gravedad el caudal del río Guajaraz hasta la legendaria “Cueva de Hércules” de la calle de San Ginés de Toledo, la escasez de agua ha sido una pesadilla constante para los toledanos. Con pozos casi salobres y de escaso caudal, aljibes que recogían el agua de lluvia desde tejados y patios y la actividad de los aguadores (azacanes los llamaban en Toledo), que subían a lomos de sus recuas de asnos cientos de cántaros cada día, desde el mismo río o desde las modestas fuentes de los alrededores (Cabrahigos, Solanilla, Pontezuelas y otras menores aún), se abastecían nuestros antepasados, muy precariamente desde luego, del líquido más o menos saludable que necesitaban para sus domicilios. Y aunque el vino era entonces un alimento indispensable por su valor energético, los usos domésticos precisaban de agua todos los días, aunque en mucho menor volumen que ahora.

Pero durante casi medio siglo (1569-1617) pareció que el problema iba a quedar resuelto de una forma segura y económica. Un italiano ingenioso, venido como experto relojero a España al servicio de Carlos V y que siguió con su empleo con el hijo de éste, Felipe II, inventó un método muy original para que el agua del Tajo, entonces casi potable —al menos, de ella bebían muchos toledanos— fuera elevada hasta la explanada N. del Alcázar, el sitio más alto de toda la ciudad. Y además con una ventaja extraordinaria, pues no se necesitaba para nada de energía animal ni humana: la propia corriente del río, siempre fuerte entre los dos puentes, movía todo el Ingenio (que así se llamaba al invento) y

éste iba elevando el agua desde la presa siguiente al puente de Alcántara, donde hoy está la elevadora municipal, cruzando la calle del Carmen o de Cervantes. Es decir, que el Tajo se subía a sí mismo, sin más trabajo que vigilar el correcto funcionamiento del sistema.

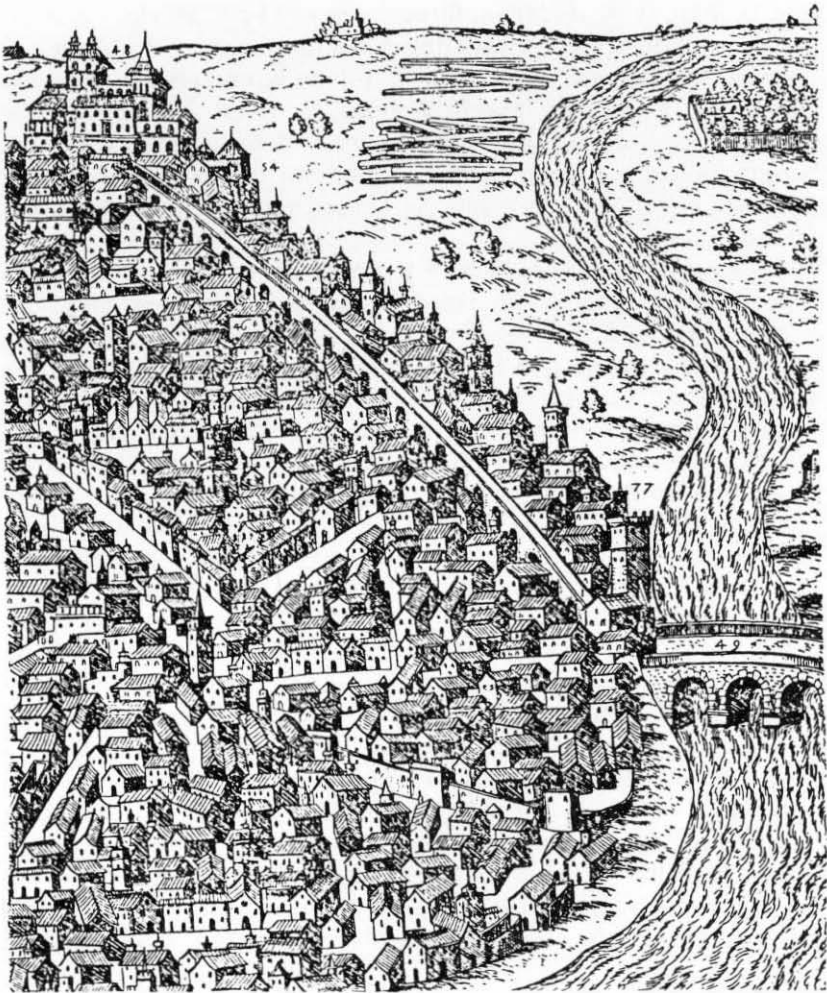
Aunque la maquinaria, que no recibió los cuidados necesarios tras el fallecimiento de su autor en 1585, hace ahora cuatro siglos, se inutilizó, la fama del Artificio de Juanelo se extendió por toda España y también por gran parte de Europa. Incluso pasó a la Literatura y al folklore, atribuyéndose al autor la célebre anécdota (falsa por cierto) del “huevo de Colón”. Todavía se dice en Méjico “el huevo de Juanelo” para calificar la solución ingeniosa de un problema difícil.

Los más famosos escritores del Siglo de Oro español mencionaron el Artificio o hicieron hablar a sus personajes de tal invento, que despertaba la curiosidad y el asombro de cuantos venían a Toledo, emporio entonces de la industria sedera y lanera de Castilla y sede de comerciantes e industriales adinerados. Durante el medio siglo que le vieron funcionar, la atracción más famosa de la ciudad era sin duda el Artificio juanelesco. Avendaño, en *La Ilustre Fregona* de Miguel de Cervantes, quiere ver las cinco maravillas de la ciudad: el Sagrario, el Artificio de Juanelo, las Vistillas de San Agustín, la Huerta del Rey y la Vega toledana.

Federico Zuccaro, que después de Tiziano era considerado entonces como el pintor más grande de Europa y que visitó Toledo acompañando a Felipe II en 1585-1588, reducía tales cinco maravillas a tres: la Catedral Primada, el Alcázar y el Artificio. Y Lope de Vega, que viajaba a Toledo con frecuencia e incluso vivió temporadas en la ciudad, ensalzó la hazaña de Juanelo en versos y en su *Amante agradecido* limita las cosas notables de Toledo a dos:

“A Toledo volveremos,  
vere la Iglesia Mayor,  
de Juanelo el Artificio. . .”

También los humanistas e historiadores consideraron la elevación del agua a Toledo como el objeto más curioso e interesante de la ciudad. Para comprender el entusiasmo de la gente, “espanto”, como diría Ambrosio de Morales que lo admiró y describió a su modo, citaremos al historiador de Felipe II, Luis Cabrera de Córdoba: “Juanelo, milanés, (realmente era cremonés) geó-



metra y astrólogo tan eminente que, venciendo los imposibles de la naturaleza, subió contra su curso el agua hasta el Alcázar de Toledo" (1)

Pero no sólo en España tuvo fama el Artificio. La "Accademia degl'Inquieti" de Milán, fundada en 1594 por Mucio II Sforza, nieto de Ludovico el Moro, adoptó como empresa o emblema "el instrumento de agua construido en Toledo por maese Giannello de Cremona". Y cuando falleció Juanelo, su retrato, copia del que existe en El Escorial, y un modelo del artificio a escala reducida, fueron enviados solemnemente a Cremona por el Gran Canciller Danesio Feliodono, para que su ciudad natal tuviera una digna memoria de él.

Jehan Lhermite, secretario y preceptor de los hijos de Felipe II, consideró al ingenio de Toledo como una de las cosas más raras y admirables que viera en toda su vida. En Inglaterra, sir Kennelm Digby, el personaje que reunió, más que ningún otro tal vez, las virtudes del "hombre completo" del Renacimiento (fue diplomático, corsario, escritor, filósofo y alquimista), quedó profundamente impresionado por el ingenio de Juanelo, admirado por él en Toledo en su primera juventud. Digby hizo de las máquinas del Artificio de Toledo y de las de la Casa de la Moneda de Segovia, el símbolo de los principios filosóficos desarrollados por él en su obra más importante, editada en París en 1644. Y en las vistas y planos de Toledo trazados en la época, se destaca siempre el Artificio —o el Ingenio— como una cosa, quizá la más notable, de la Ciudad Imperial: así la recogen el plano del Greco, que anota el "Artificio del agua", con la planta de su trazado; la vista de la ciudad de Georgius Hoefnagle en 1566, cuya única indicación escrita es "El Ingenio"; o incluso en la panorámica de Arroyo Palomeque, ya de 1700, que dibuja toda su estructura en perspectiva caballera. Y muerto su autor, sus herederos pensaron en cobrar entrada a los curiosos que irían a ver el Artificio.

Sin embargo, a fines del XVII y con la excepción de los escritores toledanos que, lógicamente, lo tenían bien presente

---

(1) Numerosas citas de escritores famosos sobre el tema han sido reunidas por F. Allué y Morer, en "Toledo en la poesía castellana" (Boletín de la R. Academia de Toledo, 1950) y C. Sánchez Mayendía: "El Artificio de Juanelo en la Literatura Española", Cuadernos Hispanoamericanos, núm. 103, Madrid, 1958.

aunque ya inutilizado, la obra quedó en un olvido casi absoluto. Los primeros tratadistas de la hidráulica ni siquiera le mencionan, ya en la primera mitad del siglo XVIII y, por supuesto, su funcionamiento técnico quedó ignorado para unos y otros. Sólo en 1829 Llaguno y Amírola y Ceán Bermúdez, en sus *Noticias de los Arquitectos y Arquitectura de España desde su Restauración*, vol. II, recogen algunas noticias sobre la vida y la obra de Juanelo; pero al describir su principal invento se limitan a reproducir cuanto dijo sobre él el famoso cronista Ambrosio de Morales.

## II

Pero en Toledo se seguía sintiendo el problema del abastecimiento de agua, y durante el siglo XVIII sobre todo, el Ayuntamiento intentaba una y otra vez un procedimiento que dotara a sus vecinos del líquido indispensable para sus necesidades, sin tener que supeditarse a los aljibes, los pozos o los azácanes. Incluso en una ocasión estuvo muy cerca la solución, que no se logró por el fallecimiento repentino de su inventor, también extranjero por cierto (2). Y al fin, en 1868, tras de disponer el Municipio de las indemnizaciones del Estado por los bienes de Propios vendidos a partir de 1851, se volvió al mismo sitio elegido por Juanelo para iniciar su Ingenio y se encargó a un Ingeniero de Minas español, Luis de la Escosura, que estudiara un sistema elevador de aguas del río, complemento del agua ya obtenida en el arroyo de Pozuela.

Para hacerlo, mediante un sistema ya de uso general con bombas hidráulicas —movidas con una turbina a vapor— hubo que destruir las construcciones, en parte todavía en pie, que habían sido la base del Ingenio del cremonés. Con problemas legales por cierto, pues, pagadas aquellas por Felipe II, eran propiedad real; pero pudieron solucionarse pues al Rey para nada le servían ya.

---

(2) Gabriel Mora del Pozo: Un "Ingenio del Agua" en Toledo en el siglo XVIII. "Anales Toledanos" XIII. Toledo, 1980.

Y como Escosura no sólo era un ingeniero competente, sino hombre culto e interesado por las obras antiguas que encontraba, quiso averiguar cómo funcionaba aquél extraño artilugio que muchos habían alabado, pero ninguno había descrito con la claridad necesaria para entenderlo.

Su tarea resultó, sin embargo, más difícil de lo que pudo suponer Escosura, ya que en los trescientos años transcurridos desde que el mecanismo dejó de funcionar, se perdió prácticamente todo plano, traza, dibujo o descripción fiable para sobre ellos intentar una reconstrucción. Hubo antes del Artificio una maqueta hecha por el propio Juanelo (un modelo "en pequeñita forma", como dijo Ambrosio de Morales, que lo vió funcionar), pero fue enviada a Cremona junto con el retrato del autor y desapareció en una revuelta.

No obstante, empeñado Escosura en averiguar el funcionamiento, buscó en libros antiguos de Hidráulica algún dibujo de un sistema similar. Y por fin creyó encontrar la solución en una obra de Agostino Ramelli, impresa en París en 1588 y que, entre numerosos grabados sobre máquinas, aparece uno que nuestro ingeniero estimó como la solución del problema que tanto le preocupaba. Y varios años después de su estancia en Toledo, iniciada ya antes de 1863 en que construyó el abastecimiento de agua desde el arroyo de Pozuela, presentó en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid una exposición escrita de su estudio sobre el Artificio, que aquella Academia imprimió en 1888.

Un ejemplar de la memoria fue enviado al bibliotecario del Gran Ducado de Hesse, en Alemania. Y éste se lo entregó al que entonces era profesor del Politécnico de Darmstadt, el ingeniero Theodor Beck. Advirtió Beck su valor y no sólo la tradujo al alemán, sino que agregó muy interesantes comentarios sobre la misma, que se imprimieron en Berlín en 1899, despertando el interés de los estudiosos de la historia de la técnica. Pero había de pasar medio siglo más hasta que los problemas, no resueltos por Escosura ni por su comentarista Beck, fueran aclarados de forma satisfactoria y, además, expuestos en Toledo y a los toledanos por otro gran investigador del tema: el Dr. Ladislao Reti, autor de numerosos estudios sobre Leonardo da Vinci. Nacido en Fiume (Italia), casado, por cierto, con una española, el 15 de junio de 1967 expo-



nía a los toledanos en la Casa de la Cultura el resultado de sus investigaciones, mostrando la primera parte de la maqueta que representaba una “torre de cazos” del Artificio y que construyó, por encargo suyo, el Sr. Peces Ventas el año anterior.

Según contaba el Dr. Reti en aquella conferencia, las explicaciones de Escosura y Beck le hicieron dudar de que el sistema aceptado por ellos fuera factible. Y así, tras de largas investigaciones en los archivos de Madrid, Toledo y Simancas, se replanteó de nuevo el problema y halló una solución muy diferente de la admitida hasta entonces. No es extraño que sus predecesores no conocieran tales documentos como Reti pudo hacerlo, ya que el Archivo General de Simancas había sido reducido a un estado lamentable por el vandalismo y pillaje de que fué objeto durante la invasión napoleónica que, además, sustrajo una valiosa serie de legajos que no se recuperaron hasta 1940.

Las explicaciones de Escosura se fundamentan en una descripción del Artificio redactada por el gran cronista Ambrosio de Morales, que fué amigo de Juanelo y pudo ver la maqueta “en pequeña forma”, antes de terminarse el modelo real. Cuenta Morales que la invención de Juanelo consistió en “anexar o engoznar unos maderos pequeños en cruz, por medio y por los extremos, de la manera que en Roberto Valturio está una máquina para levantar un hombre en alto. . . Estando todo el trecho así encadenado, al moverse los dos primeros maderos junto al río, se mueven todos los demás hasta el Alcázar con gran sosiego y suavidad. . . Mas, lo que es de todo suyo y maravilloso es haber encajado y engoznado en este movimiento de la madera unos caños largos de latón, quasi de una braza de largo, con dos vasos del mismo metal a los cabos, los cuales subiendo y abaxando con el movimiento de la madera, al baxar el uno va lleno y el otro vacío, y juntándose por el lado ambos, están quedos todo el tiempo que es menester para que el lleno derrame en el vacío. . . ” Y agrega que “la forma de la cadena y arcaduces de cobre con que al principio se toma el agua del río, es también invención de Juanelo”.

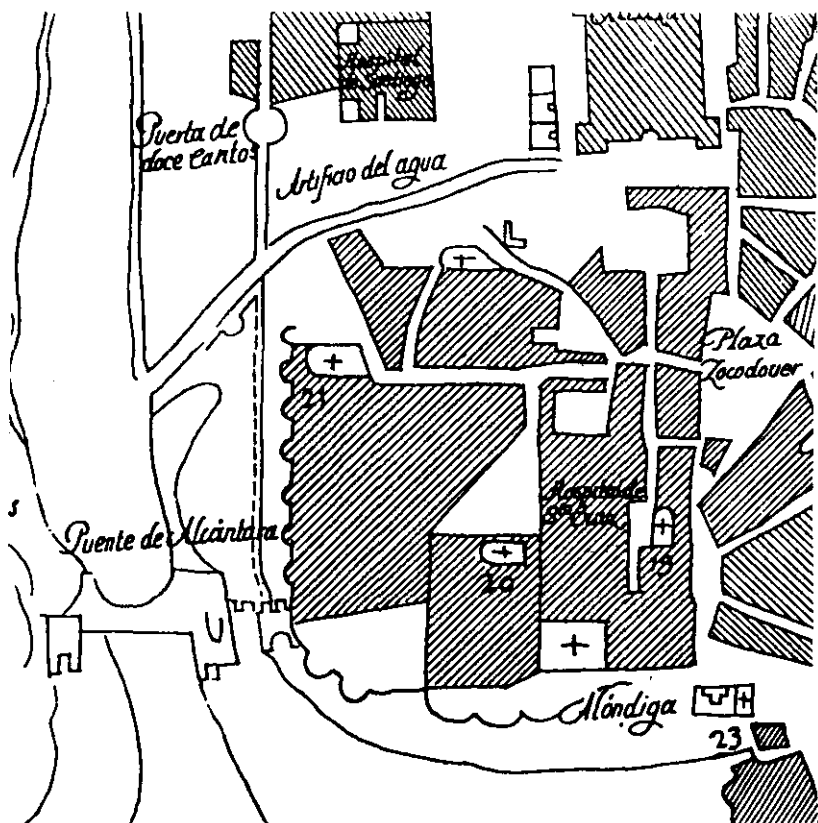
Es evidente que con esta sola descripción, hecha por un humanista prestigioso como era Morales pero que no era técnico en la materia, no podía reconstruirse la traza del Artificio. Escosura se dió cuenta de ello, especialmente porque la lámina de Ramelli no tiene los “maderos en cruz, enejados por medio y por los ex-

tremos”, ni tampoco se parece al invento de Valturio (especie de tijera) para “levantar un hombre en alto”, que decía Morales. Para conciliar el dibujo con la descripción del Artificio, Escosura tuvo que cambiar los tirantes que mueven los cazos en el dibujo de Ramelli por una estructura muy complicada, basada en la “tijera” en cuestión.

No quedó muy convencido Theodor Beck con la adaptaciones de Escosura y pensó, razonablemente, que siendo Morales un aficionado en cuestiones técnicas, su referencia a la escala de Valturio debía interpretarse como mera semejanza, no en sentido literal. Por ello buscó otro sistema en el que unas palancas articuladas mueven los cazos y, durante un momento de su oscilación, imitan a la figura de la tijera que decía Morales. Aceptó Beck en cambio que teniendo, como calculó Escosura, una braza de largo cada tubo y distando el Alcázar 600 metros del río, serían necesarios al menos 400 tubos moviéndose a la vez. Ello suponía una gran dificultad técnica, agravada además por que, según contó Morales, los tubos no seguía una línea recta, sino que “iban dando vueltas y transversos y ángulos y rincones, y fué menester nuevo artificio para continuar a proporcionar allí el movimiento”.

### III

Conociendo la topografía de Toledo, no cabe admitir la distancia de 600 metros entre el río y el Alcázar ni, por tanto, un número de tubos o cazos tan elevado. Las ruedas motrices y por tanto el origen del Artificio aparecen tanto en grabados como en fotografías antiguas y estaban sobre el lugar que ocupa hoy la elevadora municipal de aguas del Tajo, coincidiendo con el trazado del Artificio que vemos en el plano del Greco y con planos existentes en el Archivo de Palacio pues, como dijimos, el terreno era propiedad del Patrimonio Real. Si sobre un plano actual de la ciudad medimos la distancia desde la torre N.E. del Alcázar hasta la Elevadora actual, la distancia es de unos 260 mts. El Alcázar se eleva a 90 mts. sobre el nivel del río; por lo que la hipotenusa de tal triángulo mide, aproximadamente 280 mts. Si tenemos en cuen-



Plano de El Greco. El artificio queda trazado entre el río y el Alcázar

ta la irregularidad del terreno entre la orilla y la base del Alcázar, el recorrido efectivo no pudo superar los 300 mts. ¿Porqué introdujo Escosura en su hipótesis un alargamiento tan superior al real del terreno cruzado por estructura del Artificio?

La explicación de tal anomalía consiste en que Escosura pensaba que la maquinaria era semejante a la lámina que dibujó Ramelli. Y ésta no puede elevar el agua si su ángulo de elevación excede de los  $10^{\circ}$ . Una línea recta que ascienda a 90 metros, con un ángulo de  $10^{\circ}$ , mide exactamente 600 metros. Escosura y Beck

tuvieron que suponer, para que su modelo pudiera funcionar, que el Artificio seguía un camino largo y sinuoso, parecido al de la carretera actual, para lograr una pendiente que no superase los diez grados en ningún punto.

Pero toda su ingeniosa teoría se invalida por los documentos inéditos conservados en el Archivo de Simancas. Un informe del aparejador encargado de la instalación en 1613, dice que "Izo Juanelo dos casas de mil y zien pies de largo, para en ellas asentar su ingenio. A la una le llaman el ingenio viejo y a la otra el nuevo".

Como 1.100 pies castellanos, a 0,2783 mts. por pie, son 306 metros, nos da los 300 metros que mide efectivamente la pendiente entre el Tajo y el pie del torreón alcazareño, con los pequeños alargamientos debidos a las irregularidades del terreno. Y tampoco los cazos eran los que calcularon Escosura y Beck: los mismos inventarios de Simancas dicen claramente que eran 192.

Pero además, el trazado que vemos en la "Vista y plano de Toledo" del Cretense, se compone de dos líneas paralelas que nacen en la orilla del río y tras del ábside el convento del Carmen, se desvían una sola vez, a la derecha, en un ángulo muy abierto y siguen hasta la fachada N. de la torre del Alcázar. Este acodamiento alarga algo el trayecto, obligado tanto para salvar el templo del edificio conventual —cuya expropiación hubiera sido muy costosa— como por tener que situar las ruedas motrices sobre el origen de la presa o azud que cruza y retiene el agua hasta el pie del castillo de San Servando, sirviendo a la vez a un molino cuyos restos se conservan todavía. Que este sitio era el más indicado lo confirma el hecho de que se le escogió también para instalar allí el sistema elevatorio de aguas a la ciudad, en 1868.

Por lo tanto, el recorrido real del Artificio puede estimarse en unos 300 metros, coincidente casi con exactitud con el informe de Simancas. Debemos pues revisar la hipótesis de Escosura-Beck, basada en una maquinaria apoyada en una pendiente suave y que, para lograrla, era inexcusablemente larga y quebrada. La máquina construida por Juanelo operaba a lo largo de un camino directo y breve, con sólo una desviación inevitable y que lo mismo discurría por zonas abruptas que por otras más suaves.

Pero antes de entrar en el aspecto técnico del Artificio toledano es conveniente conocer su historia y la de su inventor, Juanelo Turriano, relojero genial al servicio del Emperador Carlos.

#### IV

Nació Juanelo en la ciudad de Cremona, en Lombardía. Como es frecuente al investigar la vida de hombres de origen modesto que luego se hacen famosos, es conocida la fecha de su muerte, pero no la de su nacimiento. Esta última debe ser alrededor del 1500, ya que murió el 13 de junio de 1585 a los ochenta y cinco años de edad.

Pocas noticias sabemos de él hasta el año 1530, año en que Carlos V fue coronado emperador en Bolonia. Entre los agasajos de que fue objeto y conociendo su afición a las artes mecánicas, le regalaron el extraordinario reloj astronómico que Giovanni Dondi construyó a mediados del siglo XIV y que yacía olvidado en Pavía, perjudicado por el tiempo y el abandono. El Emperador pidió enseguida que fuera reparado; pero nadie quiso aceptar tan difícil tarea, salvo un joven y oscuro relojero, recomendado por don Alonso de Avalos, marqués del Vasto.

Así fue como Giovanni Torriani entró al servicio de Carlos V, servicio que no abandonaría hasta la muerte de su gran patrono, a cuyo retiro de Yuste le acompañó. Es conocida la actividad de Juanelo al servicio de Carlos, cuyos últimos años alivió y consoló ejecutando ingeniosos autómatas y bellos relojes. Al morir el Emperador, Juanelo fue invitado a quedarse al servicio de Felipe II.

No sabemos gran cosa de lo que hizo hasta el año 1565. Pero entonces recibió el encargo que le haría famoso: el Rey ordenó que se realizara un viejo sueño, suyo y de los toledanos, la construcción de un ingenio hidráulico que elevara el agua del Tajo hasta su palacio real, el Alcázar, cuyas obras impulsaba y revisaba con la meticulosidad acostumbrada en el "Rey Prudente".

La Ciudad Imperial, privada desde hacía siglos del abastecimiento construido por los romanos desde las limpias aguas de los Montes de Toledo, sólo disponía entonces de los ya mencionados aljibes, pozos insuficientes y los animales de carga de los azacanes.

Había habido proyectos anteriores, cuya realización no llegó a terminarse por dificultades técnicas no previstas por los inventores de los mismos. Se envió por el marqués de Zenete desde Alemania, en 1526, ciertos oficiales expertos que instalaron bombas a orillas del Tajo y las consiguientes tuberías; mas la presión del agua reventó éstas y, después de haber causado averías en el

edificio del Carmen calzado —que hubo que indemnizar— se volvieron a su tierra sin solucionar el problema. Otro intento hicieron dos flamencos, Jorge y Juan de Coten pocos años después, trabajando 865 días en su artilugio, pero con el mismo resultado que el anterior.

Hasta que Juanelo propuso construir un nuevo aparato que elevaría el agua hasta el mismo palacio real. La ciudad se resistió a financiarlo, tanto por los recientes fracasos sufridos como por los impuestos que habría de recaudar para ello. Pero el Rey confiaba en su relojero y dispuso que se aprobara su proyecto, lo que el Ayuntamiento hizo al fin, condicionándolo a que la obra se hiciera a costa del propio autor. Luego, si la cosa salía bien, y las pruebas demostraban que se elevaba el agua contratada, la ciudad le pagaría. Pero no antes. Presentó Juanelo su maqueta; pero no por ello se suavizó el contrato.

El Miércoles Santo, 18 de abril de 1565, se otorgó la escritura pública que aprobaba la obra en términos estrictos y rigurosos. Como Felipe II costeaba las obras de fábrica, firmó el documento en su nombre el doctor Lagasca y por parte de la ciudad de Toledo, don Gutierre de Guevara y don Francisco de Rojas, regidores, y el jurado Alonso de Avalos. Juanelo se obligaba a subir con su ingenio y llevar hasta un arca en la plaza que está ante el Alcázar, 16 libras de agua por cada movimiento de su máquina, que había de ser continuo. Se estima que el Artificio dará 400 cargas en 24 horas, que equivalen a 12.400 litros de hoy. Juanelo hará la obra a su costa, y ni el Rey ni la Ciudad tendrán que desembolsar nada hasta que el agua corra por el ingenio a plena satisfacción; si la obra no tuviera éxito, todo lo que Juanelo hubiera gastado será “a su daño y pérdida”.

Ahora bien, si subiera el agua con su aparato en la cantidad, lugar y sitio que se propone, se completará aquél con las obras civiles necesarias (cerramientos, cubierta, etc.) y se le pagarán a Juanelo ocho mil ducados, quince días después de que corriese el agua junto al Alcázar. Para valorar esta suma con la moneda actual, aclaremos que la fanega de trigo (42/43 kgs.) valía entonces un ducado. Por tanto, el coste de la obra mecánica se estimaba en 336.000 kilos de trigo.

Además y como el Artificio debería seguir funcionando, la ciudad de Toledo se obligaba a pagar a Juanelo (o a sus herederos

y sucesores) 1.900 ducados de renta cada año, perpetuamente y para siempre jamás. A cambio de esta suma, Juanelo o sus sucesores se obligaban a sostener y reparar el artefacto y sus obras, desde el río hasta el Alcázar. Del agua elevada se retendría la séptima parte para el servicio del Alcázar —que, como casi siempre, estaba en obras por entonces— y las otras seis partes quedaban a disposición de la ciudad.

Resulta extraño que Juanelo, con sesenta y cinco años cuando se firmó el contrato y que era ya hombre conocido y admirado por príncipes y reyes, se lanzase a una obra de tal magnitud cuando a su edad, que no todos alcanzaban entonces ni mucho menos, sería lógico que sólo buscara sosiego y vida cómoda; y además, que asumiera un compromiso tan arriesgado. Es posible que su fe en la palabra de su soberano justificase su actitud, pero sin duda fué más bien su fe en sí mismo y su confianza en su proyecto, que le daría fama y gloria, como así fue efectivamente.

Muy poco se sabe sobre el período de construcción de este primer artificio. No es extraño en realidad ya que la obra corría a costa del propio Juanelo y no eran precisos documentos oficiales ni controles administrativos. Posiblemente haya, entre los protocolos de los escribanos de Toledo, contratos de suministros de materiales por abastecedores o albañiles con Juanelo; pero no han sido hallados hasta ahora, ni tampoco están completos tales protocolos.

El 23 de febrero de 1569 cumplía Juanelo su contrato y entregaba el Artificio funcionando. Hasta el 13 de mayo del mismo año —parece que no había mucho interés oficial en recibirlo— no se reunieron los representantes del Rey y de la ciudad, midiendo el caudal suministrado por el Ingenio y comprobando que era superior, nada menos que en un 50 por 100, al mínimo garantizado. Parece que tal resultado produjo el entusiasmo de Juanelo, de los toledanos y del propio Rey, pues en Simancas se conserva un documento que da fe de un desbordante optimismo; una minuta, redactada por el propio artífice, sobre ‘las cosas que serán necesarias, así de metal, como de otros materiales, para los yngenios que su Magestad a de mandar hazer para el agua a Toledo’.

Resulta de tal escrito que existió el propósito de agregar al Ingenio otros tres nada menos. El primero estaría adosado al que ya estaba en funcionamiento, sin duda porque la presa donde esta-

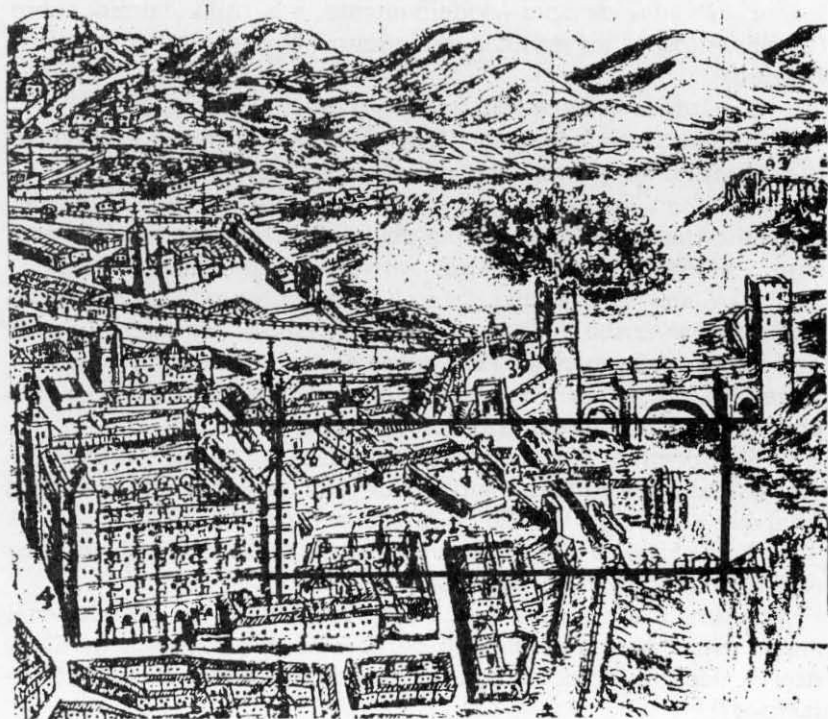
ba era capaz para instalar una segunda maquinaria. Otro iría hasta San Juan de los Reyes, sin duda partiendo de los molinos de la Cruz, inmediatos al puente de San Martín. El tercero nacería en los molinos de Pero López, en el brazo del río ya desaparecido que pasaba ante la Puerta Nueva, y subiría el agua a la puerta de Bisagra. Pero sólo el primero de ellos llegó a realizarse, como ahora diremos, en un intento de solución del problema económico.

## V

No se conoce mas que una representación gráfica del Ingenio, y además por su exterior; pero ninguna de la maquinaria en sí. Abundan viejos grabados y fotografías, éstas ya de la segunda mitad del XIX, que recogen la obra civil arruinada y próxima a su demolición final. El grabado del Artificio se conserva en el Museo del Alcázar de Toledo y sólo se conoce una copia de él en el Museo Británico; procede, al parecer, de una obra editada en Leyden en 1706, escrita en francés y firmada por "Juan Alvarez de Colmenar" que los bibliófilos consideran un seudónimo (3). En él se recoge el edificio principal, ya terminado, y desde él suben siete casas o naves hasta el ábside del convento del Carmen, que oculta las siguientes. Otras dos naves o edificios similares se ven al pie de la torre NE. del Alcázar, a la cual se adosan. Otro grabado, muy posterior pues cabe fecharle hacia 1700, se conserva también en Toledo: es la vista de la ciudad, en perspectiva, desde la otra orilla del río y en él se ven mejor aún que en el anterior (aunque el dibujo sea mucho más tosco) las dos ruedas iniciales en el mismo río, cuatro casas de una o dos plantas que suben hacia el Carmen y pasan entre este convento y el Pradillo de la Caridad; otra nave, sobre pilastras o columnas, cruza sobre la calle del Carmen, hoy titulada de Cervantes. La continuación queda invisible por estar detrás del Alcázar. Bajo la segunda de las casas, a partir del río, hay un arco de paso que daba acceso a la bajada a los molinos, inmediatos al Artificio y aguas abajo de éste, que también se dibujan.

Un dibujo muy posterior, de Laborde, que ilustra su libro de viajes sobre España, no contiene ya las casas escalonadas. Edi-





Vista de Toledo por Arroyo Palomeque, a principios del siglo XVIII. Dentro del recuadro se aprecia el edificio que albergaba la maquinaria del artificio, con una estructura escalonada para salvar el desnivel.

tada en 1806, vemos en él el edificio principal, especie de acueducto en ángulo del que parten dos muros paralelos que suben hacia la calle que, desde la puerta de Doce Cantos, da acceso al puente de Alcántara. Evidentemente son restos del primero de los edificios por cuyo interior circulaba el agua, elevada por la máquina juanesca.

Están documentados los parajes por los que pasaba el Artificio, aunque no todos puedan identificarse hoy con seguridad dadas las alteraciones, ruinas y construcciones posteriores de esta zona de Toledo, una de las más arruinadas en el siglo XIX. Estos parajes eran:

1.- *Ruedas de agua* (evidentemente, a la orilla del río, sobre los cimientos de los molinos que compró el Rey para construir el Ingenio)

2.- *Cadena de cucharas*, que luego describiremos.

3.- *Puerta de la Fragua*. Debe aludir a una fragua efectiva, al pie del murallón que sostiene el paseo del Carmen.

4.- *Llano del Carmen*. El espacio existente entre el ábside del convento, incendiado en 1810 y demolido durante la desamortización, y el Pradillo de la Caridad, ocupado hoy por algunos pinos.

5.- *Llano de Santiago*. Demolido este hospital en 1882, estaba poco más arriba de la puerta de Doce Cantos. Su solar lo ocupa hoy un jardín municipal. Pero como el Artificio se dirigía hacia la torre NE. del Alcázar, no pasaba sobre este hospital sino por una plaza o espacio libre ante su fachada principal.

6.- *Corral de Pavones*. Plaza sin salida o "corral", situada hacia el final de la calle de Santiago de los Caballeros o de la Fonda, final que hoy ocupa la calle de Alféreces Provisionales.

7.- *Explanada del Alcázar*. Junto a la fachada E., a juzgar por el dibujo de Alvarez de Colmenar.

Ahora bien, ¿cómo funcionaba la máquina de Juanelo, cuál era su estructura, si el grabado de Ramelli y la hipótesis de Escosura y Beck no coincide con los hechos que evidencian los documentos?

El primer elemento era la presa o azud que cruzaba el Tajo, bien conocida pues existe aún, aunque varias veces reconstruida. Es interesante que en 1868 situaran junto a ella la elevadora en el sitio que también sirvió a Juanelo, sin duda por ser el más adecuado para este fin de subir el agua a la ciudad. Desde esta presa partían dos canales o saetines, (que el plano del Real Patrimonio llama "Canal del Rey" a uno y al otro "Canal de Espanta-diables") por donde el agua era conducida a las ruedas hidráulicas que movían el artificio; una impulsaba a la que movía la "cadena de cucharas" y otra a la rueda motriz del aparato propiamente dicho. Todavía quedan restos de estos canales, que sirven a la turbina elevadora existente y que, además, continuaban en la época de Juanelo hasta unos molinos aguas abajo de su invento.

La "Cadena de cucharas" era realmente una noria, con sus correspondientes arcaduces o cazuelas. Estos que, según Morales, fueron también invención de Juanelo, eran 42 recipientes armados

sobre una cadena metálica sin fin. En cada “cuchara” había un “cañón”, referencia que no comprenderíamos sin tener a la vista una de las láminas de Ramelli. Consiste en una especie de tubo o sifón vertical en el centro de cada arcaduz con un orificio en la parte superior por el que se escapa el aire de los arcaduces vacíos cuando, boca abajo, se introducen en el agua del río.

Tal cadena o noria ejecutaba la primera parte de la elevación, subiendo el agua mediante el impulso de su rueda hidráulica, a una balsa situada a unos 13 ó 14 metros sobre el nivel del río. Es decir, a la cresta o remate del muro con arcadas que existió hasta su demolición por la obra de Escosura a mediados del siglo pasado. Parece muy probable que hubiera también uno o más estanques para decantación del agua del río, sin la contaminación actual desde luego que la hace totalmente impotable, pero que siempre arrastraría impurezas y tierra en suspensión, especialmente en las avenidas invernales.

Desde esta balsa, el agua era recogida por el Artificio mediante los famosos cazos, cuya interpretación ofreció tantas dificultades a los historiadores. Debemos tener en cuenta los documentos oficiales de Simancas y el relato de los que lo vieron funcionar, y no sólo el de Ambrosio de Morales aunque haya que tenerle también presente.

Ya se ha dicho que el Artificio, en varios puntos de su recorrido, tenía que vencer fuertes pendientes. Tenemos por tanto que abandonar las hipótesis que, como la de Escosura, exige que la maquinaria siga una pendiente suave. El ingenio de Juanelo recorre 300 metros en un salto o desnivel de 100, ya que en el patio del Alcázar hubo que instalar más cazos para subir el agua a unos diez metros de altura (sin duda para servir al piso superior) y distribuirla en el palacio con comodidad. Ya Domínguez Bordona publicó un manuscrito del pintor Zuccaro, al que antes citábamos, sobre sus impresiones en España, en el que se contiene la siguiente descripción del Artificio:

“Es un ingenio ordenado de tal manera, que ciertos cazos de latón con sus mangos adheridos, vierten el agua uno en el otro . . . y hay infinito número de tales cazos, ocho de los cuales son siempre llenos y ocho vacíos, en cada orden que son muchos. . . y toda la máquina es movida por cuatro ruedas (existía ya el segundo artificio) que el Tajo las mueve perpetuamente y está congeniado

con tal artificio, que la creciente (avenidas) del río no puede impedirlo, cosa de grandísimo artificio”.

Otro insigne viajero, el ya mencionado aristócrata inglés sir Kennelm Digby, que visitó Toledo en los primeros años del siglo XVII, dejó una descripción más exacta que la anterior. Traducidos los pasajes pertinentes, dicen así:

“La máquina de Toledo elevaba el agua a una grande altura, desde el río hasta el Alcázar —el palacio del Rey— edificado sobre una abrupta colina o roca, casi perpendicularmente sobre el río. En el fondo había una rueda de agua que, movida por la corriente, ponía en movimiento toda la máquina. Esta estaba constituida por un gran número de canales o cazos, colocados uno sobre el otro, en dos hileras, una enfrentando a la otra, desde el fondo hasta el tope, armados sobre varios armazones de madera. . . Y estos cazos, mediante un eje que tenían en el centro, estaban sobre el armazón de madera. . . de manera que podían moverse libremente hacia arriba y abajo, como la cruz de una balanza. Cuando la rueda motriz se encontraba en cierto punto, toda una parte de la máquina se inclinaba un poco hacia el agua mientras la otra subía más alto. Este movimiento cambiaba cuando la rueda motriz terminaba su revolución; entonces la parte más baja se elevaba y la otra iba descendiendo. De esta manera, los dos lados de la máquina parecían dos pies que alternativamente pisaban el agua, como los hombres que exprimen las uvas en el lagar cuando la vendimia.

“Ahora bien, cuando uno de los pies de esta máquina baja hacia la superficie del agua, el cazo más bajo recogerá tanta agua cuanta puede retener durante el ascenso. . . y el cazo que estaba más bajo se vuelve más alto y así vierte el agua contenida. . . en el cazo superior, que ahora es el más bajo. . .

“De esta manera, los cazos de los dos pies vierten su agua de un lado a otro y en cada movimiento sube el agua en escalón hasta llegar a la cumbre. . . Así, en breve tiempo, todos los cazos desde abajo hasta arriba, se llenan de agua, siempre que uno de los cazos no tenga alguna falla; en este caso, el agua saldría por la misma y todos los cazos por encima del defectuoso quedarían secos”.

Digby publicó su libro en 1644, muchos años después de su visita a Toledo, realizada en la primera juventud. El mismo reconoce no recordar bien todos los detalles de las máquinas que en aquél entonces despertaron tanto su imaginación. Aún así, lo que

dice es suficiente para formarse una idea razonable de los principios que gobernaban la máquina de Juanelo.

Pocos años después, en 1663, otro aristócrata inglés, el segundo marqués de Worcester, que goza de una discutida fama en los anales de la historia de la máquina a vapor, publicó un curioso folleto, donde describió cien de sus numerosas invenciones, cada una más fantástica que la otra. La invención número 20 es una “balanza de agua” y su descripción es la siguiente:

“Cómo subir agua a la manera de una balanza, que a más del peso del agua en los cubos, sólo será requerido el pequeño peso o fuerza necesario para dar vuelta a la balanza. Los cubos contrapeados vierten su contenido el uno en el otro, el cubo más alto vacía su agua mientras que el más bajo de todos se llena y eso puede hacerse aun si la altura fuera de cien brazas”.

El marqués no relaciona su invento con el artificio de Toledo ni cita el libro de su compatriota Digby. Pero el parecido es innegable. Muy acertado estaba Escosura al buscar en los viejos libros de mecánica los rastros perdidos de la máquina de Juanelo. Sabemos sobradamente que en aquellos tiempos la propiedad intelectual era un mito; autores de gran reputación no vacilaban en apropiarse de ideas ajenas, que con un pequeño aderezo presentaban luego como propias.

Teniendo en cuenta la fama alcanzada por el artificio de Toledo, no podemos suponer que nadie se hubiera tomado el trabajo de dibujarlo, con o sin alteraciones, hubiera o no reivindicaciones de propiedad. En principio, los secretos del Ingenio estaban bien guardados, encerrada la maquinaria en casas y al cuidado de su inventor; pero mucha gente los vió, puesto que con más o menos inexactitudes, los describieron y sus relatos han llegado a nosotros. Y no olvidemos que la maqueta, el modelo “en pequeñita forma” del Ingenio fue enviado a Cremona, donde lo vio, entre otros muchos, Alejandro Capra, autor de un difundido libro de máquinas. Desgraciadamente para nosotros, Capra prefirió incluir en su obra otra artefacto para elevar aguas inventado por él, agregando que era tan bueno o mejor que el de Juanelo. Luego está claro que le había visto.

## VI

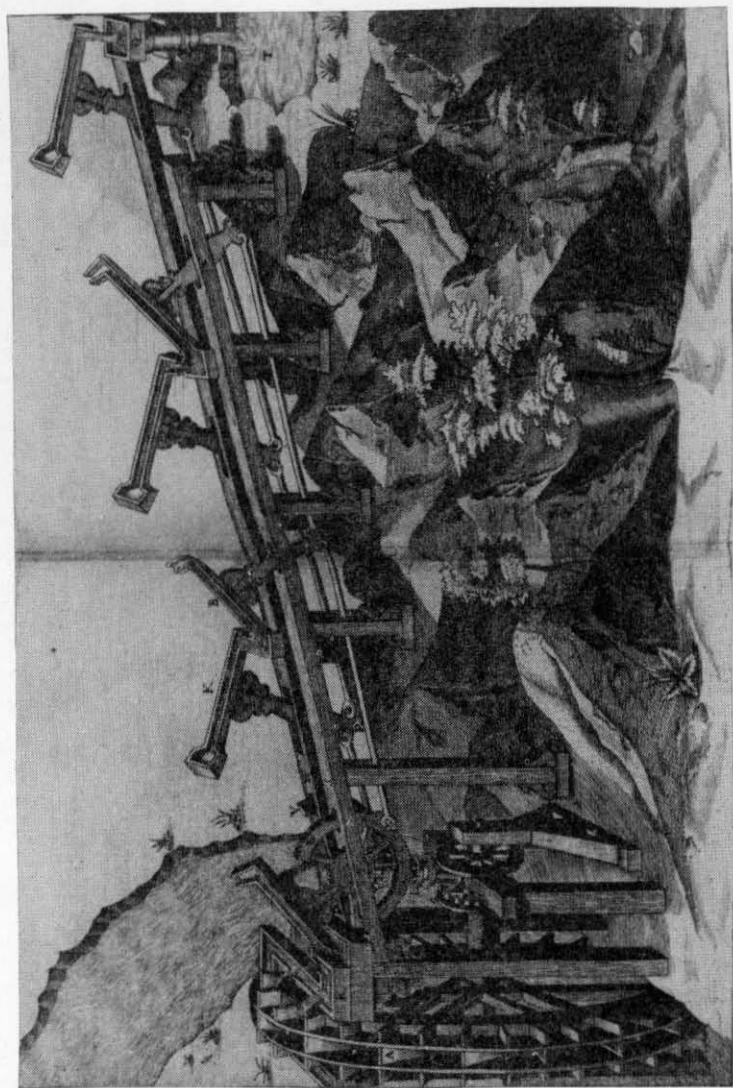
En su deseo de averiguar cómo había sido, efectivamente, el Artificio, el Dr. Reti decidió examinar todos y cada uno de los “Teatros de Máquinas”, como se llamaban antiguamente esas obras que coleccionaban este tipo de invenciones, muchas de ellas irrealizables o nunca llevadas a la práctica. Hay una de un gentilhomme francés, Grollier de Servièrre, nacido en 1596, donde se contienen no menos de siete máquinas distintas, todas ellas funcionando con ayuda de cazos, provistos de mangos acanalados. Naturalmente, todas inventadas por Grollier. Pero a pesar de existir bastantes analogías, ninguna responde plenamente a las características que cita-ron Ambrosio de Morales, Zuccaro o sir Kennelm Digby.

Hay también un curioso ingenio del mismo tipo en otro tratado conocido, el famoso libro de Hidráulica de Belidor. Este merece cierta atención, pues se delinea en su estructura una analogía con la escala de Valturio. Pero el principio operativo es distinto del que se estaba buscando.

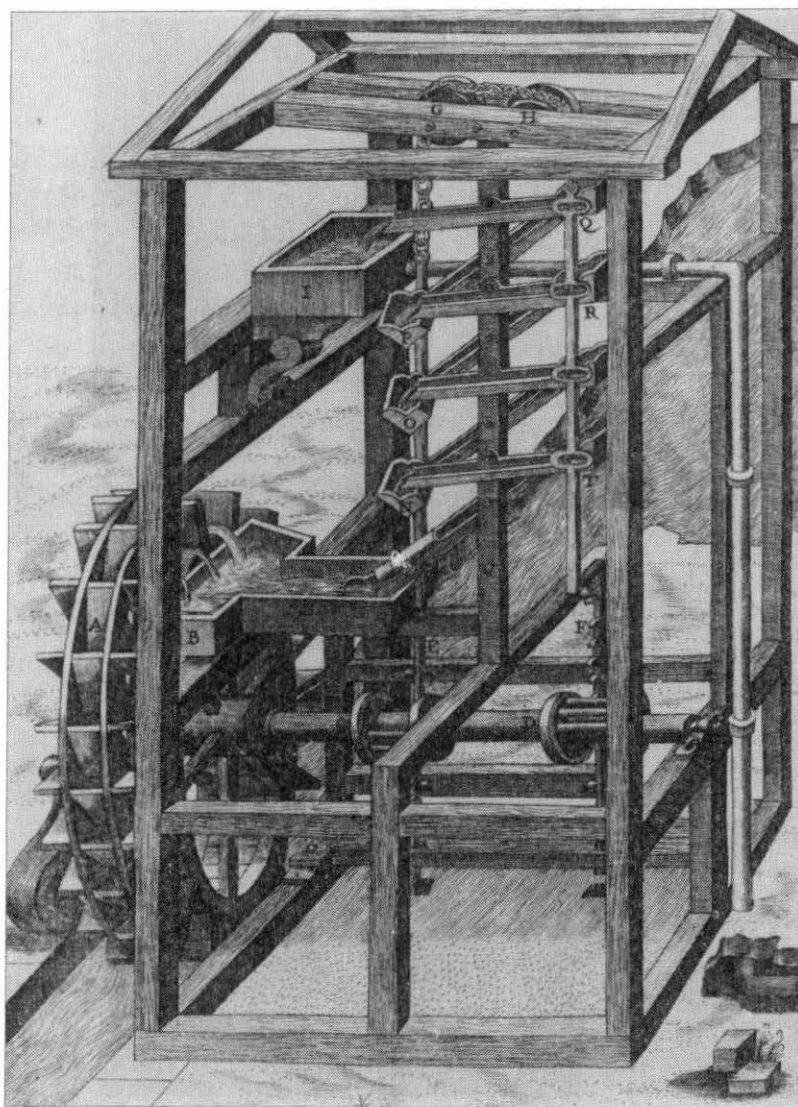
Por fin, la solución más aproximada se contiene en el mismo libro de Ramelli, *Dell'Artificio Machine*, de 1588. En esta obra, además de proyectos originales del autor, realizables o no, contiene otros que idearon o experimentaron sus antecesores. Es conocido que en ella influyeron Leonardo da Vinci y Francesco di Giorgio, y otra fuente de inspiración fue, sin duda, el mismo Juanelo. Según la costumbre de entonces, Ramelli no cita sus fuentes, pero en cambio se queja amargamente de los colegas y amigos que se adueñaron de sus dibujos e ideas.

Si el excelente ingeniero Escosura, después de haber admirado la lámina 95 de Ramelli, en la que creyó encontrar la solución de su búsqueda, hubiera pasado dos hojas más del mismo libro, habría hallado otra en la que, pese a ciertas diferencias de escasa monta, se reconocen todas características que advirtieron y consiguieron las relaciones de Morales, Zuccaro y Digby.

Incluimos en este trabajo la lámina de Ramelli, bastante complicada de describir pero cuyo funcionamiento se comprende con facilidad al ver su dibujo. Y además incluimos también una reproducción de la triple maqueta compuesta de la cadena de cucharas y dos torres de cazos, conservada en la Diputación Provincial de Toledo que, a través de este Instituto de Estudios Toledanos, pa-



Sistema elevador de aguas, según Ramelli (Dell Artificiose Machine)



Torre de cazos publicada por Ramelli.

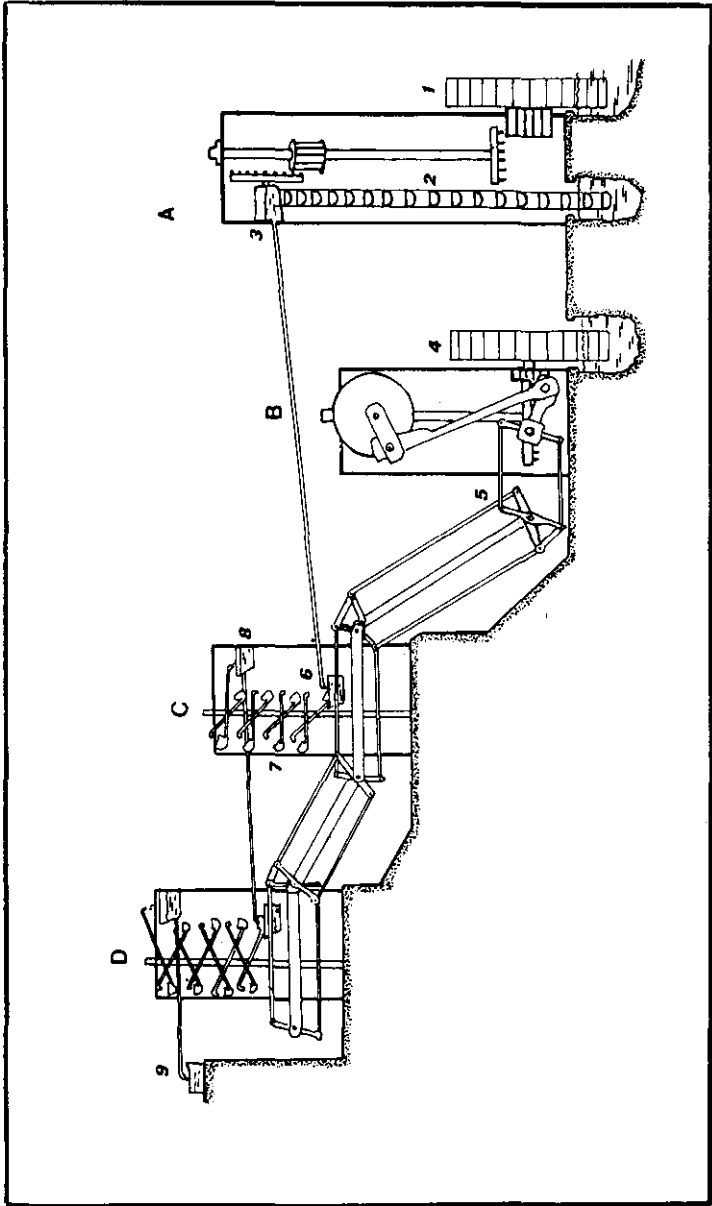


trocinó su finalización y en la que se tienen en cuenta, además de las relaciones de quienes lo vieron funcionar, los datos que suministran el gran número de documentos originales, hallados por Reti en el Archivo de Simancas y que complementan perfectamente lo que relataron los testigos oculares del Ingenio. Y al reproducir esta maqueta moderna, hemos de hacer constar la alabanza a su realizador material, J. Luis Peces Ventas, que no sólo se ajustó a las instrucciones del Sr. Reti sino que colaboró en la solución de aquellos accesorios que, por estimarlos sin importancia o porque no se fijaron en ellos, no consignaron ni los testigos ni los documentos. Pero sin los cuales la máquina no hubiera funcionado como sabemos que funcionó en realidad.

En este modelo podemos observar que, si bien reproduce fielmente el principio mecánico que existe en el grabado de Ramelli, se han introducido en él todas las modificaciones que, tanto los relatos como los documentos, establecen con claridad. No debemos olvidar que la figura de Ramelli no representa el artificio completo de Juanelo, ni siquiera una de sus partes, sino a otra máquina inspirada en él y modificada por el capricho del autor del libro.

En el modelo se han sustituido los canales oscilantes de Ramelli por “unos maderos pequeños enaxados o engoznados en cruz por su medio y por los extremos”. Sobre estos maderos oscilantes se han “encaxado y engoznado unos caños de latón. . . con dos vasos del mismo metal a los cabos, los cuales subiendo y abaxando con el movimiento de la madera, al baxar el uno va lleno y el otro vacío”.

Esto de los “dos vasos” confundió un poco a los que trataron de entender el funcionamiento de la extraña máquina de Juanelo. Sin embargo, otros documentos y relatos hablan de un vaso, es decir, de un cazo sólo. Un contemporáneo de Juanelo, Bartholomé de Villalba y Estaña, a quien debemos por cierto la noticia de que la máquina de Juanelo “pocos o ninguno la han visto”, habla de cazos “de bronce, con una vuelta como unos cucharones”, pero no de un tubo con un cazo en cada extremo. Y en el inventario del Artificio, hecho en 1639 cuando ya parado, se advirtió que habían robado piezas, los instrumentos que lo componen se definen como “cazos grandes de latón, que tienen de largo cada uno dos varas y tres cuartas y pesa cada uno diecisiete libras”. Evidentemente, un cazo sólo tiene un recipiente en un extremo, y no uno en cada cabo del mismo.



Esquema general del funcionamiento del artificio según L. Reti y la maqueta de L. Peces, existente en la Diputación Provincial de Toledo.

Esquema del funcionamiento del Artificio de Juanelo:

A.- Torre motriz.

1. Noria sobre el cauce del río.
2. Cadena de cangilones para tomar el agua del río.
3. Depósito 1º ó inicial.

B.- Torre motriz.

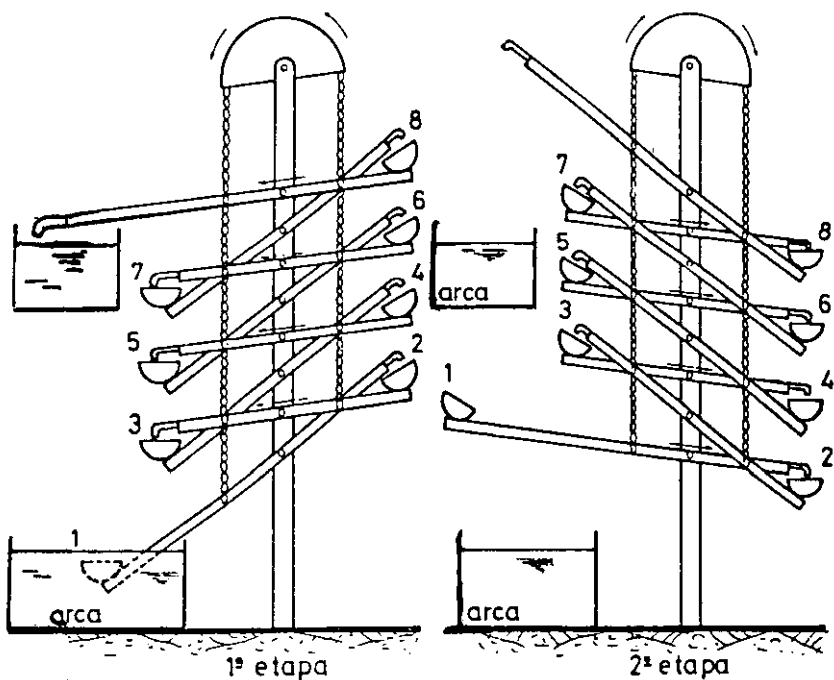
4. Noria sobre el cauce del río para imprimir el movimiento de vaivén.
5. Mecanismo de vaivén.

C.- Torre de conducción.

6. Depósito 2º ó intermedio.
7. Mecanismo de cucharas oscilantes. Al llenarse una báscula y descarga el agua en la siguiente a través del mango acodado.
8. Depósito 3º ó intermedio que envía el agua hasta la torre siguiente.

D.- Torre de conducción. El sistema de funcionamiento repite el esquema anterior.

9. Depósito final en la zona del Alcázar.



Esquema del funcionamiento de las torres y las cucharas basculantes.  
(Dibujo de N. García Tapia)

Además, cada cazo tenía dos “codillos”: uno “grande, de a media vara y otro chico, de a tercia de largo”. Los dos juntos pesaban tres libras. Si estimamos que los codillos grandes son codos o vueltas en el plano horizontal y los codillos chicos son picos de salida, que descargan en sentido vertical (en el cazo inmediato), comprenderemos lo que Villalba y Estaña entendía por “cazos hechos con una vuelta, como unos cucharones”. Es decir, con la vuelta que tienen éstos para poder colgarlos de ganchos o clavos en una cocina.

Ya había observado el propio Morales, al hablar de las particularidades ingeniosas de la máquina de Juanelo, que “la forma de los vasos acomodada con un extraño talle, para dar y recibir sin que se vierta una gota. . . porque se vé como fue necesario ser de aquel talle, sin poder ser de otro”.

Por otra parte, los maderillos sobre los que se cargan los cazos en la maqueta reproducen también, con bastante aproximación, el perfil de la “escala de Valturio”, confirmando otra vez más las palabras del sabio y agudo historiador Morales. Y debemos advertir que en la maqueta, por su reducido tamaño y peso, hubo que sustituir las cadenas, que en el original sustentaban los cazos por los extremos, por simples tiras de madera, más adecuadas para la pequeña escala (1:8) del modelo con respecto a las dimensiones reales recogidas en los inventarios oficiales del siglo XVII.

Pero hasta ahora hemos estudiado una sola unidad, compuesta por ocho cazos. Cada cazo elevaba el agua aproximadamente 45 centímetros. Había, como antes se dijo, un total de 192 cazos, con lo que el agua subía a unos 86 metros. Por las medidas del acueducto o construcción inicial que recogen las viejas fotografías, puede estimarse que la cadena de cucharas elevaba el agua del río hasta una altura aproximada de 14 metros, donde estaba la balsa inicial. Con ésto, la capacidad de elevación total llega a 100 metros, noventa desde el río hasta la explanada del Alcázar y diez más en la torrecilla adosada a la torre NE del edificio, para alcanzar al piso inmediato.

Los documentos del Archivo de Simancas permiten también determinar la distribución de los cazos a lo largo del recorrido, lo que facilita además establecer la altimetría de las estaciones. Había según ellos:

	Núm. cazos	Mts. sobre el río
Desde el río hasta la balsa del acueducto . . . .	—	14
Desde la balsa hasta la puerta de la Fragua . . .	16	21,2
Desde la puerta de la Fragua hasta el pasadizo sobre la calle del Carmen . . . . .	52	44,6
Desde el pasadizo hasta la explanada de Santiago . . . . .	44	64,4
Desde Santiago hasta el corral de Pavones . . .	36	80,6
Desde el corral de Pavones hasta el casti- llo (o sea el Alcázar) . . . . .	24	91,4
En el Alcázar . . . . .	20	100,4
Total cazos . . . . .		192

Los cazos estaban agrupados en unidades operativas o torrecillas, similares en su interior al de la maqueta si bien dentro de casas o naves, tanto para garantizar su conservación como por su seguridad y evitar su copia. Ya Zuccaro se refirió a numerosos órdenes de a ocho. En el modelo sólo se han reproducido dos de ellas; si admitimos que cada una contenía ocho cazos habría un total de 24 torres, pero es muy posible que el número de ellos variara según fuera la pendiente mayor o menor, lo que parece más lógico.

## VII

Hemos de examinar además el aspecto energético del artificio. ¿Cómo y con qué se movían tantos cazos?

El dibujo de Ramelli sugiere, y confirman los inventarios, que los cazos de cada torrecilla eran movidos por dos tirantes, colgados de cadenas pendientes de una rueda; posiblemente, sólo de un segmento de ella, armado sobre un astil. En efecto, el inventario reza: “. . . el yngenio de agua. . . fecho por Juanelo Turriano. . . para estar en toda perfección. . . a de tener trescientos y ochenta y quatro tornos de madera (se refiere a los dos ingenios, a 192 para cada uno) con sus cazos de latón y con sus tirantes y cadenas de yerro y madera, de uno a otro”.

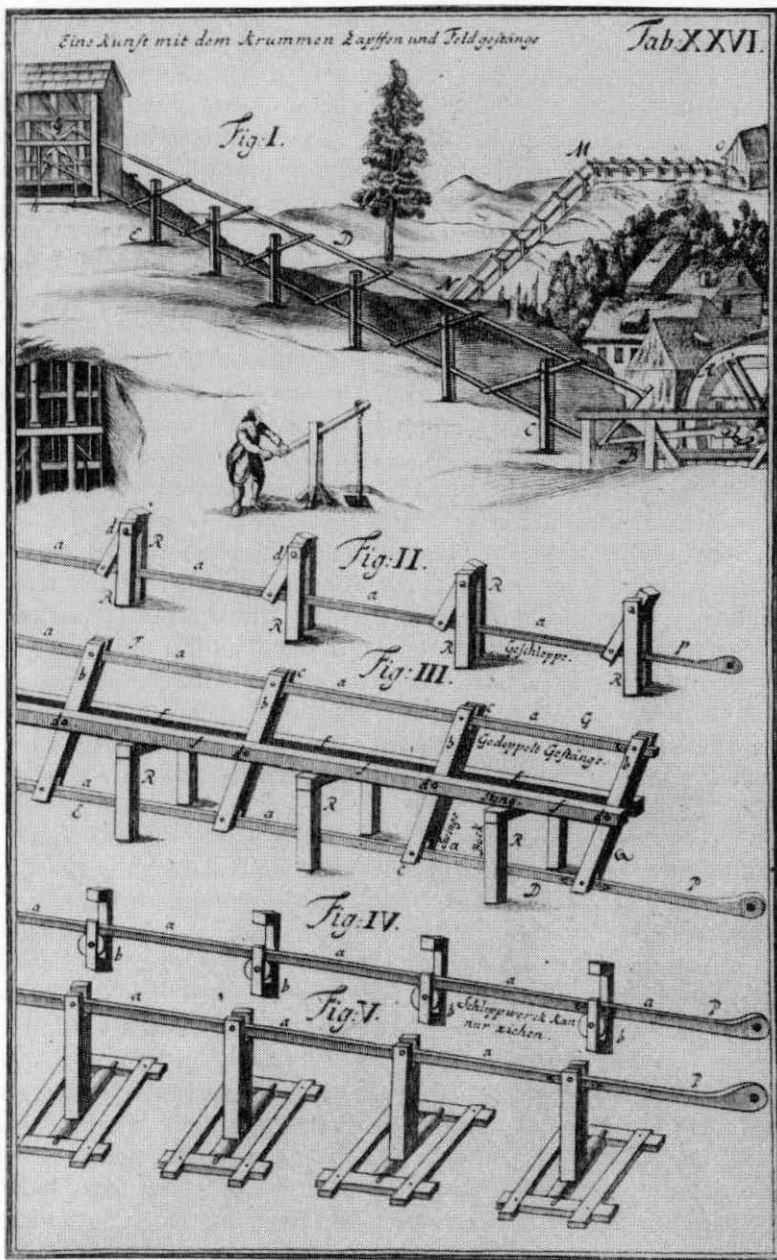
Habla también de “cadenas de yerro” con sus reasas (¿reasas?), que abrazan las porciones de los círculos de los movimientos de las correas.

Para mover los cazos de las torrecillas desde una fuente de energía a distancia, Juanelo sólo pudo haber adoptado un sistema de transmisión; el que se empleaba ya en las minas de Alemania desde la mitad del siglo XVI y sobradamente conocido entonces. En esas minas se necesitaba mucha fuerza para accionar las bombas de agua que mantenían secos los pozos. Antes del descubrimiento de la máquina de vapor, los únicos motores capaces de generar una energía tan elevada eran las ruedas de agua, ya que la fuerza del hombre o de los animales hubiera sido insuficiente. Sin embargo, raras veces había una caída de agua cerca de la boca de la mina; casi siempre era forzoso recorrer una distancia apreciable antes de encontrarla. Durante muchos años, este inconveniente limitó las posibilidades de bastantes explotaciones mineras. A mediados del siglo XVI se introdujo en la región de los Montes Metálicos (Erzgebirge) un sistema para transmitir la energía a grandes distancias, hasta de varios kilómetros, venciendo además las desigualdades del terreno. El sistema, llamado “stangenkunst”, consistía en una serie de bielas con movimiento alternativo, que transmitían la energía de la rueda hidráulica hasta la boca del pozo, donde accionaba los pistones de las bombas aspirantes.

Incluso inventada ya la máquina de vapor, el sistema “stangenkunst” que se utilizó durante siglos en las minas alemanas, siguió usándose, prueba elocuente de su eficacia. Y fue empleado también en otros abastecimientos, siendo el más espectacular el famoso ingenio de aguas de Marly (1681) que mandó construir Luis XV para abastecer de agua a los fuentes de Versalles.

Ahora bien, ¿cómo sabemos que éste fue el método empleado por Juanelo para transmitir energía hasta sus cazos oscilantes, y no el más complicado sistema que exigía la hipótesis de Esco-sura, apoyada por Beck? Las indicaciones de Ambrosio de Morales sobre este aspecto son vagas, mientras que Zuccaro y Digby simplemente ignoraron el problema. Podríamos afirmar que en aquél tiempo, el único sistema mecánico aplicable con éxito habría sido este. Pero hay otros argumentos más directos en favor de la transmisión habitual entonces.

Después de la muerte de Juanelo en 1585, varios miembros



Sistema de transmisión de la energía utilizable en el arteificio, según Leupold.

de su familia se alternaron en el cuidado y la conservación de los ingenios del agua de Toledo. En 1598 les sucedió Juan Fernández del Castillo, director de las obras del Alcázar y buen ingeniero, pero poco interesado en la conservación de la obra de Juanelo tal como él la dejó. Castillo estuvo varios años intentando convencer al rey (ya Felipe III) para que se sustituyera el artificio de Juanelo por otro de su invención, que prestaría un servicio mejor. La idea de Castillo era buena; pero no se llegó a realizar, salvo en un trecho de ensayo, desde el río hasta el convento del Carmen. No cabe duda de que el empeño de Castillo en hacer triunfar su concepción personal contribuyó al abandono y la ruina de las máquinas de Juanelo. Pero lo que nos interesa en este momento es el hecho de que la solución propuesta por Castillo, utilizando ya bombas impelentes (“ctesíbicas” las llamaban entonces) no exigía la demolición total del Ingenio juanelesco; al contrario, se destacaba como mérito de su propuesta que las máquinas de Juanelo, incluso el sistema propulsor, o sea las ruedas de agua, movimientos y “tirantes y forzantes” (o sean bielas) que transmitían la energía a los cazos oscilantes, podrían ser utilizadas. Castillo quería operar con bombas instaladas hasta en cinco tramos o tiros (para no dejar subir demasiado la presión del agua) que serían movidas a distancia mediante las bielas del viejo Artificio. Ello confirma la suposición sobre el mecanismo de transmisión instalado por Juanelo.

Un último detalle merece ser mencionado, y es el fenómeno tan admirado por Ambrosio de Morales, a cuya atención no escapó el hecho de la detención periódica del movimiento, para dar tiempo a que una serie de cazos descargase su contenido en la otra. Realmente no sabemos a ciencia cierta qué características tenía este mecanismo. Pero la gran experiencia de Juanelo en asuntos de relojes y autómatas pudo sugerirle muchas soluciones eficaces, pero no la de Ramelli, que se basa en un sistema de ruedas con engranaje incompleto y que, por ser muchas piezas metálicas, no dejarían de figurar en los inventarios. Ante la falta de datos, la maqueta sigue, aunque invisible para el espectador, el sistema sencillo y entonces conocido para cualquier relojero, llamado yugo escocés: el mismo que permite a un reloj con sonería accionar sus campanas sólo cada quince minutos, y no constantemente, aunque el reloj marcha sin cesar.



## VIII

Examinemos ahora el requerimiento energético del Artificio, ya que a primera vista, podría dudarse de que una simple rueda de agua en un río tuviese capacidad para mover una maquinaria tan grande y tan compleja.

Ya hemos dicho la capacidad de suministro del Artificio, y que en las pruebas escrupulosamente comprobadas por los celosos administradores de la ciudad superó a lo convenido en el contrato. El rendimiento máximo encontrado fue de 528 cargas por día. La "carga" contenía cuatro cántaros y los cántaros eran "de a cuatro azumbres cada uno". La antigua medida del azumbre equivale a 2,016 litros; por lo tanto, una carga supone 32,25 litros y las 528 cargas, 17.000 litros. Esto corresponde a 11,8 litros por minuto. Escosura calculó que en su época, (1860-70) con 20.000 habitantes en Toledo (pocos más que en el recinto histórico actual, donde viven unas 16/17.000 personas), los azacanes utilizaban 230 caballerías que subían unos 130.000 litros por día. Se comprende que Juanelo previera la necesidad de construir cuatro ingenios, aún teniendo en cuenta el mucho menor consumo de agua de su época.

La capacidad máxima del suministro por segundo, en consecuencia, era de 0,2 litros. Como la elevación río-Alcázar es de 100 metros, y el C.V. (caballo de vapor) se define como 75 kilogramos por segundo, para elevar 0,2 kilos/litros de agua por segundo a 100 mts. de altura se necesitan, en teoría, 0,26 C.V.

Teniendo en cuenta todas las pérdidas de carga, fricciones, etc., una bomba centrífuga de medio caballo de fuerza podría sustituir hoy al artificio de Juanelo.

La rueda motriz tenía por lo menos 10 C.V. de fuerza efectiva, así que aunque las pérdidas por fricción, ciertamente muy elevadas en estructuras construidas en gran parte con maderas, llegasen al 95 por 100, quedaba energía suficiente para mover las 24 torres con sus 192 cazos llenos, una vez cada minuto; y elevar con su ayuda los 17.000 litros de agua a 100 metros en 24 horas.

Un movimiento tan lento exige, desde luego, un mecanismo de reducción de velocidad, aplicado sobre la rueda hidráulica. De este reductor de velocidad también hay constancia de los documentos de la época. El problema resuelto por Juanelo puede pare-

cernos hoy muy simple, pero en aquellos tiempos las dificultades eran enormes y no es de extrañar el entusiasmo de las multitudes y de los entendidos al ver materializada una idea que parecía a todos imposible. Una frase popular toledana decía, para calificar a algo de inverosímil, que "esto es como subir el río a Zocodover". Pero Juanelo lo consiguió.

## IX

Expuesto brevemente el funcionamiento mecánico del Artificio, volveremos a su historia y a la de su creador. Los documentos inéditos de Simancas revelan que el triunfo de Juanelo —que hemos de repetir que no fue efímero, pues sus dos artificios fueron utilizados durante casi medio siglo— no le deparó los beneficios materiales que, en estricta justicia, merecía.

La ciudad de Toledo no pagó ni los 8.000 ducados que se comprometió entregar a Juanelo a los quince días de que corriera el agua, ni los 1.900 ducados prometidos cada año por su cuidado y conservación.

El rey trató de ayudar a Juanelo y le anticipó ciertas sumas, nombrándole además alcaide de la cárcel de Ocaña, oficio que arrendaría y le produciría algunos ingresos, aunque sin dudas menguados. Y la situación de su fiel servidor, agobiado por los intereses y vencimientos de los préstamos obtenidos para construir su artefacto, se convirtió en angustiada.

Y mientras tanto el Artificio elevaba el agua, de día y de noche, mantenido y cuidado a costa del mismo Juanelo, que temía perderlo todo si abandonaba la obra al rápido desgaste de sus piezas por el uso y por las mismas inclemencias del tiempo, sin contar con posibles sustracciones o averías causadas por el hombre. Cinco años después de ponerlo en marcha, Juanelo redacta todavía memorial tras memorial para reclamar sus derechos; del río sólo obtiene una pequeña ventaja, cual es la de tener en su propia casa un abastecimiento desde el Artificio. Menguada compensación, por cierto.

Hay una dramática petición presentada en el año 1574, don-

de entre muchas cosas, Juanelo dice que “Hasta agora no se a cumplido conmigo como se me ofresció y assentó (en el contrato), porque haviéndome de pagar ocho mil ducados. . . no se me ha pagado por la dicha ciudad cosa alguna. . . Porque mis acreedores me fatigan mucho y con esperanza que me pagarían fuy compelido de tomar ocho mil ducados a cambio (a préstamo) para pagar lo que devía, y por no aver podido cumplir, me los han cambiado y recambiado muchas veces y de sólo intereses y daños que he recibido por no cumplir conmigo, devo otros ocho mil ducados y más, y estoy destruydo”. Continúa Juanelo con la exposición de sus agravios y agrega: “Y estando tambien obligada la dicha ciudad de pagarme 1.900 ducados de renta en cada año. . . tampoco han cumplido con ésto, y ha cinco años que acabé la dicha obra y la he entretenido y la entretengo a mi costa, como si me pagaran, por la cual padesco extrema necesidad. . . y si V.Md. no lo remedia no puedo sufrir mas dilación y me acavaré de perder y se perderá también la obra por no tener yo con qué poder sustentalla”.

Un año después, Juanelo redacta otro escrito, esta vez no para Felipe II sino para el Ayuntamiento toledano, que termina así: “Y siendo el dicho Juanelo acreedor de la dicha ciudad en 11.400 ducados, por la renta de seys años. . . suplica humildemente se les manden pagar con aquella brevedad que es de justicia y su grandísima necesidad requiere, a fin en alguna parte pueda pagar a quien deve y remediarse y no venga en un mismo tiempo por haver él hecho obra tan insigne, en recompensa della acabar con extrema miseria y desesperación la vida y hacienda”.

A la vista de tan convincentes razones podría pensarse que la ciudad de Toledo y el rey tuvieran buenos argumentos para no pagar lo que le prometieron a Juanelo: bien que el Artificio no funcione, o que funcione mal, que sea antieconómico o que el agua no pueda beberse. . . pero no, Juanelo insiste en otra carta al rey del 15 de febrero de 1575:

“Y agora al cabo de seys años que ya son que la dicha agua corre y que yo he cumplido también, como V.Md. lo ha visto y juzgado de su real boca (luego Felipe II en persona la bebió) todas las veces que ha entrado en el dicho edificio, y que ninguno se le puede argüir en contrario cosa alguna, en lugar de justicia. . . me se proponen nuevos partidos fuera de las capitulaciones y conciertos. . .”

El rey, finalmente, se decide a intervenir en el asunto y exige que la ciudad justifique su actitud negativa. Luis Gaytán de Ayala es delegado para tratar con los representantes del rey. Las discusiones se arrastran durante largo tiempo; la ciudad contesta en forma dilatoria, sin especificar razones, ni hechos, ni cifras. Se limita a declarar que “Juanelo no solamente no a cumplido conforme a su capitulación pero ningún fruto ni beneficio a recibido esta ciudad”. Aquí hay un fondo de verdad, aunque la falta no es de Juanelo. No se discute la bondad del Artificio, sino el beneficio que pudo haber recibido Toledo y que no se ha materializado en nada. El agua que con tanto ingenio y trabajo hacía subir Juanelo hasta la plaza del Alcázar, se quedaba en el palacio del rey, donde era usada sin duda para sus nuevas construcciones; y los toledanos no recibían nada de ella. Pero los regidores y jurados no lo dicen claramente al rey, por el respeto habitual entonces; lo insinúan, para el buen entendedor.

Es más, el buen servicio del Artificio, queda demostrado por una resolución sorprendente, aprobada por el rey, por la ciudad y ¡cómo no! por el pobre Juanelo. Puesto que el agua es insuficiente para todo lo que se necesita, que haga otro Artificio. Y así se llega a un nuevo contrato, donde por fin se le promete satisfacción a Juanelo, dentro de las condiciones siguientes:

1.- El primer Artificio se destinará para el servicio exclusivo del Alcázar.

2.- Se encarga a Juanelo la construcción de un segundo Artificio, con la misma capacidad que el ya existente y cuyo costo, estimado en 8-10.000 ducados, será sufragado íntegramente por el rey. El artificio nuevo deberá estar terminado dentro de cinco años, será propiedad de Juanelo y sus herederos, que podrán disponer a su voluntad del agua que eleve, siempre que el Ingenio no se venda, en todo ni en parte, sin licencia del Rey, que podrá comprarlo “por el tanto que otro diere”.

3.- Los solares públicos que sean necesarios serán donados a Juanelo por el ayuntamiento toledano.

4.- La ciudad de Toledo pagará por una vez a Juanelo la suma de 6.000 ducados o el censo que en ellos se montare. Para que los pueda pagar, se la autoriza para recaudarlos de los vecinos, por vía de sisa (impuesto indirecto, rebajando el peso pero no el precio) u otra forma.

Se aprobó este nuevo contrato el 21 de marzo de 1575.

Pero sólo Juanelo lo cumplió. En 1581 estaba ya acabado el segundo ingenio y la ciudad tampoco le abonó lo convenido; no sabemos si el agua se quedaba, como el anterior, para el Alcázar exclusivamente. Y Juanelo, viejo y enfermo, no tenía fuerzas para seguir luchando. Sus cartas al rey, conservadas en Simancas y escritas entre 1584 y 1585, revelan un estado espiritual desesperado y una situación económica desastrosa. Y sin embargo, aún dirige una generosa propuesta a su gran amigo y protector: “Y pues he ocupado la mayor parte de mi edad en servicio del Emperador,



Retrato de Juanelo Turriano hecho por Federico Latorre en 1889 a partir del busto existente en el Museo de Santa Cruz debido a Berruguete.

nuestro Señor, y de V.Md., y por su mandado he hecho estos ingenios, no me parece justo que cosa de tanta grandeza esté en poder de otro que V.Md. Y así he venido a ofrecerle también el mío, para que se sirva de entrambos. . . y pues V.Md. ve mi edad y sabe mi necesidad y que por no aver cumplido Toledo lo que conmigo assentó, estoy tan pobre que no puedo pagar las deudas que tengo, ni cunplir el dote de tres nietas huérfanas que he casado, ni darle a otras dos que me quedan por remediar. . . ”

Felipe II trató de ayudar a su viejo criado. Pero los tiempos eran malos; nadie tenía dinero, ni el rey. Más tiempo se pierde en fórmulas burocráticas; antes de tomar una resolución, hay que medir de nuevo el agua que dan los ingenios. Se comprueba que el nuevo da toda el agua y más de lo prometido por Juanelo; consta además por descripciones posteriores, que era más perfecto que el primero, lo que es lógico pues la experiencia de éste sirvió para mejorar el segundo.

La última carta de Juanelo al rey, escrita pocos días antes de su muerte, refleja ya una desesperación completa. “Ya que Dios nuestro Señor no es servido que yo pueda volver a ver a V.Md. . . (pues a lo que dicen los médicos y a lo que yo de mí siento, el fin de mi vida será muy presto) quiero por esté memorial hazer saber a V.Md. que por dos cosas la dexo con grandísimo desconuelo. La una porque por mis muchas deudas y por ser yo estrangero y morir en esta ciudad adonde me han tratado como sabe V.Md., queda con mi muerte mi casa tan en extrema necesidad, que se avrá de pedir limosna para me enterrar . . . La otra. . . es la preocupación por su familia, que quiere entrañablemente. Suplica al rey para que se sirva dar empleo a Diego Joffre, casado con una de sus nietas; lo que Felipe II hizo al fin. Pero la carta llegó al rey demasiado tarde. El 11 de junio, Juanelo dicta su testamento, un documento patético, escrito ante el escribano de Toledo Juan Sánchez de Canales y que se conserva todavía en su protocolo.

El 13 de junio de 1585 murió Juanelo. Dejó una hija viuda de un italiano, Bárbara Medea, a quien el rey ordenó pagar 6.000 ducados por la cesión del segundo Artificio. El pago se hizo mal y tarde, a tenor de la angustiada situación de las finanzas reales. Bárbara quedó tan pobre que en 1601, en atención a los servicios prestados por su padre, pidió ayuda a Felipe III, rey desde 1598. Este la concedió una pensión de cuatro reales diarios mientras viviera.

Mientras estuvieron al cuidado de Juanelo y de sus descendientes, los artificios de Toledo cumplieron con su cometido satisfactoriamente. Pero los técnicos que los sustituyeron no tenían interés por la obra, y los tiempos se volvían cada vez más difíciles. En 1604, Juan del Castillo propuso la solución que apuntábamos antes, sobre la cual se discutió mucho pero sin llegar a concretarse en nada. Y así, hacia 1617, las máquinas dejaron de funcionar por falta de cuidados.

Se conservaron, sin embargo, bastantes años después, como propiedad real que eran y bajo la jurisdicción del Maestro mayor de las obras del Alcázar y sus aparejadores; en 1630 estaban aún casi completas, pero había comenzado ya el pillaje inevitable en unos aparatos paralizados y sin la vigilancia suficiente, pillaje que toma aspectos escandalosos hasta que el rey, en 1639 y alertado por un inventario de entrega entre dos cuidadores sucesivos (la viuda de Juan del Castillo y un nuevo encargado, relojero como Juanelo), ordena instruir un proceso “por falta de latón”, sin duda lo más apetecido por ladronzuelos y avispados que entraban en las instalaciones abandonadas.

Sin duda por simple coincidencia, o porque cuando era fácil sustraer piezas de un ingenio lo era también del paralelo, el número de cazos inventariados en 1639 es casi igual en uno y otro. El acta de recuento da un total de 155 cazos sobrevivientes en el ingenio viejo, y 150 en el nuevo. En cambio, en las norias que elevaban el agua sobre el acueducto inicial habían desaparecido todos los cangilones, restando solamente el armazón de madera, más unos tamicos o filtros para depurar el agua. Estaban también la bomba, sin duda la inicial del sistema nuevo que propuso instalar Juan del Castillo; y un tubo que bajaba directamente al río desde la primera torre. Tal vez sirviera para derivar el agua en caso de una avería en las torres, sin tener que detener las ruedas motrices ni verter el agua a la calle desde el cazo averiado.

También hallaron —y ello es interesante desde el punto de vista artístico— el busto de Juanelo en mármol, que hoy se exhibe en el museo de Santa Cruz. Estaba en la vivienda del último cuidador del Ingenio, que se hallaba en la acera izquierda, subiendo, de la calle del Carmen; es lógico suponer que fue también la vivienda de Turriano y por ello guardaba en ella su retrato, atribuido generalmente a Juan Bautista Monegro y que podemos deducir que, o

bien lo pagó Juanelo, o le fue regalada por el artista, quien la instaló en su casa. Casa que, según este inventario, disponía de agua del Artificio cuando este funcionó; pues se anota en él que “encima de la casa de la bibienda del alcayde ay una canal de latón que bacía en las tinaxas de la casa y otra del artificio, y en la que bacía en las tinaxas falta un caño”. Parece natural que, discurriendo sobre su casa 17.000 litros de agua cada 24 horas, no tuviera Juanelo que pagar a un azacán para que llenase sus tinajas; incluso hubiera sido un indicio del fracaso de su invento. . .

## X

La ciudad se quedó, al fin, sin el Ingenio que nunca pagó, lo que no deja de ser un final justo. Sin el Ingenio pero con la misma necesidad de agua que sintió durante quince siglos. Y en el siglo XVIII el Ayuntamiento buscó otra vez soluciones a su problema, nunca satisfecho desde que se rompió el embalse romano y que el Artificio tampoco llegó nunca a obviar, ya que en 1758, en un memorial enviado al rey, se dice expresamente por los regidores que el sistema de Juanelo estaba “dirigido solo a abastecer vuestro Real Alcázar”.

Data de 1725 el primer intento, apoyado aunque no financiado por los municipales, para elevar otra vez el agua del río. Un inglés, Ricardo Jones, propone en 1722 “proveer abundantemente de agua necesaria a poca costa de cada vecino que la quiera pagar”. Curiosamente, la doble instalación elevadora que Jones proyecta no se situará sobre los restos de la de Juanelo, posiblemente por ser del patrimonio real, sino una en el Río Llano, entre los molinos de Pero López y el puente de Alcántara, y otra en la tabla del río desde la puerta de Doce Cantos río abajo, hasta unas 200 ó 300 varas.

El negocio estaba costeadó íntegramente por el ingeniero inglés y se resarciría cobrando a cada vecino el agua si lo quería contratar, llevada a domicilio por tuberías de plomo. Es evidente que tuvo que proyectarse un depósito final dentro de la ciudad; pero de ello no hay noticias, como tampoco del sistema mecáni-



co escogido. El Ayuntamiento se quedaba al margen de toda financiación y sólo cobraría cada año 60 reales como canon simbólico que reconociera su domicilio directo; es decir, la cesión del negocio era a censo enfiteútico.

Además de servir el agua a domicilio, Jones instalaría varias fuentes en los parajes elegidos por el municipio, para usarlas si se produjera algún incendio. Los vecinos podían, o no, contratar con Jones y pagar en todo caso el agua y tuberías al precio que conviniere; se supone que en proporción al caudal y a la distancia. Pero no podían dar agua a los que no quisieran comprarla, salvo a los pobres en verano para beber; ni dejarse el grifo abierto. El Ayuntamiento daría los terrenos para intalar los ingenios, incluso la huerta de San Pablo (al pie del Miradero y a orillas del río) si Jones lo creía necesario, pagando éste el arrendamiento a su dueño. Y el ingeniero tendría el monopolio de la subida, per sin prohibir que siguieran los aguadores con su actividad tradicional. La cesión alcanzaba a Jones y a sus herederos.

Que el ingeniero inglés estaba dispuesto a hacerlo queda claro de los documentos que conserva el Archivo Municipal. Obtenida autorización del Consejo de Castilla, comenzó Jones sus trabajos aportando varios carros de madera, que pagó de inmediato. A continuación fue a Inglaterra para comprar las piezas de su ingenio y contratar oficiales expertos, piezas que comenzaron a llegar en 1725, consistentes en 34 tubos de 10 quintales cada uno, y adquiriendo nuevos materiales de origen británico, traídos por tres barcos distintos, por un total de 6.000 quintales; más 21 carros de madera, traída de Piedralaves (Avila). Falto sin duda de la financiación suficiente, formó en Inglaterra una compañía con otros seis socios (lores dos de ellos) y designó en Madrid un apoderado, inglés también y comerciante. Desde 1725 a 1727 comienzan las instalaciones toledanas.

Pero el 17 de octubre de 1727 falleció Jones en Toledo, al parecer por accidente, siendo enterrado en San Nicolás. Y la obra quedó interrumpida, sin que ni su apoderado ni sus presuntos herederos (era soltero) asumieran la responsabilidad de terminarla. Su representante intentó resarcir los anticipos de la compañía, que cifró en 205.390 reales de plata; pero no se le permitió llevarse los materiales por no probar que le pertenecieran. Hasta 1728 siguieron los trabajos, pero como no se pagaron salarios a los obreros,

éstos se llevaron herramientas y la Ciudad ordenó recoger todos los efectos bajo la custodia de un depositario. Al final se almacenaron todos los materiales en el Pósito municipal —hoy estación de autobuses— y en la torre albarrana próxima a la puerta Nueva; entregándose algunas herramientas en 1761 al coronel Luis Urbina, venido a Toledo para instalar la Fábrica de Armas ordenada por Carlos III.

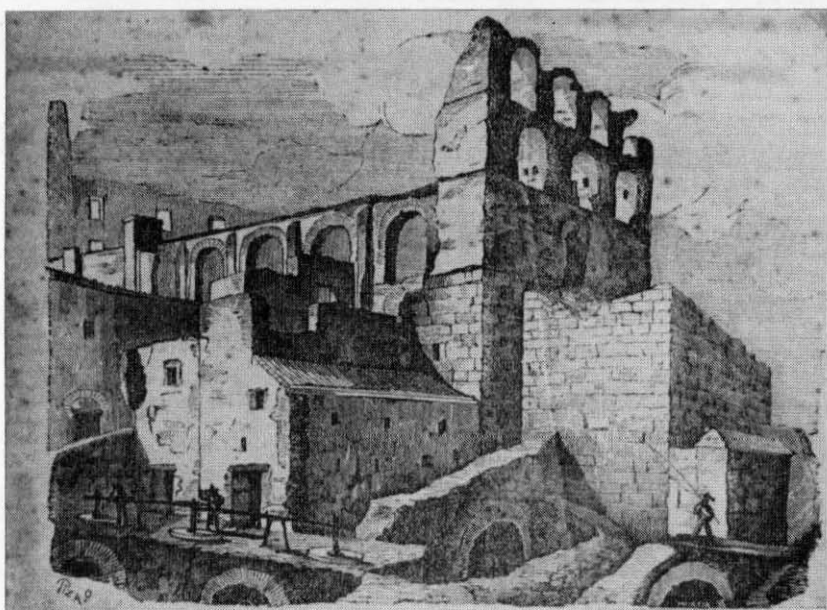
Los tubos o “cañones” traídos por Jones tendrán otro destino. Un nuevo intento se produce en 1757: esta vez de un francés, Pedro Curton, miembro de una compañía que ofrecen subir el agua del Tajo y poner fuentes, cobrando 6 maravedís por cada carga de agua; con ello el metro cúbico de agua costaría 5 veces más que un kilo de pan por aquéllos años. El sistema era con bombas (cuatro se preveían) instaladas esta vez en el molino junto al Artificio de Juanelo, que elevarían el agua hasta un depósito a construir en la explanada del Alcázar. Todo ello precisó de las pertinentes autorizaciones del Consejo Real, obtenidas al fin a base de pagar un canon anual por los molinos y de no causar desperfectos en el real palacio; el depósito sería capaz para 56.304 arrobas, o sea 1.021.579 litros, si bien 7.000 arrobas no se utilizarían para el suministro, sino para limpieza del fondo. Comparativamente, el Artificio de Juanelo hubiera tardado dos meses en llenar semejante depósito, pero ello no es suficiente para enjuiciarlos ya que no consta cuánto tardarían las bombas del francés en elevar tal cantidad.

Pero así como Jones disponía del capital necesario, Pedro Curton no. Cedió primero la mitad del negocio a un comerciante madrileño, por haber gastado ya los 16.000 reales que al parecer poseía aquél. Y el comerciante, hombre desconfiado a juzgar por lo que conocemos de su contrato, suspendió los pagos a Curton a los cuatro meses de su convenio, alegando “la poca habilidad e inteligencia del ingeniero”. Parece que aquél esperaba unas obras rápidas y un beneficio inmediato; pero no fue así y, falto de ayuda monetaria, decidió ir a Francia a buscarla, lo que no parece que consiguiera.

Y sin embargo, las obras de su ingenio continuaban, usando para ellas los tubos que dejó Jones al fallecer y que el Ayuntamiento le prestó al 2,5 por ciento anual de su valor. En abril de 1766, tres meses después de rescindir el comerciante de Madrid su com-

promiso, el agua subía ya unos 30 metros con sólo dos de las cuatro bombas previstas. Pero faltó totalmente de caudales, no halló otra solución que proponer al Ayuntamiento que éste siguiera la obra, pagara los gastos y cobrase luego el agua suministrada; oferta rechazada de inmediato y, estimando incumplido el contrato, le retiró las herramientas, materiales y bombas.

Y la ciudad quedó sin agua otra vez, salvo los tradicionales azacanes y sus parsimoniosos asnos. Que la idea seguía latente lo prueban las veinte ofertas, nada menos, que recibiera el Municipio desde 1677 hasta 1797, firmada la primera por la propia reina madre doña Mariana de Austria. Todas ellas, excepto las dos que hemos expuesto, resultaron impracticables o, al menos, así las juzgaron los capitulares.



Ruinas del artificio a mediados del XIX, según el Semanario Pintoresco.

## XI

Pero mientras tanto, ¿qué ocurría con las piezas del Artificio del cremonés, no robadas ni inutilizadas por el tiempo? Y además, ¿qué influencia pudo tener su sistema en otros abastecimientos similares?

La primera pregunta ha podido ser contestada recientemente, por un breve documento conservado en el Archivo Diocesano de Toledo. En 1790 los jardines de Aranjuez siguen siendo un lugar de recreo querido por los reyes y en ellos se hacen obras y mejoras con frecuencia. Ya bajo Felipe II se les abasteció de agua, aparte de la del Tajo que corre a través de sus arboledas, con la del arroyo de Ontígola, represada en un embalse atribuido a Herrera y que en el lugar se llama, pomposamente, “Mar de Ontígola”.

Pero la conducción de aguas precisa de tuberías y alguien, tal vez el propio cardenal Lorenzana, residente casi siempre en Madrid por sus cargos oficiales distintos a su arzobispado, debió recordar que en Toledo quedaban piezas de un Artificio arruinado, propiedad del rey por disposición del propio inventor del Ingenio. Deseoso de complacer al monarca, ofrece además pagar parte de los gastos que se produzcan; y así se conviene con el corregidor de la ciudad, avisado también por la Corte, que la ciudad pagará la extracción de los materiales útiles y el cardenal los llevará a Aranjuez, a su costa.

Pero tales materiales útiles eran bien escasos. Sólo quince tubos o “cañones de yerro” y la mitad de otro, se hallaron entre los restos del edificio inicial del Ingenio, sobre los molinos llamados del Rey, porque del monarca eran también. Y añadieron ocho más, “hallados en las Covachuelas” según se informa. Es casi seguro que éstos fueran, no de la obra de Juanelo, sino del ingenio de Richard Jones, el inglés fallecido en accidente en 1727 y cuyos tubos recogió el Ayuntamiento. En total, 23 cañones enteros y la mitad de otro y que, en enero de 1790, salieron para Aranjuez. Es posible que sigan allí todavía, aunque no podamos ya identificarlos.

Pero arruinado, fallecido en la pobreza el inventor, paralizada su obra y dispersos sus restos, el Artificio de Juanelo siguió siendo un lugar común entre las proezas ingenieriles y las obras imposibles, sin duda porque casi nadie sabía cómo funcionaba en

realidad. Es de destacar que sólo Augsburgo tuvo antes que Toledo un sistema elevador de aguas, citado desde 1548. Londres, también con un río a sus pies, instaló bombas en el Támesis en 1582; París hubo de esperar hasta 1608. Y la obra hidráulica más importante de Europa entonces, las instalaciones de Marly para regar Versalles, no se realizaron hasta 1682. Con un detalle interesante, que se advierte en los viejos grabados que recogen esta compleja máquina: el sistema de transmitir la energía es, precisamente, el usado por Juanelo. O sea, las bielas accionadas por ruedas hidráulicas, los “tirantes y forzantes” que consignaron los viejos inventarios redactados en Toledo y enviados al rey, archivados luego en Simancas como todos los documentos importantes del monarca. El técnico de Flandes, Rennequin Sualem, que construyó la gran máquina de Marly, siguió también el método que utilizara nuestro ingenioso cremonés para hacer que el Tajo se subiera a sí mismo, en pequeña parte, hasta la puerta del palacio de Carlos V.



## ORIENTACION BIBLIOGRAFICA

- AMBROSIO DE MORALES, *Las Antigüedades de las ciudades de España*. Alcalá, 1575, pp. 90 y ss.
- AGOSTINO RAMELLI, *Le diverse et artificiose machine*. . . París, 1588.
- ANTONIO MARTIN-GAMERO, *Aguas potables de Toledo*. Toledo, 1866. Pliegos 16-17-18, 4o trim. 1866.
- LUIS DE LA ESCOSURA Y MORROGH, *El Artificio de Juanelo y el Puente de Julio César*. Madrid, 1888.
- THEODOR BECK, *Juanelo Turriano (1550-1585)*. En "Beitrag zur Geschichte des Maschinenbaues", Berlín, 1899, pp. 365-390.
- LADISLAO RETI, *El Artificio de Juanelo en Toledo: su historia y su técnica*. Revista "Provincia". Toledo, 1967.
- JOSE GOMEZ-MENOR, *¿Juan Bautista Porta o Juanelo Turriano?* "Boletín de Arte Toledano", núm. 3, Toledo, 1967, p. 123 y ss.
- JOSE GOMÉZ-MENOR, "Una inscripción conmemorativa para el Artificio de Juanelo". "Brah", 1972, pp. 197-200.
- JOSE ANTONIO GARCIA-DIEGO, *Una muerte y un Artificio*. "Anales Toledanos" IX, Toledo, 1976.
- JULIO PORRES MARTIN-CLETO, *El final del Artificio de Juanelo*. "Toletvm" núm. 10, Toledo, 1980.
- GABRIEL MORA DEL POZO, *Un "Ingenio del Agua" en Toledo en el siglo XVIII*. "Anales Toledanos" XIII, Toledo, 1980.
- JULIO PORRES MARTIN-CLETO, *El Artificio de Juanelo en 1639*. "Anales Toledanos" XIV. Toledo, 1982.
- JOSE ANTONIO GARCIA-DIEGO, *Los relojes y autómatas de Juanelo Turriano*. Madrid-Valencia, 1982.
- GABRIEL MORA DEL POZO, *Intentos de subida de aguas del Tajo a Toledo en el siglo XVIII*. "Anales Toledanos" XIX, Toledo, 1984.
- JOSE ANTONIO GARCIA-DIEGO, *Los veintiún libros de los ingenios y de las máquinas*. Madrid, 1984.
- ALMUDENA SANCHEZ-PALENCIA, *En torno a Juanelo Turriano*. "Anales Toledanos" XIX. Toledo, 1984.
- NICOLAS GARCIA TAPIA, *El ingenio de Zubiarrre para elevar agua del Pisuerga a la huerta y palacio del duque de Lerma*. "Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arquitectura de Valladolid", 1984. Tomo L, pp. 299 y ss.







#### Ultimos títulos publicados:

- 40.- *Los Mozárabes de Toledo*, por Francisco de Sales Córdoba y Sánchez-Breñaño.
- 41.- *Oropesa y los Alvarez de Toledo*, por J.M. Gutiérrez Rodríguez, A. Moreno Tejero, J.M. Hernández Piña.
- 42.- *Viaje alrededor de la gastronomía toledana*, por Enrique García-Moreno Amador.
- 43.- *Alfonso X el Sabio*, por José Gómez-Menor.
- 44.- *Alfonso VI y la toma de Toledo*, por Ricardo Izquierdo Benito.
- 45.- *Pablo, José y Enrique Vera, tres pintores de Toledo*, por Fernando Dorado Martín.
- 46.- *La Puebla de Montalbán: historia de sus calles*, por Julián Martín-Aragón Adrada.



#### De próxima publicación:

- *Los hidalgos en Toledo*, por Ventura Leblic y Mario Arellano.
- *Bahamontes, "El Aguila de Toledo"*, por Angel Frigal Sánchez.
- *Música y músicos en Toledo*, por Manuela Herrejón Nicolás.
- *La Villa de Almorox*, por Máximo Parro.



#### De preparación:

(El orden que se indica no será siempre el de aparición)

- *Historia del condado de Mora*, por Hilario Rodríguez de Gracia.



toledo

diputación provincial