

HERRERA Y LAS GRÚAS DE LA BASÍLICA DE EL ESCORIAL

Joaquín Lorda Iñarra.

Dr. Arquitecto.

Profesor de Historia de la Arquitectura y de Historia de la Construcción.

Universidad de Navarra e Instituto Tecnológico de Monterrey.

RESUMEN

Estudió el asunto Francisco Íñiguez, y otros autores, pero necesitaba una revisión a fondo. Las grúas son un ingenio que ha de ser sencillo, para ser eficaz. En la España del renacimiento no existía una tradición de grandes grúas, y las primeras grúas de El Escorial –que se reconstruyen con documentos–, no funcionaron bien. Herrera diseñó otras en 1575, dentro de una estrategia general de construcción, que se describe en cuatro etapas. El esquema de las grúas responde a las grúas torre, que abundaron en los puertos del Rhin, y se emplearon para edificación desde antiguo, ofreciéndose varios ejemplos. Con ellos, la perspectiva de 1576 –que pudo realizar Francesco Terzi–, y la abundante documentación publicada, se determinan detalladamente, y se comprueba su eficacia. Las grúas de Herrera muestran su habilidad práctica, y se insertan en la breve historia de grandes grúas europeas. En España introdujeron novedades, que se mantendrán durante muchos años.

ABSTRACT

Francisco Íñiguez studied the subject (of the hoists used in the construction of the Basílica of El Escorial), but a thorough revision of his work was called for. Hoists must be simple if they are to be efficient. There was no tradition of large hoists in Renaissance Spain, and the first to be used in El Escorial (which can be known from documents) were not functional. In 1575, as part of a general strategy of construction, Herrera designed others, described in four stages. The plan was that of the hoists commonly used in the Rhine ports and long used in building, of which several examples were given. From these, and the reference of Francesco Terzi in 1576, as well as from the large amount of contemporary documentation, details as from the large amount of contemporary documentation, details can be determined and their efficacy confirmed. Herrera's hoists are a demonstration of his skill and they form part of the brief history of Europe's great hoists. Innovations were introduced in Spain and were maintained for many years.

INTRODUCCIÓN

“Esto solo amonesto, que como quiera que determines de mouer grandisimos pesos, aprouchara hazer el negocio poco a poco cautamente y de espacio, por causa de los acaecimientos varios, inciertos, e irrecuperables, y delos peligros que suelen venir en semejante negocio sin pensar, aun en los muy experimentados”.

Juan de Herrera leería estas palabras en 1578, en la traducción de *De Re Aedificatoria*, de Alberti,

que le había pasado a examen su traductor, Francisco Lozano.¹ Para entonces, se habían fabricado para el Monasterio de El Escorial casi medio centenar de grúas,² según el modelo que había facilitado Herrera tres años antes: y, ciertamente, Herrera había actuado con cautela. Mi estudio, que se centra en esos años y esas grúas, lo desea poner de manifiesto.³

Mi propósito inicial era reseñar el reciente libro de Luis Cervera Vera, *El Manuscrito de Juan de Herrera indebidamente titulado Architettura y Ma-*

comentarios a este artículo, que deberán ser remitidos a la Redacción de la ROP antes del 30 de noviembre de 1997.

Recibido en ROP:
junio de 1996

chinas,⁴ que contiene el manuscrito que escribió Herrera para Felipe II, y que explica el fundamento mecánico de las grúas. Cervera ya había publicado el texto;⁵ y ahora añade breves pero juiciosos estudios sobre el soporte material, el talante científico de Herrera, sus ingenios y grúas; y lo hace a conciencia, con sobriedad de estilo y elegante presentación, como acostumbra.

En 1963, al cumplirse el cuarto centenario del inicio de El Escorial, Francisco Íñiguez dedicó un estudio pionero, que despertó el interés por las grúas de Herrera.⁶ Hoy, el asunto está maduro para una revisión, que resulta urgente:⁷ los estudios de Cervera definen la personalidad de Herrera, y facilitan el sustrato científico; y Agustín Bustamante, en su síntesis asombrosa sobre el edificio, publica muchas especificaciones técnicas. Con esa ayuda, me he atrevido a escribirla como homenaje a Herrera, en el cuarto centenario de su muerte, y también a Francisco Íñiguez, mi maestro.

LAS GRANDES GRÚAS EUROPEAS

En 1563, se iniciaban las obras del monasterio de El Escorial, y el pintor Pieter Brueghel firmaba en Flandes su famoso cuadro *La Torre de Babel*.⁸ El cuadro contiene lo que ahora llamaríamos una feria de construcción, que he resumido en un esquema (figura 1). Se muestran los aparatos elevadores disponibles en 1563: tornos, ruedas, tiros, guindastes, pescantes fijos, truchas, cabrias y unas extrañas grúas. Empleo estos términos según su acepción moderna, pues han tardado mucho en fijarse;⁹ pero responden a tipos bien diferenciados ya en esa época, según muestra esta representación.

Tornos, ruedas, tiros, guindastes, pescantes fijos y truchas son máquinas simples y habituales; basta reconocerlas en el cuadro de Brueghel (figura 1A, B, E, F, G): sirven para pesos comunes. Para levantar pesos grandes, se empleaban cabrias y grúas, y no deben confundirse estos tipos.¹⁰ La cabria o cabrilla se conoce desde la antigüedad (figura 1C), y casi todas las máquinas que describe el arquitecto romano Vitruvio son cabrias,¹¹ aunque difieren algo de las modernas.¹² La cabria se hace sencillamente con dos o tres patas, y sube pesos enormes.¹³ Pero la longitud de sus piernas limita su altura; y queda fija en un punto,¹⁴ y hay que montarla y desmontarla a cada operación.

Grúas, cabrias y demás máquinas elevadoras se impulsan con fuerza humana: con un torno y, cuando se requiere mayor potencia, con la rueda de pisar. Torno y rueda son conocidos desde la antigüedad, y permanecerán hasta la industrialización. Pueden incorporarse a la máquina, o no: a veces se acomodan al lado de la máquina, o quedan en tierra, mientras que la máquina se encarama sobre la construcción. En ocasiones, torno y rueda se emplean solos y elevados: al obrar las grandes catedrales, la rueda se colocaba simplemente sobre un andamio, en el camaranchón de la cubierta, de un modo se-

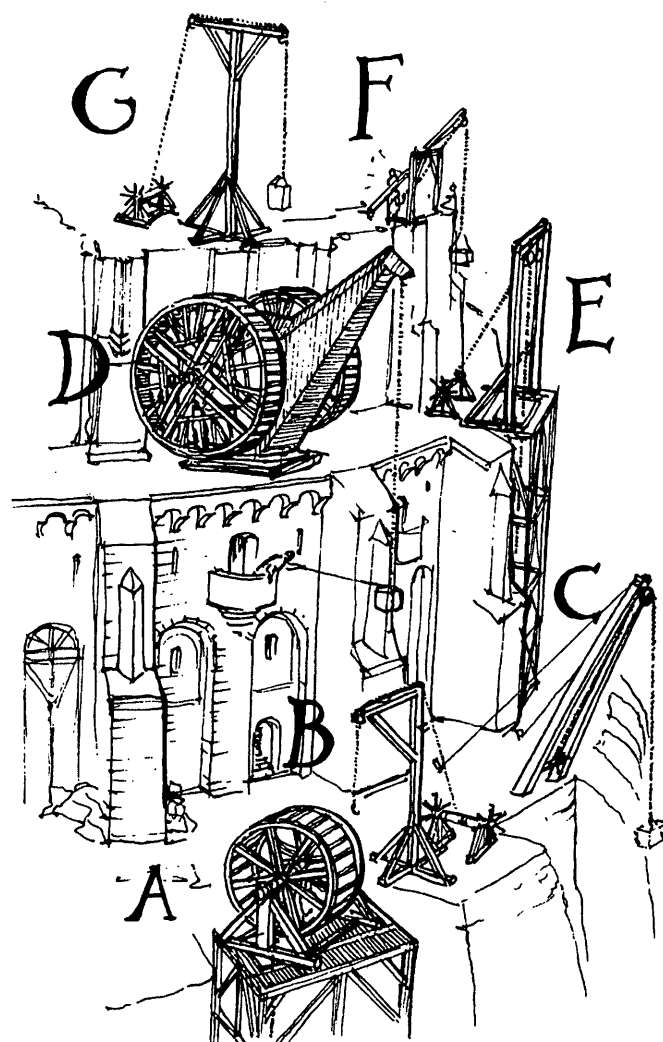
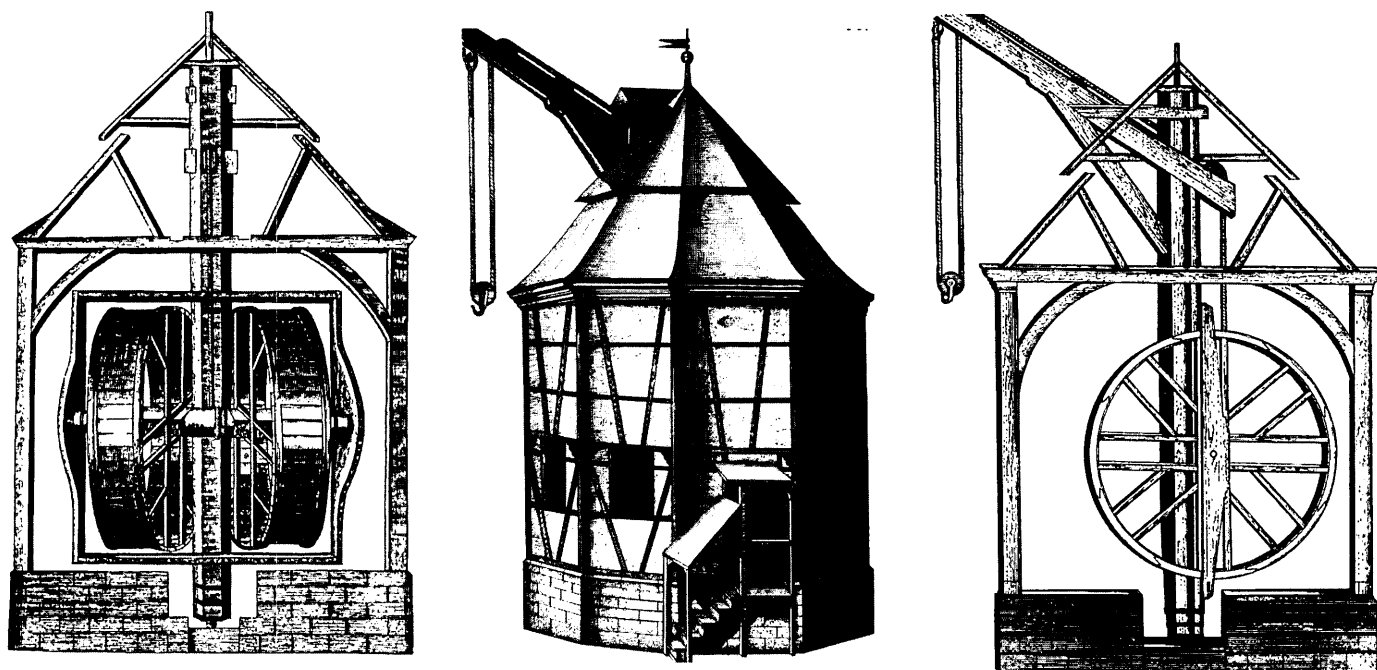


Figura 1. La torre de Babel (detalle): A) Rueda elevada. B) Pescante fijo con torno. C) Cabria de dos patas con torno incorporado. D) Grúa flamenco. E) Guindaste con torno. F) Tiro. G) Trucha con torno. Pieter Brueghel, 1563 (interpretación del autor).

mejante a como se representa en el cuadro (figura 1A). La rueda sola tampoco es una grúa, aunque resalta tanto, que se tiende a identificarla con ella.¹⁵

El elemento definitorio de la grúa es el mástil con su pluma, el pescante, al que debe un perfil característico, que justifica su etimología: "grulla"; pero el pescante de la grúa gira en horizontal: y levanta grandes pesos en un punto, y los deposita en otro.¹⁶ Por tanto, la grúa difiere en todo de la cabria, y la aventaja por su capacidad de maniobra; guindastes, tornos y ruedas elevados no tienen pescante (figura 1E, A); y los tiros, truchas y pescantes fijos no pueden girar (figura 1F, G, B).

Mostraré después un modelo elemental de grúa. En el cuadro de Brueghel no figura ninguna, sino un cacharro formida-



ble (figura 1D): una grúa flamenca, una “Bockkrane”:¹⁷ grúa de caballete, o grúa flotante. Se trata de un invento medieval, donde todo el armatoste –ruedas, pescante y caparazón– evoluciona sobre su pie, sin limitación. Y aunque se justifique su presencia en una Torre de Babel, no está concebida –y no se emplearía– para construir, sino para cargar buques.¹⁸ Y no abundaban: el puerto de Amberes, que contaba con uno de los ejemplares más antiguos –quizá del XII–, solo dispuso de otro en 1548.¹⁹ En el siglo XVI, poseían grúas semejantes otros puertos importantes de los Países Bajos, como Brujas, Nieuport y Haarlem,²⁰ pero siempre resultaban extraordinarias:²¹ sus inquietantes siluetas inspirarían al Bosco para amueblar sus visiones infernales.

En los puertos del río Rhin, con intenso tráfico, abundaba, desde el siglo XIII,²² un modelo más sencillo, de capacidad semejante: la Turmkrane, grúa torre, que ha sobrevivido en Tréveris o Lüneburg.²³ En 1668, el tratado de construcción de Johann Wilhelm reproduce una grúa torre antigua, en varias láminas, que copiarán muchos autores (figura 2);²⁴ Se empleaba también una versión más simple: la torre se sustituía por un sencillo armazón de madera, protegido por un techo; y por ser tan ligeras, con frecuencia se montaron sobre barcazas, para trasladarse de un punto a otro, como muestra un grabado del XVI en Colonia (figura 3).

Estas grúas se adaptaron también para construcciones, suprimiendo muchas veces el tejadillo, y reduciendo el armazón a lo más elemental: se reproducen así en miniaturas de mediados del siglo XIV, con escenas de construcción, como el episodio de Babel, en la Biblia de Wenzel, donde trabajan dos

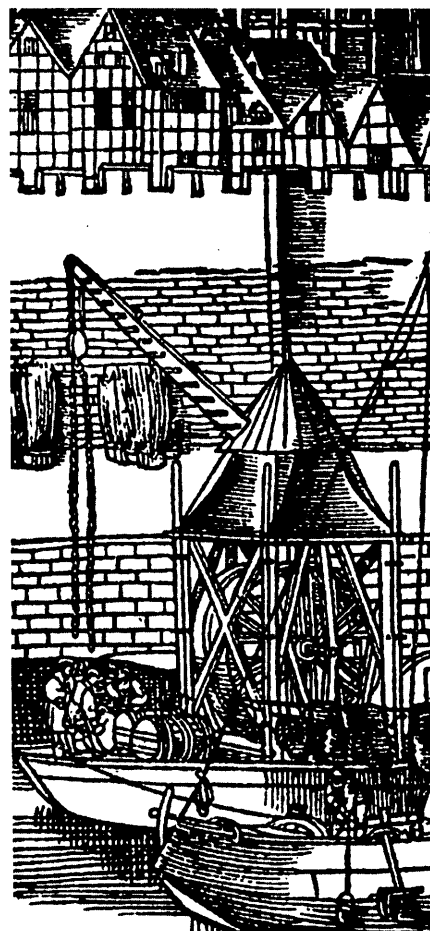


Figura 2. Grúa torre medieval. Johann Wilhelm, *Architectura Civilis*, 1668.

Figura 3. Vista de la ciudad de Colonia (detalle). Anton Woelsam, 1531.

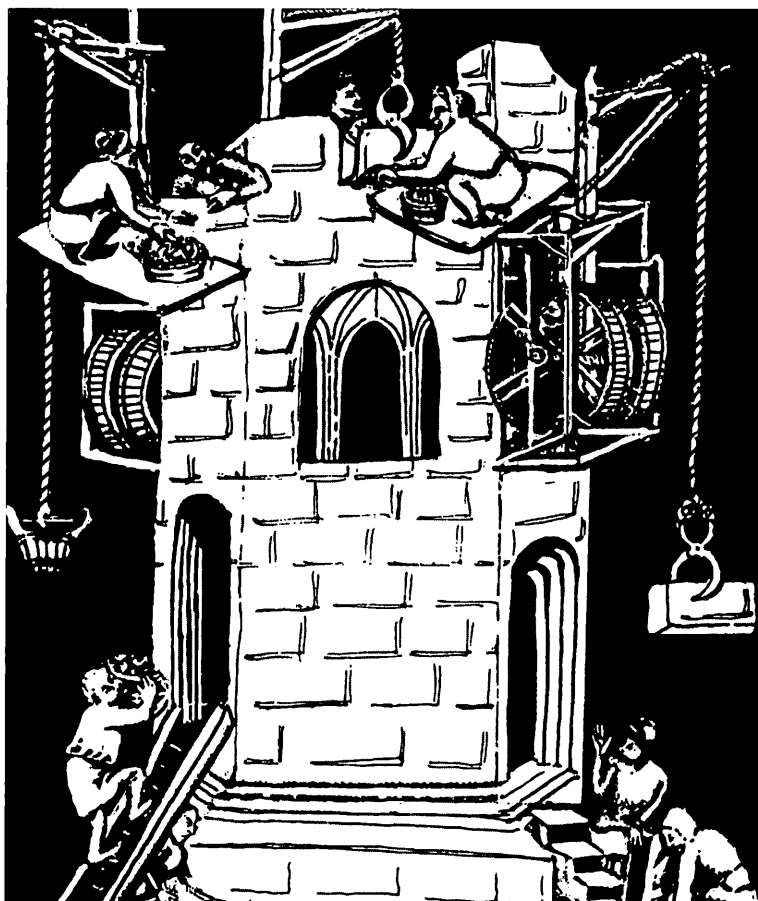


Figura 4. Construcción de la torre de Babel. Anónimo, Biblia de Wenzel, segunda mitad del XIV (calco del autor).

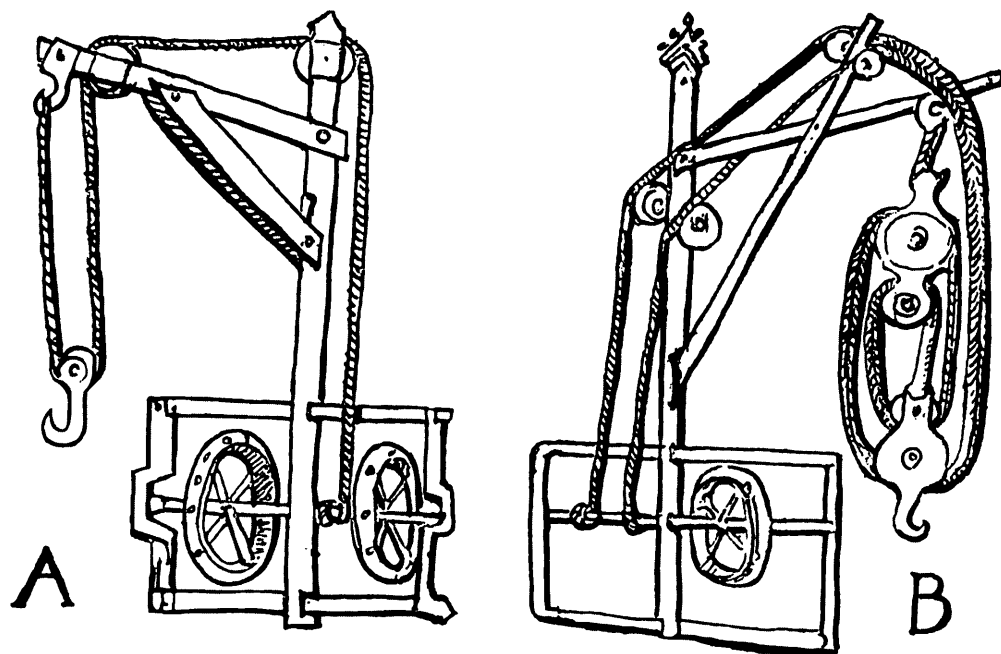


Figura 5. Grúa: A) De dos ruedas. B) De una rueda. Anónimo, Manuscrito de la Guerra Husita, c. 1480 (calco del autor).

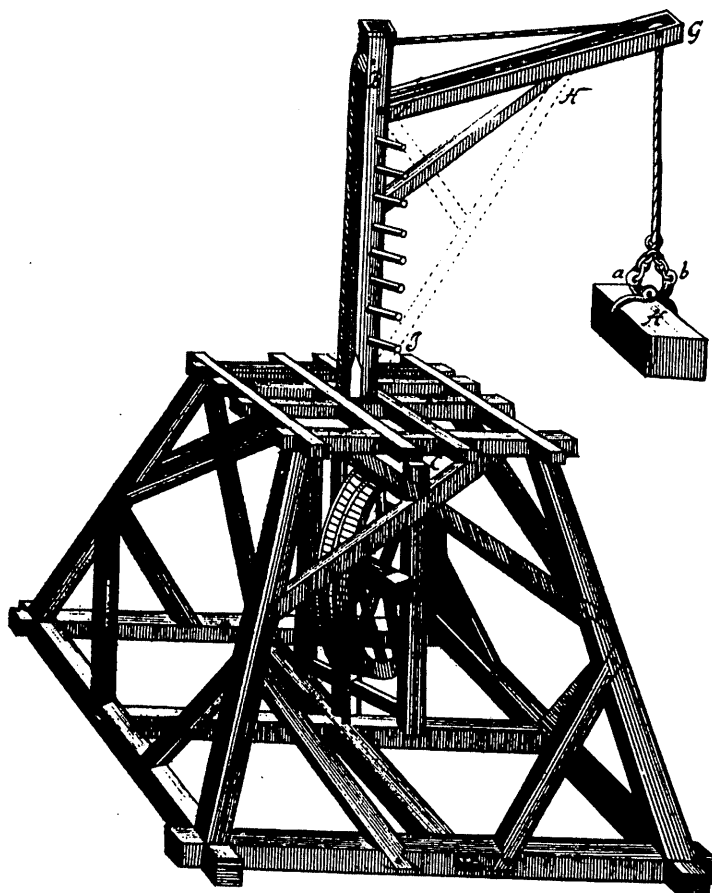
grúas (figura 4).²⁵ Cabría pensar que son fantasías, como las de Brueghel; pero la documentación corrobora que se usaban en obras, ya en este siglo.²⁶

El esquema común a grúas de torre, sobre barco, o en construcciones es simple y práctico, y lo ilustra bien Wilhelm (figura 2): dos ruedas de pisar se instalan en un bastidor, fijándose a él por medio del molinete o cilindro; el bastidor se sujeta al mástil; y el mástil sostiene una pluma o brazo tornapuntado; ruedas y pescante (mástil y pluma) son solidarios: llamaremos a esto el motor de sangre. El motor gira sin limitación en una armadura fija, que llamaremos castillete o cámara. A fines del siglo XV, resultaba común, y la primera parte del manuscrito llamado de la Guerra Husita, hacia 1480, lo presenta repetidas veces para recordar combinaciones de poleas (figura 5A);²⁷ y ofrece una variante de grúa con rueda única (figura 5B),²⁸ idónea para construcciones menos importantes, que se puede comprobar que es habitual en el siglo XVI (figura 6).²⁹

Tales grúas se mantendrán en uso hasta la época contemporánea:³⁰ en 1725, cuando Jacob Leupold realiza una exhaustiva recopilación de máquinas elevadoras, en el volumen IV de su *Theatrum Machinarum*, reproduce a Wilhelm, y recoge con detalle la versión de una rueda, especificando que se usa para construcción en piedra (figura 7).³¹ Estas máquinas medievales figuraban sin duda entre las más efectivas grúas de Europa.

Desde luego, en el renacimiento, se construyeron máquinas de elevación muy sofisticadas para resolver problemas singulares: desde las grúas de Brunelleschi para la catedral de Florencia,³² a los castilletes de Fontana para trasladar el obelisco vaticano.³³ Y en el último

cuarto del siglo XVI, se difundieron fantasías con multiplicadores de engranajes, como testimonian las obras de Besson,³⁴ o, en especial, de Ramelli (figura 8).³⁵ Pero las grúas verdaderas son de poco lucimiento mecánico: ni siquiera emulan a molinos o norias.³⁶ Los engranajes complejos precisan un ajuste delicado; y, en grandes escuadrías de madera, sufren pérdidas enormes por rozamientos, que nunca se comprobaron en fantasías, y no importarían en molinos, donde se aplicaba una fuerza constante y barata.



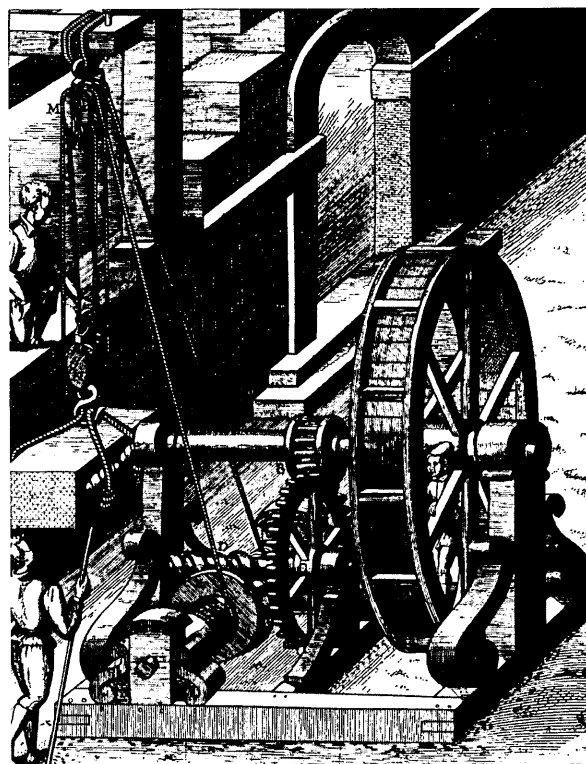
A la izda, figura 6. Arco de triunfo del emperador Maximiliano I (detalle). Altdorfer, 1515. Junto a estas líneas, figura 7. Grúa para construcción. Jacob Leupold, *Theatrum Machinarum*, 1725. Abajo, figura 8. "Máquina para levantar grandísimos pesos". Agostino Ramelli, *Le diverse et artificiose machine*, 1588.

Por el contrario, las grúas comunes de construcción son provisionales: han de montarse y desmontarse con facilidad; y funcionan a ratos: necesitan un aporte momentáneo, grande y rápido de energía, y deben reducir pérdidas. El médico y arquitecto Claude Perrault, ya en el siglo XVII, constatará este principio, en su libro sobre máquinas sin rozamiento.³⁷ Pero mucho antes se había experimentado que la eficacia de una grúa de construcción dependía de la sencillez de su esquema: y el de las grúas alemanas era muy sencillo.

LAS GRANDES GRÚAS EN LA ESPAÑA DEL XVI

En la España renacentista y, en particular, en el entorno de Felipe II, existía un gran interés por las invenciones mecánicas,³⁸ y se valorarán adecuadamente las grúas de Herrera.³⁹ Con todo, antes de El Escorial no parece consolidada una tradición de grandes grúas.⁴⁰ Ilustran esa afirmación, aunque no la demuestren, las vistas de Anton van der Wyngaerde. Este dibujante flamenco representó numerosas ciudades españolas, entre 1562 y 1571, los años iniciales de El Escorial, y en ellas señalaba con cuidado las singularidades técnicas.⁴¹

Sus dibujos de puertos como Cádiz, Málaga, o Barcelona no muestran grúas.⁴² En Sevilla esboza la "machina", que se



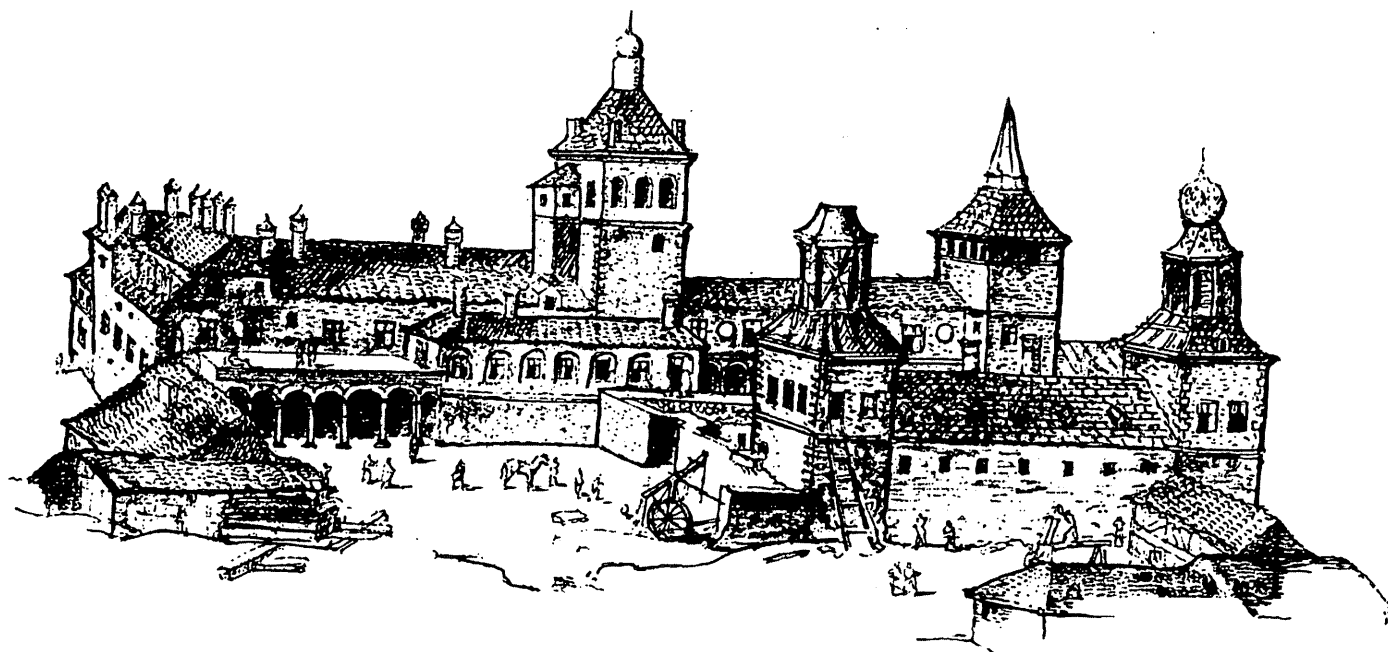
levantaba desde el siglo XV,⁴³ sobre el muelle aparejado para la obra de la catedral,⁴⁴ junto a la Torre del Oro; también la representa su compatriota Hoefnagle, en los mismos años, y se reproduce mejor (figura 9).⁴⁵ En ambos autores, se identifica sin duda como una Bockkrane de dos ruedas,⁴⁶ con un caparazón simplificado. Sabemos que la tal grúa descargaba mercancías, y pudo emplearse para piedra de construcción. Quizá se relacione con los maestros flamencos. En ilustraciones posteriores, su aspecto cambió, semejando una grúa de castillete.⁴⁷

Las grúas aparatosas serían todavía más excepcionales en construcciones, y Wyngaerde representa muy pocas grúas, y todas sencillas.⁴⁸ Destacan dos, en obras reales: una, sobre la torre Bahona del Alcázar de Madrid;⁴⁹ y, más todavía, otra, en el patio del palacio de Valsain (figura 10).⁵⁰ Se puede apuntar que, en esos años, el arquitecto Gaspar de Vega intervenía en ambos lugares.⁵¹

La de Valsain se aprecia con mayor nitidez, y obedece al modelo más común, que ha llegado el momento de presentar. Un bonito dibujo, más bien un esquema, de *Los Veintiún Libros de los Ingenios*, permite hacerse una idea (figura 11).⁵² Se compone de un mástil giratorio, con una rueda in-



Figura 9. Vista de Sevilla (detalle): 28) Machina. 29) Torre del Oro. Juris Hoefnagle, *Civitatis Orbis Terrarum*, 1571 (copia de B. Tovar, siglo XIX). Abajo, figura 10. Vista de Valsain (detalle). Anton van der Wyngaerde, 1562 (calco del autor).



dependiente al lado; el mástil gira a su aire dentro de un caballete. El caballete es grande, conforme al tamaño de la grúa, y se hace de varias maneras; más adelante definiré el que se empleó en El Escorial. No lleva polipastos; podría llevarlos: las combinaciones de poleas multiplican la fuerza, pero entorpecen y reducen la velocidad de subida, y con frecuencia, se prescinde de ellos. Como es obvio, tales grúas solo giran ángulos pequeños. El recorrido de la cuerda y otros detalles no están bien dibujados.⁵³

En las construcciones españolas abundaban los ingenios modestos, que he mencionado al principio; y, en las mayores, se verían estas grúas. Valsain, no queda lejos de El Escorial, que se iniciaría al año siguiente; las dos obras mantuvieron una relación frecuente, y, en ciertos momentos se llevaría madera desde Valsain, la casa o Palacio del Bosque, al monasterio. En cierto modo, puede decirse que El Escorial contaba con grúas antes de que comenzaran las obras.

LAS PRIMERAS GRÚAS DE EL ESCORIAL

Por indicación del primer arquitecto del monasterio, Juan Bautista de Toledo, al contratar maestros con sus equipos, se les advierte que deberán construir a su cargo los ingenios –tornos, tiros o grúas– que necesiten.⁵⁴ La fábrica proporcionará los materiales, maderas, cuerdas y hierros, para fabricarlos. En cuanto a las grúas, deberá aprobarse el lugar donde las levanten, y no podrán desmontarlas sin permiso; dejarán que las utilicen quienes trabajan a cuenta de su majestad; y los aparejadores de El Escorial, Pedro de Tolosa y Lucas de Escalante, velarán el cumplimiento de estas condiciones.⁵⁵

Se necesitaban grúas, sobre todo, para la fábrica de cantería, que se aparejaba con piedras considerables: se precisaba mucha fuerza para elevarlas. Tarde o temprano, la construcción de patios, torres, y fachadas exigiría contar con grúas de gran capacidad y altura. Muchas de estas grúas importantes se construirían a cuenta de su majestad: los maestros simplemente las utilizarían, y, si las dañaban, las repararían a su costa.⁵⁶ Pero estas grúas requerían un diseño muy meditado: empleaban materiales en dimensiones poco usuales y presentaban riesgos graves, mucho mayores que en Valsain. Por eso, en los comienzos de la fábrica, los técnicos responsables, aunque conocían las soluciones ordinarias, se resistieron a comprometerse dando trazas.

A poco de empezar, en 1563, se pidieron algunos ingenios a Juan Bautista de Toledo, por su gran experiencia constructiva,⁵⁷ y aunque prometió varios, no llegó a concretarlos. Entretanto, Oliver Sinoc, un excelente carpintero flamenco, ofreció una idea para subir piedras; el rey consintió en probarla, pero se desconoce si llegó a efectuarse, y, desde luego, no prosperó.⁵⁸

Tres años después, al iniciarse arquerías y adelantar las fachadas de cantería, resultaba indispensable contar con grúas

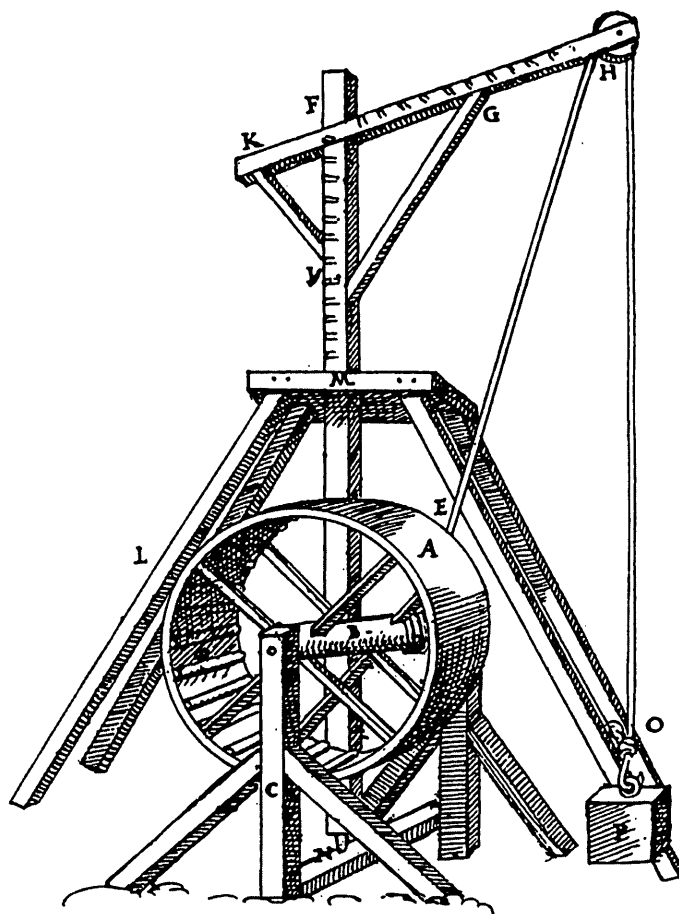


Figura 11. Grúa. Pseudo Turriano, Los Veintiún Libros de los Ingenios, último cuarto del XVI.

capaces. Pero Juan Bautista seguía sin darlas, y en marzo de 1566, un destajero atrevido ofreció hacer una,⁵⁹ y aunque el rey también aceptó probarla,⁶⁰ estimaba que Herrera podría ocuparse de ello: “creo que lo entiende bien”. Tampoco se llegó a nada; pero no se podía esperar más: en mayo de 1566 se definían las condiciones de los dos claustros pequeños de la fachada sur, y se preveía utilizar grúas.⁶¹ Juan Bautista se demoraba todavía, y, en julio de 1566, el rey pretendió que los aparejadores Tolosa y Escalante solucionaran los ingenios, cada cual en su zona: Tolosa, según el monarca, se creía capaz de hacerlos bien, y a Escalante podría ayudarle Herrera, “al cual me acordad que preguntemos de qué manera podrá hacer alguno bueno”.⁶²

Los claustros pequeños, que correspondían a Tolosa, se adjudicaron en febrero y marzo de 1567. En seguida, en el mes de abril, consta que trabaja una grúa, en uno de ellos;⁶³ a ésta seguirá, quizá en 1568, una grúa importante en la zona de la cocina, de la que, al parecer, se cayeron dos carpinteros, y uno murió,⁶⁴ y, en 1569, se levantó otra grúa en la torre de la

botica, que se quebraría pronto,⁶⁵ y varias más, en los años siguientes, en las que tampoco faltaron accidentes.⁶⁶

En el claustro mayor, que correspondía al aparejador Escalante, también se hicieron grúas, y muy señaladas. El 16 de febrero de 1568, se concluyó una muy grande, junto a la escalera principal:⁶⁷ pareció un “muy valiente animalazo”.⁶⁸ Es posible que se quebrara a fines de 1571 o 1572, matando a un hombre,⁶⁹ y, como las demás grúas, sería rehecha varias veces. Corría por cuenta de su majestad, y sirvió de modelo a las que siguen.

Se preveía que los maestros requerirían más grúas.⁷⁰ Fue necesaria una grúa en el lado sur, y quizá corrió a cuenta de los maestros que edificaban ese lado. En noviembre de 1570, Escalante anotó las medidas de las “maderas mas ymportantes” que debía proporcionar la fábrica:⁷¹ el mástil, el pescante y el sopapo o jabalcón del pescante. Añadía que encontrarían maderas para las demás piezas a pie de obra; y de lo contrario se advertiría a la dirección de la fábrica para que las proveyera. Represento los datos en un dibujo (figura 12A). A fines de 1572, se quebró su mástil, y la fábrica corrió con la reparación, que efectuó el carpintero Diego de Valmaseda, por 40 ducados.⁷²

Por mayor seguridad, la siguiente grúa —probablemente en el lado este—, la construyó, por cuenta de su majestad, el mismo carpintero, Diego de Valmaseda, por 70 ducados. Escalante dio condiciones detalladas en un documento creído de 1573:⁷³ en ellas reitera que en todo se imite “la grua questa fecha en el claustro mayor”; aunque la nueva grúa será más alta, y con un pescante más corto (que apenas sobresalga de las esquinas del castillete), para reducir el momento sobre el mástil, causa de las roturas. Se menciona expresamente una rueda, pero no se habla de ningún bastidor y puede darse como seguro que no estaría incorporada al mástil. Se habla, en cambio, de un “torno” que significaría el molinete del eje con el caballete que sostendrían la rueda, independiente de la cámara, tal y como aparece en el esquema de *Los Veintiún Libros de los Ingenios*. Con estos datos, la grúa se reconstruye con bastante seguridad y sirve de ilustración a toda la serie; el dibujo indica resumidamente las condiciones de Escalante, aunque el pescante podría ser de cualquier otra manera (figura 12B): sería muy parecida a la que quisieron representar *Los Veintiún Libros de los Ingenios* (figura 11).

Finalmente, hubo de construirse o trasladarse una grúa más para el lado norte. En agosto de 1575, cuando se está terminando el claustro, permanecen dos grúas. En esa fecha, el prior consulta al rey pasarlas a la iglesia, para obrar desde ahí el lado norte del claustro.⁷⁴ El rey ordena interesar a Herrera en

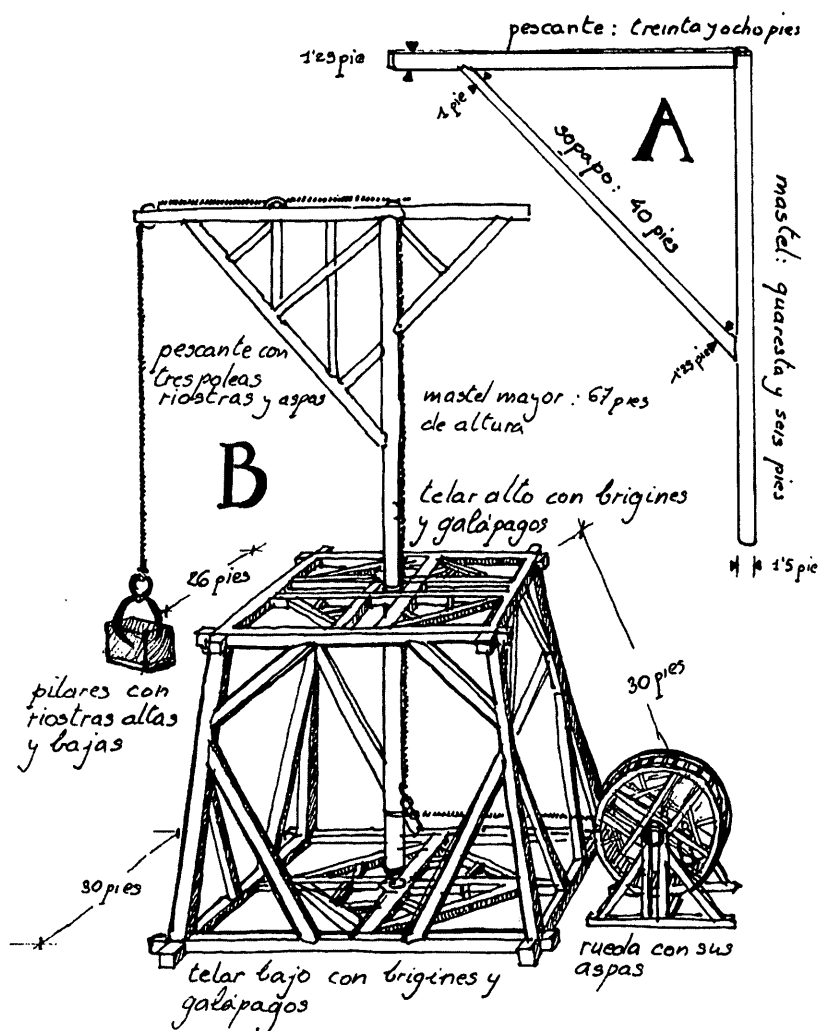


Figura 12. Grúas del claustro mayor de El Escorial, según las condiciones de Escalante: A) 1570: maderas más importantes. B) 1573: grúa que hará Diego de Valmaseda. Dibujo del autor.

el asunto. Herrera lo tratará con el marqués de Chinchón, que revisaba las obras reales, y convencerá al obrero mayor de El Escorial —el jerónimo Villacastín—, y al aparejador Escalante. Según su parecer, bastará “se sirban de ellas en el dicho claustro” y, haciéndolo, “quedarán de manera que no puedan servir en parte alguna”.⁷⁵

Así serían las primeras grúas de El Escorial: como las pequeñas y elementales, pero magnificadas, de acuerdo con las dimensiones del monasterio; giraban mal, resultaban inseguras, y duraban poco. Desconocemos quién adaptó sus medidas: no fue Juan Bautista, que falleció el 19 de mayo de 1567, ni Gaspar de Vega.⁷⁶ Puede asegurarse que el ingenio más sencillo se consultaba con el rey; y, desde 1565, el monarca recababa, con mayor frecuencia, como se ha visto, la opinión de Herrera, que llegaría a hacerse indispensable. Pero en el conjunto de El Escorial, la cuestión de las grúas era menor, y

Herrera se ocupaba de las sutilezas del diseño, y de muchas complejidades prácticas, que absorbían sus mejores fuerzas, y quizá pudo zafarse. En cambio, Escalante, y sobre todo Tolsa, fueron los responsables de su construcción. En todo caso, en 1575, cuando Herrera debe enfrentarse con el diseño de ingenios elevadores, confía poco en los que se empleaban entonces, y no ha querido introducirlos en la iglesia.

EL PLAN DE HERRERA PARA LA BASÍLICA

En 1575 se inicia la basílica de El Escorial, obra maestra de Herrera. Las cimentaciones estaban acabadas. Herrera ha presentado nuevas trazas. El 14 de junio de 1575, se han colocado las primeras piedras de los pilares.⁷⁷ En agosto, a la consulta de mover las grúas del claustro mayor, Herrera se ha mostrado reacio; y con razón, pues, en estos meses de verano, los hechos muestran que se está produciendo un vuelco en la fábrica de la basílica, que las novedades se relacionan metódicamente, y que es Herrera el inductor de todas ellas, por voluntad del rey.

Las finanzas de la corona están en quiebra; y en esos meses se ultima el decreto de suspensión de pagos de la deuda, que se hará público en septiembre.⁷⁸ En la mesa de Felipe II hubieron de coincidir las redacciones finales del decreto, con las trazas y planes de construcción de la basílica.⁷⁹ El rey teme no ver terminada la iglesia, corazón del monasterio, y aunque regateará el dinero para otras obras,⁸⁰ ordenará acelerar ésta, con decisión: "importa mucho al Monasterio que se de prisa a la Iglesia para que se pueda acabar en vida de Su Majestad".⁸¹ Preparará un importante desembolso para ese año y los siguientes, que serán los más costosos de la construcción del monasterio,⁸² una partida destacada en la agotada Hacienda Real.⁸³

Durante el intenso verano de 1575,⁸⁴ corresponderá a Herrera preparar la campaña de 1576 con una densidad de máquinas, operarios, materiales, y puesta en obra, jamás vistos. Se trataba de una reforma desde arriba, y podía esperar la reticencia del obrero mayor, fray Antonio de Villacastín, y los muy competentes aparejadores, que apostarían por las rutinas experimentadas. Esta dirección técnica, propiamente dicha, a pie de obra, dependía de la Congregación, formada por el prior, el vicario, el contador y el veedor, que tampoco entenderían inicialmente la nueva estrategia.⁸⁵ Luis Cervera resumió el cambio en tres etapas;⁸⁶ yo añadiré una cuarta, aunque tenga menor entidad.

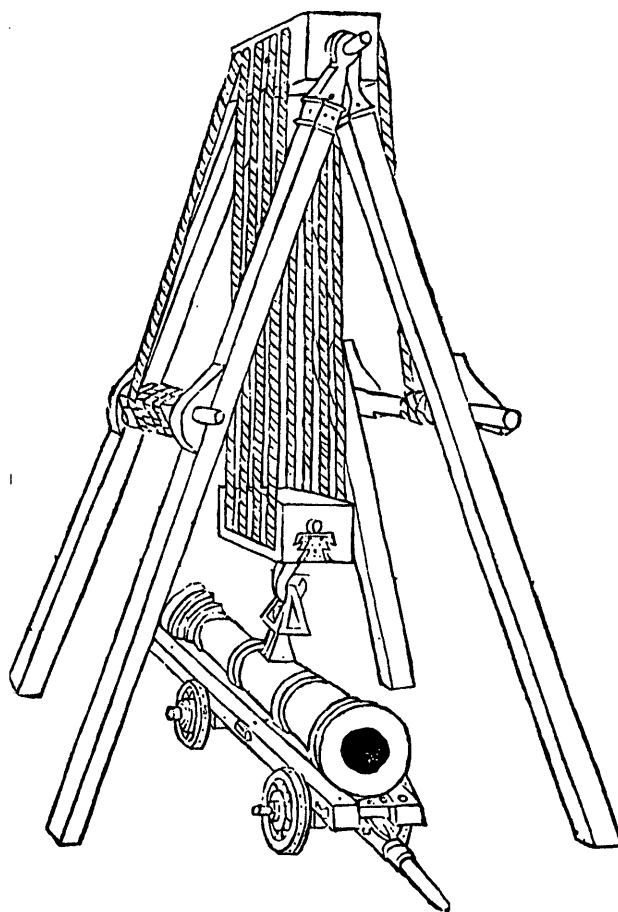
PRIMERA ETAPA. LAS MÁQUINAS

Se mejoran sustancialmente las grúas; y se multiplican en número extraordinario, proporcional a los equipos de personas que se intenta reunir. Si el claustro mayor contó con dos grúas simultáneas, la basílica verá dos decenas.

Herrera facilita un diseño especial de grúa. Lo ha elaborado necesariamente en ese verano, pues el 11 de septiembre de 1575, el prior ha asistido a una "demostración" de máquinas en El Escorial. Ha visto funcionar, sin duda, unas maquetas: los "ciertos modelos de maquinas que se traxeron de Madrid a esta fábrica por orden de su magestad", de los que se pagan portes dos días después, el 13 de septiembre.⁸⁷ Para ejecutarlos, Herrera contaría con el ebanista Jusephe Flecha, especialista en modelos, que el rey le ha destinado como ayuda desde mayo de este año.⁸⁸ Al rey le habían parecido bien y el prior juzga la novedad muy provechosa.⁸⁹

Una de estas maquetas sería "la grúa que vuestra magestad mandó que se truxese a esta villa del Escorial", que sirve de ejemplo a Herrera, en el manuscrito que dirige al rey, para explicar su fundamento mecánico;⁹⁰ quizá lo acompañaba de un esbozo de esa grúa, según los suaves rasgos que se aprecian en la última página.⁹¹

Figura 13. Instrumento para alzar pesos. Roberto Valturio, *De Re Militari*, 1483.



En los meses siguientes, antes del verano de 1576, habrán de fabricarse en taller, maderos y ruedas, y roldanas⁹² para una docena larga de grúas grandes,⁹³ siguiendo el modelo de Herrera.

Como complemento, Herrera ingeniará una cabrilla para las canteras.⁹⁴ Todas las cabrillas son parecidas, pero en ésta podemos sospechar notas peculiares: debería levantar pesos desacostumbrados, no sería obligado trasladarla para cada operación, y permitiría que los carros pasaran por debajo. Con ello, no se diferenciaría demasiado del *Instrumentum erigendi in sublime*, que ilustra Valturio, autor que figuraba en la biblioteca de Herrera (figura 13),⁹⁵ y que podría usarse en Roma.⁹⁶

SEGUNDA ETAPA. LOS OPERARIOS

Se multiplica y ordena la fuerza de trabajo, configurando diez equipos que trabajarán a tasación.⁹⁷ El cronista jerónimo de El Escorial, fray José de Sigüenza, atribuyó esta novedad al obrero mayor Villacastín; pero nadie duda de que proceda del arquitecto, que, con Villacastín, dividiría los diez tajos. El 6 octubre de 1575 se convoca nominalmente a muchos maestros;⁹⁸ antes, se requeriría tiempo para buscar información de posibles candidatos; y antes todavía, para acordar estas decisiones; lo que llevaría a agosto o principios de septiembre. Entre el 10 y 23 de noviembre de 1575 se formalizarán los contratos con estos equipos.⁹⁹ El edificio queda dividido en diez zonas, con diez equipos, que cuentan, por lo menos, con cuarenta oficiales cada uno.¹⁰⁰

TERCERA ETAPA. EL MATERIAL

Se simplifica el proceso de labra de piedra, haciendo que venga labrada desde cantera, a falta de un último repaso: cuando esté colocada cada hilera, se igualarán sus lechos por arriba; y cuando se concluya el paramento, se “escodarán” o repasarán sus caras vistas.¹⁰¹ Sólo las piezas destinadas a cornisas, o con alguna talla especial, se labrarán a pie de obra:¹⁰² y se acabarán con una lisura característica, que se aprecia todavía al tacto.

Probablemente el cambio venía obligado por el crecimiento de la fuerza de trabajo y máquinas. Pero Herrera no dio este paso antes de la contrata de los equipos, a fines de noviembre de 1575. Una semana después, cuando Escalante pide instrucciones para el inicio de la campaña de 1576, se le ordena inopinadamente venir a Madrid, para instruirlo en el nuevo método;¹⁰³ y mientras está con Herrera, éste envía a El Escorial un aparejador suyo para dirigir una prueba.¹⁰⁴ Pocos días después, el 9 de enero, al llegar los diez equipos contratados para iniciar el trabajo, Herrera expone el plan al prior y los maestros, y, sobre la marcha, consigue que acepten las nuevas condiciones.¹⁰⁵ No obstante, se levantarán graves disensiones con la dirección y los equipos, que ya trabajaban en la obra, y sólo dominará la situación en abril de 1576, sustituyendo a los apa-

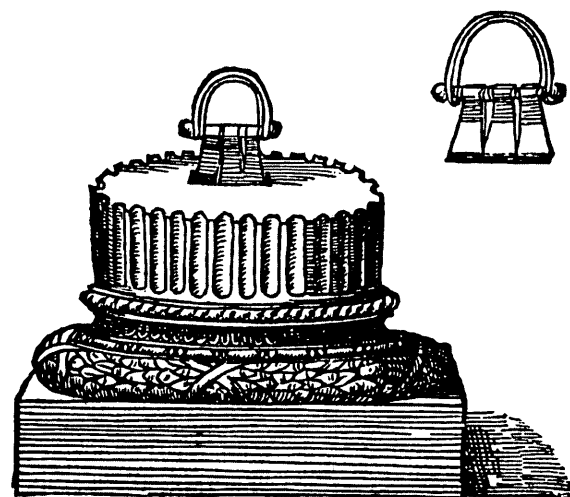


Figura 14. Castañuelas. Guliemo Philandro, M. Vitruvii Pollionis, *De Architectura*, 1552.

rejadores Tolosa y Escalante por Minjares, un hombre de confianza.¹⁰⁶

CUARTA ETAPA. LA PUESTA EN OBRA

Desde la cantera, se constituye un transporte ininterrumpido para abastecer las grúas de la basilica. Las piedras deberán afluir continua y ordenadamente. Al crecer las necesidades de acopio de material, se había aumentado la cabaña de tiro.¹⁰⁷ Villacastín hablará de 300 carros de bueyes, a pesar de tener la piedra a una legua.¹⁰⁸ Los carros los facilita la obra; y los maestros de cada equipo vigilarán la carga y descarga, permaneciendo uno de ellos en cantera, y otro en la fábrica.¹⁰⁹

Para mayor rapidez y seguridad, se prevee que las grúas tomen las piedras directamente de las carretas. Como dirá Sigüenza, rememorando las razones del arquitecto, “porque labrando la piedra en el mismo lugar de donde se saca y corta y poniéndola allí en la carreta y traída a la iglesia, sin descargarla de allí, guindarla y ponerla en su lugar es un ahorro y seguridad grandísima”. Las piezas se señalan para cada lugar, y hemos de suponer que, en ocasiones, cada carro proveería a más de una grúa. El 9 de enero de 1576, cuando Herrera ofrece sus instrucciones a los maestros canteros, especifica que las carretas deberán acudir donde la piedra “se pueda pescar para su asiento, assí de la carreta como del suelo”,¹¹⁰ y en su memorial al rey de 1584, presumirá del “ahorro de maniellos”, que ha ocasionado la nueva orden.

Como muestra bien la perspectiva, para elevar las piezas, se sujetaron con castañuelas. Las recomienda Alberti como muy seguras,¹¹¹ y Juan de Herrera conocía bien este tratado; también las recomienda Philandro, autor que figuraba igualmente en la biblioteca de Herrera (figura 14);¹¹² pero pudo traerlas Juan Bautista de Italia;¹¹³ pues no debían ser muy conoci-

das en España: *Los Veintiún Libros de los Ingenios* afirman que las castañuelas son mucho más seguras que las tenazas, y las utiliza evidentemente la grúa que he mostrado antes (figura 11); pero, para representarlas en detalle, se copian de la edición de Alberti de 1565, que son inutilizables;¹¹⁴ y no se sabe cómo llamarlas.¹¹⁵

Con este procedimiento no era necesario levantar la pieza para embragarla, ni se necesitaba espacio alrededor de la piedra: las piedras se toman simplemente por arriba. Por tanto, no hay que intervenir en las caras verticales: en cantera se abriría, a cada pieza una caja en cola de milano en el lecho superior.¹¹⁶ Se arrastraría hasta el centro de la cabrilla citada antes; la cabrilla las alzaría con castañuelas, y las posaría sobre el carro. Al llegar el carro a El Escorial, las grúas recogerían las piezas con las mismas castañuelas, dejando indemnes sus caras vistas. El sistema obtuvo buenos resultados, aunque no faltaron notorios problemas.¹¹⁷

Sigüenza testimonia estos logros; comenta que “la multitud de la carretería, carreteros y bueyes, era también de consideración, por la puntualidad con que acudían a sus horas concertadas, proveyendo a las grúas, agujas y cabrillas de piedra, para que ni parasen las ruedas, ni descansen los pescantes...”¹¹⁸ Y asegura que el rey ha contemplado muchas veces “esta traza de Juan de Herrera, asentar las piedras en la iglesia, el pescarlas la grúa encima de la carreta sin descargarlas”.¹¹⁹

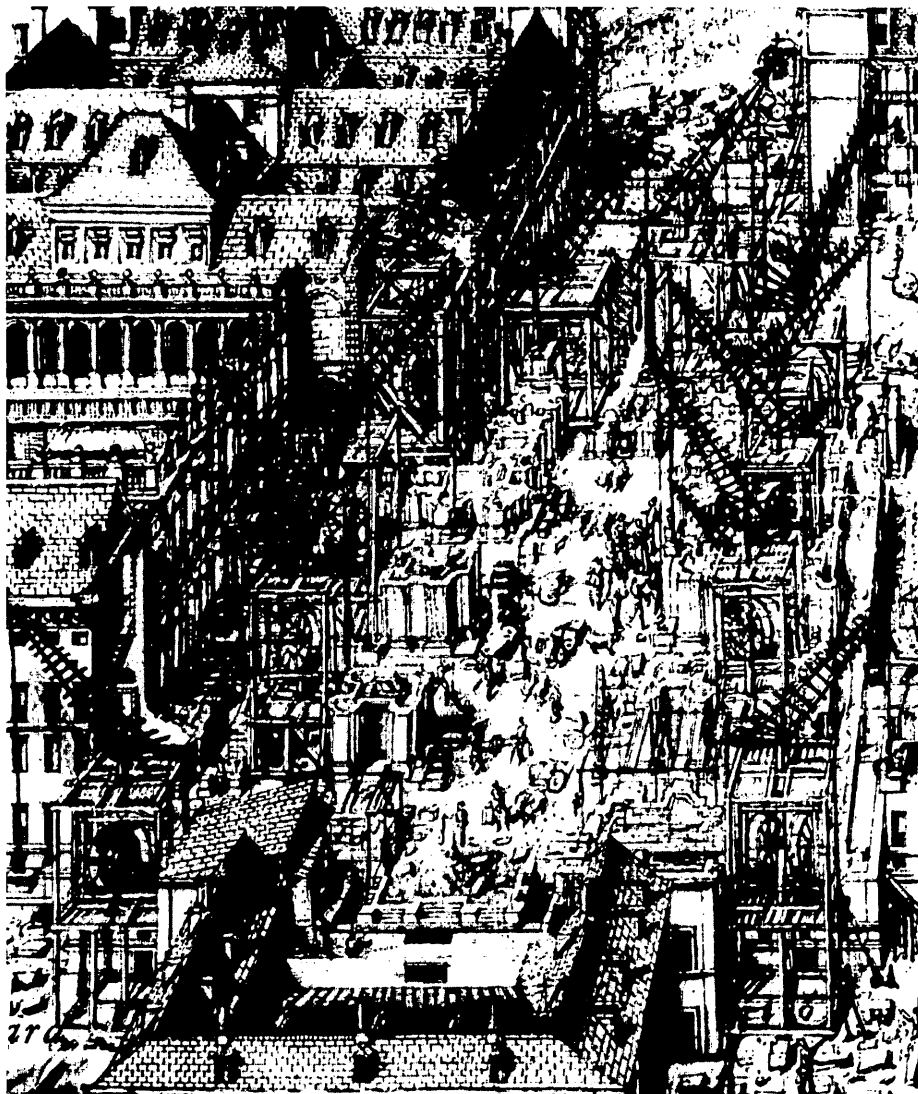


Figura 15. Vista de El Escorial (detalle). Francesco Terzi (?), 1576. Colección del Marqués de Salisbury, Hatfield House.

UN RECUERDO DEL MOMENTO CULMINANTE

Los cuatro innovaciones que resumen el plan de obras de la basílica —operarios, máquinas, materiales y puesta en obra— están a punto en los meses cálidos de 1576.

Felipe II había vigilado el nacimiento del proceso: según Sigüenza, “importaba mucho en los principios de la fábrica de este templo darle calor con su presencia”, y ha visitado la obra en enero, marzo, abril, y, de nuevo, a principios de junio.¹²⁰ Contemplaría su asombrosa culminación, permaneciendo en El Escorial ese verano.¹²¹ Parece que quiso perpetuar el momento con una perspectiva de las obras, que se ha hecho famosa (figura 15).¹²²

Es creíble que deseara grabarla, como las vistas de Wyn-gaerde, también encargadas por el monarca.¹²³ Abundaban los grabados sobre construcciones de la Mitología o la Escritura,¹²⁴ pero no, de edificios coetáneos, y la perspectiva testimoniaría

lo heroico de la empresa. Además, en este año de 1576, se publica la primera parte de *Les Plus Excellents Bastiments de France*, una apabullante compilación de palacios franceses.

Para este dibujo se han propuesto diversas autorías,¹²⁵ y quisiera añadir una más, por no ser menos. En el verano de 1576, se hallaba en El Escorial Francesco Terzi, pintor de cámara del archiduque Fernando y competente dibujante,¹²⁶ que había preparado una famosa serie de grabados sobre los Austria.¹²⁷ El 3 de septiembre, el rey ordenó pagarle 300 ducados, según una “quenta” que le presentó;¹²⁸ y no es difícil que interviniera en esta perspectiva.¹²⁹ No obstante, un dibujo así implicaría a Juan de Herrera.¹³⁰

El dibujante se ayudaría de las maquetas del edificio, que se hallaban en El Escorial;¹³¹ pero hubo de dibujar una parte *in situ*. Y en primer término del dibujo, sobre el presbiterio, un di-

bujante sentado toma notas del interior de la iglesia; le acompaña un jerónimo, que podemos suponer el prior. En medio de la iglesia, otro jerónimo, que será fray Antonio de Villacastín, con un ayudante (¿Minjares?) a su lado, da órdenes. Pero el motivo central de la perspectiva, no son ellos, ni el naciente monasterio; son las 13 grúas de la iglesia.

Trabajan doce grúas “a toda furia”, elevando cada una su piedra. En último termino, en el pórtico, se ultima la número trece, todavía falta de ruedas, con la ayuda de un andamio. Los pescantes se tocan casi unos a otros, y giran completamente para cargar y descargar.¹³²

Para abastecer las grúas, llegan carros desde las canteras de continuo; y se diría que siguen un circuito, alrededor de la fábrica, en sentido inverso a las agujas del reloj. Ingresan en la basílica, a través del atrio, y salen por la nave del evangelio. Se observa cierto desbarajuste en el interior, tan apretado de hombres, animales, máquinas y materiales.

FICHA TÉCNICA PARA UNA GRUA DEL SIGLO XVI

▼ *El autor.* Los trabajos de Luis Cervera han perfilado a Juan de Herrera y su entorno personal. Además de los estudios sobre su vida y actividad,¹³³ la publicación de documentos redactados por Herrera, o relacionados directamente con él, nos acercan su figura viva y polifacética; y ahora permiten entenderlo como un técnico consumado. La recopilación de *Documentos biográficos de Juan de Herrera* le presenta en continuos asuntos prácticos, con una resolución ajena a la imagen del sabio ensimismado. La *Institución de la Academia Real Mathematica* evidencia su hondura científica y amplios conocimientos; *El Manuscrito de Juan de Herrera indebidamente titulado Architettura y Machinas* muestra que comprende los principios teóricos;¹³⁴ y *El inventario de los bienes de Juan de Herrera* asegura que conoce numerosos libros técnicos, y que posee cartapacios con descripciones y dibujos de máquinas.¹³⁵ Herrera estaba capacitado para ingeniar artilugios singulares; y los inventó.¹³⁶

Pero, al estudiar sus grúas, sería un contrasentido esperar máquinas estrafalarias. Como Herrera explicaba en su manuscrito, sus grúas responderían al mismo principio que “todas las demás machynas que en el mundo se podrían hazer, o están hechas...”:¹³⁷ el principio de la palanca; la rueda trabaja como una palanca continua. Pero había que garantizar el menor rozamiento; sólo en esas condiciones, la rueda de la grúa se acercaba al ideal teórico. Herrera creía haberlo conseguido, pues concluye su manuscrito asegurando que cuanto ha dicho “se entiende en líneas ydeales sin cuerpo, que quando le ay se tiene otra manera de medir”; pero añade, “avnque no en la grúa, sino lo que se ha dicho”.¹³⁸

▼ *El problema.* Las grúas que necesitaba Herrera deberían integrarse perfectamente en el proceso constructivo; y de la

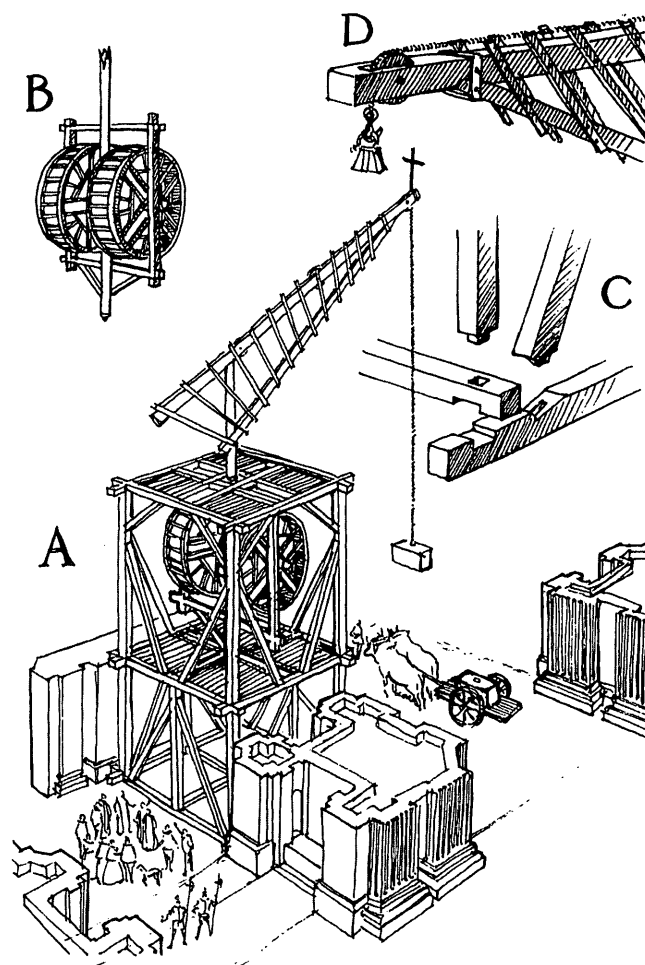


Figura 16. Grúa de la basílica de El Escorial: A) Vista general. B) Motor de sangre. C) Empalmes de las cámaras. D) Extremo del pescante. Dibujo del autor.

organización del conjunto se desprenden algunos requisitos que necesitaban cumplir:

- Crecerían con facilidad, para alcanzar los puntos altos, manteniéndose estables.
- Proporcionarían suelos pisaderos como andamios, para facilitar el acabado final de la iglesia: para “escodar” el paramento.
- Girarían media vuelta sin problemas, para llevar cargas desde el circuito de los carros a los paramentos.
- Tendrían capacidad suficiente para levantar todos los pesos de la iglesia.
- Se ejecutarían con materiales comunes, de tamaños vulgares, para que fueran hacederas y baratas.

▼ *El prototipo.* Herrera se decidió por el esquema alemán, para el impulso de las grúas.¹³⁹ Conocía bien las Bockkrane y

Turmkrane. Las vería, siendo joven, cuando acompañó al entonces príncipe Felipe, de 1548 a 1551, de Italia a Bruselas, atravesando el Rhin, y visitando puertos flamencos, como Brujas o Amberes, que acababa de inaugurar su segunda grúa; allí encontraría "los ingenios que llaman Cranas".¹⁴⁰ Alistado como soldado en 1553, pasó de Italia a Flandes, y tal vez recorrió de nuevo tierras alemanas;¹⁴¹ quedaría en Bruselas en 1556;¹⁴² y, al parecer, se encontraba allí en 1558.¹⁴³ Conocía la grúa sevillana, pues había colaborado en la entrada de Felipe II en esa ciudad, en 1570.¹⁴⁴ Encontraría sus esquemas entre sus papeles.¹⁴⁵ Y trataba ingenieros y artesanos, algunos de ellos alemanes, de los que recabaría informaciones.

Con la ayuda de Flecha, construyó la maqueta, donde soportaría las características del armazón. La maqueta manifestaría las diferencias notables que existían entre su propuesta y las grúas anteriores (figura 16). El esquema aparece en todas las grúas de la perspectiva de 1576; y se destaca, pues el dibujante ha deformado a posta el armazón, y suprimido refuerzos, para que se vean enteras las ruedas de pisar con sus cercos (figura 15). El modelo para grúas pequeñas, que trabajarían en otros puntos, se evidencia en un dibujo del ingeniero italiano Vincenzo Casale (figura 17),¹⁴⁶ que muestra el esquema alemán, simplificado, con una rueda, semejante al de Jacob (figura 7).

▼ *El castillete*. Las grúas constan de pisos o cámaras, que se superponen, conforme se requiere mayor altura:¹⁴⁷ crecen hasta alcanzar lo más alto del aparejo.¹⁴⁸ En 1576, las grúas de la perspectiva se componen casi todas de dos cámaras (figura 16A); en los siguientes años subirán a tres y cuatro.¹⁴⁹ En la cámara superior se sitúa el bastidor con dos ruedas de pisar; y en las demás cámaras se instalarían, a veces, pequeños pescantes auxiliares, que elevarían la cal y el canto, para el relleno: en un contrato se habla de dos por cámara.¹⁵⁰ Los pisos se forjan, y así se obtienen varias plataformas, como andamio, para las labores de acabado.

La anchura del castillete debería garantizar la estabilidad del conjunto; pues el castillete no puede fijarse a los muros, porque la piedra de la iglesia quedará vista. Las grúas ocuparán el ancho que permita la nave lateral. Y excepcionalmente se asegurarán con puntales o vientos.¹⁵¹

Al dividirse en pisos estables, las piezas que arman las cámaras pueden ser de pequeño grosor. La grúa es más barata, más fácil de armar y más segura. Puede decirse que su ejecución fue pulcra, con largueros de madera de pino (sólo las poleas eran de encina),¹⁵² escuadrados con esmero. La perspectiva ofrece pocos detalles, y Casale los equivoca en su dibujo (figura 17), y conviene ayudarse de Jacob (figura 7). Los maderos del castillete empalmaban entre sí a media madera, y, mejor, a un tercio, dejando un gran cogote; aparecen clavijas, y debieron unirse con abundante clavazón de hierro (figura 16C).

La perspectiva omite refuerzos y riostras; pero cada cámara se reforzaba con dos tornapuntas por cara, según se ve en Casale, y se adivinan otros dos jabalcones en la parte supe-

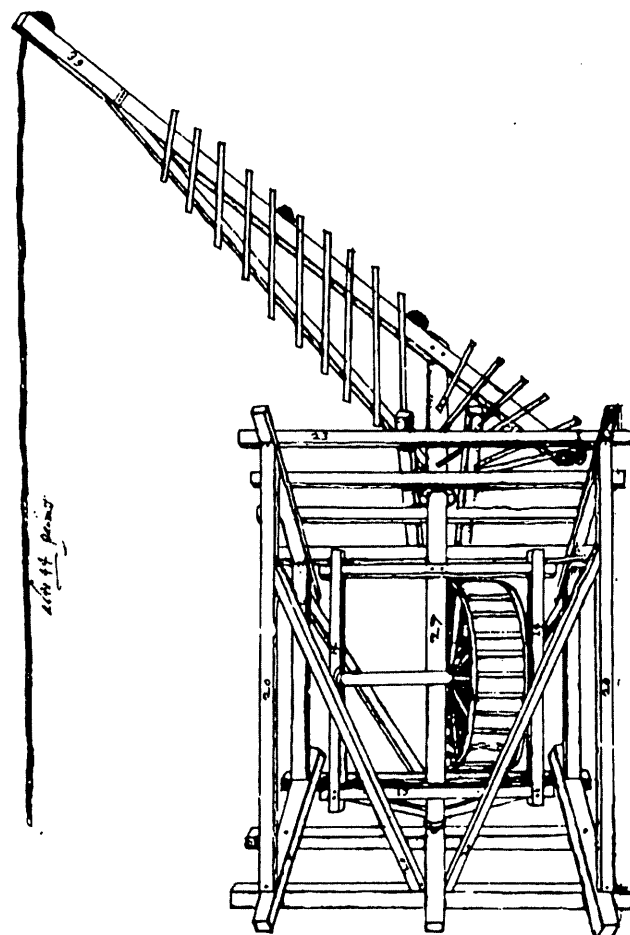
rior, en los laterales de alguna grúa de la perspectiva: son los comunes en una construcción así; los refuerzos se empalmarían a la cámara en cola de milano, según representa Jacob, o por lo menos con un embarbillado (figura 7).

▼ *El motor de sangre*. Lo que hemos llamado motor de sangre de estas grúas se compone de ruedas, bastidor, mástil y pluma. Este motor proporciona mayor impulso que las anteriores grúas, y gira solidariamente —sin que se enrede la cuerda—, con poco esfuerzo.

Herrera escribió su manuscrito para explicar al rey el fundamento mecánico de la rueda de pisar. Habitualmente dos personas trepaban por unos escalones dispuestos en el interior de la rueda, y la movían simplemente con su peso,¹⁵³ un trabajo denigrante y peligroso, que emplearía a los menos capaces.¹⁵⁴

Sus dimensiones varían: en la grúa pequeña, la rueda mediría unos tres y medio metros; en la grúa grande, por encima de los cuatro.¹⁵⁵ En cuanto a los radios, la perspectiva insinúa

Figura 17. Grúa pequeña de El Escorial. Vincenzo Casale, c. 1589. Biblioteca Nacional, Madrid.



unos codales: no entregan directamente contra el cubo de la rueda, pues adelgazarían las piezas en ese punto. La solución es usual en molinos y norias, y también en tijeras aristeras de los tejados. Muchas veces estas ruedas se cruzaban por pares de maderos, que aprisionan el cubo de la rueda.¹⁵⁶ Casale no se ha molestado en detallarlo, y la perspectiva apenas lo esboza.

El molinete con las dos ruedas se sujeta a un bastidor rectangular; y el bastidor se adosa al mástil, procurando no menguar su sección (figura 16B). El molinete ha de quedar algo separado del mástil para que la cuerda corra entre ambos. En las grúas de Herrera como el motor queda en el último piso, el mástil de la grúa puede ser mucho más corto y seguro que en las anteriores grúas.

Las plumas son grandes: el dibujo de Casale anota los 39 palmos genoveses, es decir cerca de ocho metros (figura 17), y las de la basílica serían mayores. Pero son ligeras: el pescante se refuerza con un jalcón o "sopapo" como se le llama, que se unen en su extremo por un cerco de hierro, y varias piezas los encean, una solución que permite utilizar escuadrías mínimas (figura 16D). Las poleas son tres, colocadas una, cerca del mástil, otra, en medio, y la tercera, en el extremo.

▼ *Capacidad y manejo.* Bechmann ha calculado que una rueda pequeña de 3 metros de diámetro, accionada por un hombre, movería 550–600 kg;¹⁵⁷ y las grúas pequeñas de el Escorial con una rueda ligeramente mayor y dos hombres pasarían de la tonelada. En Colonia, existió la limitación acordada de dos toneladas para grúas, semejantes a las de El Escorial, con dos ruedas, movidas por dos hombres cada una; pero podían levantar más.¹⁵⁸ En El Escorial bastaría un impulso de dos toneladas para elevar las piedras comunes y aún las excepcionales del aparejo de la iglesia; y ese sería el límite habitual de estas grúas grandes.¹⁵⁹

Según se nos dice, las grúas estaban en continua actividad. Las primeras de 1575 y 1576 se elevaron entre las partidas de dos equipos distintos. El motor de sangre estaría accionado por cuatro hombres, dos en cada rueda;¹⁶⁰ se necesitarían algunos peones auxiliares para colgar las piezas, y hacer girar la grúa, además de un oficial para dirigirla. No es exagerado pensar en una dotación de una decena de hombres por grúa.

Para conducir las grúas se darían órdenes a voces, que, hemos de suponer, compondrían en seguida un sencillo código; Sigüenza, en una pintoresca descripción, anota algunas, que se han citado muchas veces, y recuerdan voces marineras; no me resisto a copiarlas: "De día, de noche, a la tarde, a la mañana, no se oía sino: ¡guinda!, ¡amaina!, ¡vuelve!, ¡revuelve!, ¡torna!, ¡jestira!, ¡para!, ¡tente!, ¡mene!"¹⁶¹

▼ *Tiempo de ejecución y costo.* En cuanto a la duración de su ejecución, podría preverse un mes, o poco menos, por grúa. Aunque cuando se hacen varias a la vez, el tiempo disminuye: por ejemplo, cuatro en tres meses.¹⁶²

El costo de una grúa dependía de su complejidad. En todo caso, a pesar de tener más elementos, las grúas de Herrera

costaron lo mismo que las viejas del claustro mayor: no llevaban maderos tan gruesos ni largos como las viejas; y su montaje sería más fácil.

La primera grúa documentada en 1577, probablemente una pequeña de una cámara, se encarga a Juan de Laguna, y costará 40,9 ducados; las grúas con dos cámaras se pueden tasar en 70 o 78;¹⁶³ mientras que con tres, suben a 84 ducados (tras rebaja, pues inicialmente se ofertaron a 90).¹⁶⁴ No se incluyen las poleas; pero suponen poco: Juan Roxo cobraba unos 6 reales, algo más de medio ducado, por roldana; y cada grúa principal llevaría tres; y los pescantes instalados en las cámaras, añadirían una o dos.

Además de construir las grúas, los carpinteros trabajaron incesantemente para mantenerlas en uso, realizando cambios de mástiles, refuerzos del castillete, añadiendo cuando era preciso alguna cámara más, y desmontando los diversos elementos para su traslado, con la ayuda de andamios y de pequeños ingenios para mover los grandes maderos.¹⁶⁵

▼ *Número de prototipos.* En la perspectiva se observan trece grúas en la iglesia: nueve de dos cuerpos y dos de un cuerpo, además de otras dos de un cuerpo, que se adivinan por sus plumas, según puedo ver. En los años siguientes, el número creció. Villacastin recuerda en sus memorias dieciocho grúas grandes para el año 1577;¹⁶⁶ y Sigüenza cuenta veinte, para el año 1578, todas ellas funcionan simultáneamente, y hay muchas más en el resto del edificio.¹⁶⁷

Aunque lo parezca, no fue un crecimiento acompasado. De la documentación publicada por Bustamante, se desprende que en 1577 se construyeron al menos ocho grúas grandes; y en 1578, por lo menos otras ocho.¹⁶⁸ En definitiva, experimentaron cambios, desplazamientos, y frecuentes quiebras, que hacen impensable seguir la historia de cada ejemplar.

▼ *Los autores materiales.* No queda ninguna duda de que el autor intelectual de las grúas de la basílica es Herrera, que diseñó el modelo; y debió vigilar la construcción de las primeras grúas de 1575 y 1576; pero naturalmente ni trazaría, ni prestaría atención, a las varias docenas que se llegarían a construir para el monasterio, y seguirían de cerca el mismo modelo. Algunos detalles serían mejorados por los carpinteros, entrenados en carpintería de armar, que las construyeron materialmente.¹⁶⁹

No consta quién hizo las grúas para la campaña de 1575. Según los datos acumulados por Bustamante, para las campañas de 1577 y 1578 el carpintero Juan de Laguna, con sus colaboradores, llevó a cabo trece de las dieciséis grúas que he mencionado, ejecutando muchas más en los años siguientes, incluido el ingenio especial para subir las figuras de los reyes en su patio.¹⁷⁰ Probablemente, se contó con él en la primera campaña.

Las roldanas se hicieron aparte, con distinta madera y técnica, pues era necesario torneirlas y dotarlas de sus herrajes. Entre los años 1575 y 1578, las hizo Juan Roxo.¹⁷¹

CONCLUSIÓN

No faltaron dificultades. De los documentos se desprende que al principio se perdió mucho tiempo, y, ciertamente, en la perspectiva hay muchas piezas en el suelo; que hubo desfases entre la carretería y los oficiales;¹⁷² que los maestros canteros no sabían ocupar a sus oficiales;¹⁷³ que siempre hubo piedra no prevista, acumulada a pie de obra;¹⁷⁴ que sobrevinieron accidentes, aunque no menudearon como con las grúas anteriores.¹⁷⁵

Con todo, la estrategia constructiva de Herrera fue un éxito innegable: la imagen que transmiten en sus memorias fray Antonio de Villacastín, fray Juan de San Gerónimo y fray José de Sigüenza, es la de una actividad incesante, presidida por las poderosas máquinas. Y no se trata solo de un Topos literario, un lugar común para describir grandes construcciones: la iglesia se concluyó en un tiempo proverbialmente corto, del que Herrera podría presumir ante el rey. Hay que concluir con Cervera, que "Juan de Herrera unía a sus conocimientos científicos una notable capacidad para resolver problemas prácticos":¹⁷⁶ y entre otras muchas cosas, había proporcionado máquinas eficaces, no, juguetes para exhibiciones cortesanas.

En 1578, mientras Herrera leía los borradores de la traducción de Alberti, 20 grúas levantaban la basílica: un diseño magistral, que se ejecutaba con maestría. Poco queda en la traducción de Lozano de la elegancia de Alberti, pero al descubrir el párrafo que cierra los capítulos sobre máquinas elevadoras, Juan de Herrera hubo de sentirse identificado. Me ha servido como introducción y lo usaré, vertiéndolo ahora del original, como conclusión.

"Algo desearía aconsejarte: si pretendes mover pesos desmesurados, de la manera que sea, obra paso a paso, con cautela y serenidad, pues los accidentes y peligros de variada naturaleza, imprevisibles e irreparables, acaecen en este género de trabajos, más de cuanto se cree, incluso a los prevenidos: si logras tu empeño, nunca suscitarás tantas alabanzas, ni admiración por tu ingenio, como reproches y odio a tu loca temeridad, si fracasas."

BIBLIOGRAFÍA

- Alberti, Leon Battista**, *I Dieci Libri de l'Architettura di Leon Battista de gli Alberti Fiorentino...*, Vincenzo Vaugris, Venezia, 1546.
- Alberti, Leon Battista**, *L'Architecture et Art de Bien Bastir... divisée en dix liures*, traducción de Jean Martin, laques Keruer, Paris, 1553.
- Alberti, Leon Battista**, *L'Architettura di Leonbatista Alberti...*, traducción de Cosimo Bartoli, Francesco Franceschi, Venezia, 1565.
- Alberti, Leon Battista**, *L'Architettura di Leonbatista Alberti...*, traducción de Cosimo Bartoli, Lorenzo Torrentino, Firenze, 1550.

- Alberti, Leon Battista**, *Los Diez Libros de Architectura de Leon Batista Alberto*, traducción de Francisco Lozano, Alonso Gómez, Madrid, 1582.
- Andrés Martínez, Gregorio de**, "Descripción del Monasterio de San Lorenzo de El Escorial por Antonio Gracián (1576)", *Anales del Instituto de Estudios Madrileños*, 1970, 55-79.
- Andrés Martínez, Gregorio de**, *Inventario de documentos sobre la construcción y ornato del Monasterio del Escorial existentes en el Archivo de su Real Biblioteca*, Instituto Diego Velázquez, Madrid, 1972.
- Barbeito, José Manuel**, *El Alcázar de Madrid*, Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, Madrid, 1992.
- Bechmann, Roland**, *Les racines des cathédrales. L'architecture gothique, expression des conditions du milieu*, Payot, Paris, 1981.
- Bechmann, Roland**, *Villard de Honnecourt. La pensée technique au XIIIe siècle et sa communication*, Picard, Paris, 1993.
- Besson, Jacques**, *Teatro de los instrumentos y figuras matemáticas y mecánicas*, Lyon, Horacio Cardon, 1602.
- Bury, John**, *Juan de Herrera y El Escorial*, Patrimonio Nacional, Madrid, 1994.
- Cabrera de Córdoba, Luis**, *Filipe Segundo, Rey de España*, Madrid, Aribau y C^a, Madrid, 1876.
- Calvete de Estrella, Juan Cristóbal**, *El Felicísimo Viaje del Muy Alto y Muy Poderoso Príncipe Don Felipe*, 2 vols., Sociedad de Bibliófilos Españoles, Madrid, 1930.
- Cano de Gardoqui, José Luis**, *La construcción del Monasterio de El Escorial. Historia de una empresa arquitectónica*, Universidad de Valladolid, Valladolid, 1994.
- Carpiceci, Alberto Carlo**, *La fabbrica di San Pietro. Venti secoli di storia e progetti*, Libreria Editrice Vaticana, Città del Vaticano, 1983.
- Ceán-Bermúdez, Juan Agustín**, *Noticias de los arquitectos y arquitectura de España desde su restauración, por el Excmo. Señor D. Eugenio Llaguno y Amirola, ilustradas y acrecentadas...*, II, Imprenta Real, Madrid, 1829.
- Cervera Vera, Luis**, *Años del primer matrimonio de Juan de Herrera*, Albatros, Valencia, 1985.
- Cervera Vera, Luis**, "Desarrollo y organización de las obras del monasterio de San Lorenzo el Real de El Escorial", en A. A. V. V., *Fábricas y orden constructivo. La construcción. IV Centenario del Monasterio de El Escorial*, Comunidad de Madrid, Madrid, 1986, 19-81.
- Cervera Vera, Luis**, *Documentos biográficos de Juan de Herrera, I (1572-1581). Colección de documentos para la historia del arte en España, I*, Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, Madrid, 1981.
- Cervera Vera, Luis**, *Documentos biográficos de Juan de Herrera, II (1581-1596). Colección de documentos para la historia del arte en España, IV*, Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, Madrid, 1987.

- Cervera Vera, Luis**, *El Manuscrito de Juan de Herrera indebidamente titulado Architettura y Machinas*, Patrimonio Ediciones, Valencia 1996.
- Cervera Vera, Luis**, “Esquema biográfico de Juan de Herrera, arquitecto humanista, intérprete de los cánones vitruvianos” en A. A. V. V., *Homenaje a Juan de Herrera*, Fundación Juan de Herrera, Santander, 1988, 13-36.
- Cervera Vera, Luis**, “Gaspar de Vega. Entrada al servicio real, viajes por Inglaterra, Flandes, Francia y regreso a España”, en Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología, XLV y XLVI, Valladolid (1979), 317-348 y (1980), 241-254.
- Cervera Vera, Luis**, *Inventario de los bienes de Juan de Herrera*, Albatros, Valencia, 1977.
- Cervera Vera, Luis**, “Las enseñanzas programadas por Juan de Herrera en la Institución de la Academia Real de Matemática”, en Herrera, Juan de, *Institución de la Academia Real de Matemática*, Instituto de Estudios Madrileños, Madrid, 1995, 43-95.
- Cervera Vera, Luis**, *Las estampas y el sumario de El Escorial por Juan de Herrera*, Tecnos, Madrid, 1954.
- Cervera Vera, Luis**, *Libros del arquitecto Juan Bautista de Toledo* (separata de *La Ciudad de Dios*), Monasterio de El Escorial, El Escorial 1951.
- Cervera Vera, Luis**, *Mateo Vázquez y su adiestramiento como secretario* (separata del Boletín de Bellas Artes), Real Academia de Bellas Artes de Santa Isabel de Hungría, Sevilla, 1979.
- Cervera Vera, Luis**, “Testamento, codicilo y muerte de Gaspar de Vega”, en Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología, XLV y XLVI, Valladolid (1971), 241-264.
- Checa Cremades, Fernando, Felipe II, mecenas de las artes**, Nerea, Madrid, 1992.
- Choisy, Auguste**, *Vitruve*, 4 vols., Imprimerie-Libraire Lahure, Paris, 1909.
- Coldstream, Nicola**, *Masons and Sculptors*, British Museum Press, London, 1991.
- Dürer, Albert**, *Journal de voyage aux Pays-Bas, pendant les années 1520 y 1521*, Maisonneuve et Larose, Paris, 1993.
- Erlande-Brandenburg, Alain**, *Quand les cathédrales étaient peintes*, Gallimard, Paris, 1993.
- Escalante, Lucas de**, *Condiciones de la manera y forma que se ha de hazer una grua...*, Real Biblioteca de El Escorial, Manuscrito 3-24.
- Escalante, Lucas de**, *Las maderas que de presente son necesarias para una grua...*, Real Biblioteca de El Escorial, Manuscrito 2-81.
- Espasa Calpe (ed.)**, *Enciclopedia Universal Ilustrada Europeo-Americana*, Espasa-Calpe, Madrid.
- Fontana, Domenico**, *Della Trasportatione dell'Obelisco Vaticano...* (1590), Il Polifilo, Milano, 1979.
- Foronda y Aguilera, Manuel de**, *Estancias y viajes del Emperador Carlos V, desde el día de su nacimiento hasta el de su muerte*, Sucesores de Rivadeneyra, Madrid, 1914.
- Frommel, Christoph Luitpold**, *Architectural Drawings of Antonio de Sangallo the Younger, I*, MIT Press, Cambridge (Mass.), 1994.
- García de los Ríos Cobo, José Ignacio y Báez Mezquita, Juan Manuel**, *La piedra en Castilla y León*, Junta de Castilla y León, Valladolid, 1994.
- García-Diego, José Antonio y García Tapia, Nicolás**, *Vida y técnica en el renacimiento: manuscrito que escribió, en el siglo XVI, Francisco Lobato vecino de Medina del Campo*, Universidad de Valladolid, Valladolid, 1990.
- García Mercadal, J.**, *Viajes de extranjeros por España y Portugal, I*, Aguilar, Madrid, 1952.
- García Salinero, Fernando**, *Léxico de los alarifes en el siglo de oro*, Real academia Española, Madrid, 1968.
- García Tapia, Nicolás**, *El autor aragonés de Los veintitún Libros de los Ingenios*, Instituto de Estudios Altoaragoneses, Huesca, 1990.
- García Tapia, Nicolás**, *Ingeniería y arquitectura en el renacimiento español*, Universidad de Valladolid, Valladolid, 1990.
- García Tapia, Nicolás**, “Juan de Herrera y la ingeniería clasicista. El manuscrito ‘Arquitectura y Machinas’ sobre el fundamento de las grúas”, en A. A. V. V., *Herrera y el clasicismo. Ensayos, catálogo y dibujos en torno a la arquitectura en clave clasicista*, Junta de Castilla y León, Valladolid, 1986, 45-55.
- García Tapia, Nicolás**, “Juan de Herrera y la ingeniería”, en Barreiro Pereira, Paloma y Riaño Lozano, Carlos (Coords.), *Juan de Herrera, Arquitecto Real*, Lunwerk Editores, Madrid, 1997, 208-234.
- García Tapia, Nicolás**, *Molinos de la provincia de Valladolid*, Cámara Oficial de Comercio e Industria de Valladolid, Valladolid, 1990.
- Ger y Lobe, Florencio**, *Tratado de construcción civil*, 3 vols., Librería Nacional y Extranjera de Edmundo Capdeville, Madrid, 1897.
- Gimpel, Jean**, *Les bâtisseurs de cathédrales*, Seuil, Paris, 1980.
- Giuliani, Cairolì Fulvio**, *L'edilizia nell'antichità*, La Nuova Italia Scientifica, Roma, 1992.
- González de Zárate (ed.) Jesús María**, *Real Colección de Estampas de San Lorenzo de El Escorial*, Ephialte, Vitoria, 1992-1996.
- Hall, Bert**, *The So-called ‘Manuscript of the Hussite Wars’ Engineer’ and its Technological Milieu: A Study and Edition of ‘Codex Latinus Monacensis’ 197, Part 1*, University Microfilms International, London, 1983.
- Hollstein**, *The New Hollstein German Engravings, Etchings and Woodcuts, 1400-1700, II, Albrecht and Erhard Altdorfer*, Sound and Vision Interactive, Rotterdam, 1997.
- Íñiguez Almech, Francisco**, “Los ingenios de Juan de Herrera”, en A. A. V. V., *El Escorial, 1563-1963, II*, Ediciones Patrimonio Nacional, Madrid, 1963, 181-214.
- Kagan, Richard L.**, *Spanish Cities of the Golden Age: the Views of Anton Wyngaerde*, Zwemmer, London, 1989.

- L'Hermite, Jehan**, *Le passetemps* (1896), 2 vols., Slatkine Reprints, Genève, 1971.
- Leupold, Jacob**, *Theatrum Machinarum*, IV (1725), Schäfer, Hannover, 1982.
- Loewett, A. W.**, *Philip II and Mateo Vazquez de Leca: The Government of Spain (1572-1592)*, Droz, Genève 1977.
- Mallara, Juan de**, *Recebimiento que hizo la muy noble y muy leal ciudad de Sevilla, a la C. R. M. del Rey S. Philipe*, Sevilla, (1570), Sociedad de Bibliófilos Andaluces, Sevilla, 1882 (?).
- Martín Gómez, Pedro**, “La evolución y los sistemas en la obra de El Escorial”, en A. A. V. V., *Fábricas y orden constructivo. La construcción. IV Centenario del Monasterio de El Escorial*, Comunidad de Madrid, Madrid, 1986, 83-96.
- Martín González, Juan José**, “Noticias varias sobre artistas de la corte en el siglo XVI”, en *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología*, XXXVI, Valladolid (1971), 225-240.
- Martín González, María Ángeles**, *El Real Sitio de Valsain*, Alpuerto, Madrid, 1992.
- Martínez de Aguirre, Javier**, *Arte y monarquía en Navarra: 1328-1425*, Institución Príncipe de Viana, Pamplona, 1987.
- Matheus, Michael**, *Hafenkrane. Zur Geschichte einer mittelalterlichen Maschine am Rhein und seinen Nebenflüssen von Strassburg bis Düsseldorf*, Trierer Historische Forschungen, Trier, 1985.
- Millon, Henry y Magnago Lampugnani, Vittorio (eds.)**, *Rinascimento. Da Brunelleschi a Michelangelo. La rappresentazione dell'architettura*, Bompiani, Milán 1994.
- Modino de Lucas, Miguel**, *Los priores de la construcción del Monasterio de El Escorial*, Editorial Patrimonio Nacional, Madrid, 1985.
- Morales Padrón, Francisco**, *Historia de Sevilla. La ciudad del Quinientos*, Universidad de Sevilla, Sevilla, 1989.
- Navascués Palacio, Pedro**, “La obra como espectáculo: el dibujo Hatfield”, en *Las Casas Reales. El Palacio. IV Centenario del Monasterio de El Escorial*, Comunidad de Madrid, Madrid, 1986, 55-67.
- Parker, Geoffrey**, *El Ejército de Flandes y el Camino Español*, Biblioteca de la Revista de Occidente, Madrid, 1976.
- Pérez-Embid, Florentino**, “El puerto de Sevilla en la baja Edad Media” en *Anuario de Estudios Americanos*, XXV, Sevilla (1968).
- Perrault, Claude**, *Les Dix Livres d'Architecture de Vitruve* (1684), Pier Mardaga, Liège, 1996.
- Perrault, Claude**, *Recueil de Plusieurs Machines de Nouvelle Invention. Les Fardeaux sans Frottement*, Jean Baptiste Coignard, Paris, 1700.
- Philandro, Gulielmo, M. Vitruvii Pollionis**, *De Architectura Libri Decem*, Ioan Tornaesius, Lyon, 1552.
- Picon, Claude Perrault**, 1613-1688, *ou la curiosité d'un classique*, Picard Éditeur, Paris, 1988.
- Pistoi, M.**, “Francesco Terzi” en *I pittori bergamaschi dal XIII al XIX secolo: Il cinquecento, II*, Bergamo, 1976, 591-637.
- Portabales Pichel, Amancio**, *Los verdaderos artífices de El Escorial y el estilo indebidamente llamado Herreriano*, Gráfica Literaria, Madrid, 1945.
- Portabales Pichel, Amancio**, *Maestros mayores, arquitectos y aparejadores de El Escorial*, Rollán, Madrid, 1952.
- Radcliffe, Anthony**, “The Habsburg Images: Cigoli, Terzio and Reichle”, en *Burlington Magazine*, CXXVIII, London (1986), 103-109.
- Ramelli, Agostino**, *Le Diverse et Artificiose Machine* (1588), Il Polifilo, Milano, 1991.
- Rejón de Silva**, *Diccionario de las Nobles Artes para Instrucción de los Aficionados, y Uso de los Profesores* (1788), Galería-Librería Yerba, Murcia, 1985.
- Riba y García, Carlos (ed.)**, *Correspondencia privada de Felipe II con su secretario Mateo Vázquez, 1567-1591*, Instituto Jerónimo Zurita, Madrid, 1959.
- Ribera, José Javier**, *Juan Bautista de Toledo y Felipe II. La implantación del clasicismo en España*, Universidad de Valladolid, Valladolid, 1984.
- Rivero Rodríguez, Manuel**, *El Consejo de Italia y el gobierno de los dominios italianos de la monarquía hispana durante el reinado de Felipe II*, Ediciones de la Universidad Autónoma, Madrid, 1992.
- San Gerónimo, Fray Juan de**, *Memorias. Colección de documentos inéditos para la historia de España*, VII, Madrid, Viuda de Calero, 1845.
- Sancho Corbacho, Antonio**, *Iconografía de Sevilla*, Gráficas del Sur, Sevilla, 1975.
- Santiago Páez, Elena María (ed.)**, *Dibujos de arquitectura y ornamentación de la Biblioteca Nacional. Siglos XVI y XVII*, Biblioteca Nacional, Madrid, 1991.
- Scaglia, Gustina**, “La obra de la catedral de Florencia” en García Tapia, Nicolás (ed.), *Historia de la técnica*, Prensa Científica, Barcelona, 1994, 72-79.
- Sigüenza, Fray José de**, *La fundación del monasterio de El Escorial*, Aguilar, Madrid, 1988.
- Stuart, George E., “New Light on the Olmecs”, en *National Geographic*, CLXXXIV, Washington (1993), 88-115.
- Thieme, Ulrich y Becker, Felix (eds.)**, *Allgemeines Lexikon der bildenden Künstler von der antike bis zur gegenwart*, Ullmann KG, Zwickau, 1954-1962.
- Tosca, Tomás Vicente**, *Compendio Mathematico...*, III, *Que comprehende Trigonometría, Secciones Cónicas, Maquinaria*, Antonio Bordazar, Valencia, 1710.
- Turner, Jane (ed.)**, *The Dictionary of Art*, 24 vols., Grove, New York, 1996.
- Turriano, Juanelo**, *Los Veintiún Libros de Ingenios y Máquinas de Juanelo Turriano*, 5 + 2 vols., Fundación Juanelo Turriano y Doce Calles, Aranjuez, 1996.
- Ulloa, Modesto**, *La Hacienda Real de Castilla en el reinado de Felipe II*, 3ª ed., Fundación Universitaria Española, Madrid, 1986.

- Valturio, Roberto**, *De Re Militari*, Boninus de Boninis, Verona, 1483.
- Viollet-Le-Duc, Eugene Emmanuel**, *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XIe au XVIe siècle*, Gründ, Paris, 1854?
- Wilhelm, Johann**, *Architectura civilis...*, (1688), Schaefer, Hannover, 1986.
- Wilkinson-Zerner, Catherine (ed.)**, *Philip II and the Escorial. Technology and the Representation of Architecture, an Exhibi-*

tion in the Departament of Art, Brown University, Brown University, Providence, 1990.

–**Wilkinson-Zerner, Catherine**, *Juan de Herrera. Architect to Philip II of Spain*, Yale University Press, London, 1993.

–**Yeves, Juan Antonio**, *Bibliografía de Luis Cervera Vera*, Asociación de Escritores y Artistas Españoles, Madrid, 1996.

–**Zarco de las Cuevas, Julián (ed.)**, *Documentos para la historia del Monasterio de San Lorenzo el Real de El Escorial, I, Memorias de fray Antonio de Villacastín*, Cimbório, San Lorenzo de El Escorial, 1985. ●

NOTAS

¹Alberti, *Los Diez Libros*, 179. Se publicó en Madrid, en 1582. Tras la presentación del autor, informa Herrera que tales libros “son muy útiles para entender las cosas de Arquitectura”, firmando en Madrid, a 4 de agosto de 1578. Según el inventario de 1597, Herrera poseía un manuscrito y un libro en romance de Alberti, que serían estos, Cervera, *Inventario*, números 693 y 711.

²Hay constancia de 40 grúas, y no son todas.

³Debo agradecer la amable y eficaz ayuda de las bibliotecarias de la Universidad de Navarra, para localizar muchos libros y algunas imágenes; otro tanto, la del P. Teodoro Alonso Turienzo, en la Real Biblioteca de El Escorial; la de Carlos Chocarro, profesor ayudante en mi asignatura, y también la de mis alumnos colaboradores M^a Carmen Escorihuela y Javier Oficialdegui, entre otros. Sin esas ayudas, no hubiera podido realizar este estudio.

⁴Cervera, *El Manuscrito de Juan de Herrera*.

⁵Cervera, *Documentos biográficos, I*, número 160.

⁶Íñiguez, “Los ingenios”, 181-214.

⁷Cuando Íñiguez describió la grúa existía poca información asequible sobre máquinas, y el tema era nuevo; asentó muchísimas cosas, pero se colaron errores: creía que el castillete no tenía refuerzos, que se harían con hierro, que las ruedas eran fijas, y que la pluma se forjaría también en hierro. Era el mejor dibujante español de arquitectura de su época, y resumió la grúa en un estupendo dibujo a lápiz. Su dibujo se convirtió, en parte, en la equivocada maqueta de grúa del Museo de El Escorial; que se prolongó más tarde en otra maqueta, menos errada, que reproduce la perspectiva de 1576. Treinta y cuatro años después, en 1997, la exposición que conmemora en Madrid el cuarto centenario de la muerte de Herrera exhibe pedagógicos dibujos de ordenador que repiten y añaden errores en el dispositivo de ruedas, sistema de arriostamiento, empalmes del bastidor, manera de elevar las piedras, y modo de construir las grúas; y, además, la rotulación atribuye con terquedad las grúas a Betesolo, un carpintero menor, como ha demostrado Bustamante, *La octava maravilla*, 319, nota 84. Todo se recoge en un magnífico catálogo, en el que no faltan aciertos, también memorables. Véase García Tapia, “Juan de Herrera y la ingeniería”, 222-227.

⁸Se conserva en el Kunsthistorisches Museum de Viena.

⁹El torno es la máquina mínima y habitual, por ejemplo, Martínez de Aguirre, *Arte y monarquía en Navarra*, 130. Tiros, pescantes y guindastes

se ven todavía sobre la cornisa junto a la Puerta del Reloj y en la fachada sur de la catedral de Toledo. Las voces correspondientes de Espasa-Calpe, Enciclopedia, los determinan con acierto. Antes del siglo XIX, estos términos son equivocados: el dibujo de la figura 17 lleva por título: “Guindastre que por otro nome se chama groa”, Santiago Páez, *Dibujos de arquitectura y ornamentación*, 245-246.

¹⁰Cabra, cabria y cabrilla significan de ordinario una máquina de tres patas: véase “Cabra” en García Salinero, *Léxico de alarifes*, 65. La cabrilla puede significar una de las patas de la cabria. La cabria puede tener cuatro patas, y también dos, sustituyendo patas rígidas por vientos, como la mayor parte de las *Machinas Tractorias* de Vitruvio: véase, por ejemplo, Ger, *Tratado de construcción, II*, 576-577.

¹¹Choisy, *Vitruve, I*, 242-243, y *Vitruve, III*, x. Véase el apartado 8.3. “Machine elevatorie e tractorie” de Giuliani, *L'edilizia*, 199-205.

¹²Choisy, *Vitruve, I*, “Les palans: en quoi ils diffèrent des notres”, 241-242.

¹³ Todavía hoy se usan como opción económica: Stuart, “New light on the Olmecs”, 108-109, publica una cabria elemental en una localidad mexicana, que manipulada con ayuda de una docena de personas sube 5 toneladas.

¹⁴Las cabrias de dos piernas pueden inclinarse para acercar la carga al paramento, pero necesitan alguna articulación especial, y son complicadas: véase Perrault, *Les Dix Livres d'Architecture de Vitruve*, 304, nota 4.

¹⁵Se observa la tendencia en *El Manuscrito de Juan de Herrera*; para Tosca en el siglo XVII la grúa consta de una rueda grande y una polea, sin pescante ninguno; Tosca, *Compendio Mathematico*, 305, y figura 32; de él toma la definición el Diccionario de Autoridades, en 1732. Finalmente: “Grúa”: “es una rueda muy grande...”, dice en 1788, Rejón de Silva, *Diccionario*, 117.

¹⁶“Súbense muy grandes pesos con la grúa y llévanse, con ella, a cualquier parte de la obra, sin ningún trabajo, por causa que el árbol o mástil juega sobre un perne de hierro”, Turriano, *Los Veintiún Libros de los Ingenios, IV*, 383v-384r.

¹⁷Matheus, *Hafenkrane*, 19.

¹⁸ Hay efectivamente una “Bockkrane” en el puerto anexo a la torre; la grúa que está sobre la construcción no gira bien: hay que tirar de una cuerda para atraer hacia el muro el peso que eleva. Sería difícil de armar, muy pesada, y se necesita mucha fuerza para girarla un ángulo grande.

¹⁹Dürer, *Journal de voyage*, annexes I, carte 2, 78-79.

²⁰La de Brujas, en cuadro de P. Pourbus, *La gran grúa de Brujas*, de 1551, en el Museo Groninge de Brujas, y también en miniatura en el fragmento Clm 23638 de la Bayerische Staatsbibliothek de Munchen, la de Nieuport en Museo de Nieuport, etc.

²¹No aparece una sola en las láminas de la colección de El Escorial, que comprende un importantísimo repertorio flamenco, González de Zárate, *Real Colección de Estampas*.

²²Matheus, *Hafenkrane*, 14.

²³La lista de las que se tiene noticia es bastante impresionante: Estrasburgo, Germersheim, Espira, Frankenthal, Worms, Maguncia, Eltville, Freiweinstein, Oestrich, Gaulsheim, Bingen, Rudesheim, Niederheimbach, Lorch, Bacharach, Kaub, Oberwesel, St. Goar, Boppard, Braubach, Oberlahnstein, Coblenza, Andernach, Bonn, Colonia, Neuss, Düsseldorf, y en los afluentes del Rhin: Frankfurt, Heidelberg, Heilbron, Tréveris, Reil, etc., Matheus, *Hafenkrane*, 69.

²⁴Wilhelm, *Architectura civilis*, láminas 30, 31, 32 y 33.

²⁵En la Biblioteca Nacional de Viena, véase Gimpel, *Les bâtisseurs de cathédrales*, 108. También una miniatura de la Württembergische Landesbibliothek de Stuttgart, véase Coldstream, *Masons and Sculptors*, 60.

²⁶Por ejemplo, hacia 1370, se empleaba una de estas grúas en la reparación del puente de Tréveris sobre el Mosela. Matheus, *Hafenkrane*, 28.

²⁷Hall, *The So-called 'Manuscript of the Hussite Wars'*, 1r, 4v, 8v.

²⁸Hall, *The So-called 'Manuscript of the Hussite Wars'*, 6v.

²⁹Es una escena del arco triunfal de Maximiliano I de Dürero y Altdorfer, en 1515: Hollstein, *The New Hollstein*, figura 86.

³⁰Se conservan cuadros del siglo XVIII, donde aparecen en plena actividad, como la del puerto de Frankfurt, que carga toneles, en un cuadro del Historisches Museum de esa ciudad. Como testimonio, Matheus cita la *Encyclopädie* de Johann Georg Krünitz, de 1789, que representa esta grúa (copiándola de Wilhelm), Matheus, *Hafenkrane*, 20; pero en esa fecha resultaría anacrónica, frente a la gran grúa, que consagra la rival *Encyclopédie* de Diderot, y está en uso en Francia desde dos siglos antes.

³¹"Ein Kraan... von Fortenbach der Stein", la cámara se hace piramidal para mejorar su sustentación, Jacob, *Theatrum Machinarum*, lámina 33.

³²Existe abundante bibliografía. Véase, muy asequible, Scaglia, "La obra de la catedral de Florencia", 72-79. Probablemente eran muy lentas.

³³Fontana, *Della Trasportatione*. Herrera llegaría a poseer un ejemplar, aunque se edita mucho después de 1575, Cervera, *Inventario*, número 745.

³⁴La primera versión es de 1578. Se llegaría a publicar una versión castellana, aunque muy tardía, en 1602: Besson, *Teatro de los instrumentos*.

³⁵Ramelli, *Le Diverse et Artificiose Machine*.

³⁶Véase una panorámica española, relacionada con el exterior, en los capítulos III, IV y V de García Tapia, *Molinos*, 45-168.

³⁷"Le frottement dans les machines composées, qui jusq'icy n'a pû en estre osté entierement, a toujours esté un obstacle à la puissance que l'on employe pour les faire agir... puisqu'il va tousjours en augmentant à proportion de la pesanteur du fardeau qu'elle remuë. Il y a des organes simples où le frottement n'est pas considerable, et où mesme il ne s'en rencontre point du tout... etc.", Perrault, *Recueil de Plusieurs Machines*, 1-7. Sobre su descubrimiento, véase Picon, *Claude Perrault*, 89-103.

³⁸Véase el estupendo catálogo, con la introducción de Wilkinson-Zerner, *Philip II and the Escorial*.

³⁹Queda patente su influencia: así en el puente de Zuazo de 1592, García Tapia, *Ingeniería y arquitectura*, figura 5. 6. El mismo autor recoge la noticia de que en 1594 se pide una grúa a El Escorial para otro monasterio, García Tapia, "Juan de Herrera y la ingeniería clasicista", 53. En 1613, Juan Gómez de Mora pide que se construya una grúa de dos ruedas, como las que se describirán para el monasterio, para terminar la galería que remataría la torre Bahona. La historia de esta torre es complicada, y verá un instrumento indistinto, una cabria, y esta grúa, Barbeito, *El Alcázar de Madrid*, 20, 32, 52, 139-140, 154-157.

⁴⁰Rastrear con precisión las máquinas en puertos y construcciones en España entre 1560 y 1580 podría ser tema de una tesis doctoral. Con las advertencias del inicio para las grúas escorialenses, véase el apartado "Ingenios y máquinas en las obras renacentistas", en García Tapia, *Ingeniería y arquitectura*, 163-190.

⁴¹Dibuja molinos de viento, norias y diversos ingenios, incluso horcas; hay que suponer que dejaría pasar los más vulgares o menudos. En el puerto de Barcelona se ve la torre de señales sobre Montjuïc, y un pequeño cabrestante en la orilla, Kagan, *Spanish Cities*, 170.

⁴²Kagan, *Spanish Cities*, 171-173, 179, 222-226.

⁴³La dibujó según parece en 1567, Kagan, *Spanish Cities*, 330. Aparece en ilustraciones muy anteriores: véase Sancho Corbacho, *Iconografía de Sevilla*, lámina 4, pormenor del cuadro de Santas Justa y Rufina, "con el ingenio o grúa para descarga de los barcos", hacia 1500, Parroquia de Santa Ana, Sevilla. La grúa parece cambiar de aspecto con el tiempo.

⁴⁴Pérez-Embid, "El puerto de Sevilla", 75-76.

⁴⁵Sancho Corbacho, *Iconografía de Sevilla*, lámina XVII, hubo de dibujarla por esas mismas fechas: 1565-1567; se publicaría en 1571 en *Civitatibus Orbis Terrarum*.

⁴⁶Morales Padrón, *Historia de Sevilla*, 30.

⁴⁷Aparece así en un grabado de Popma del puente que se deseaba hacer entre Sevilla y Triana, en 1629-1630. Sancho Corbacho, *Iconografía de Sevilla*, lámina XIX. Mantendrá esta apariencia muchos años.

⁴⁸Se ve una grúa sobre la torre de la catedral de Salamanca: otra sobre la iglesia del monasterio jerónimo de Santa Catalina de Talavera de la Reina, Kagan, *Spanish Cities*, 351 y 365.

⁴⁹La grúa esta mal definida; el dibujo se fecha entre 1569 y 1571: años de la terminación de la torre dorada y muerte de Wyngaerde, Kagan, *Spanish Cities*, 118. En el dibujo de Jean L'Hermite de 1596 ha sido sustituida por una cabria de dos piernas, L'Hermite, *Le passetemps*, I, 290, Barbeito, *El Alcázar de Madrid*, 38.

⁵⁰El dibujo es nítido y lleva fecha de 1562, Kagan, *Spanish Cities*, 122; mide 39,5 por 112 cm.

⁵¹Martín González, *El Real Sitio de Valsain*, 74-76. Contaba con experiencia, y conocería las grandes grúas flamencas, pero no se puede asegurar que las trazara él, Cervera, "Gaspar de Vega. Entrada al servicio real", 318-319, y 326-327, y 354-355; también, Cervera, "Testamento".

⁵²El mismo modelo serviría en el mar, acomodado sobre dos barcas unidas: *Los Veintiún Libros de los Ingenios*, 514 y 590. Sería un esquema común, que aparece entre los dibujos de Sangallo, aunque con torno: Frommel, *Architectural Drawings*, 217 y 415, número U 1439A verso.

⁵³Se ha advertido en varias ocasiones que *Los Veintiún Libros de los Ingenios* atienden principalmente a la hidráulica, pero presentan errores en otros aspectos. Se diría que este dibujo ha sido elaborado sobre otro muy sencillo y quizás antiguo, y al definirlo más exactamente se han cometido errores. La autoría y fechas de su redacción han sido objeto de polémica, desarrollada en parte en esta Revista, en la que no puedo entrar: García Tapia, *El autor aragonés*, 39-60, y 81-90, defiende a Pedro Juan de Lastanosa y una datación entre 1564 y 1575; García-Diego rechazó expresamente esa atribución, y lo dató entre 1590 y 1605, *Los Veintiún Libros de los Ingenios*, I, 36-39 y 53-69. Personalmente, creo que la redacción debe acercarse a 1575, aunque los dibujos sean posteriores.

⁵⁴Por ejemplo, cuando Pedro de Tolosa da condiciones para los patios de hospedería y procuración: "podrán aprovecharse de las grúas que de presente están hechas para Francisco González y Moreno", Bustamante, *La octava maravilla*, 326, nota 100. Según lo avanzado de la obra, se mencionan "tornos": Bustamante, *La octava maravilla*, 216, nota 68, 216, nota 69: "tiros": 226, nota 97, 249, nota 218, 256, nota 242; pero también grúas: por ejemplo, 354, nota 147, y 357, nota 152, y 360, nota 160, y 374, nota 184, y, muy detallado en 381, nota 191. Para carpintería, no se habla de grúas, sino solo ingenios: por ejemplo, 245, nota 199, y 343, nota 133, y 335, nota 118.

⁵⁵Bustamante, *La octava maravilla*, 158, nota 138, y 345, nota 138.

⁵⁶Sobre una grúa de su majestad se afirma que "el maeso que de tal obra se encargare se podra serbir della y si le fuere arruinando la adobara y remediara a su costa", Bustamante, *La octava maravilla*, 241, nota 179.

^{57a}"...dara otros ingenios mas vtilés que la cabrita para cargar piedras en las carretas", Portabales, *Los verdaderos artifices*, VII. Juan Bautista tenía que conocerlas. Trabajó en la fábrica vaticana, entre 1546 y 1549, Ribera, *Juan Bautista*, 83-92; y allí se utilizaron por esas fechas plumas de carga: maderos casi verticales, con poleas en su punta, tensados con vientos; aparece una enorme en un dibujo de hacia 1554, Carpiceci, *La fabbrica*, 260. En Italia eran frecuentes, y ayudó a difundirlas Alberti, a través su *De Re Aedificatoria*, libro VI, viii. Véase apartado "Le macchine" en Millon y Magnago Lampugnani, 478-490, números 86, 97, 98, y 401 del catálogo. Juan Bautista poseía un ejemplar de Alberti de edición rara: *I Dieci Libri de l'Architettura*, de Vincenzo Vaugris (o Valgrisi) en Venecia, 1546, que no lleva ilustraciones; pero lo ilustraba en cambio su Vitruvio de Argentorati de 1550, véase Cervera, *Libros del arquitecto*, 13, 17-18 y 53-54 (Cervera no anota los datos de esta edición de Alberti, casi desconocida). El manejo de las plumas de carga es muy complicado, y quizá Toledo no se atrevió a aplicar estas plumas en España.

⁵⁸Señala Bustamante que éste es el "antiguo soldado de la guardia alemana", Bustamante, *La octava maravilla*, 66, nota 30. Portabales lo confundió con Herrera y arrastró a Íñiguez, y a otros, Portabales, *Maestros mayores*, 43. Se le llamaba así: Bustamante, *La octava maravilla*, 329, nota 107.

⁵⁹Comenta Cervera, agudamente, "como siempre ocurre en las obras", y además ofreció una grúa muy barata: 20 ducados, la mitad o tercera parte de lo que costarán las de verdad, Cervera, *Desarrollo y organización*, 39 y nota 119. Evidentemente, el destajero, no coincide con Juan de Betesolo, de quien se documenta que hará algún apaño para el apa-

rejador Minjares, es decir, ya en 1576, por lo menos: García Tapia, *Juan de Herrera y la ingeniería*, 222-223.

⁶⁰Cervera, *Desarrollo y organización*, 77 y nota 119.

⁶¹Bustamante, *La octava maravilla*, 120, y 156, nota 138.

⁶²García Tapia, "Juan de Herrera y la ingeniería clasicista", 51.

⁶³Portabales, *Maestros mayores*, 43. Se trata probablemente del claustro de la enfermería que contrata Martín de Ibarguren, Bustamante, *La octava maravilla*, 159, nota 141, y termina rápidamente el 25 de septiembre de 1570, Bustamante, *La octava maravilla*, 175. Y seguramente en el de la iglesia vieja habría otra grúa.

⁶⁴El 15 de enero de 1569, cuando se dan condiciones para la bóveda de la cocina, se ofrece una grúa, Bustamante, *La octava maravilla*, 215, nota 67; tal vez de ella, en septiembre de 1569, se cayó el carpintero Andrés González, junto con otro compañero, que murió; alcanzaba los sesenta pies de alto, García Tapia, *Ingeniería y arquitectura*, 176. Desde ella, se llevaban piedras hasta la torre de la Botica.

⁶⁵Se levantará el 7 de diciembre de 1569, Cervera, *El Manuscrito de Juan de Herrera*, 37. Fue la primera que se quebró, San Gerónimo, *Memorias*, 207; hubo de ser antes de 1572.

⁶⁶Bustamante, *La octava maravilla*, 326, nota 100, y 382, nota 191. En la grúa que se levantaba en el claustro pequeño, junto a la portería principal, un carpintero "cayó de una grúa y se mató", San Gerónimo, *Memorias*, 163. Podría coincidir con el anterior.

⁶⁷El 18 de agosto de 1569 se ofreció a los maestros que concertaron la edificación del lado oeste del claustro: "una grúa que agora esta hecha a costa de su magd. en el dho patio del claustro mayor", Bustamante, *La octava maravilla*, 241, nota 179; hubieron de arreglarse para repartirla con otro equipo: Bustamante, *La octava maravilla*, 238, nota 177.

⁶⁸Cervera, *El Manuscrito de Juan de Herrera*, 36.

^{69a}"...se quebró la grúa que estaba sobre la escalera principal (quando se hazia la dicha escalera)", San Gerónimo, *Memorias*, 163. Puede referirse a ésta, pero no es seguro; tuvo que ser en 1571 o 1572.

⁷⁰Si "fuere necesario hazer otra grua en alguna parte la hara mandandolos los señores de la congregacion con yntervencion de Lucas Escalante como aparejador de la partida dando su parecer en la parte que mas convendra hazerse", Bustamante, *La octava maravilla*, 241, nota 179.

⁷¹Escalante, Lucas de, *Las maderas que de presente son necesarias para una grua...*

⁷²Se estaba desmontando un cerco por cuenta de su majestad, Bustamante, *La octava maravilla*, 338, nota 124.

⁷³Bustamante, *La octava maravilla*, 277, nota 149. Escalante, *Condiciones de la manera y forma que se ha de hazer una grua...*

⁷⁴El prior habla de "sacarse unas grúas del claustro principal y acabarse de cerrar el dicho claustro antes de que se leuante la pared de la yglesia", Cervera, *Documentos biográficos*, I, número 153; también comentario en Cervera, *Años del primer matrimonio*, 163-164. Si las grúas ayudaban a la construcción de la arquería norte, desde la iglesia, luego servirían al muro de separación entre iglesia y claustro. Herrera no quiere meterlas, pero desea que los suelos del andén superior del claustro sirvan de andamio a la iglesia. La perspectiva de 1576 muestra la arquería terminada y las bóvedas sin realizar, lo que haría difícil que las grúas interviniéran desde el claustro.

⁷⁵Cervera, *Documentos biográficos*, I, número 153.

⁷⁶Almaguer pide un ingenio sencillo para la granja el 13 de julio de 1567, muerto ya Juan Bautista: “v. m. que se embie esta traçilla de las poleas a Gaspar de Vega, que tiene cargo de mandallas hazer”; y el rey anota: “Embiesela”, lo que descarta a Gaspar de Vega como autor, Portabales, *Maestros mayores*, 239.

⁷⁷San Gerónimo, *Memorias*, 133-134.

⁷⁸Ulloa, *La Hacienda Real*, 789.

⁷⁹La solución se preveía desde el año 1573, pero el decreto se redacta en febrero, se arreglan todavía detalles en mayo; y no se difundiría hasta septiembre, Loewett, *Philip II*, 68-73.

⁸⁰Carta de Herrera al secretario Diego de Ayala, archivero de Simancas, 26 de agosto de 1575: “...a S. M. no se le podría agora decir que se añade obra de nuevo, porque no añada él nuevamente dineros, que lo hace de muy mala gana”, Ceán-Bermúdez, *Noticias de los arquitectos*, 323-324, Cervera, *Documentos biográficos*, I, número 155.

⁸¹Se trata de un famoso borrador de instrucción, Modino, *Los priores*, I, 176.

⁸²Cano de Gordoqui, *La construcción del Monasterio*, 85 y figura 5.

⁸³Ulloa, *La Hacienda Real*, 805.

⁸⁴Desde el 11 de mayo de 1575, en que el rey lo rescata del chusco episodio de la Inquisición toledana, hasta el 30 de junio, está en El Escorial. Luego está en Madrid; donde se le encuentra también entre el 17 y 26 de agosto, Cervera, *Años del primer matrimonio*, 152-188.

⁸⁵Sobre la organización, Cervera, *Desarrollo y organización*, 19-65. Un esquema en el capítulo II “La Administración: la máquina burocrática”, Cano de Gordoqui, *La construcción del Monasterio*, 29-60.

⁸⁶Cervera, *Años del primer matrimonio*, 164-188.

⁸⁷Se paga el 13 de septiembre de 1575 veinte reales por los portes, Bustamante, *La octava maravilla*, 394, nota 239; era víspera de la Santa Cruz. Fray José se refirió a estos modelos: “y para otras cien cosas se han hecho otros muchos, como para algunos ingenios y máquinas”, Sigüenza, *La fundación del Monasterio*, 146.

⁸⁸El 21 de mayo de 1575, habida cuenta de su habilidad para “hazer modelos de madera” y otras, estará con Herrera para “acudir y ayudar” en las “obras, modelo y otras cosas que hubiere menester”, Cervera, *Documentos biográficos*, I, número 140, y *Años del primer matrimonio*, 152. El modelo de la basílica lo había hecho Martín de Aciaga, antes de diciembre de 1574; trabajaría en él todavía hasta octubre de 1575, para poder introducir los cambios del diseño: Bustamante, *La octava maravilla*, 293 Portabales, *Los verdaderos artífices*, CLXIII. Flecha pudo dedicar el verano del 1575 a hacer las maquetas de grúas, bajo la dirección de Herrera.

⁸⁹El prior afirma que “También respondí al Señor Herrera por la vía dicha, acerca de las machinas e ingenios que hauía embiado, helas visto y es de doler que tan tarde se ayan començado a usar, por que según la demostración no puede dexar de ahorrarse muchos peones y gastos y abrauiarse tiempo”. Cervera, *Documentos biográficos*, I, número 159.

⁹⁰Habría que datar el manuscrito de máquinas de Herrera, como sugería Cervera, en agosto o septiembre de 1575. Cervera, *El Manuscrito de Juan de Herrera*, 66.

⁹¹Parece que se dibujó algo a mano, en una hoja encima y ha traspasado un poco el dibujo. Algunas líneas trazan un cuadrado, y otras, algo cir-

cular o poligonal. Con imaginación y audacia, se adivina la cámara de la grúa con su rueda (pero no es seguro). Lo señala García Tapia, “Juan de Herrera y la ingeniería”, 227.

⁹²El carpintero Roxo tiene 36 roldanas listas para el 21 de octubre de 1575, Bustamante, *La octava maravilla*, 394, nota 239; cada grúa utilizaba tres, por lo menos. No es improbable que se hubieran encargado antes de llegar el modelo a El Escorial.

⁹³Construir una grúa costaba algo menos de un mes; haciendo varias, el tiempo se reduce. Para hacer trece (una está en construcción en verano de 1576), se necesitarían unos diez meses; lo que casa bien con los datos ofrecidos.

⁹⁴Cervera, *Años del primer matrimonio*, 192-193. Se trata de un ingenio nuevo y distinto de los iniciales: lo menciona San Gerónimo, al relatar la visita del rey, el 8 de marzo de 1576, “un nuevo ingenio que había dado Juan de Herrera, su arquitecto, que es una cabrilla”, *Memorias*, 164.

⁹⁵Cervera, *Inventario*, número 741. Hay varias ediciones. La ilustración la he tomado de Valturio, *De Re Militari*, Verona 1483, libro X. Podría ser también una cabria de dos patas, con juego en los pies: tomaría la piedra en un punto con las patas muy inclinadas, y lo desplazaría, enderezando las patas, para cargar sobre el carro: podría cargar varias piezas sin mover el carro; pero el problema de la cantera consistía en cargar las piedras grandes, que se llevaban, según se nos dice, una en cada carro, y, para ello, la solución de Valturio es igualmente rápida y más segura. Por otro lado, Herrera consiguió libros de máquinas después de 1575: en 1584 pide a Italia, entre otros, “...algún libro que tratase de los instrumentos bélicos antiguos...”, Cervera, *Documentos biográficos*, II, número 32.

⁹⁶Sangallo recoge un dibujo de una máquina semejante, añadiendo que se usa en Roma, podría haberla traído Juan Bautista. Frommel, *Architectural Drawings*, 266-267 y 480, número U 3951 recto.

⁹⁷Cervera, *Años del primer matrimonio*, 175-176, 180, Cervera, “Desarrollo y organización”, 56-62. Puede verse un análisis detallado de los contratos de El Escorial en Cano de Gordoqui, *La construcción del Monasterio*, 404-425.

⁹⁸Bustamante, *La octava maravilla*, 295 y nota 250.

⁹⁹Cervera, *Documentos biográficos*, I, números 173 y 174. Bustamante, *La octava maravilla*, 295-296.

¹⁰⁰Cervera, “Desarrollo y organización”, 57.

¹⁰¹La descripción de Sigüenza de este proceso es bastante precisa, Sigüenza, *La fundación del Monasterio*, 105-106. Se utilizará el trinchante o escoda, con acabados perfectamente aceptables; parecen menos cuidadas las tres primeras hiladas, las que dirigió Diego de Alcántara, lo que justificaría la reacción del obrero mayor y aparejadores. En toda Europa se percibe la tendencia a dejar la piedra vista, pero con instrumentos más agresivos, lo que provocó una famosa descalificación de Viollet-Le-Duc.

¹⁰²Por ejemplo: Cabrera asegura haber sido informado, para transmitir al prior que “las cornisas por el mucho vuelo ternán neçesidad de yr labradas de todo punto”, Cervera, *Años del primer matrimonio*, 328, nota 18; véase también 186-188.

¹⁰³El 1 de diciembre de 1575 escribe Escalante, y el 6 debe salir para Madrid. Cervera, *Documentos biográficos*, I, números 185 y 186.

¹⁰⁴El 11 de diciembre envía a Diego de Alcántara a El Escorial. Cervera, *Documentos biográficos*, I, número 187.

¹⁰⁵Cervera, *Documentos biográficos*, I, número 189. Bustamante, La octava maravilla, 411, nota 5.

¹⁰⁶Cervera, "Desarrollo y organización", 56-60.

¹⁰⁷Cano de Gardoqui, *La construcción del Monasterio*, 251-289, especialmente 266, 281-282, y la llamativa tabla de la figura 42. También, Cervera, "Desarrollo y organización".

¹⁰⁸L'Hermite, *Le passetemps*, II, 87, recoge una carta de Villacastín al autor. Bustamante, *La octava maravilla*, 465, nota 92.

¹⁰⁹Recuerda la Congregación con el Prior el 7 de junio de 1576, que "se notifique a los dhos maestros destageros y cada uno dellos que asista a sus obras y destajos el uno dellos en las canteras donde assi se saca y labra la dha piedra y el otro en el sitio y obra de la yglesia cada uno en su partida...", Bustamante, *La octava maravilla*, 477, nota 103.

¹¹⁰Cervera, *Documentos biográficos*, I, número 189.

¹¹¹Alberti, *De Re Aedificatoria*, VI, viii. El inventario de 1597 señala que Herrera poseía una edición latina, y otra "en toscano", además de las romances ya citadas (y posteriores a 1575), Cervera, *Inventario*, números 481 y 655. Ediciones latinas hay varias; la toscana será la traducción de Cosimo Bartoli, en Florencia, en 1550, que tiene bastantes menos dibujos que la veneciana, que se menciona luego.

¹¹²Philandro, *M. Vitruvii*, 405-406. Cervera, *Inventario*, número 714.

¹¹³Según la versión oficial, Brunelleschi las habría recuperado de la antigüedad. Sangallo el joven las conoce bien, Frommel, *Architectural Drawings*, 148 y 331, número U 826A verso; y es posible que Juan Bautista las viera en San Pedro.

¹¹⁴*Los Veintiún Libros de los Ingenios*, 383r-383v. Texto y dibujos deben mucho a la edición veneciana que preparó Cosimo Bartoli, en 1565, Alberti, *L'Architettura di Leonbatista Alberti*, 81. Los dibujantes de Bartoli la representaron equivocada, haciendo cola de milano en las dos direcciones, con lo que no podría introducirse en la piedra.

¹¹⁵*Los Veintiún Libros de los Ingenios* hablan de "holivelas" siguiendo al italiano *ulivelle*; Lozano hablará de "impleolas", según el original latino; en cambio, la traducción francesa de 1553, hecha en París, sobre la de Bartoli de 1550, puede mencionar que "nuestros obreros franceses las llaman *mortaises*", Alberti, *L'Architecture et Art*, 111v. En España se llamarán castañuelas; y también clavija y diablo, Ger, *Tratado de construcción*, II, 579.

¹¹⁶Se ven algunas piedras así, claramente, en la perspectiva de 1576: por ejemplo, la gran pieza que se traslada por el patio del palacio; hay varias más en el suelo.

¹¹⁷Algunas piezas de las bóvedas son muy alargadas y, al elevarse, girarían, golpeando muros y cornisas. Dovelas de arcos, como los del presbiterio hubieron de elevarse con tenazas, que podrían impedir el giro con cuerdas accesorias; la operación dejó muy patentes y feas huellas en el arco que enmarca el retablo; y hay que pensar que las tenazas se usaron como recurso extremo, fallidos los demás. La perspectiva indica que fuera de la iglesia -en la torre del palacio- se utilizaron bragas, lo que no permitiría tomar piedras de las carretas.

¹¹⁸Sigüenza, *La fundación del Monasterio*, 129. Sigüenza se refiere a 1578; evidentemente, en 1576 se tenía el mismo propósito.

¹¹⁹Sigüenza, *La fundación del Monasterio*, 106-107.

¹²⁰Sigüenza añade expresamente que: "Este año fue el en que continuó mucho las venidas aquí el Rey, porque las plantas [tiernas] quieren regarse más a menudo", Sigüenza, *La fundación del Monasterio*, 107-108.

¹²¹Llegó el 7 de Junio de 1576 y se marchó el 22 de septiembre, urgido por la revuelta de Flandes, San Gerónimo, *Memorias*, 163, 172-173. "...vengo, y estoy hecho pedaços", dirá al secretario Mateo Vázquez, Riba y García, *Correspondencia privada*, 49.

¹²²Navascués, "La obra como espectáculo", 55-67.

¹²³Kagan, *Spanish Cities*, 12 y 62-67. Nunca se grabaron.

¹²⁴En la colección de láminas de El Escorial, se encuentran varios ejemplares de obras con máquinas, que podía ver Felipe II: González de Zárate, *Real Colección de Estampas*, números 1132, 1652, 2475, 2514, 4052.

¹²⁵Fabrizio Granello, que en 1576 era muy joven, Rodrigo de Holanda (el que más posibilidades tiene del grupo), que pintó cuadros para Valsain, y algunas imágenes sencillas para celdas, que no prosperaron, y luego pintará puertas de verde; recientemente se ha sugerido fray Mariano Azaro, que dibujaba mal.

¹²⁶Pistoi, M., "Francesco Terzi", 591-637, que no he podido utilizar. La referencia procede del diccionario Grove: Turner, *The Dictionary of Art*, XXX, 518-519, que no alude a una estancia en España; sí la consigna el certero Thieme-Becker, apuntando que el 14 de marzo de 1577, el archiduque envía una carta a Madrid, pidiendo a Felipe II que lo haga regresar, *Allgemeines Lexikon*, XXXII, 546-547.

¹²⁷González de Zárate, *Real Colección de Estampas*, VIII, 89-115. Era capaz de dibujar hombres y animales minúsculos, como muestran los detalles superiores de estas láminas, de las que se conservan dibujos en la Albertina de Viena.

¹²⁸El 3 de septiembre de 1575, en El Escorial, el secretario Mateo Vázquez anota al rey que "Santoyo me ha dicho que Vuestra Magestad quiere ver lo de Francisco Tierzo pintor, y esta con otros particulares, que todo va aquí". Se trata evidentemente de papeles. Felipe II responde: "A Gaitan escribid que se den a Francisco Terço 300 ducados por una vez, como dice el parecer de la cuenta, y a Santoyo que le diga que podrá acudir a Gaytan". Riba y García, *Correspondencia privada de Felipe II*, 54-55. En 1575, Mateo Vázquez resulta compañía imprescindible a Felipe II, véase "The Rise of Mateo Vazquez" en Loewett, *Philip II*, 55-79; también Cervera, *Mateo Vázquez*. Consta que Sebastián de Santoyo, "ayuda de cámara de papeles", se desplazaba habitualmente con Felipe II a El Escorial, Cabrera de Córdoba, *Filipe Segundo*, 198, 216 y 307; Gaytan o Gaitan de Vargas era sobrino de Diego de Vargas, el secretario del Consejo de Italia, servía de oficial en ese consejo, quizá ocupando la interinidad de Secretario, por enfermedad de su tío, y permanecería en Madrid, según se desprende de otras menciones de Vázquez; es figura fantasmal para la bibliografía especializada: Rivero Rodríguez, *El Consejo de Italia*, 109, recoge un documento de 17 de mayo de 1576, donde se acusa a "Vargas, Gaytan y algunos oficiales de la Cancillería", pero no lo sitúa, y no lo menciona Escudero en sus listas de secretarios; pero Cabrera afirma que poco después "servía de Secretario de Italia Gaitán de Vargas por muerte de su tío" y acabará preso, por grave cohecho: Cabrera de Córdoba, *Filipe Segundo*, 450. En todo caso, Terzi está en esos días en El Escorial, pues Santoyo puede hablarle.

¹²⁹Supuesto que Terzi participara, 300 ducados son un precio desorbitado para un dibujo, y la "quenta" debería incluir otros trabajos, que el rey carga al Consejo de Italia. En 1569 Terzi había enviado a Felipe II láminas sueltas de *Austriacae gentis imaginum...*, anunciándole un envío completo en pergamino, Checa Cremades, *Felipe II*, 194-195. A esta edición de 1569 corresponde la colección de El Escorial (no sé si en pergamino), según González de Zárate, *Real Colección de Estampas*, VIII, 89-115. Pero la colección se terminó, al parecer, en 1573, Radcliffe, "The Habsburg Images", 104; y quizá se pagaron en 1575 algunas láminas que faltaban.

¹³⁰Véase Cervera, *El Manuscrito de Juan de Herrera*, 42. Hubo de estar al tanto: las grúas están perfectamente dibujadas, y se ha demostrado que no es fácil. Pero no parece de su mano, al menos en su mayor parte: la arquitectura está construida con coherencia perspectiva, aunque los modillones de la fachada derecha fugan mal; pero falta preocupación por las proporciones: véase la fachada este con la torre del prior; y Herrera las cuidaba, por ejemplo para su perspectiva: Cervera, *Las estampas*, y también el *Sumario y breve declaración*, que acompaña, 26v-27v. El detalle ínfimo y los esbozos rápidos de hombrecitos, de apenas un centímetro, y bueyes, en todas posiciones, acreditan una mano muy experimentada; el paisaje se trata sumariamente.

¹³¹Los chapiteles están dibujados acertadamente, cosa nada fácil: el Museo de Arquitectura de El Escorial expone paneles actuales con chapiteles equivocados. En los desvanes del monasterio, se conservaban después maquetas de muchos elementos, Sigüenza, *La fundación del Monasterio*, 145-147; véase el interesante comentario de Ceán-Bermúdez, *Noticias de los arquitectos*, 82.

¹³²La imaginación popular aseguraba que por la noche, un temible perro aullador saltaba de pescante en pescante, Sigüenza, *La fundación del Monasterio*, 125.

¹³³Véase la bonita edición de Juan Antonio Yeves, *Bibliografía de Luis Cervera*.

¹³⁴Aunque sorteó exponerlos en profundidad al Rey. No aparecen datos numéricos en la fórmula de proporciones, aunque, según apunta Cervera, Herrera los conocía; era preciso hacer cálculos y no encontró un "camino para reyes", Cervera, *El Manuscrito de Juan de Herrera*, 85-86.

¹³⁵Cervera, *Inventario*, números 646, 696, 797 y 811. Véase un elenco más amplio en Cervera, *El Manuscrito de Juan de Herrera*, 93, nota 107.

¹³⁶Cervera, *El Manuscrito de Juan de Herrera*, 29-30, con bibliografía.

¹³⁷Cervera, *El Manuscrito de Juan de Herrera*, 66.

¹³⁸Cervera, *El Manuscrito de Juan de Herrera*, 70.

¹³⁹Martín Gómez, "La evolución y los sistemas", 88, apunta que Herrera trajo de Flandes "valiosos conocimientos de grúas", y lo ilustra con un retrato de Pourbus, que representa al fondo el puerto de Brujas, con su Bockkrane; también lo dice Wilkinson-Zerner, *Juan de Herrera*, 23. No eran estas grúas las que tomó Herrera. En Flandes existirían grúas torre, según se ha dicho, pero son típicas del Rhin; en la colección de láminas de El Escorial, entre varias escenas de construcción, sólo figura una grúa torre, González de Zárate, *Real Colección de Estampas*, número 1289.

¹⁴⁰Es frase del cronista del viaje: Calvete de Estrella, *El Felicísimo Viaje*, II, 104 y I, 339. Llegaron a Bruselas el 1 de abril de 1549, y permanecieron un año, visitando ciudades flamencas. Calvete menciona las "Cranas"

de Brujas y Amberes; pero olvida las alemanas, menos llamativas, cuando pasan por Heidelberg o Espira, donde las había de torre y barco, Calvete de Estrella, *El Felicísimo Viaje*, I, 154-160. Calvete no relata el regreso. El emperador embarcó en Colonia y subió el Rhin (con grúas de puerto en las ciudades mencionadas antes,) hasta Espira, Foronda, *Estancias y viajes*, 617-618; quizá le siguió el príncipe: entraron los dos el 8 de julio de 1550 en Augsburgo, donde vivieron casi un año, con diversas salidas. Los datos de Herrera proceden del memorial de 1584; y un resumen de todo en Cervera, "Esquema biográfico de Juan de Herrera", 14-16.

¹⁴¹No he podido confirmarlo, aunque es lo más probable; para recorridos posibles, véase Parker, *El Ejército de Flandes*, 92-98.

¹⁴²Ingresó en la guardia del Carlos V. El emperador no salió apenas de Bruselas desde octubre de 1554, hasta que se embarcó en Gante, para España, el 8 de agosto de 1556: Foronda, *Estancias y viajes*, 647-655. Se desconoce si Herrera volvió con Carlos V a Yuste: deseaba volver a España, pero no figura en las listas de servidores.

¹⁴³Bury, *Juan de Herrera*, 55-58. El viaje de Felipe II lo relata Juan de Vandenesse, que menciona a Juan de Herrera en los funerales de Carlos V en Bruselas. No es seguro que sea el arquitecto, pues coexistían varias personas con el mismo nombre, García Mercadal, 1064 y siguientes. El regreso del rey a España fue por barco. Gaspar de Vega, que acompañó a Felipe II, volvió mucho antes por Francia, Cervera, "Gaspar de Vega. Entrada al servicio real", 349-358.

¹⁴⁴Cervera, *Mateo Vázquez*, 166 y nota 191. Mallara, *Recibimiento que hizo*, aunque el rey pasó numerosas veces junto a la Torre del Oro, el libro no menciona la grúa; ni aparece en el grabado que representa la llegada del rey en barca. Sólo se descubre un borrón, que quizá la significa.

¹⁴⁵En las campañas de Carlos V participaron ingenieros alemanes, integrados en regimientos españoles. El manuscrito Anónimo de la Guerra Husita, por ejemplo, lo adquirió Albrecht von Widmannstetter, que luchó por el emperador en Italia, y luego en Alemania en 1546, en un regimiento español, Hall, *The So-called 'Manuscript of the Hussite Wars'*, 45-46. Cuadernos parecidos pudieron llegar a manos de Herrera años después por similares contactos.

¹⁴⁶Santiago Páez, *Dibujos de arquitectura y ornamentación*, 245-246. Bustamante, *La octava maravilla*, 318-319, nota 84.

¹⁴⁷Lo señala, acertadamente, García Tapia, "Juan de Herrera y la ingeniería", 222-227.

¹⁴⁸Por ejemplo, se pide a Juan de Laguna en un contrato, que suba una grúa "todo lo que fuera menester para alcanzar a la postrera piedra que se a de hasentar en lo alto del frontispicio...", Bustamante, *La octava maravilla*, 491, nota 124.

¹⁴⁹Bustamante, *La octava maravilla*, 490, nota 124.

¹⁵⁰Bustamante, *La octava maravilla*, 487, nota 119.

¹⁵¹La perspectiva de 1576 muestra que la grúa que se eleva en el cuarto de la reina está asegurada con vientos o puntales, lo mismo que otra en la biblioteca.

¹⁵²Bustamante, *La octava maravilla*, 481, nota 115.

¹⁵³Algunas veces se empleaban burros, mulos, bueyes e incluso perros. A veces se accionaban a mano, introduciendo en la circunferencia unas clavijas: También se podían mover pisándolas desde fuera, colocando un andamio a la altura del ecuador de la rueda.

¹⁵⁴En El Escorial, algunos peones metían con ellos un perro, para distraerse, Sigüenza, *La fundación del Monasterio*, 125. El peligro sobrevenía al partirse la cuerda: "lleva gran riesgo la vida del que mueve la rueda, por la velocidad con que se revuelve", Tosca, *Compendio Mathematico*, 306.

¹⁵⁵Las ruedas de la grúa de Tréveris tienen 4,20 m de altura y 1,20 de ancho, sujetas a un mástil de roble de 60 cm de grosor: Matheus, *Hafenkrane*, 21. Lo mismo ofrece la voz "Grúa", de Espasa-Calpe, *Enciclopedia*, XXVI, 1393. En grúas medievales a veces se habla de 8 metros, Erlande-Brandenburg, *Quand les cathédrales*, 121-122. Y las ruedas de molinos y norias son mayores.

¹⁵⁶Esta disposición aparece a veces en *Los Veintiún Libros de los Ingenios*, y el manuscrito de Lobato muestra un molino con una gran rueda con esos radios, que llama "molino de grúa", García-Diego y García Tapia, *Vida y técnica*, 62-63; tal disposición era muy antigua para ruedas de pisar: Bechmann, *Villard*, 272-277.

¹⁵⁷Bechmann, *Les racines des cathédrales*, 256-258.

¹⁵⁸Se trata de una reglamentación de la primera mitad del XV, Matheus, *Hafenkrane*, 33. Pero a principios de nuestro siglo la grúa de Tréveris podía levantar todavía 2,5 toneladas, y se estimaba que antiguamente sobrepasaría esa medida, Espasa-Calpe, *Enciclopedia*, XXVI, 1393.

¹⁵⁹Las hiladas cuarta y undécima del muro interior de la iglesia parecen las mayores; ahí se encuentran algunas piezas de largo, alto y ancho aproximado de 150x60x45 cm, que pesarían 1,1 toneladas, límite para las grúas pequeñas. Las demás hiladas son más bajas, hasta la duodécima que rondará excepcionalmente los 20 cm de altura. Pero hay piedras muy grandes, como el dintel del hueco que une el patio del evangelio con los corredores del palacio (252x70x45); lo levantaría la grúa instalada allí mismo, según la perspectiva de 1576 (la que se cayó), y el dintel pesaría 2,1 toneladas, límite razonable para las grúas grandes. Los granitos abulenses, cercanos a las canteras de El Escorial, pesan entre 2,63 y 2,67 g/cm³, García de los Ríos y Báez, *La Piedra*, 142-173.

¹⁶⁰Era lo ordinario, y así aparece en la mayor parte de las representaciones. El Diccionario de Autoridades avisa que "entran en la rueda uno o dos hombres"; el Diccionario de Rejón afirma que "entran dos hombres".

¹⁶¹Sigüenza, *La fundación*, 127.

¹⁶²Bustamante, *La octava maravilla*, 487, nota 119. Juan de Laguna y Juan de Betesolo hacen cuatro grúas del 18 de febrero de 1578 a 15 de mayo de 1578.

¹⁶³Bustamante, *La octava maravilla*, 481, nota 115; y 486, nota 119.

¹⁶⁴Bustamante, *La octava maravilla*, 482, nota 115, y 487, nota 119.

¹⁶⁵La perspectiva muestra uno de esos andamios auxiliares. Pero requerirían también algún ingenio elevador elemental, como una cabrilla que utilizó con éxito Betesolo, García Tapia, "Juan de Herrera y la ingeniería clasicista", 51.

¹⁶⁶"Este dicho año se labraba la iglesia de este monasterio en el alto de 30 pies y había 18 grúas y se trabajaba con todas", Zarco de las Cuevas, *Documentos para la historia*, 51.

¹⁶⁷Sigüenza, *La fundación*, 93-95. "veinte grúas de a dos ruedas, unas altas, otras bajas, y otras sobre éstas más altas, y sobre éstas tabladados o andamios", y 9 más en diversos lugares, además de las que levantan el colegio.

¹⁶⁸Se puede asegurar que se construyeron para la iglesia en las campañas de 1576, 1577 y 1578 por lo menos 29 grúas, pero Sigüenza sólo cuenta 20. Las nueve y más restantes o se trasladaron o desmontaron.

¹⁶⁹Así hay que interpretar la solicitud de Juan de Betesolo, carpintero que intervino en algunas grúas, que asegura "fuele mandado llamarle para hazer dar trazas de ciertas grúas que se habían de hazer"; y asegura que ahorró madera y hierro; probablemente se refiere a dos de 1578, Bustamante, *La octava maravilla*, 487, nota 119; Martín González, "Noticias varias", 236; véase la interpretación de García Tapia, "Juan de Herrera y la ingeniería clasicista", 51, y el comentario de Bustamante, *La octava maravilla*, 319, nota 84.

¹⁷⁰De las de 1577, Juan de Laguna fabricará 6 y Pedro de Ragama junto con Juan de Aguirre, 2. Y de las de 1578, Juan de Laguna y Juan de Betesolo (Betesolo, Vetisolo, etc.) harán 5; Juan de Laguna, 2 más, y la restante, Betesolo, cada uno, al parecer, por su cuenta. Algunas de estas grúas necesitaban ya tres cámaras, y hubieron de reforzarse más intensamente, lo que permitiría lucirse a carpinteros con experiencia como Betesolo. La parte móvil se ajustaría a lo dispuesto por Herrera.

¹⁷¹Bustamante, *La octava maravilla*, 394, nota 239, y 305, nota 60, y 482, nota 115, y 488, nota 119. Luego las hace Pedro Flores, 498, nota 139.

¹⁷²Protestan los destajeros anteriores que se les tenga en cuenta. Bustamante, *La octava maravilla*, 395, nota 247; también 479, nota 108. En diciembre de 1576, la Congregación se lamenta: "La carretería no trae de ordinario tanta piedra que baste para poderse ocupar todo el día en el asiento della", y no obstante se requiere la presencia de todos los oficiales, Bustamante, *La octava maravilla*, 479, nota 108.

¹⁷³"...los destajeros ocupan sus oficiales en retundir la obra que iban haciendo y en labrar en el sitio piedras de mas de las que son para molduras y otras cosas que pudieran bien escusar los que no les toca", y más adelante, "y los demas oficiales que labran en el sitio se ocupan de las molduras conforme a la escritura de sus destajos y en labrar algunas piedras que estaban traydas al sitio antes de comenzar sus destajos y que se an ydo trayendo de las que estauan sacadas en las canteras por estar repartidas en muchas partes y no se sauer para lo que podrian servir", Bustamante, *La octava maravilla*, 479, nota 108.

¹⁷⁴Al levantarse la fachada principal, en septiembre de 1579, se recomienda hacer uso de las piezas que quedaban en la fábrica, como última oportunidad de emplearlas, Bustamante, *La octava maravilla*, 562, nota 290.

¹⁷⁵En agosto 1577, se habla de una grúa que se cayó, y llevaría un año construida, Bustamante, *La octava maravilla*, 481, nota 115. Se levantaba en el pequeño patio del evangelio.

¹⁷⁶Cervera, *El Manuscrito de Juan de Herrera*, 35.