4.8 *ARTE Y USO DE ARQUITECTURA*

Fray Lorenzo de San Nicolás en el manuscrito

4.8. Fray Lorenzo de San Nicolás en el manuscrito.

La última parte de este manuscrito recoge fragmentos de dos obras impresas muy difundidas en España. En primer lugar, los dos tomos de *Arte y Uso de Arquitectura*, de Fray Lorenzo de San Nicolás. El otro trabajo presente es el *Tratado XV de la Montea y cortes de cantería,* tomo V del *Compendio Matemático* del padre Tosca.

En 1639, se publica en España por primera vez el tratado *Arte y Uso de Arquitectura*. Interesado por todo lo relacionado con la formación del arquitecto, el autor se dirige a los jóvenes aprendices con el fin de ser un instrumento de utilidad para ellos. Con un lenguaje claro y sencillo, acerca a este público todo tipo de enseñanzas relacionadas con su formación, como la arimética y la geometría, los órdenes clásicos o los materiales de construcción. En la parte dedicada a los cortes de cantería, destacan los grupos de arcos, bóvedas y escaleras. La segunda parte se publicó casi treinta años después, en 1665. Esta obra tuvo varias ediciones, por lo que es importante determinar la que fue tomada como fuente de los fragmentos incluidos en este manuscrito. La segunda edición del primer libro vio la luz en el año 1667. En ella se conservan muchos de los grabados originales, reutilizando las mismas planchas y perdiendo por ello calidad. Otras se reelaboran mejorando la calidad de las ilustraciones de la primera edición.[1] Comparando los dibujos que aparecen en el manuscrito con las ilustraciones de las diferentes ediciones, se puede afirmar que, la segunda edición del primer libro y la primera edición del segundo, son las fuentes originales de los fragmentos que aquí se recogen. Si el manuscrito se redacta entre 1708 y 1719, es coherente que sean estas las ediciones fuente ya que la tercera edición tuvo lugar en el año 1736, siendo por tanto posterior a la redacción del cuaderno de Portor.

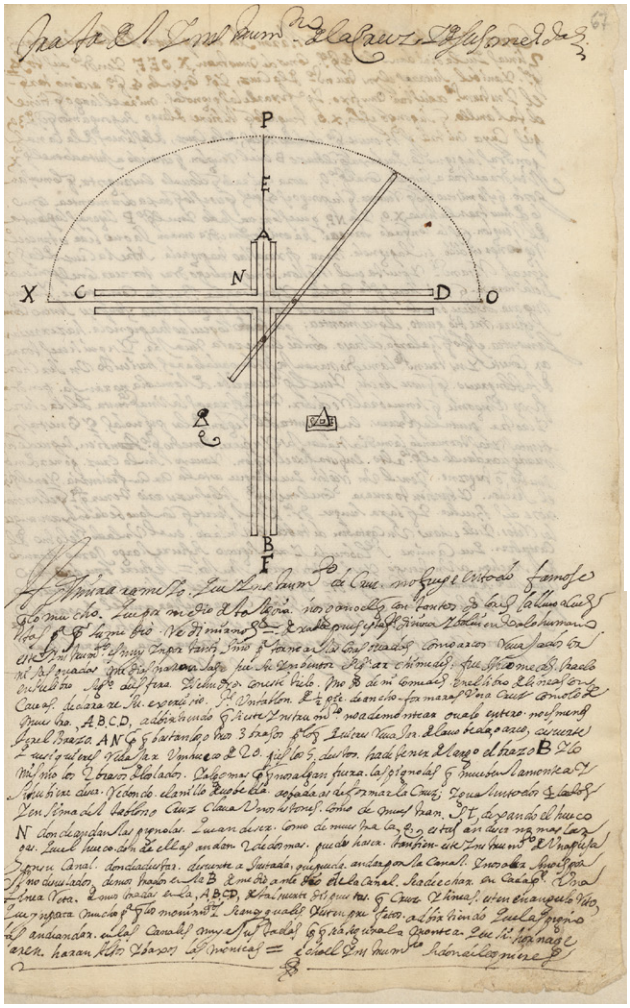
1
Fundación COAM. Muestras de fondos. 2005. Fray Lorenzo de San Nicolás y el “Arte y Uso de Arquitectura” en la biblioteca del COAM.

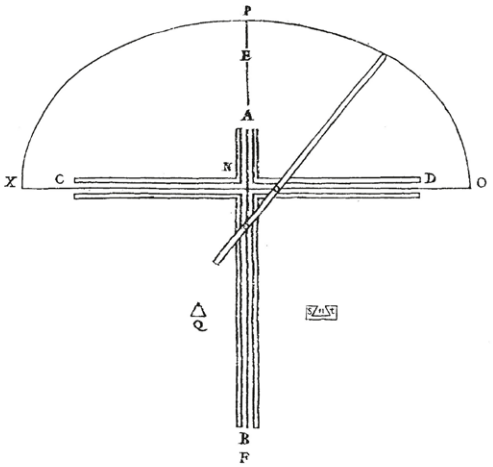
El manuscrito de Juan de Portor, por las fechas anotadas en él, se redacta al menos entre 1708 y 1719. En esa época, el tratado *Arte y Uso de Arquitectura* formaba ya parte de las grandes bibliotecas, tanto de monasterios como de los más afamados particulares del gremio, como Domingo de Andrade, José de Seixas, Diego de Romay o Casas y Novoa entre otros,[2] pudiendo el autor tener acceso a su consulta en ellas.

Los fragmentos de la obra de Fray Lorenzo son extensos y ocupan desde el folio 67 al 91, con algunas inclusiones de diseños de órdenes clásicos, portadas, fuentes y cruces. El repertorio es variado y no sigue el orden de la obra original. El primer dibujo que encontramos se corresponde con el *instrumento de la cruz* .utilizado para el trazado de elipses. El texto que acompaña al dibujo es copiado de la obra de San Nicolás con algunas modificaciones de poco valor. [3] A partir de ahí, el folio 73 recoge la bóveda *esquilfada* y el folio 76 el trazado de una escalera de tramos y la planta de una de las torres de la catedral de Toledo. Además, dos *capialzados en esquina* muy similares al que San Nicolás presenta en el tomo primero de su tratado, además de la parte correspondiente a la labra de pechinas. Termina esta parte con un diseño de armaduras, una bóveda semiesférica y otra anular y varias plantas y sección de un templo. A continuación, y hasta el final del cuaderno, se incorporan unos pliegos de papel de formato y gramaje mayores, más propio para utilizarse en estampaciones de grabados y cartografía. El tipo de letra en esta parte del manuscrito es muy homogéneo, apuntando a ser obra de un único maestro. En todos los casos, se adapta el texto a los espacios libres en torno a los dibujos, indicando que en primer lugar se copiaran los dibujos y a continuación se completaran con los textos. Algunos trazados presentan la característica común de resaltar parte del dibujo por medio de un tramado en tinta color verde que se aplica con poca `precisión.

2
TAÍN GUZMÁN, Miguel. 2012. El taller y la biblioteca del maestro de obras compostelano José de Seixas. *Cuadernos de Estudios Gallegos.* 41. 263-276. CSIC.

3
En el encabezado, cuando San Nicolás comienza su exposición con *Espantárame yo...* en el cuaderno de Portor se sustituye con *Admirárame yo...*


P
E
A
X
C
N
D
O
B
F


P
E
A
X
C
N
D
O
B
F

Trata del instrumento de la cruz y de sus medidas. Fol. 67r

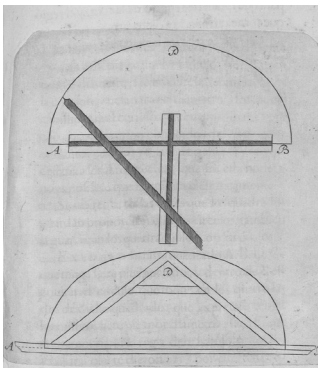
Arte y Uso de Arquitectura II. Cap. 53. Trata del instrumento de la cruz y de sus medidas.

Admirárame yo que instrumento de cruz no fuese en todo famoso por lo mucho que por medio de tal joya nos ganó el que con tantos dolores la llevó a cuestas para por su medio redimirnos. Dejada pues esta parte divina y volviendo a lo humano este instrumento es muy importantísimo para tornear las cosas ovadas como arcos rebajados, cornisas ovadas, medias naranjas y fue su inventor según Arquímedes fue Nicomedes, tráelo en su libro segundo de esfera y cilindro con este título modo de Nicomedes en el libro de líneas cóncavas. Declararé su ejercicio. Sobre un tablón de medio pie de ancho formarás una cruz como lo demuestra A, B, C, D advirtiendo que si este instrumento no ha de montear óvalo entero, no es menester el brazo A N porque bastan los otros 3 brazos para lo que quieres rebajar de la bóveda o arco, de suerte que si quieres rebajar un hueco de 20 pies los 5, esto ha de tener de largo el brazo B y lo mismo los 2 brazos de los lados y algo más porque no salgan fuera las pignolas que mueven la montea, y si hubiere de ser redondo el anillo de bóveda ovada, has de formar la cruz igual en todos 4 lados y encima del tablón o cruz clava unos listones, como demuestran S, T dejando el hueco N donde andan las pignolas, que han de ser como demuestra la Q. Estas han de ser no más largas que el hueco donde ellas andan dos dedos más. Puedes hacer también este instrumento de una pieza con su canal, donde han de estar de suerte ajustada que pueda andar por la canal y no salir si no es por uno de sus lados, demostrados en la B. De medio a medio de la canal se ha de echar en cada parte una línea recta demostradas en la A, B, C, D, de tal suerte dispuestas que cruz y líneas estén en ángulo recto que importa mucho para que los movimientos sean iguales y estén perfectos, advirtiendo que las pignolas han de andar en las canales muy ajustadas porque se asegura la montea, que si hornaguearen harán altos y bajos las monteas. Hecho el instrumento, si a donde le quieres correr es anillo de media naranja de su planta de ella misma harás 2 líneas que la dividan en 4 partes como demuestran X, O, E,

F, y en derecho de estos 4 puntos y a nivel sentarás el instrumento de la cruz y para coger los 4 puntos has de notar que el instrumento ha de estar muy fijo, y para fijarle las pignolas, mira el largo que tiene el tal anillo que que supongo es la X, O, tenga lo que tuviere de largo, supongamos que es de 30 pies, cuya mitad es 15 en este punto, de las líneas de la canal pondrás la pignola que baja por el brazo B en el renglón que estando ajustado en el punto X vendrá a estar ajustada con el punto O. Ahora mira lo que el óvalo en su angosta por lo más angosto que es lo mismo que lo que rebaja, que supongo es 4 pies que es lo que baja de su montea, como lo demuestran la línea X O y la N P, que es lo rebajado y en el punto P llegarás la punta del renglón que es la con que ha de tornear sea anillo de media naranja o bóveda, estando el renglón prendido en la pignola baja fijarás la otra pignola sobre la cruz de las dos líneas rectamente y puesta en el renglón como parece podrás tornear con él poniéndole la tara que quisieres para la cornisa y formarás la vuelta como parece y lo mismo harás si fuere bóveda o arco rebajado. Nota que la pignola baja siempre es centro como si fuera medio punto el que montea que todo lo que la otra pignola hace rebaja en la montea, es por lo que se alarga el brazo donde empieza a rebajar y si quisieres tornear con este instrumento la media naranja rebajada, lo harás haciendo un cerchón de tablón grueso que no se cerche y en el punto de arriba de la media naranja pondrás fijo un gozne que se mueva alrededor y allí fijarás la una punta del cerchón y la otra punta la fijarás en la punta del reglón de las pignolas, y con estas 2 puntas irás torneando la media naranja, y si fuere de medio punto también se puede tornear, guardando el punto alto en que está fijo el reglón y abajo sin la cruz, poner de medio a medio otro gozne, y en el un reglón que alargue hasta la media circunferencia y en él fijar el cerchón y también torneará con el medio punto. Solo es necesario tener en cuenta que el cerchón no se desvuelva y que vaya siempre derecho de tal suerte que con la bóveda vaya en ángulos rectos y si le echares un cartabón de tabla por un lado, en el un lado y en el otro del cartabón que camine sobre la bóveda, irá seguro. Si fuere largo el jarro tirando del cerchón a un tiempo y así se torneará mejor. Si fuere bóveda o arco rebajado, plantarás la cruz de pie derecho a plomo y a nivel las líneas, que esté de medio a medio la línea que cae a plomo y la que cruza ha de estar a nivel fijando la cruz de tal suerte que la línea de los brazos esté con el movimiento de la bóveda o arco y ajustando las pignolas en la forma dicha echarás maestras torneadas que después jarrarás a regla.

Descripción del procedimiento a seguir para construir un mecanismo con el que se puedan trazar elipses. En el texto se omiten las referencias detalladas de San Nicolás a los antecedentes de este mecanismo, transcribiendo únicamente la referencia al tratado de Arquímedes y a Nicomedes. Se transcribe el texto necesario para seguir el procedimiento y se evitan los comentarios personales de San Nicolás, así como las referencias a obras construidas.

Comúnmente conocido como compás de Arquímedes o elipsógrafo, este mecanismo se construye a partir de una cruz de brazos de longitud AB y CD, formada por listones que construyen una guía entre sí con sección en cola de milano, detallada en el lateral del dibujo. La varilla móvil se desliza a través de las guías de los brazos de la cruz gracias a dos tarugos de madera o pignolas, de sección coincidente con la forma de las guías. Las pignolas determinan dos longitudes: el semidiámetro mayor o mitad de la luz de la bóveda, desde la primera hasta el extremo opuesto. Desde dicho extremo a la segunda pignola, la altura de la bóveda o semieje menor de la elipse. El movimiento de la varilla describirá la curva sección de la bóveda. Este mecanismo se utiliza en el trazado de bóvedas ovales y semicirculares, así como en su variante rebajada. No se menciona el trazado de la elipse. En esta época, es difícil determinar si el trazado es oval o elíptico, aunque los maestros conocían las diferencias entre ambas curvas.



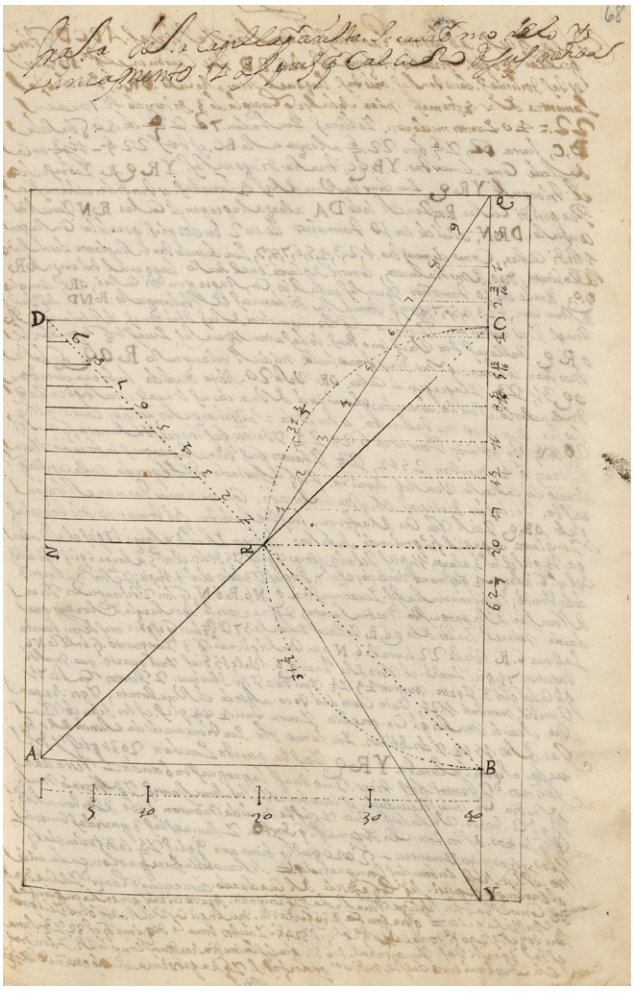
Instrumento de la cruz.
Sup. JUAN DE TORIJA

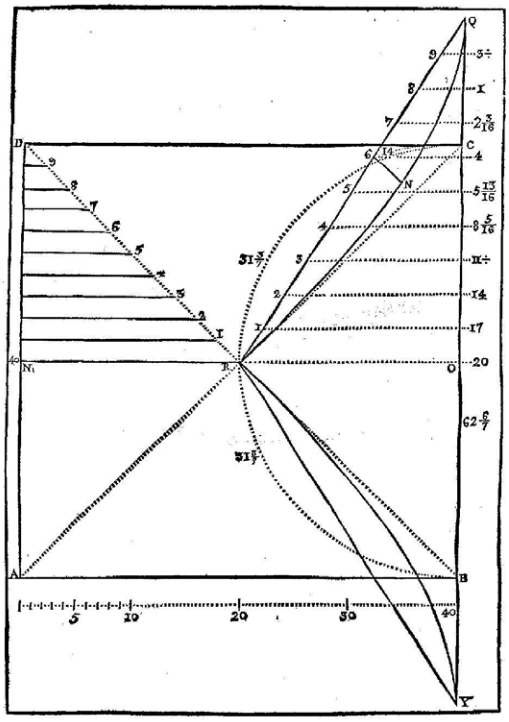
Inf. SIMÓN GARCÍA



Encontramos descrita la construcción de este mecanismo en el tratado de Torija, en el capítulo dedicado a medir bóvedas rebajadas o peraltadas. Se acompaña el dibujo con un breve texto que expone con claridad el método a seguir para su construcción. Simón García, en su *Compendio de Arquitectura*, en el capítulo dedicado a tornear y medir óvalos, describe el método con el que hay que manejar el instrumento de la cruz.[4]

4
TORIJA, J.1661. *Breve tratado de todo género de bóvedas*. Regla y modo para conseguir la medida irregular de la bóveda y su fábrica con instrumento para poderla tornear. p. 32-35.
GARCIA, S. 1681. *Compendio de Arquitectura y simetría de los templos.*
Cap.74. Fol. 133v-134





Trata de la medida de la capilla por arista sacada por modelo y lineamiento y después por cálculo de sus medidas. Fol. 68r-v

Arte y Uso de Arquitectura II. Cap 60 p.140. Trata de la medida de la capilla por arista sacada por modelo y lineamiento y después por cálculo de sus medidas.

Sea pues la planta propuesta entre las líneas ABCD que tiene por lado 40 pies, tirando las diagonales ACBD y se cruzan en el punto R, que estas dos líneas denotan las aristas luego al semicírculo B R C que denota la montea de las 4 formas, mira su valor por la regla de 3 diciendo si siete me dan 22, 40 cuanto me darán. Y hallarás que te dan 72 y 6/7 de 40 que vale la B C hasta 62 y 6/7 van 22 6/7 alarga en la B C estos 22 6/7 – 11 y 3/7 en cada lado como demuestra Y B Q C, tira las diagonales Y R Q R y habrás hecho el triángulo Y R Q, que denota una de las 4 lunetas extendida, echamos la perpendicular R y en el lado D A alarga la perpendicular R N, y en el triángulo D R N divide en 10 tamaños de en 2 en dos pies, paralelas con la perpendicular como demuestra 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, que demuestran la planta de un lado de media luneta, como si se planta en el suelo. Luego en el triángulo RQO divide en 10 tamaños iguales paralelos con la perpendicular OR, como lo demuestran 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9, toma las distancias del triángulo RND según sus líneas y sus números y mira según los números de las divisiones del triángulo ORQ y hallarás que unas como otras todas están iguales que es lo que se puede demostrar por línea. Para medir esta bóveda, mide el triángulo ROQ que vale la OQ 31 y 3/7 y la perpendicular OR vale 20. Si esta medida hubiera de ser para medirle a él solo, se habría de medir por la mitad de una de sus líneas multiplicada por la otra, más como en esta luneta extendida son triángulos los dos por esa causa mido 20 por 31 y 3/7 y montan 628 y 4/7 y tantos pies tiene esta luneta que multiplicados por 4 montan 2514 y 2/7 y tantos pies tiene la propuesta bóveda. Resta ahora por el cálculo ver lo que se quita y lo que ajustadamente le queda

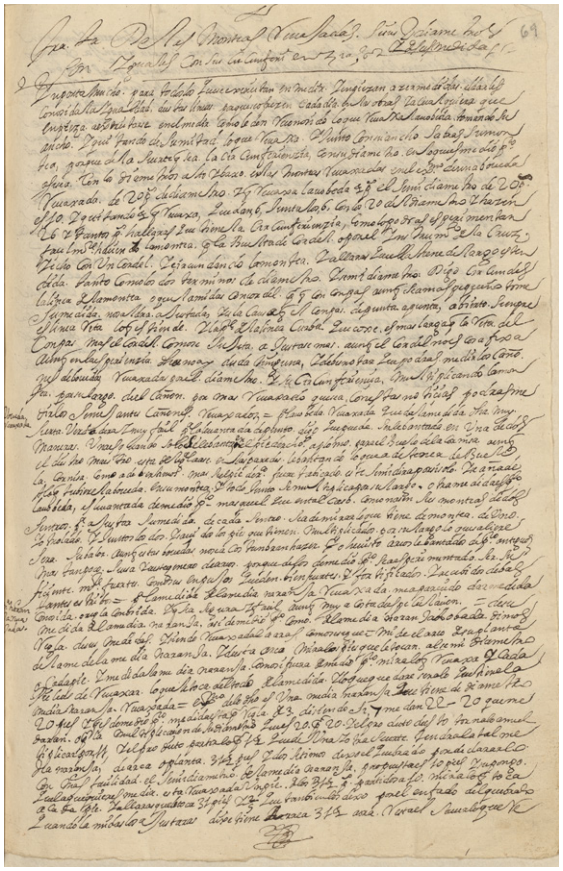
en la capilla por arista y hechas las divisiones de su media luneta como se demuestra en el triángulo O, R, Q, y del rincón de la forma hasta el arista fui tomando distancias y en planta de papel fui poniendo su valor. La línea nº1 alarga 17 el nº 2 alarga 14 pies el nº3 alarga 11 pies y el nº4 alarga 8 pies y 5 dedos el nº5 alarga 5 pies y 13 dedos y el nº6 alarga 4 pies menos un dedo, el nº7 dos pies y 3 dedos, el nº8 un pie y el nº9 alarga 3 dedos y medio y vienen a ser la figura que demuestra Q, N, 6, R, 6, N que son los 2 triángulos y se han de rebajar de la propuesta media luneta y para hacerlo por la regla de la raíz cuadrada, mira el valor de la Q 6 R y hallarás que vale 37 y 9/37 que es poco más de un cuarto. La línea 6R vale 22 hasta la 6N, que multiplicada por 3 y un cuarto que vale la N6 montan 71 pies y medio. El resto de la línea Q6 vale 15 pies y un cuarto que multiplicados por los 3 y cuarto montan 49 y ½ y un dieciseisavo más y juntos con los 71 y medio montan 121 y esta cantidad toca al todo de una luneta y por ser cuatro se han de multiplicar por ellos y montan 484 pies. Estos se han de rebajar de 2514 y dos séptimos que hemos dicho que tiene medida el todo de la bóveda según la luneta YRQ y a esta cuenta quedan 2030 pies y dos séptimos, y tantos pies tiene y no más la propuesta bóveda. Resta dar a medir con más brevedad esta bóveda y sus semejantes, y para hacerlo multiplica su área un lado por otro y de esta medida montan 1600, de ellos toma la cuarta parte que son 400. De estos toma la décima parte que son 40 y suma estas 3 partidas como son 1600 y 400 y 40 y montan 2040 pies, que viene a ser 9 pies y 5/7 la diferencia que no es sensible en bóvedas tan grandes. Si la bóveda fuere perlongada mide el perlongo de por sí según lo que exceda del cuadrado de su ancho por largo, y el cuadrado como está dicho si fuere rebajada y perlongada será necesario ponerla en planta a medirla por ella. Otra bóveda de 36 pies de área multiplica un lado por otro y del producto que es 1296 pies, toma la cuarta parte que es 324 pies y de estos toma la décima parte que es 32 y 2/5. Suma estas 3 partidas y montarán 1652 puedes medirla si ordenas la regla de 3 y vendrás en conocimiento de esta medida cuan fácil es y que se aproxima como lo enseña el diseño.

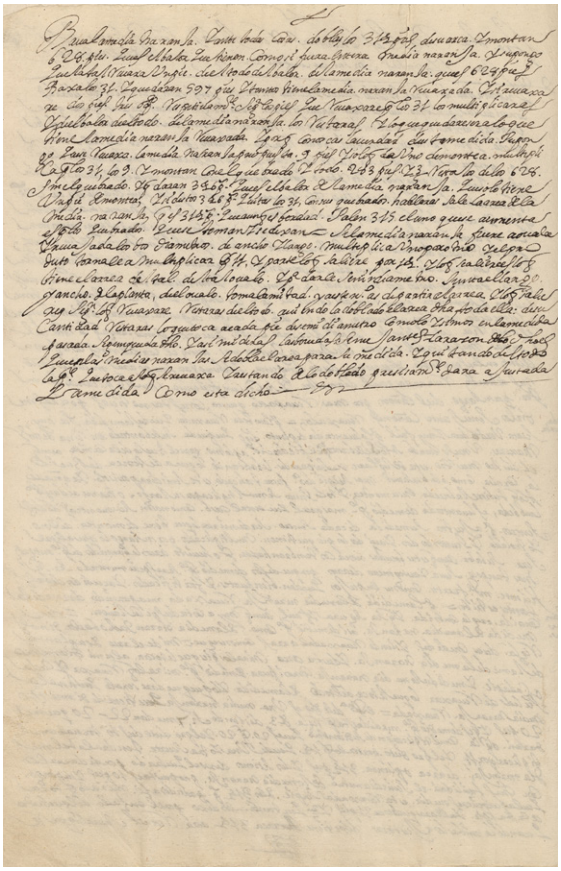
En este trazado se pretende extender la superficie de una bóveda de arista de planta cuadrada ABCD. En primer lugar se dibujará el cuadrado ABCD y se trazarán las diagonales y el arco BRC directriz de los cilindros que van a generar la bóveda. A continuación se procede a extender un cuarto de la superficie. La base del triángulo extendido debe tener la misma longitud que el arco de circunferencia BRC. Para ello se utiliza una regla de tres. Si la longitud del arco es igual al radio por el ángulo, tendremos 22 pies de longitud para una semicircunferencia de radio 7cm. Como en esta bóveda el radio es igual al lado del cuadrado, tendremos un arco cuyo radio es 20, siendo por tanto su longitud de 62 pies y 6/7, quedando una longitud de 31 pies y 3/7 a cada lado del punto O, puntos Q e Y. Desde estos puntos trazaremos líneas rectas hasta el centro R del cuadrado y obtendremos el triángulo extendido de un cuarto de la bóveda. Dado que la intersección entre los cilindros que definen la bóveda es una elipse, su desarrollo en planta será una sinusoide, por lo que la superficie triangular será algo mayor que la superficie real de la bóveda. Es necesario por tanto, determinar la longitud real de las generatrices 1 – 9, para lo que se debe trabajar no con la superficie desarrollada sino con la proyección horizontal de estas rectas, por lo será necesario trazar el arco directriz del cilindro y dividirlo en el mismo número de partes, 10, para así poder medir la distancia que desde las divisiones del arco hasta la recta intersección tienen. Llevadas estas medidas desde la recta OQ y uniendo sus extremos obtendremos el desarrollo de la curva intersección Para determinar con exactitud el área real de la bóveda, se ha trazado en la diagonal QR el desarrollo de dicha curva, de manera que restando a la superficie del triángulo la superficie comprendida entre dicha curva y la diagonal QR, obtendremos con exactitud el área buscada. Para este cálculo Fray Lorenzo nos remite al método de las raíces cuadradas, aproximando esta superficie a la de dos triángulos rectángulos. Como primer paso se va a calcular la longitud RQ, hipotenusa del triángulo ROQ. Una vez determinada esta longitud, se divide en dos partes por el punto 6 y se calcula el área de los rectángulos de lados R6-6N y 6N-6Q. Sumando estas dos áreas obtenemos la superficie a restar en cada cuarto de bóveda, o luneta como

también se le llama cada uno de estos tramos. En este dibujo no aparece rotulado el punto N ni dibujada la recta N6, por lo que es necesario consultar la fuente original para poder entender su trazado y cálculo.

Por último, para determinar el área de una forma rápida propone el siguiente método: a partir del área del cuadrado que define la planta de la bóveda, 1600 pies, se toma la cuarta parte de este área, 400 pies y la décima parte de esta, 40 pies. La suma de estas tres magnitudes nos dará una aproximación rápida al área de la bóveda, con un error de 9 pies, algo menos del 0,5% del área total de la bóveda.

La transcripción presenta los mismos errores que el texto original de San Nicolás. En la longitud de la circunferencia, se transcribe la medida de 72 y 2/6, y no 62 y 2/6 que es la correcta. En el dibujo original, hay puntos sin rotular, imprescindibles para su comprensión, como la letra N, vértice de los triángulos que hay que restar a la figura para ajustar el área de la bóveda. El desarrollo de las curvas intersección entre los tramos de bóveda en el dibujo original aparecen trazadas y aquí se han omitido.





Trata de las monteas rebajadas si sus diámetros son iguales con sus circunferencias. Fol. 69r-v

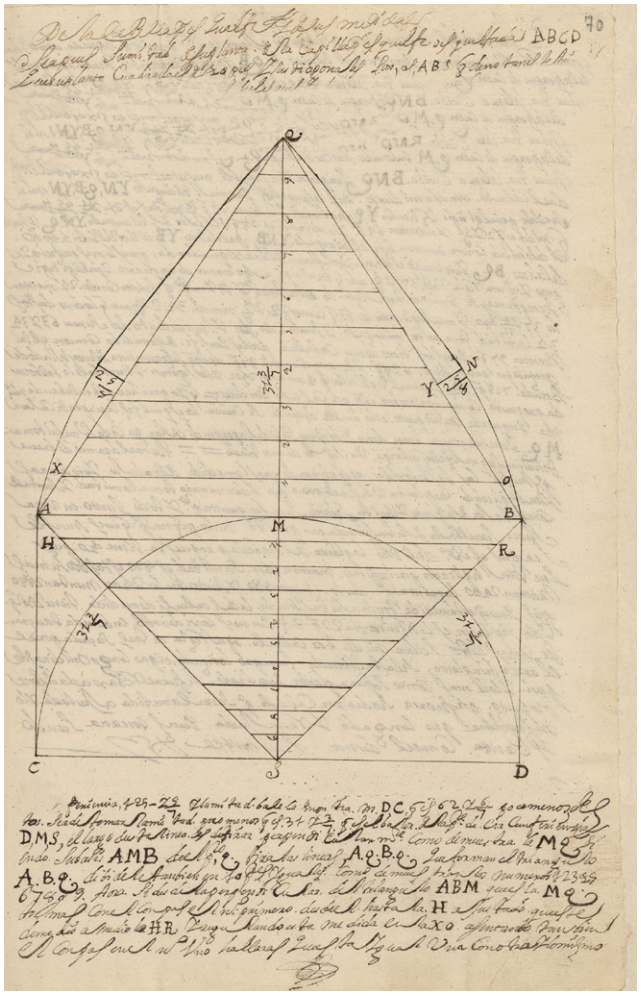
Arte y Uso de Arquitectura II. Cap.52 Trata de las monteas rebajadas, si sus diámetros son iguales, con sus circunferencias.

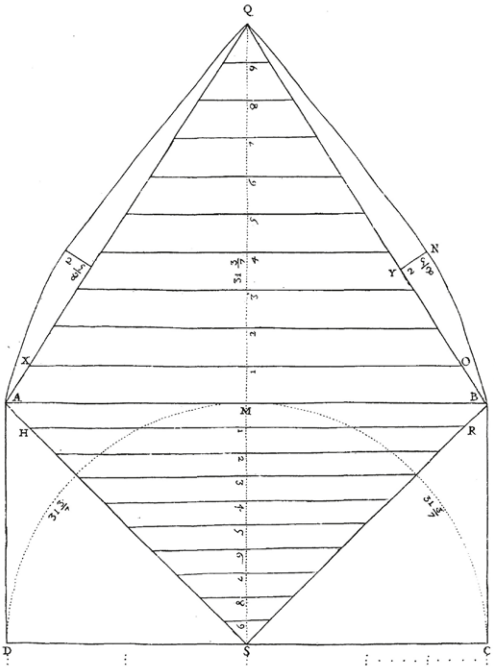
Importa mucho para todos los que se ejercitan en medir y empiezan a hacer medidas el darles conocido la igualdad de estas líneas porque se ofrecen cada día en las obras y a cualquiera que empiece a ejercitarse en el medir o como le den reconocido lo que rebaja la bóveda, tomando su ancho y quitando de su mitad lo que rebaja y junto con su ancho sabrás su montea porque de la suerte que sea la circunferencia con su diámetro en lo que es medio punto, así sea con los diámetros alto y bajo en la montea, rebajadas en el ejemplo de una bóveda rebajada de 20 pies de diámetro y que rebaja la bóveda 4 pies el semidiámetro de 20 pies es 10. Y quitando 4 que rebaja quedan 6, junta los 6 con los 20 del diámetro y hacen 26 y tantos pies hallarás que tiene la circunferencia, como lo podrás experimentar fácilmente haciendo la montea por la vuelta de cordel o por el instrumento de la cruz. Y hecho con un cordel y circundando la montea y hallarás que ella tiene de largo extendido tanto como los dos términos de diámetro y semidiámetro, digo circundes la línea de la montea o que la midas con el cordel porque con compás aunque sea más pequeño tome su medida no saldrá ajustada y es la causa que el compás de punta a punta abierto siempre es línea recta lo que extiende y la parte de la línea curva que coge es más larga por la recta del compás, más el cordel como se sujeta ajustase más aunque el cordel no es cosa fija aunque en la experiencia dicha no hay duda ninguna, y debes notar que podrás medir los cañones de bóvedas rebajadas por el diámetro y su circunferencia, multiplicando la montea por su largo del cañón por más rebajado que sea, con estas noticias podrás medir los semejantes cañones rebajados. Para la bóveda rebajada queda la medida dicha muy cierta, verdadera y muy fácil para la levantada de punto. Digo que puede ser levantada en una de dos maneras, una es que cuando solo se levanta en el pie derecho a plomo, para el vuelo de la cornisa, aunque el diestro maestro esta diligencia la

hace en las paredes, levantando lo que ha de tener de vuelo la cornisa como advertimos, más si el pie derecho fuere tabicado, este se medirá por sí solo y se añade lo que tuviere la bóveda en su montea y todo junto se multiplica por su largo. Otra medida es cuando la bóveda es levantada de medio punto más que en tal caso, como nacen sus monteas de dos puntos, para ajustar su medida de cada centro se ha de mirar lo que tiene de montea de uno y otro lado y juntos los dos y sabidos los pies que tienen multiplicados por su largo lo que saliere será su valor, aunque estas bóvedas no se acostumbran a hacer. Yo he visto arcos levantados de punto antiguos más tampoco se usa este género de arcos porque de los de medio punto se ha experimentado ser suficientemente fuerte con sus empujos queden bien fuertes y fortificados y recibidos de bastantes estribos. Para la medida de la media naranja, así de medio punto como de la media naranja ovada dimos regla de sus medidas y siendo rebajada lo harás como se sigue. Mide el arco de su planta de la media naranja y de esta arca mira los pies que le tocan al semidiámetro o cada pie, y medida la media naranja, como fuera de medio punto mira lo que rebaja y cada pie le has de rebajar lo que le toca del todo de la medida y lo que da será lo que tiene la media naranja rebajada. Ejemplo de lo dicho es una media naranja que tiene de diámetro 20 pies y que es de medio punto., medida esta por regla de 3 diciendo si 7 me dan 22 - 20 qué me darán. O por la multiplicación de su diámetro que es 20 por 20 y el producto de esto tornarlo a multiplicar por 11 y el producto partirlo por 14 que de una y otra suerte tendrá la tal media naranja de arca o planta 314 pies y dos séptimos. Dejo el quebrado por declararlo con más facilidad. El semidiámetro de la media naranja propuesta es 10 pies y supongo que la quisieres media está rebajada un pie. De los 314 pies partidos a 10 mira lo que toca a cada pie y hallarás que le toca 31 pies y 2/5 que también los dejo por el enfado del quebrado, cuando la midas los ajustarás. Dije tiene área 314 ahora resta el saber lo que rebaja la media naranja y ante todas cosas dobla los 314 pies de su área montan 628 pies que es el valor que tienen como si fuera entera media naranja y supongo que la tal rebaja un pie del todo del valor de la media naranja que es 628 pies, bájalos 31 y quedarán 597 pies y tantos tiene la media naranja. Y si rebajare dos pies, tres o cuatro respectivamente según los pies que rebajare por los 31 los multiplicarás y del valor del todo de la media naranja los restarás y

lo que quedare será lo que tiene la media naranja rebajada. Y porque conozco la verdad de esta medida, supongo que se rebaja la media naranja propuesta 9 pies y solo le queda 1 de montea. Multiplica por los 31 los 9 y montan con el quebrado y todo 283 y 3/5, réstalos de los 628 sin el quebrado y quedarán 346 pies que es el valor de la media naranja que solo tiene un pie de montea, y si de estos 346 pies quitas los 31 con sus quebrados, hallarás sale la área de la media naranja que es 314 pies, que aunque es verdad salen 315, el uno que se aumenta es por los quebrados que se toman y se dejan. Si la media naranja fuere ovada y rebajada los dos diámetros de ancho y largo, multiplica uno por otro y el producto tórnale a multiplicar por 11 y parte lo que saliere por 14 ,y lo que saliere es lo que tiene el área del tal óvalo, y para darle semidiámetro junta el largo y ancho de la planta del óvalo, toma la mitad y a este número has de partir el área y lo que saliere según lo que rebajare restarás del todo, habiendo doblado el área dicha toda ella; de esa cantidad restarás lo que toca a cada pie de semidiámetro como lo hicimos en la medida pasada según queda dicho. Y así medirás las bóvedas semejantes, la razón de lo dicho es que en las medias naranjas se dobla el área para su medida, y quitando del todo la parte que toca a lo que se rebaja y restando de lo doblado precisamente dará ajustada la medida como está dicho..

Método para medir la longitud de la circunferencia en bóvedas esféricas, tanto si son de media naranja como rebajadas o peraltadas. Se propone un método aproximado donde se calcula la longitud del arco de la montea sumando al diámetro de la circunferencia el resultado de restar al radio los pies que se rebaja la bóveda. Para medir la superficie de las bóvedas de cañón, bastaría multiplicar la longitud del arco sección por la longitud del cañón. En el caso de bóvedas de sección apuntada, será necesario calcular la longitud de los dos arcos que lo forman. A continuación, se procede al cálculo de la superficie de las plantas. Para calcular el área de una planta de bóveda esférica rebajada, partiendo del área de la circunferencia completa, se calcula la parte que correspondería a cada unidad de su radio, para determinar, en el caso de las bóvedas rebajadas, la cantidad a restar por unidad de radio perdida en la planta.





De la capilla por esquilfe y de sus medidas. Fol. 70r

Arte y Uso de Arquitectura II. Cap. 60. Trata de la medida de la capilla por esquilfe sacada por modelo, y de sus medidas, primero por líneas y después por cálculo.

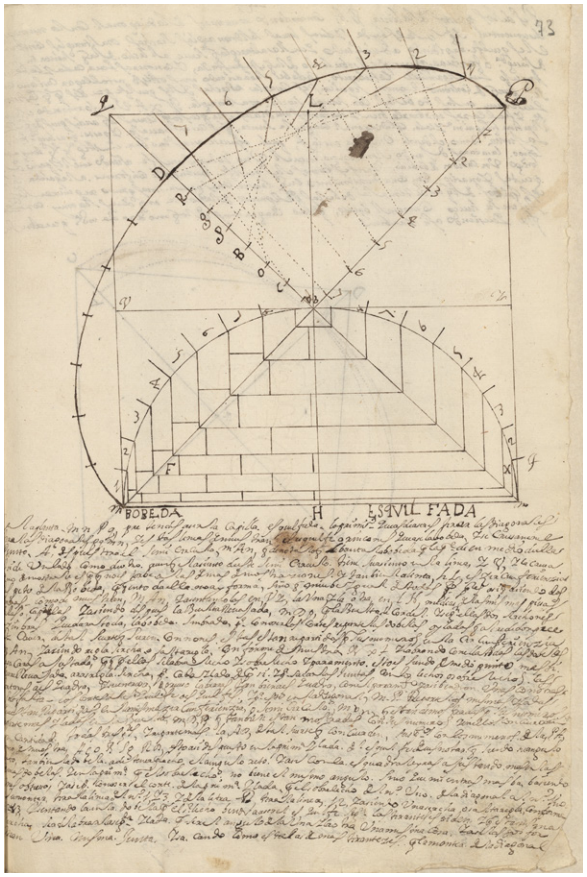
Sea pues su mitad de su planta de la capilla por esquilfe o esquilfada ABCD que su planta cuadrada es de 40 pies y sus diagonales son SA, BS que denotan este triángulo BQA que es las diagonales del esquilfe, la AB el asiento de un lado de la bóveda siendo de 40 pies la línea SM vale 20 que es la mitad, esta dividirás en diez divisiones 2 pies cada una como demuestran los números 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 que estas causan su misma planta luego es necesario saber cuanto vale la montea DMC que es de medio punto y esto lo sabrás por la regla de 3 diciendo si 7 me dan 22 40 que me darán y hallarás que vale el todo de la circunferencia 125 y 5/7 y la mitad vale la montea MDC que es 62 y 6/7 poco menos de esto se ha de tomar la mitad poco menos que es 31 y 3/7 que es el valor de la parte de circunferencia DMS, el largo de esta línea has de tirar perpendicularmente como demuestra la MQ siendo su valor AMB del punto Q tira las líneas AQ, BQ que forman el triángulo ABQ, divídele también en 10 partes iguales como demuestran los números 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9. Ahora si desde la perpendicular del triángulo ABM que es la MQ tomas con el compás el nº primero desde él hasta la H ajustado que esté de medio a medio la H R y asegurando esta medida en la XO ajustando también el compás en el nº uno hallarás que está igual una con otra y lo mismo será en todas las demás líneas si lo mides ajustándote que esto que se puede demostrar por lineamientos. Ahora mide el triángulo AQB midiendo por 31 pies que tiene la perpendicular y 3/7 por la mitad de A B que de 4 es 20 multiplicando uno por otro y hallarás que montan 628 y 4/7 y porque la propuesta bóveda tiene 4 lados o $ triángulos semejantes multiplica los 628 y 4/7 por 4 y hallarás que montan 1514 y 2/7 y tantos pies tiene la propuesta bóveda por los

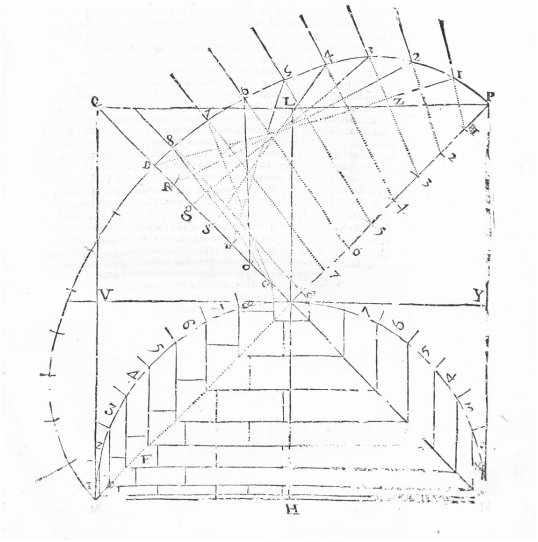
lineamientos demostrados. Resta ahora ver por el cálculo que se aumentan las divisiones de la perpendicular QM en los lados de las líneas AQBQ y hallarás que aumenta lo que demuestra la línea curva BNQ que parece increíble más esta es medida fija que es lo que da de cálculo, esto se va midiendo en dos triángulos que son el triángulo NYQ, BYN midiéndolos por el pitipié lo que tiene la YQ y hallarás que tiene 24 pies que medirás por 2 y 5/8 y montan 63 pies su mitad es 31 y medio, que es el valor del triángulo YNQ y junto el del otro lado con este montan los 63 . El triángulo YNB vale la línea YB el resto del valor del todo de la línea BQ y esto será por el pitipié y por la regla de la raiz cuadrada, que es lo más perfecto y seguro y según esta regla vale 37 y 9/37 que viene a ser algo menos que un cuarto y por el pitipié tiene por mayor lo mismo y así la mido esta línea por 13 y 1/4 que junto con los 24 montan los 37 y 9/37 y multiplicados los 13 que cuento por 2 y 5/8 montan 34 y 25/32 que los dejo de estos 34, la mitad toca a este triángulo y junto a los dos y juntando estas dos sumas 63 y 34 montan 97 pies que es lo que tienen de más cada lado del esquilfe de la medida común. El triángulo propuesto tiene 628 pies y 4/7 añadiéndole 97 de lo que se le aumenta tiene este lado de la bóveda 725 pies y 4/7 que multiplicados por 4 montan 2902 y 2/7 y tanto vale la tal bóveda propuesta como lo podrá ber el que por cálculo lo midiere. que yo para hacerlo en la bóveda misma que guarda medio punto eché en ella de donde se cruzan los esquilfes la perpendicular MQ y en ella eché las líneas de sus divisiones y desde la perpendicular por cada una fui tomando hasta el esquilfe lo que alarga y es según lo demostrado. Resta el dar modo breve para medir tales bóvedas aproximando más la medida del cálculo y esto lo harás multiplicando la planta un lado por otro y de su número toma la mitad y júntalo con el valor de la planta y de esta forma saca la quinta parte y todo junto en una suma será el valor de la tal bóveda propuesta menos pequeña parte que no es sensible. Sea pues el ejemplo de lo dicho la planta de la bóveda propuesta tiene 40 pies que multiplicados por sí mismos montan 1600. Su mitad es 800 estas dos sumas montan 2400 la quinta parte de esto monta 480 y juntos con los 2400 montan 2880 pies que según esta medida tendrá la tal bóveda la del cálculo de mi medida tiene 2902 y 2/7 es la diferencia 22 pies

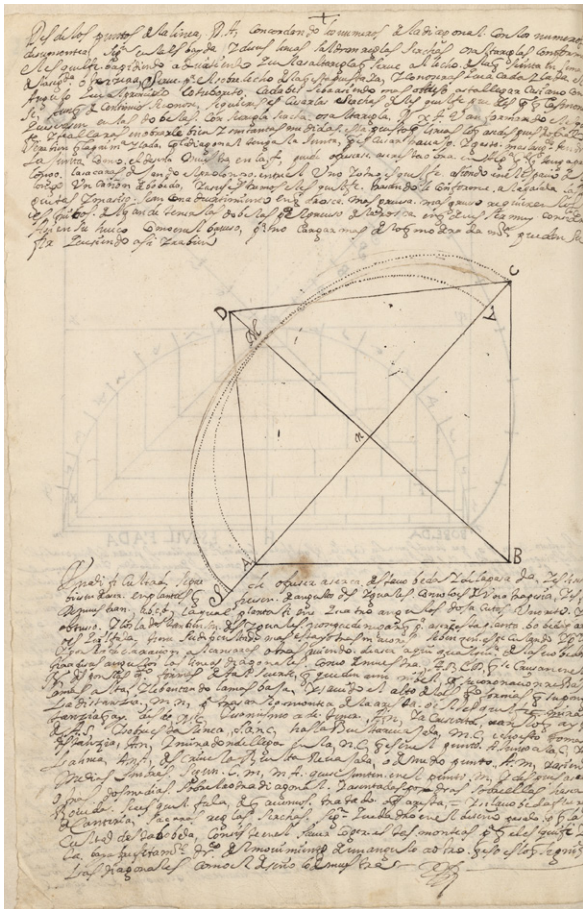
y 2/7 que no es considerable en bóveda tan grande y más de esto se debe medir por cálculo o por regla de 3 sacada por el área de su planta, si la bóveda fuere prolongada el prolongo medirás de por sí y lo demás como si fuera planta cuadrada, si fuere rebajada del medio punto por fuera se ha de hacer calculado para sacar la medida ajustada y lo mismo si fuese prolongada y rebajada que esto se hará por el diseño presente.

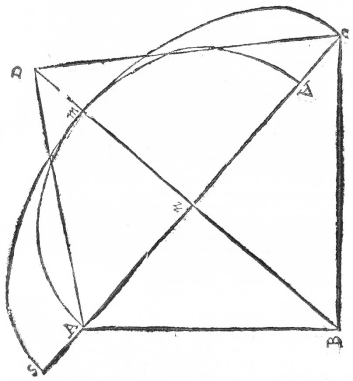
Bóveda esquilfada cuya media planta será el rectángulo ABCD. Tomando el triángulo rectángulo ABS, dividiremos su altura MS en diez partes iguales. A continuación se dibuja la semicircunferencia inscrita DMC y se calcula su longitud mediante una regla de tres. Si la semicircunferencia es la sección de la bóveda, para calcular el área de un cuarto, es decir, de uno de sus cuatro tramos, desarrollaremos la porción de cilindro cuya proyección es el triángulo ASB. Prolongando la recta SM, desde M llevaremos la longitud de un cuarto de la circunferencia sección, dividiendo esta longitud en diez partes iguales. El extremo Q lo uniremos con los puntos A y B obteniendo así la primera aproximación al desarrollo de un tramo de bóveda. A continuación, se llevarán las longitudes de las rectas 1, 2, ...9 trazadas sobre el triángulo ABS a las rectas 1, 2, ...9 del triángulo ABQ. Los extremos de las rectas que se extiendan de los lados del triángulo se unen por medio de una curva que nos determina la superficie a incrementar en el área del triángulo. Estas porciones de superficie se calcularán por aproximación a los triángulos NYQ y B YN. A continuación, se expone un método breve para aproximar la superficie de la bóveda donde, partiendo del área del cuadrado de su planta, se divide entre dos y se suma al área total. De esta cantidad calculamos un quinto que se suma a ella y obtenemos así por aproximación la superficie de esta bóveda. La diferencia de unos 22 pies con respecto al área real, para las dimensiones de la bóveda, no es una cantidad representativa.

En la transcripción se omite la parte dedicada a bóvedas tabicadas y la discusión que tiene Fray Lorenzo de San Nicolás con Pedro de la Peña respecto a las medidas de las bóveda


BOBEDA
H
LSEVILLADA







Bóveda esquilfada. Fol. 73r-v.

Arte y Uso de Arquitectura I. Cap. LL. Trata del cuarto género de bóveda, que llamamos esquilfada.

En la planta M, N, P, Q, pretendes hacer la capilla esquilfada, lo primero que has de hacer es tirar las diagonales P, M, Q, N, y estas líneas demuestran el esquilfe o rincón que lleva la bóveda y se cruzan en el punto A. Después tira el semicírculo m A m que denota lo que levanta la bóveda por la parte de en medio de ella así de un lado como de otro que aunque el asiento de este semicírculo tiene su asiento en la línea Y V y la causa de no demostrarle es porque no estorbe en las demás demostraciones y también la línea H L es circunferencia respecto de la bóveda, porque toda ella no hay forma sino que mueve igual de todas cuatro partes. Así que haciendo dos cimbras como demuestran M, A, N, y asentándolas en V, Y la una y la otra en L, H medias de las mismas piezas salas o capillas,y haciendo después la vuelta rebajada M, D, P, por la vuelta de cordel y según ella dos cerchones o cimbras quedará toda la bóveda cimbrada. Para conocer los cortes reparte las dovelas o hiladas que alrededor pueden caber de tal suerte que cierren con nones. Estas están repartidas por sus números en la circunferencia M, A, N y haciendo una regla cercha o saltarregla conforme demuestra N, X, T y labrado con ella todas las dovelas las sacarás ajustadas porque por ellas se labra lecho y sobrelecho y paramento. Esto es siendo de medio punto más si fuere rebajada harás regla cercha para cada una de por sí. Y para sacarlas juntas con los lechos o sobrelechos las cortarás a escuadra y su entrega o grueso labrarás también a escuadra con el paramento y así vendrá unas con otras. Solo faltan los cortes al esquilfe o esquilfes y para eso en la diagonal M P reparte las mismas hiladas que están repartidas en la semicircunferencia o semicírculo M O N que están demostradas con sus números de la P A como demuestra A C O B S G R D esto así dispuesto en la primera hilada del esquilfe debes notar que siendo su ángulo recto también la dovela ha de tener por lecho el ángulo recto y así con la escuadra le irás ajustando más en las demás

dovelas y en la primera por el sobrelecho no tiene el mismo ángulo sino que mientras más va va siendo más obtuso y así para conocer el corte de la primer hilada por el sobrelecho del nº uno de la diagonal al nº uno de su montea tira la línea del nº1 y 3 y de la letra D tira la línea 1, 2 y haciendo una cercha o saltarregla conforme 2, 1, 3 y sentándola en la dovela por el sobrelecho vendrá a ser el esquilfe según las tiranteces piden y por esta misma cercha se ha de labrar la segunda hilada por ser el ángulo de la una y otra una misma cosa y así las dos forman una misma junta. Y sacando con estas las demás tiranteces, por la montea de la diagonal desde los puntos D A, concordando los números de la diagonal con los números de su montea según en la vaida, y de sus líneas saldrán reglas cercha o saltarreglas conforme el esquilfe va pidiendo advirtiendo que la saltarregla que sirve al lecho de la que asienta encima de la segunda o tercera sirve al sobrelecho de la que está puesta ya y conocerás que a cada hilada el ángulo que al principio lo tuvo recto cada vez se va haciendo más obtuso hasta llegar casi a no conocerse aunque de continuo se conoce. Si quieres excusar las cerchas del esquilfe puedes porque las monteas que se hacen en las dovelas con su regla cercha o saltarregla N X T van formando el esquilfe y te hallarás en obrarle bien y sin tantas medidas. Está puesto por líneas lo que hace después de obrarlo. Será bien que la primera hilada por la diagonal tenga la junta por escusar trabajo y gasto más la segunda tendrá la junta como el diseño muestra en la f. Puede ofrecerse hacer esta obra en alguna parte que tenga prolongo. La sacarás dejando el prolongo entre el uno y otro esquilfe haciendo en el espacio del prolongo un cañón abovedado y a sus extremos el esquilfe trazándole conforme a la pasada. Las lenguetas y macizos sean con advertimiento en que a rosca más gruesa más gruesos requieren los estribos del que han de tener las dovelas para el grueso de la rosca en que debes ser muy considerado así en su hueco como en el grueso para no cargar más de lo que moderadamente pueden sufrir que haciendo así irá bien.

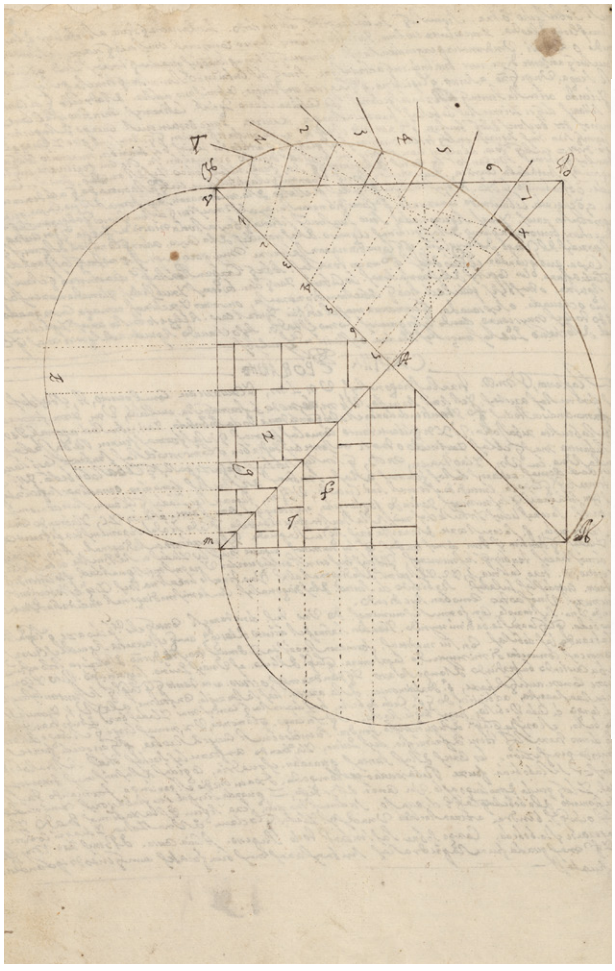
Una dificultad se puede ofrecer acerca de esta bóveda.y de la pasada y es si se hubieren de hacer en plantas que fueren de ángulos desiguales como los de un trapecio y es según demuestran a, b, c, d la cual planta tiene cuatro ángulos dos agudos, uno recto y uno obtuso y los lados también desiguales. No se puede negar que para hacer en esta planta bóveda por arista y esquilfada tiene su dificultad más esta y otras

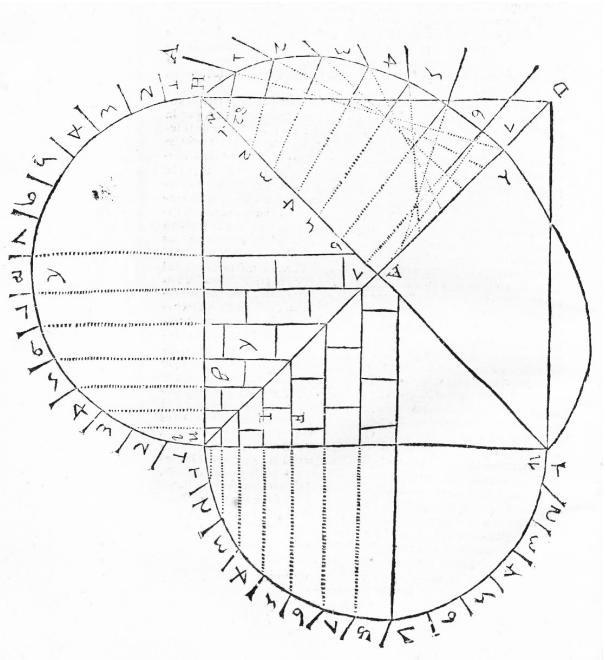
mayores se vencen especulando y por la declaración de esta alcanzarás otras. Habiendo de hacer aquí cualquiera de las bóvedas dichas tira de sus ángulos las líneas diagonales como demuestra A B C D que se cruzan en el punto N. Dispón las cuatro formas de tal suerte que queden a un nivel por su coronación rebajando la más alta y levantando la más baja y sabido el alto de las cuatro formas que supongo la distancia m n, para trazar la montea de la arista o el esquilfe mira la distancia que hay desde N a C y eso mismo ha de tener A N y acrecentará lo que hay desde A S y sobre esta línea S A N C haz la vuelta rebajada M C. Hecho esto toma la distancia A N y mira donde llega en la N C que es el punto A junto a la C y sobre la línea A N A describe la vuelta rebajada o de medio punto A M y haciendo medias cimbras según Cm m A que se junten en el punto m y después hacer otras dos medias sobre la otra diagonal y asentadas podrás sobre ellas hacer la bóveda sea esquilfada de que habemos tratado o de arista. Y si la bóveda fuere de cantería sacarás reglas cerchas según queda dicho en el diseño pasado porque la dificultad de esta bóveda consiste en el saber coger estas monteas para que el esquilfe y arista vaya perfectamente derecho de movimiento de un ángulo a otro que esto es lo que significan las diagonales como el diseño lo demuestra.

Bóveda en rincón de claustro de planta A B C D. Las cimbras necesarias para la curva intersección entre tramos de bóveda se obtienen abatiendo el plano vertical que la contiene sobre su proyección horizontal. Las alturas de cada punto se toman de los puntos inferiores de los lechos en el alzado de los arcos de medio punto que definen los tramos de cañón de la bóveda

Propone una construcción geométrica para la obtención de las saltarreglas que definen el ángulo que forman los lechos de las dovelas en dichas curvas. A pesar de ser un método aproximado, los valores de los ángulos hallados se aproximan a los reales. [5]

5
GUERRA PITONET, Rosa Ana. 2012. Bóvedas y contrarresto del Colegio de Nuestra Señora de la Antigua de Monforte de Lemos. Geometría, construcción y mecánica. UPM. Tesis Doctoral
Rosa Ana Guerra ha comparado los valores obtenidos por el método geométrico empleado por Fray Lorenzo con los obtenidos por el abatimiento del plano auxiliar perpendicular a la arista en la bóveda de arista, comprobando que apenas difieren.





Capilla por arista. Fol.81v.

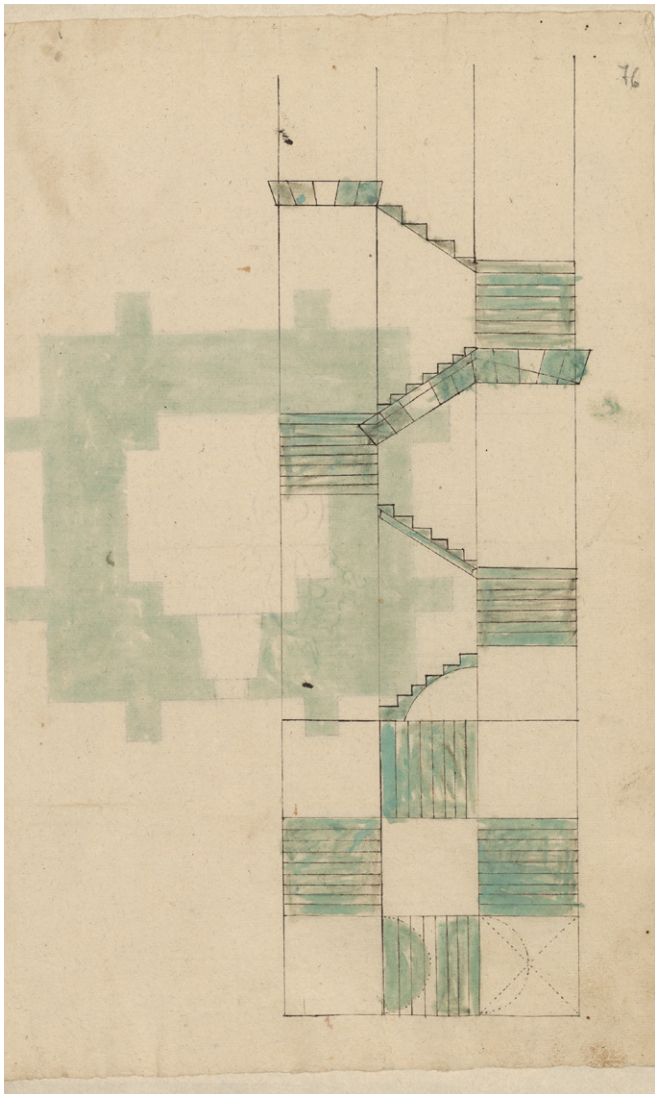
Arte y Uso de Arquitectura I. Cap. LI. Trata del quinto género de bóveda que llamamos capilla por arista y de su traza y fábrica.

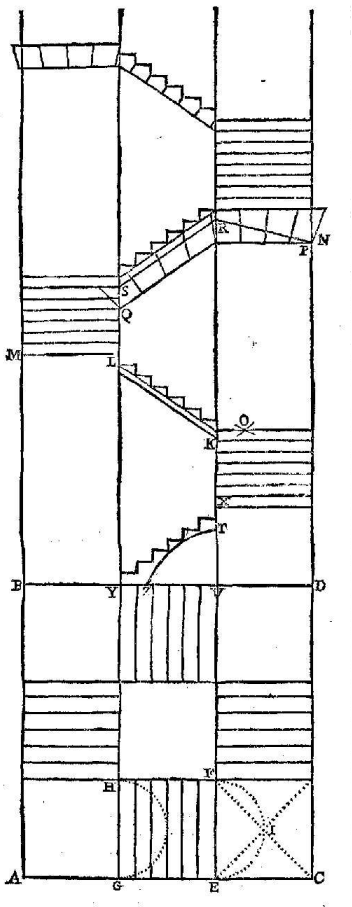
En la planta VMD tira las diagonales VN, DM, y cruzarse han con el punto A. estas dos líneas denotan las aristas y el semicírculo VHM denota la forma que está en el lado VM y conforme esta forma han de ser todas cuatro y también declaran el alto que han de tener toda la bóveda. Y así sobre la diagonal VAN describe la vuelta rebajada VXN que levante tanto como las formas y si las formas fueren rebajadas no han de levantar más que ellas y haciendo otra semejante a esta servirán para la montea de las cimbras las cuales se asentarán la una en VN y la otra en MD que son las cimbras principales que lleva la bóveda y si tuviere necesidad de más echarás de las formas a las cimbras rastreles de madera o madera suficiente para sustentar la parte que les toca. Entendido esto en el semicírculo VHM, reparte las hiladas que les caben , siendo nones las que están señaladas por sus números y haciendo regla cercha o saltarregla semejante a la MYC, y labrando con ella las dovelas sacarás lechos y sobrelechos, más si la vuelta fuere rebajada para cada hilada será menester diferente saltarregla. Para sacar el corte de la arista harás según en la pasada y es repartiendo en la diagonal AN, las mismas hiladas que también están demostradas por sus números. Reparte más las hiladas en la vuelta rebajada XN demostradas también por sus números y todas tres en número han de guardar una misma igualdad. Esto entendido, del centro X tira la línea 1 y 2 y del primero de la diagonal al número uno tira la línea una tres y según está ve haciendo los números unos a otro como van sucediendo. Y haciendo una saltarregla conforme los números dos uno tres, denotará el corte que el siguiente lecho hace por la parte alta de la bóveda por lo que la arista va disminuyendo, y también servirá para el asiento de la segunda, aunque esta cercha se puede excusar porque labrando las dovelas con sus monteas

formarán la arista y demuestro este diseño de la arista solo a fin para que conozcas como se va disminuyendo la primera por la parte del lecho es una esquina, su principio recto y conforme va creciendo va perdiendo del ángulo recto y quedándose más obtuso, hasta tanto que por la parte que se juntan las aristas casi no se conoce pero sí hace. Para dar la montea de la arista haz saltarregla conforme a la V1 y con esa vuelta irá la arista advirtiendo que para cada dovela has de hacer las que a las mismas hiladas van demostrando, y para el largo de cada dovela harás regla cercha según su largo por la montea V X, no más larga que el largo de la misma dovela. El arista por la parte de su principio tendrá su entrego en el cuerpo de la obra para que así quede fuerte y solo demostrará lo que tiene de principio de esquina, y labrando conforme las cerchas dichas saldrá la bóveda con toda perfección. Los cortes de las juntas guardan escuadría cogidas de las mismas tiranteces y lechos. Si la bóveda fuere rebajada o prolongada, da en medio el prolongo formando tus lunetas y lo que queda de prolongo hazlo de un cañón de bóveda. Guarda siempre sus trabazones y mirado todo el pavimento de la bóveda por la parte de abajo, su demostración será según está ya demostrado, y juntadas las ocho partes vendrá a cerrar la clave una de sus hiladas por la clave de una y otra, y de aquí conocerás que hasta cerrarse esta bóveda carga sobre sus cimbras todo su peso, a cuya causa deben estar muy fuertes y cuanto más pesada fuere la piedra las cimbras harás bien fuertes aunque en todo punto han de ser muy fuertes.

Bóveda de arista de planta cuadrada. Una vez determinada la planta y los arcos de medio punto sección de los cañones, se procede al reparto de dovelas en el arco de medio punto, de manera que cada tramo de cañón se dividirá en 13 hiladas. Los planos de lecho entre hiladas se disponen radiales y planos y los lechos entre dovelas de una misma hilada serán planos verticales.

Las cimbras necesarias para la curva intersección entre tramos de bóveda se obtienen abatiendo el plano vertical que la contiene sobre su proyección horizontal. Las alturas de cada punto se toman de los puntos inferiores de los lechos en el alzado de los arcos de medio punto que definen los tramos de cañón de la bóveda. Al igual que en la bóveda en rincón de claustro vista anteriormente, se propone una construcción geométrica para la obtención de las saltarreglas que definen el ángulo que forman los lechos de las dovelas en dichas curvas. Como solución a la variante de planta rectangular, se propone partir de la bóveda de planta cuadrada para, a continuación, extender los cañones del lado mayor hasta alcanzar la longitud deseada, de manera que la intersección entre tramos no se modifica. De esta forma, los lados menores de la planta se resuelven a modo de lunetos que se abren al cañón longitudinal.

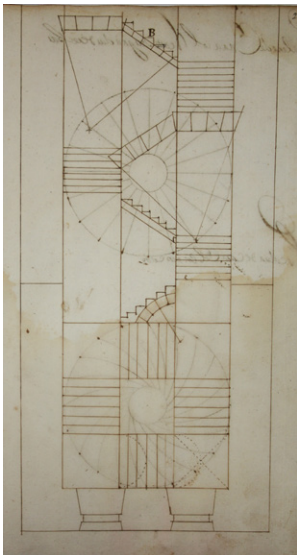

76


R
N
P
S
Q
M
L
O
K
T
E
Y
V
D
H
I
A
G
E
C

Dibujo de escalera. Fol. 76r.

Arte y Uso de Arquitectura I. Cap. LXIIII. Trata de las escaleras, fábricas y cortes, por sus demostraciones.

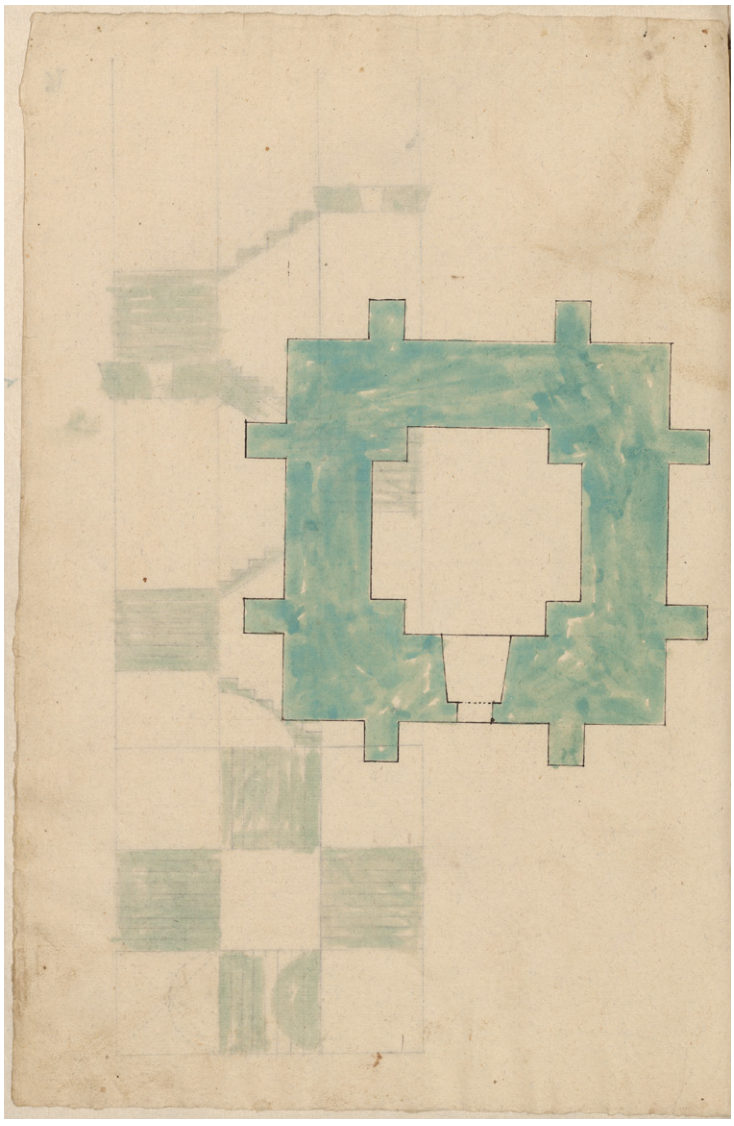
Dibujo de escalera de caja cuadrada con cuatro tramos por planta. De trazado esquemático y poco riguroso, el dibujo carece de texto explicativo. Tampoco ha sido transcrita las rotulación que aparece en el modelo de Fray Lorenzo. Con respecto al trazado original, se ha modificado el número de peldaños de cada tramo, sin mantener correspondencia entre planta y alzado. Se modifica también el reparto de dovelas, pasando aquí a distribución impar de 5 piedras, tal vez con intención de mejorar la estabilidad del diseño, evitando la junta vertical que se produce con el reparto en 4 dovelas del dibujo de Fray Lorenzo. Es clara la intención de hacer destacar este detalle ya que la dovela introducida no aparece tramada, contrastando con el resto del dibujo. Tampoco se copia el diseño del octavo tramo de forma exacta, solo se dibuja el peldañeado, sin definir el grosor de la losa ni el reparto de juntas. El dibujo está realizado en tinta negra con un tosco tramado de tinta verde en las zancas.

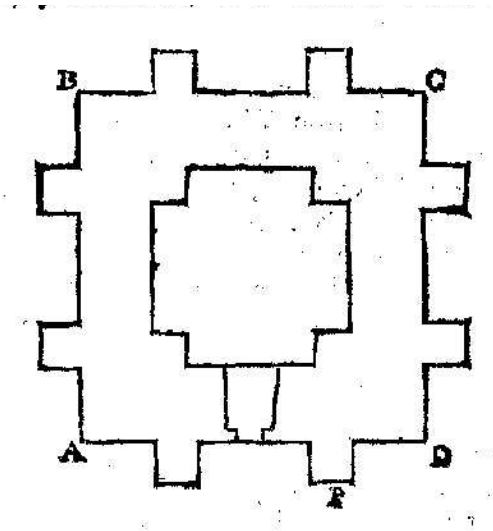


Escalera de caja cuadrada. FRANCISCO F. SARELA.1750. *Algunos cortes de arquitectura. Fol.24r.*

Este dibujo aparece en el manuscrito de Francisco Sarela. Presenta un trazado más preciso y cuidado. Se mantienen las proporciones y reparto de peldaños del dibujo original. Aporta algo más de detalle a las juntas de los tramos resueltos en cantería, marcando centros para su distribución radial. Se incorporan ventanas en uno de los muros que cierran la caja. No aparece la rotulación del original.

Si acudimos a la obra de Fray Lorenzo, en el texto que acompaña a este trazado de escalera, se cita como ejemplo construido la escalera del convento de Santa Catalina en Talavera de la Reina, modelo que se cita en el manuscrito, en la *escalera capialzada engauchida a regla.*



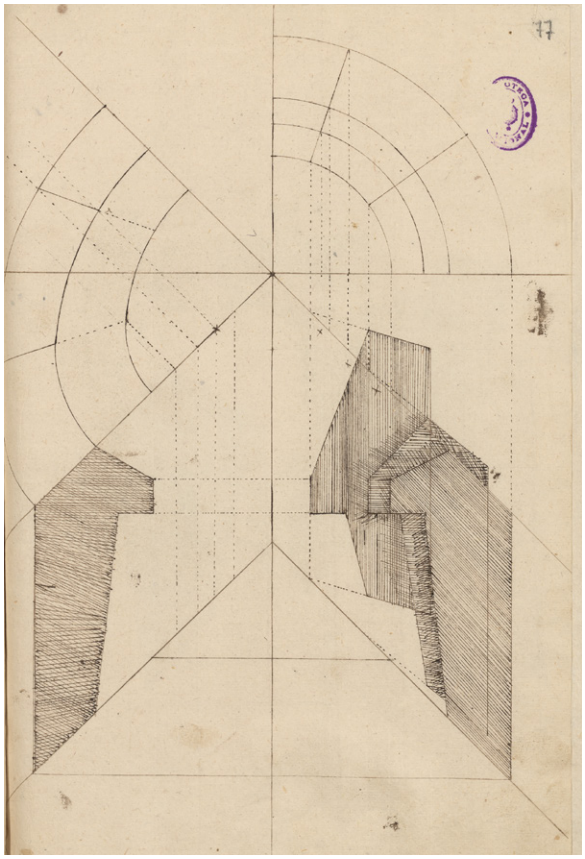

B
C
A
D
F

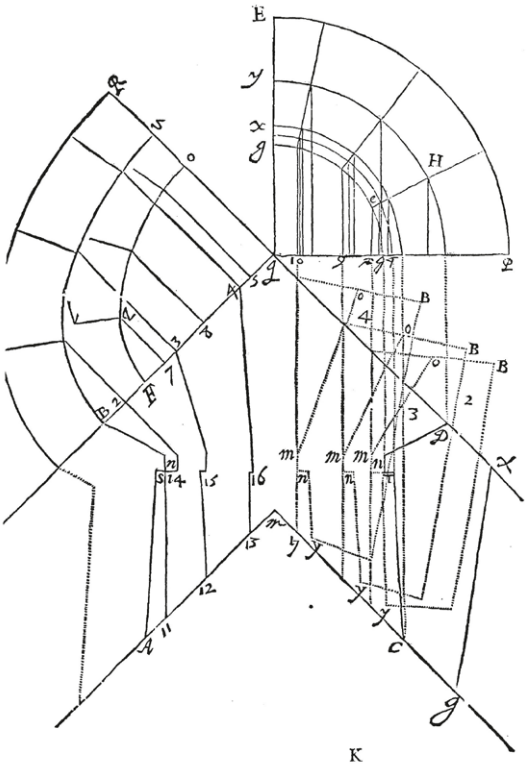
Dibujo de planta de torre. Fol. 76v.

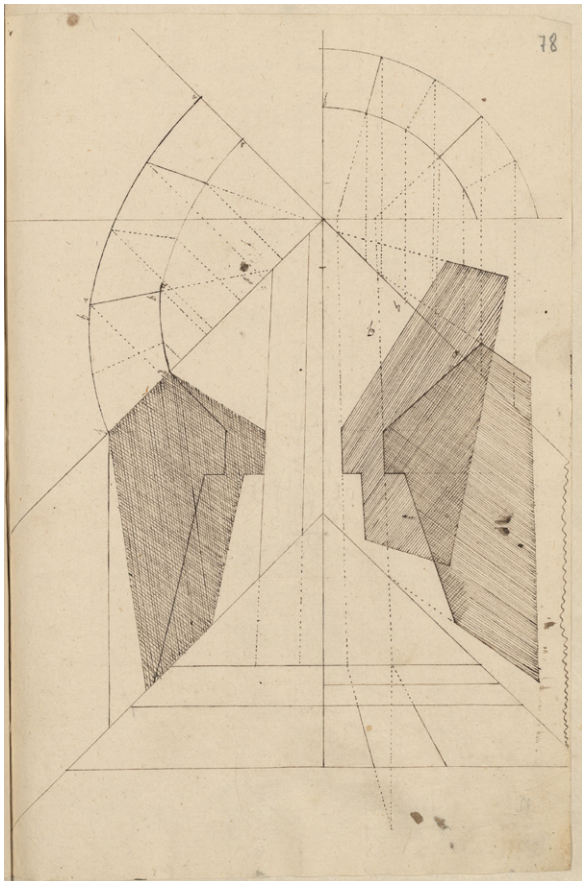
Arte y Uso de Arquitectura I. Cap. LXIII. Trata de la suerte que se ha de plantar una torre, y de su fortificación, y algunas cosas tocantes a muros, y fortalezas.

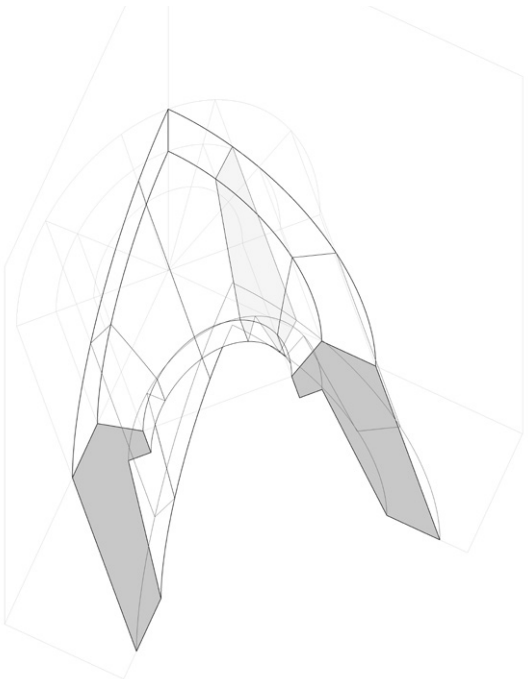
Planta de la torre de la catedral de Toledo sin texto explicativo. Al igual que en el dibujo anterior, no se transcribe la rotulación que presenta el dibujo original. Presenta un relleno en tinta verde al igual que el dibujo de la escalera antecedente.

Planta de torre cuadrada. Tinta negra con relleno en verde. Sin texto ni rotulación. Conserva el diseño y proporciones copiadas del dibujo de Fray Lorenzo, tomando como modelo la torre de la catedral de Toledo, con detalle del espesor de los muros y los estribos de refuerzo.


77


E
H
K

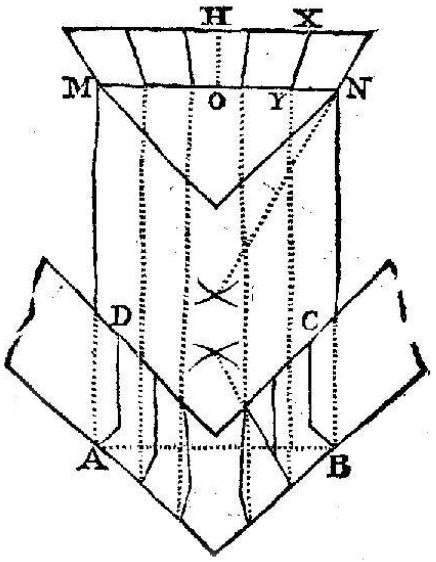

78

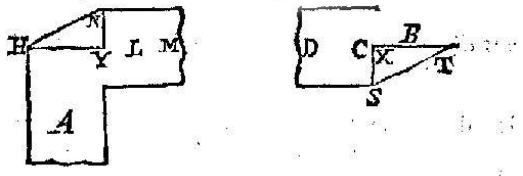


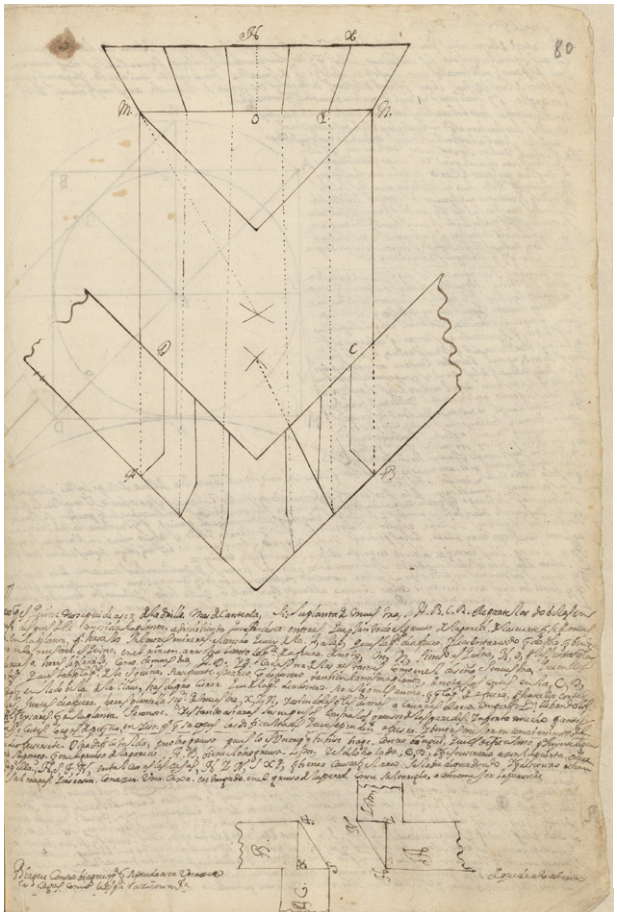
Arco por esquina y rincón capialzado. Fol. 77r-78r.

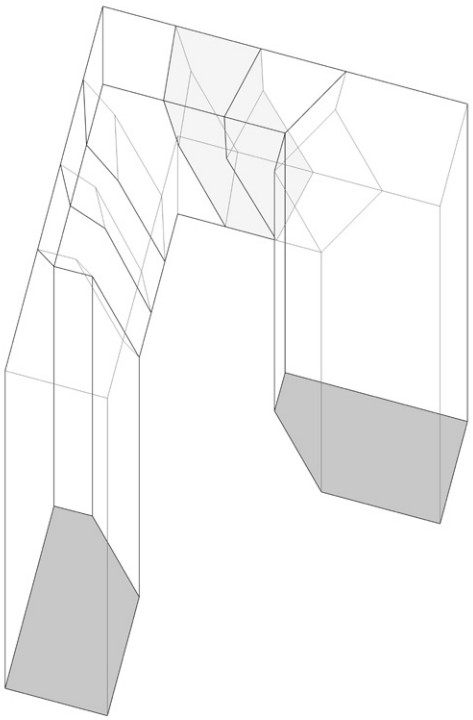
Arte y Uso de Arquitectura I. Cap. XLIII. Trata de algunas dificultades que se pueden ofrecer en los sitios donde se han de labrar los arcos.

Arco por esquina capialzado y moldurado. Se presentan dos dibujos muy similares, con algunas variaciones. En el primer dibujo, una vez trazada la planta donde en este caso los planos que la definen son perpendiculares entre sí, se traza el alzado del arco de medio punto que, proyectado en dichos planos, define las embocaduras. En el segundo dibujo, el arco a proyectar es escarzano, por lo que su proyección en los planos que conforman el rincón es algo más rebajada. De esta manera, como Fray Lorenzo explica en su obra, se puede reducir el capialzado que se produce en este arco desde la embocadura al plano de carpintería. En ambos dibujos, el arco se reparte en cinco dovelas, frente al modelo de Fray Lorenzo que lo divide en siete. La única rotulación que acompaña al dibujo es la de unas letras “x” indicando en la planta la posición de la junta de testa. Las plantas por lechos de las dovelas y los salmeres aparecen tramados con un rayado en tinta negra. En el primer modelo, los planos de lecho de las dovelas son planos de canto, la proyección horizontal de las juntas interiores de la moldura semicircular será paralela a la recta bisector de la esquina o rincón. La obtención de las plantillas es sencilla, mediante el abatimiento de los planos de lecho alrededor de rectas de punta que pasan por los puntos inferiores de las juntas. Los puntos obtenidos, se encuentran siempre en una perpendicular a la charnela y a la distancia de esta que indique su cota, medida que tomaremos en el alzado. Las longitud de las juntas de las testas que conforman la esquina y el rincón se puede tomar en el arco proyectado que encontramos abatido con respecto a uno de los planos de testa.


H
X
M
O
Y
N
D
C
A
B


H
N
Y
L
M
A
D
C
B
X
T
S



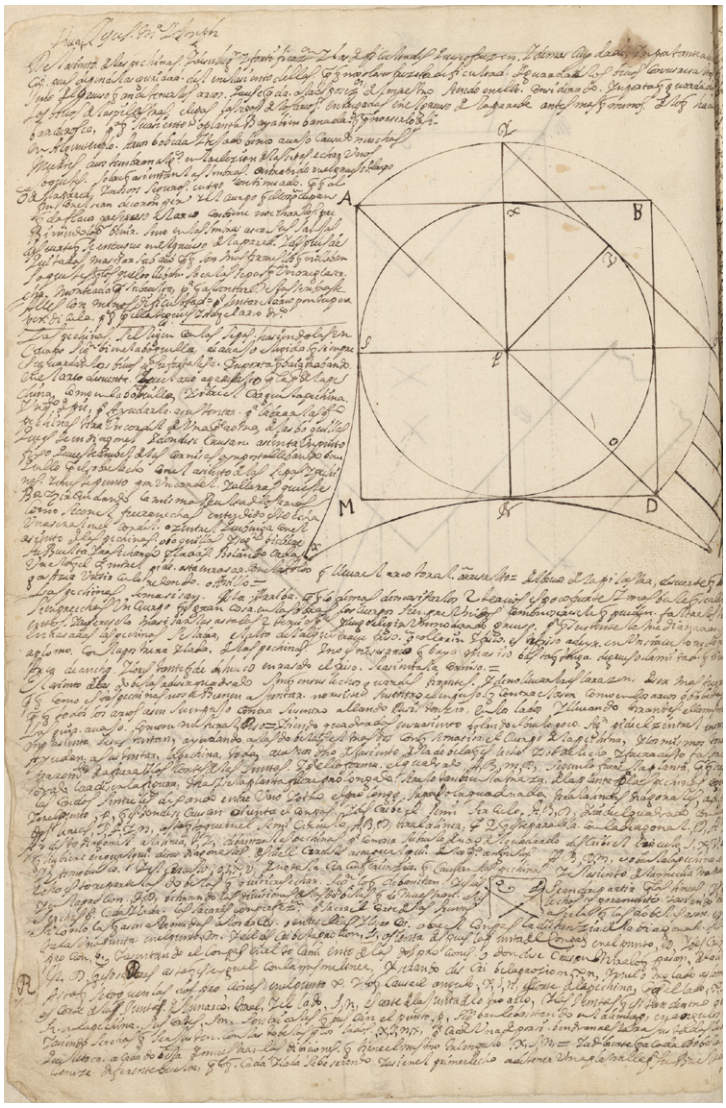


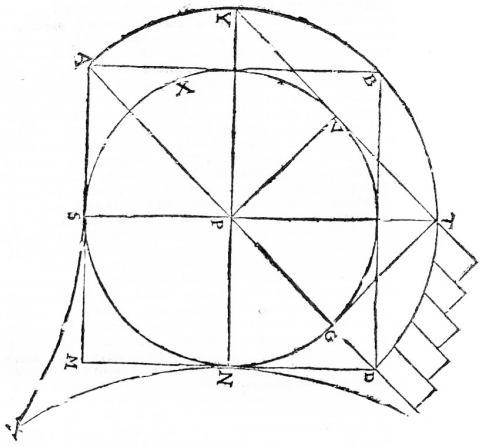
Arco por esquina. Fol.80r.

Arte y Uso de Arquitectura I. Cap. XLIII. Trata de algunas dificultades que se pueden ofrecer en los sitios donde se han de labrar los arcos.

Arco por esquina no se puede hacer de ladrillo más de cantería sí. Su planta demuestra A, B, C, D. Reparte las dovelas en nones después de reconocida la planta, advirtiendo que han de ser enteras que cojan todo el grueso de la pared, de la suerte que se demuestra en la planta. Para hacer los salmeres mirarás el ancho que hay de la A a la B que es la parte de afuera y le asentarás donde queda dicho que vendrá a ser en la misma esquina. En el rincón harás otro tanto. La parte de afuera denota M,N, siendo esquina H,O. Para hacer las juntas por la parte de abajo harás la plantilla como demuestra A,D y para cada una de las restantes como en el diseño se demuestra, que en los cortes que están por la esquina se hace fuerte este arco por de dentro. También la misma planta denota los cortes en la C,D, nota que en la dovela de la clave has de procurar que de la parte de adentro sea algo más ancho que por la parte de afuera. Para hacer los cortes de las juntas de afuera harás plantilla según demuestra X,Y,N, y haciéndolas para las demás acabarás el arco con perfección llevando los alféizares que en la planta se conoce y estando así harás sus empujos contra los gruesos de las paredes. Importa mucho que antes lo ejecutes. Lo harás de pequeño en yeso, para que saques las dificultades que se te pueden ofrecer y vengas mejor en conocimiento. Puede ofrecerte otra dificultad en otro grueso pues lo es en un arco que tuviese viaje contra viaje que es dificultoso. Para su inteligencia supongo que en el grueso de la pared A,B, viene el otro grueso L,M, y el del otro lado C,D, y que es necesario hacer la puerta o hueco para ella H,S,T,N, en tal caso haz las cajas H,Y,N,S,X,T, que viene a causar que el arco se labre de cuadrado y quede seguro echando los salmeres que se hacen con hacer una caja entregada en el grueso de la pared con su saltarregla o como mejor te pareciere.

Arco adintelado abierto en un encuentro entre muros en ángulo recto. Las juntas de testa en ambos frentes se mantienen paralelas. El reparto de dovelas se hace de forma regular en los dos dinteles. Para alojar la carpintería, se forma una patilla en las piedras del salmer. Las juntas inferiores de lecho formarán un quiebro, cambiando la dirección radial que presentan desde la testa de la esquina dirección paralela al eje de simetría del arco. En la piedra de la clave, las juntas presentarán una ligera convergencia de forma que se ensanche el frente de la testa del rincón. En esta traza el dibujo coincide tanto en rotulación como en diseño con el arco propuesto por Fray Lorenzo. El texto explicativo es coincidente con el de la fuente, suprimiéndose algún detalle que no es imprescindible para poder seguir la explicación del trazado y labra de este corte.





Bóveda esférica con pechinas. Fol.80r.

Arte y Uso de Arquitectura I. Cap. XLV. Trata del asiento de las cepas de los arcos torales y de la forma de labrar las pechinas.

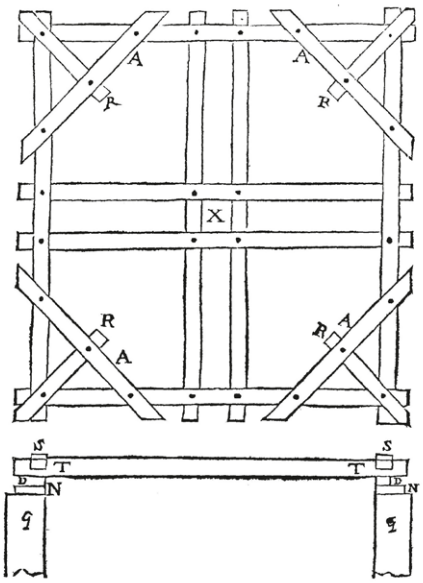
Del asiento de las pechinas y de su lugar y fortificación y las dificultades que se ofrecen y demás cuidado importante pues de depende la seguridad de en el asiento de ellas porque no solo se ofrece la dificultad de guardar los vivos con sus resaltos sino del grueso que han de tener los arcos que se queda a la disposición del maestro siendo en ello considerado. Importa que guardados los vivos de las pilastras eljas las cepas de los arcos entregados en el grueso de la pared antes más que menos de lo que ha de llevar de rosca para que su asiento o planta vaya bien bañada que por no hacerlo así en algún templo arcos, bóvedas y tejado vino abajo causando muchas muertes. Acostumbran algunos en la elección de las cepas echar unos coquetes sobre que asientan las cimbras entrando en el grueso o largo de la pared y no son seguros en tiempo continuado porque al fin con él se han de corromper y el cuerpo que ellos ocupan queda flaco y al paso del arco conviene no echarlo previniendo lo por venir sino en las cimbras hacer sus zanjas de suerte que se entregue en el grueso de la pared y después de quitadas macizar su vacío porque son más firmes los que no llevan coquetes que los que los llevan. Saca las cepas por una regla cercha monteada por su vuelta para que al asentar de las cimbras se halle con menos dificultad. Para asentar el arco pon tu perpendicular para que por ella te guíes y saques el arco derecho. Las pechinas se eligen con las cepas, haciendo un cuerpo según viene la boquilla de abajo elegida que siempre se guardan los vivos para su fortaleza. Importa que vaya trabando en el arco de suerte que el arco haga resalto por la parte de la pechina como en la boquilla y sobre él cargue la pechina un cuarto de pie para ayudarla a sustentar. Para labrar las cuatro pechinas tira un cordel de una parte a otra de las boquillas que estén en diagonal y a donde se cruzan asienta un punto fijo que esté a nivel de las cornisas o imposta llevando boquilla por el sobrelecho con el asiento de las

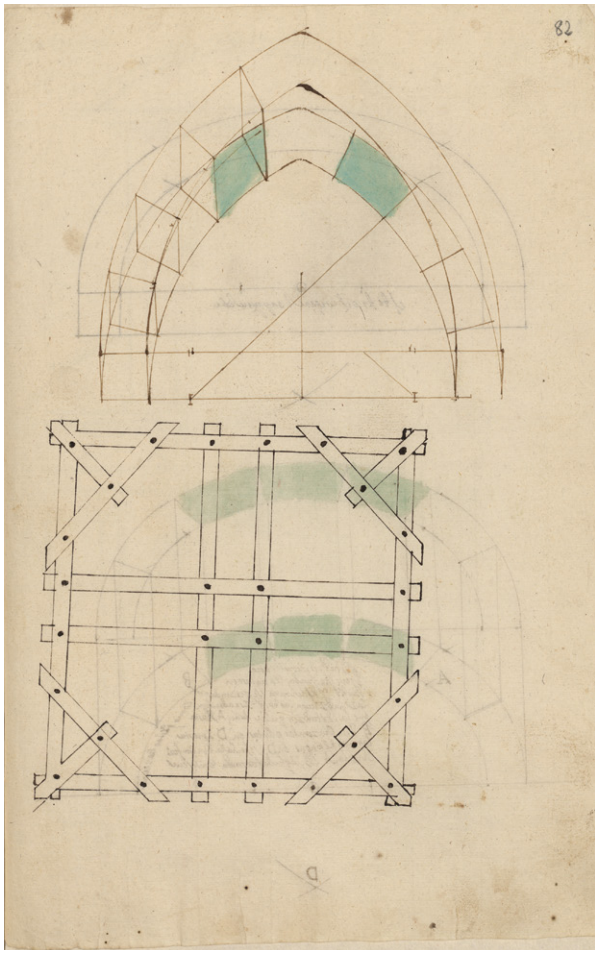
cepas y pechinas, y en el punto pon un cordel y hallarás que este va circundando la misma vuelta de los arcos como si con él fueran hechas. Entendido esto echa una señal en el cordel o cintrel que venga con el asiento de las pechinas o boquillas y según te pidiere su vuelta irás echando hiladas volando cada una lo que el cintrel pide hasta enrasar con el resalto que lleva el arco toral o resalto del vivo de la pilastra, de suerte que venga a hacer un círculo redondo o anillo. Las pechinas se macizan hasta arriba porque lo demás de macizar los 2 tercios es poco fuerte y más vale que se halle siempre hechas un cuerpo que es gran cosa en las obras los cuerpos siempre unidos como no se recele que pueden faltar los asientos. Y a ese recelo macizarlas hasta los 2 tercios partes y luego elegir un moderado grueso para que sustente la media naranja. Enrasadas las pechinas se labra el alto del arquitrabe friso o collarín y friso , este friso ha de ir en un círculo redondo a plomo con la postrera hilada de las pechinas y no es necesario que vaya macizo, basta que tenga de grueso la mitad que tiene el arco de ancho y lo restante quede hueco , enrasado el friso se sustentará la cornisa. El asiento de las dovelas ha de ser de cuadrado sin que en sus lechos guardes tirantez y de no llevarla es la razón de ser más fuerte porque como estas pechinas no se vienen a juntar no resiste su centro el empujo que contra él hacen como en los arcos o bóvedas porque todos los arcos hacen su empujo contra su centro hallando resistencia en sus lados y llevando tirantez ella misma las guía abajo con su natural peso. Y siendo cuadradas en su asiento volando el vuelo poco según pide el cintrel en su mismo asiento se sustentan ayudando a las dovelas el trasdós con que se maciza el cuerpo de la pechina, y los mismos torales ayudan a sustentar la pechina toda. Habemos dicho del asiento de la dovela que es lecho y sobre lecho, y fuera de esto falta el paramento de afuera y los cortes de las juntas y para ello forma el cuadrado A, B, M, D, según fuere la planta porque si es cuadrada lo ha de ser la figura dicha y si la planta fuere prolongada será lo también la traza de la planta para la pechina cogiéndolas con dos cintreles dejando entre uno y otro el prolongo. Supóngola cuadrada, tira las líneas diagonales A, D, B, M, y en el puntop p que es donde se cruzan asienta el compás y describe el semicírculo A, D, B, divide el cuadrado con las dos líneas S, T, Y, N, hasta que toque en el semicírculo A, B, D, tira la

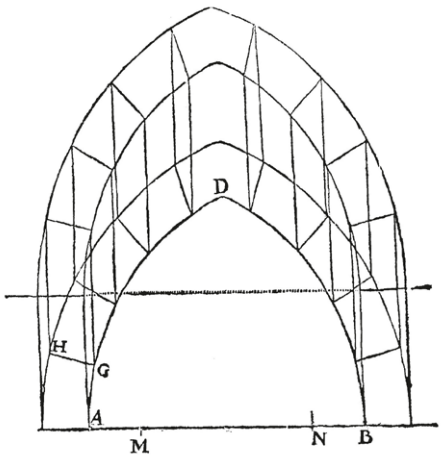
línea T, Y, que esté paralela con la diagonal D, A, y lo que hay de esta diagonal a la línea T, Y, levantan las pechinas. Para conocer su vuelo dentro del cuadrado describe el círculo S, X, V, O, y lo que hubiere en cualquiera de sus diagonales desde el círculo hasta cualquiera de los cuatro ángulos A, B, D, M, eso vuela la pechina en su último vuelo y el círculo O, S, X, V, denota la circunferencia que causan las pechinas y el asiento de la media naranja. Hecho esto reparte las dovelas que quisieres echar según lo que levanta y estas se han de repartir por las líneas V, P, O, T, y en la porción T, D, ve tirando las divisiones de las dovelas que demuestran sus lechos y paramento y haciendo reglas cerchas para cada hilada las sacarás con perfección. Para sacar el corte de las juntas así las que las dovelas hacen entre sí como las que hacen arrimadas a los arcos entre ellas y los arcos abre el compás la distancia de la diagonal A, D, asienta la una punta en el punto M, y así describe la porción L, asienta después la punta del compás en el punto D, y describe la porción q, y asentando el compás en el tocamiento de las dos porciones o donde se cruzan mira lo que pasan de la línea M, D, que esto cerrarás hasta que esté igual con la misma línea y cerrando describe la proción X, N, y en el otro lado haz lo mismo hasta que se toquen las dos porciones en el punto X, y lo que causa el ángulo X, S, N, es corte de la pechina porque el lado X, S, es corte de la junta del un arco toral y el lado S, N, es corte de la junta del otro arco y las juntas que están dentro o entre sí en la pechina sus cortes son centricales que buscan el punto P, según van levantando en la línea P, en ángulos rectos y haciendo cerchas que se ajusten con las dovelas por los lados X, S, N, X, para cada una de por sí vendrán a estar ajustadas. La vuelta que le toca a cada dovela demuestran las divisiones que tiene el mismo triángulo X, S, N, y advierte que a cada dovela le pertenece diferente vuelta por lo que cada hilada se va cerrando y así en el primer lecho ha de tener una plantilla para su vuelta y en el sobrelecho otra según su vuelta pide advirtiendo que la cercha que sirve al sobrelecho de la una sirve para el lecho de la otra que se asienta encima y haciendo sus cortes de yeso conocerás mejor lo que se dice. Las juntas de en medio o de entre sí vendrán a ser perpendiculares de suerte que estén a plomo o a escuadra que todo es uno. Advierto que el resalto que adelante dije no se entiende en qué ha de resaltar sino que descubriendo el

resalto que tiene la pilastra sobre él se haga un pequeño asiento para la pechina para que la ayude a sustentar y lo mismo ha de ser de ladrillo que de cantería y siendo así en la junta que hacen las pechinas descubrirá el arco igual la tirantez con su vivo por la clave . Los sillares de que se hicieren las dovelas han de ser largos, de suerte que se entregue en el cuerpo de la pechina por lo menos dos veces más de lo que vuela para que macizando el trasdós ayude a su fortificación porque el mismo peso y cuerpo de la obra hace que sean más seguras. En lo que toca a macizar estas pechinas hasta los dos tercios o hasta arriba me remito a lo que al principio dije. En lo que toca al alquitrabe y friso me remito diciendo que guarden su circunferencia en que rematan las pechinas sacando los cortes de su punto que por ser fácil no lo explico y desde el medio donde se cruzan las diagonales sentada la cornisa que será elegida según la orden que el artífice dice. En cuanto a la entrada que ha de tener en la pared observando lo dicho después se eligen paredes para el alto de la media naranja en forma de una caja cuadrada u ochavada levantando lo necesario para la media naranja. Hay algunos maestros que dejan huecos para aligerar el peso que carga sobre los arcos y no es seguro nada sino que es más segura que vaya toda maciza y hecho un cuerpo. Pueden echar ventanas a plomo de las pechinas. El grueso de las paredes de la caja ha de ser por la mitad del grueso de las paredes del cuerpo de la iglesia porque la media naranja tiene muy poco empujo. Nota que las paredes de la caja han de guardar el vivo de los cuatro arcos torales sobre que cargan por la parte de adentro que el resalto que hacen por la parte de afuera los copetes de las armaduras los cubren. Y así quedan vistosas y recogidas y la media naranja más segura. Otras veces pide el edificio que sobre la media naranja o sus arcos y pechinas no se haga caja cuadrada sino ochavada o sexavada por hermosear más el edificio y en tal caso se elige sobre los arcos y pechinas que unido todo es muy seguro dándole los gruesos como está dicho. Si es ochavado se puede adelgazar más por la mitad del ochavo que los ángulos quedan bastantemente gruesos.

Pechinas para realizar la transición de una bóveda esférica a la planta cuadrada del recinto que cubre. Una vez trazado el cuadrado y la circunferencia inscrita que define la planta de la bóveda, se dibuja el semicírculo de diámetro la diagonal de la planta, que será la sección de la superficie esférica que define las pechinas. El despiece de las hiladas se dispone en lechos horizontales y paralelos, justificando este diseño el hecho de que las pechinas, siendo porciones de bóveda esférica, no tienen continuidad hasta cerrarse en la clave, por lo que no es necesario el despiece radial para distribuir los empujes propios de bóvedas de esta geometría. La superficie inferior de las pechinas se dibuja en un vértice del cuadrado, definido por los arcos X S y X N, que son los arcos torales extendidos. Los lechos entre dovelas de una misma hilada se disponen en planos verticales y pertenecientes a un mismo haz de recta común la recta vertical que pasa por el centro de la bóveda. Las dovelas se cortan largas, de manera que su entrega sea al menos el doble de su vuelo. Para garantizar su resistencia, se recomienda macizar las pechinas completamente.


A
A
R
R
X
R
A
R
A
S
T
T
S
N
N


82


D
H
G
A
M
N
B

Arco apuntado. Fol.82r.

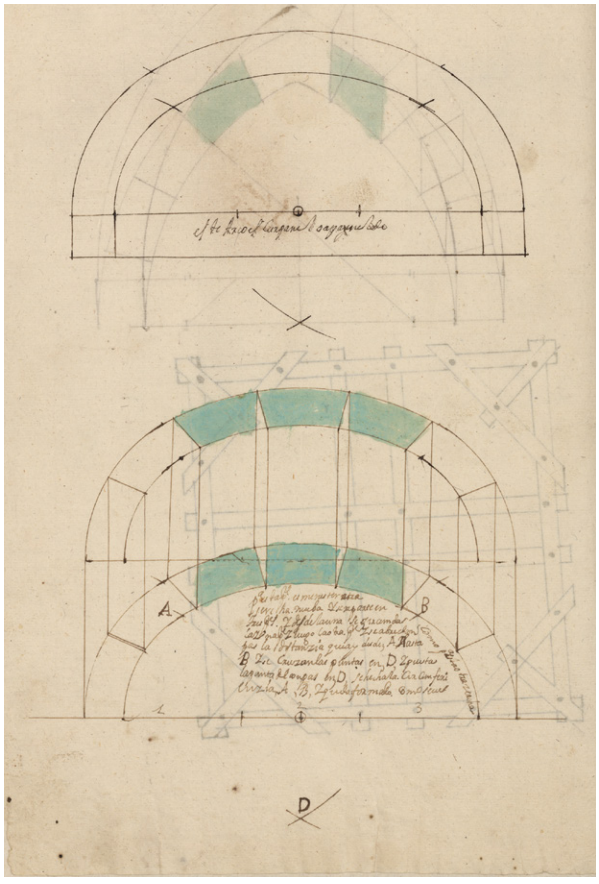
Arte y Uso de Arquitectura I. Cap. XLII.T rata de los géneros de los arcos y de la forma que se ha de tener en labrarlos.

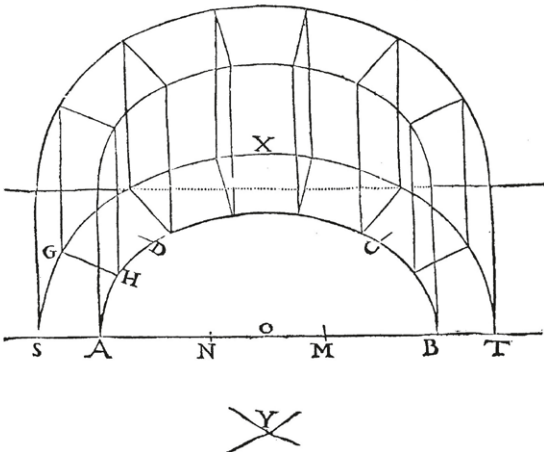
Dibujo de arco apuntado. En el tratado de Fray Lorenzo se corresponde con el quinto modelo de arco. El reparto del dovelaje coincide con el del dibujo original pero no así el grueso del muro donde se abre el hueco. El dibujo está realizado en tinta negra y tramado en tinta color verde como la utilizada en la escalera y la planta de torre anteriores. Los puntos marcados como centros de los arcos de circunferencia a trazar se rotulan con la letra I. No aparece el resto de la rotulación del dibujo original en dovelas y clave.

Armadura de madera en caja cuadrada. Fol.82r.

Arte y Uso de Arquitectura I. Cap. XLVIII. Trata de los cortes de las armaduras y de su asiento y fortificación.

Bajo el arco apuntado, aparece el dibujo de un diseño de armadura de madera en caja cuadrada formada por estribos, tirantes y nudillos. No presenta la rotulación del original ni la sección que sirve de referencia a la leyenda que lo acompaña.


A
B
D


X
G
D
C
H
S
A
N
O
M
B
T
Y

Arco carpanel. Fol.82v.

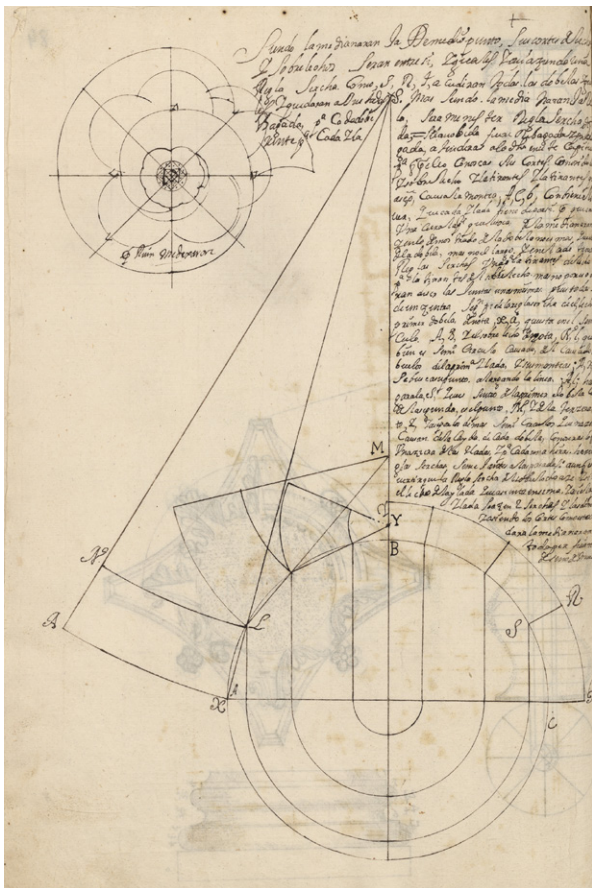
Arte y Uso de Arquitectura I. Cap. XLII.T rata de los géneros de los arcos y de la forma que se ha de tener en labrarlos.

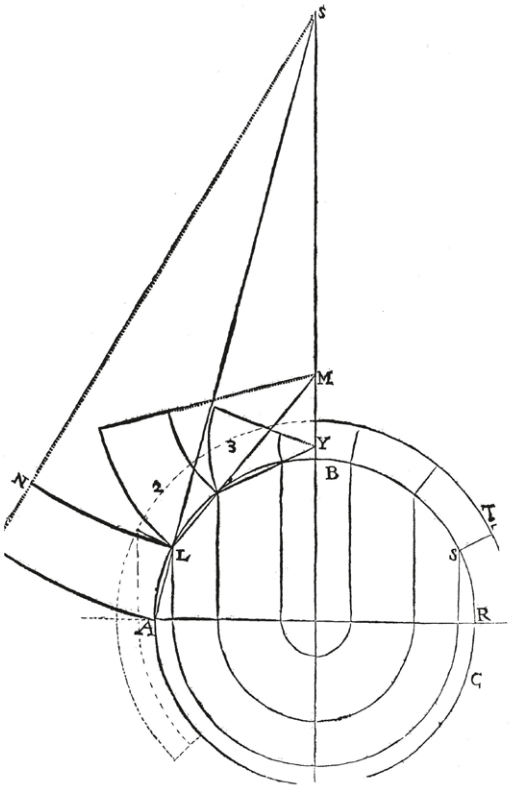
Este arco es carpanel o painelado.

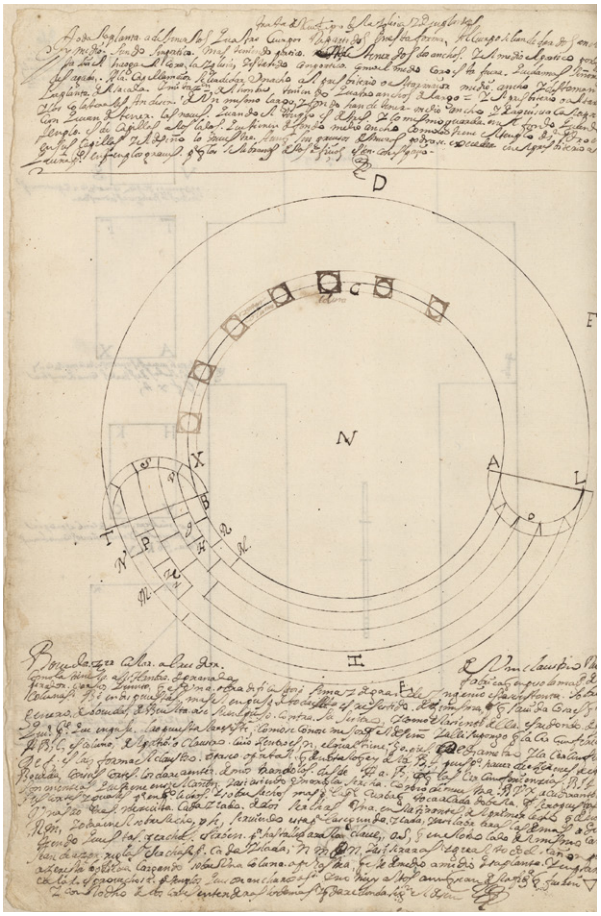
Por esta parte es menester otra cercha nueva y se reparte en tres partes y desde la una se circunda la una parte y luego la otra parte y se abre el compás la distancia que hay desde A hasta B y se cruzan las puntas en D y puesta la punta del compás en D se echa la circunferencia A, B, y queda formado como se ve.

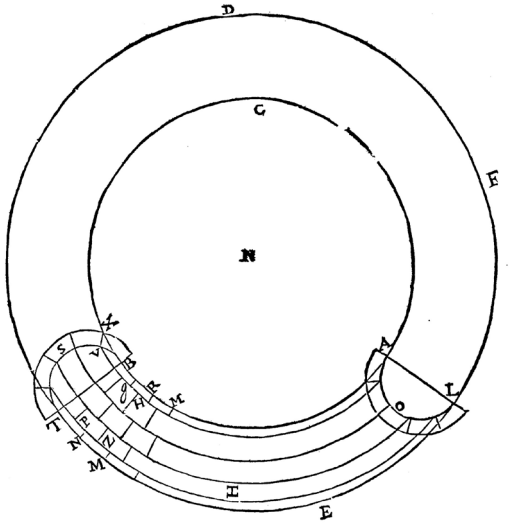
Arco carpanel de tres centros correspondiente con el tercer modelo de arco que presenta Fray Lorenzo. El primer dibujo representa el trazado de la rosca del arco con la localización de los centros necesarios para los arcos que forman parte de su trazado. El muro presenta un espesor muy reducido. En el dibujo inferior, aparece el reparto del dovelaje y se rotulan tanto las tres divisiones iguales de la luz del arco como los tres segmentos de arco de circunferencia con que se traza. Esta rotulación no coincide con la del dibujo original. Tampoco coincide el texto explicativo que acompaña al dibujo, que se sitúa en el espacio que queda entre la línea de imposta y el arco inferior. Se utiliza para el dibujo tinta negra y las tres dovelas centrales se resaltan con el tramado en tinta verde que hemos visto en los dibujos anteriores.

Nota bajo el lateral del arco y siguiendo su trazado: *como para esta otra cercha.*









Media naranja. Fol.84v.

Arte y Uso de Arquitectura I. Cap. LIII. Trata de la disposición y orden de hacer la media naranja.

Siendo la media naranja de medio punto sus cortes de lechos y sobre lechos serán entre sí iguales y así hciendo una regla cercha como S, R, T, acudirán todas las dovelas iguales y quedarán ajustadas, más siendo la media naranja rebajada para cada dovela será menester regla cercha diferente para cada hilada. Si la bóveda fuere rebajada y prolongada atenderás a lo dicho en este capítulo para que con ello conozcas sus cortes. Conocido lecho y sobre lecho y la tirantez que hace o causa la montea A, C, B, conviene el sber que cada hilada tiene de por sí porque cada una cierra la parte que le toca de la media naranja y en lo demostrado de la dovela no es más que el alto de la dovela más no el largo y en él ha de tener dos reglas cerchas, una para la tirantez del lecho y otra `para la tirantez del sobrelecho más no por eso dejarán de ser las juntas unas mismas pues todas salen de un centro según pide la regla cercha del lecho de la primer dovela. Denota X, A, que está en el semicírculo A, B, y el sobrelecho denota N, L, que también es semicírculo causado, del causado de los vuelos de la primera hilada y sus monteas A, X, N, L, se busca su punto alargando la línea A, L, hasta llegar a la S que es centro de la primer dovela como de la segunda es el punto M y de la tercera el punto Y. Y así por los demás semicírculos que nacen o causan de la caída de cada dovela, conocerás lo que cada una cierra de las hiladas y para cada una irás haciendo reglas cerchas semejantes a las pasadas aunque es de advertir que la regla cercha del sobre lecho hace y sirve el lecho de la hilada que asienta encima y así en la primer hilada se hacen 2 cerchas y las demás y haciendo los cortes como está dicho quedará la media naranja con toda perfección según el diseño demuestra.

Dibujo de bóveda esférica con siete hiladas. El trazado de plantillas de caras inferiores de las dovelas utiliza el método habitual de desarrollo de conos tangentes a las hiladas. La rotulación coincide con la original salvo en el primer arco desarrollado, donde se han invertido los dos puntos que lo definen. El texto que acompaña al dibujo coincide con el original con ligeras variaciones. El texto se adapta al espacio que queda en el margen derecho del dibujo, por lo que el trazado de la bóveda se realizó en primer lugar para posteriormente completarlo con el texto explicativo.

Bóveda anular Fol.86v.

Arte y Uso de Arquitectura I. Cap. LII. Trata del primer género de bóveda que es un cañón seguido, y de las dificultades que acerca de él se pueden ofrecer.

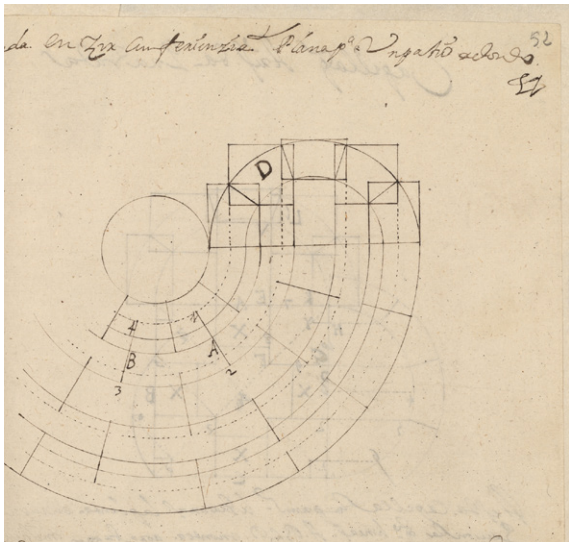
Bóveda circular alrededor de un claustro redondo como la tiene la Alhambra de Granada, fábrica que empezó la majestad del Rey Emperador Carlos quinto que es una obra dificultosísima y de grande ingenio. Esta se sustenta sobre columnas bien dispuestas más el empujo de toda ella es resistido de sí misma porque la sabida cosa es que todo género de bóveda de vuelta hace su empujo contra su centro y como el asiento de ella es redondo de cualquiera parte que empuje la opuesta la resiste como se conoce mejor por el diseño . Y allí supongo que la circunferencia A, B, C, es columna de patio o claustro cuyo centro es N el cual tiene 50 pies de diámetro y la circunferencia D E F es la que forma el claustro o paseo o portal que denota lo que hay de la B, T, pues para haber de hacer en este espacio bóveda con sus cortes lo daré a entender demostrándolos desde A a B porque las circunferencias B, S, T, A, O, L, son monteas que tiene en sí el cañón y así haciendo una regla cercha como demuestra B, V, X, acudirán todos sus cortes iguales para en cuanto lechos y sobrelechos más para la parte curva toca a cada dovela por ser opuestas unas a otras necesita cada hilada de dos cerchas, una en la tirantez del primer lecho que denota R, M, y otra en el sobrelecho g,h, sirviendo esta para la segunda hilada y así labrarás

las demás advirtiendo que estas cerchas sirven para hasta llegar a la clave O, S, que en el otro lado del mismo cañón se ha de hacer reglas cerchas para cada hilada N, M, P, N, y así cerrarás igual todo el cañón. Puedes hacer esta bóveda cargando sobre una columna o pilastra que esté de medio a medio de su planta y en particular es provechosa para templos que son anchurosos y no muy altos aunque sean de la figura que fueren y con lo dicho de los cortes entenderás lo demás y quedará redonda según el diseño.

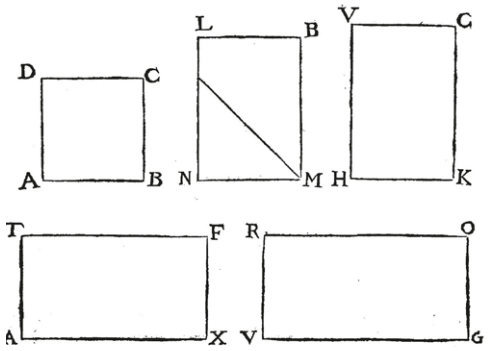
Bóveda anular de sección semicircular y cinco hiladas. El dibujo presenta un reparto irregular en el dovelaje del arco sección, donde las dovelas de los salmares tienen unas dimensiones excesivas. En el dibujo original, el reparto es regular. En el dibujo se incorporan siete colinas con eje situado en la circunferencia interior de la planta, de manera que la piedra del salmer quedará apoyada sobre la mitad del diámetro de las columnas diseñadas.

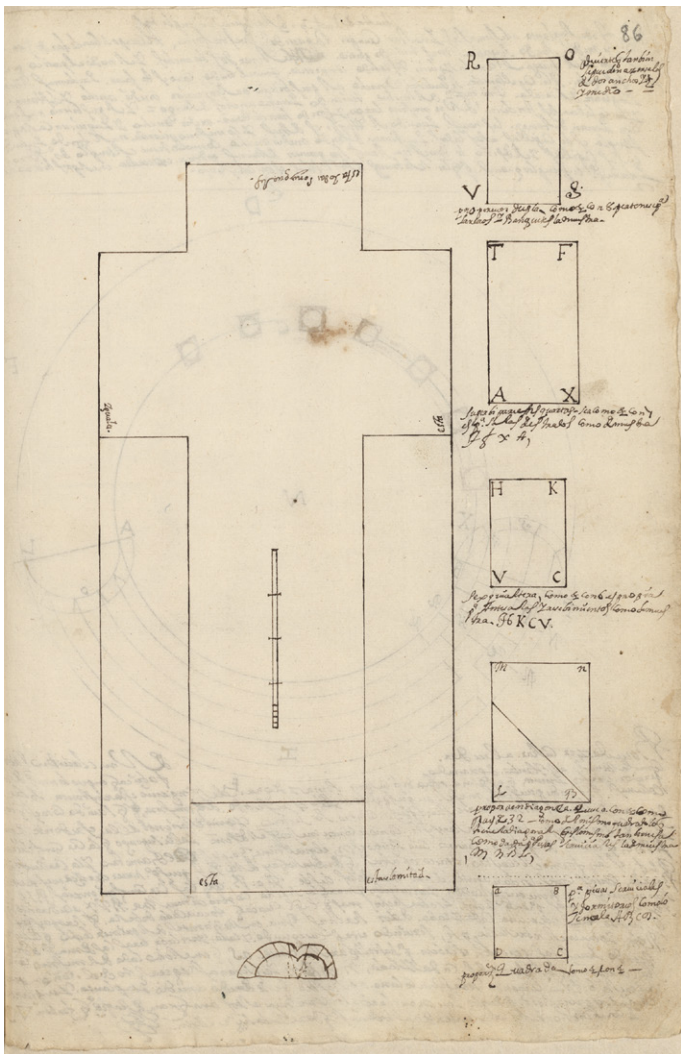
Tanto la rotulación del dibujo como el texto explicativo que lo acompaña coinciden con el original.

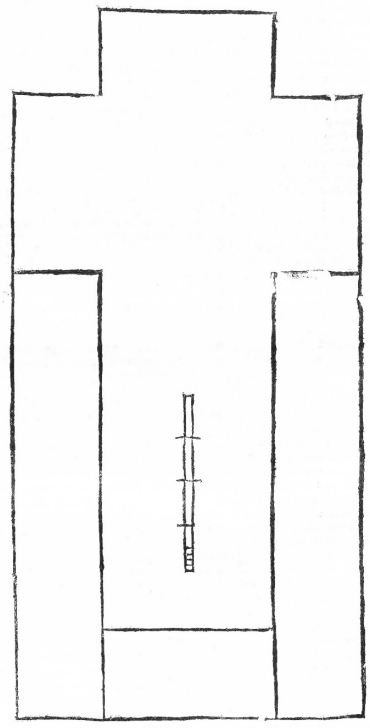
En la primera parte del cuaderno encontramos este corte con un círculo interior de reducidas dimensiones, coincidiendo con la variante que se menciona en el texto, donde la bóveda presenta un soporte central.



Cuaderno de Portor. Fol. 52r.
Bóveda en circunferencia plana para un patio redondo.


D C
A B
L B
N M
V C
H K
T F
A X
R Q
V G


86
R Q
V S
T F
A X
H K
V C



Planta de cruz latina. Secuencia de figuras. Fol.86r.

Arte y Uso de Arquitectura I. Cap. XXII. Trata de la perfección de la planta.

Proporción cuadrada como cuatro con cuatro. Para piezas serviciales y dormitorios como señala A B C D.

Proporción diagonea que se ha con 4 como raíz de 32 como del mismo cuadrado lo que tiene la diagonal que es lo mismo. También es acomodada para piezas serviciales. La demuestra M N B L.

Sexquialtera, como 4 con 6. Es propia para antesalas y recibimientos como demuestra H K C V.

Superbi partiens cuartas, sea como 4 con 7. Es para salas de estrados como demuestra F T X A.

Proporción dupla como 4 con 8. Pertenece `para saraos y banquetes la muestra. Advierte que también se pueden hacer de dos anchos y medio

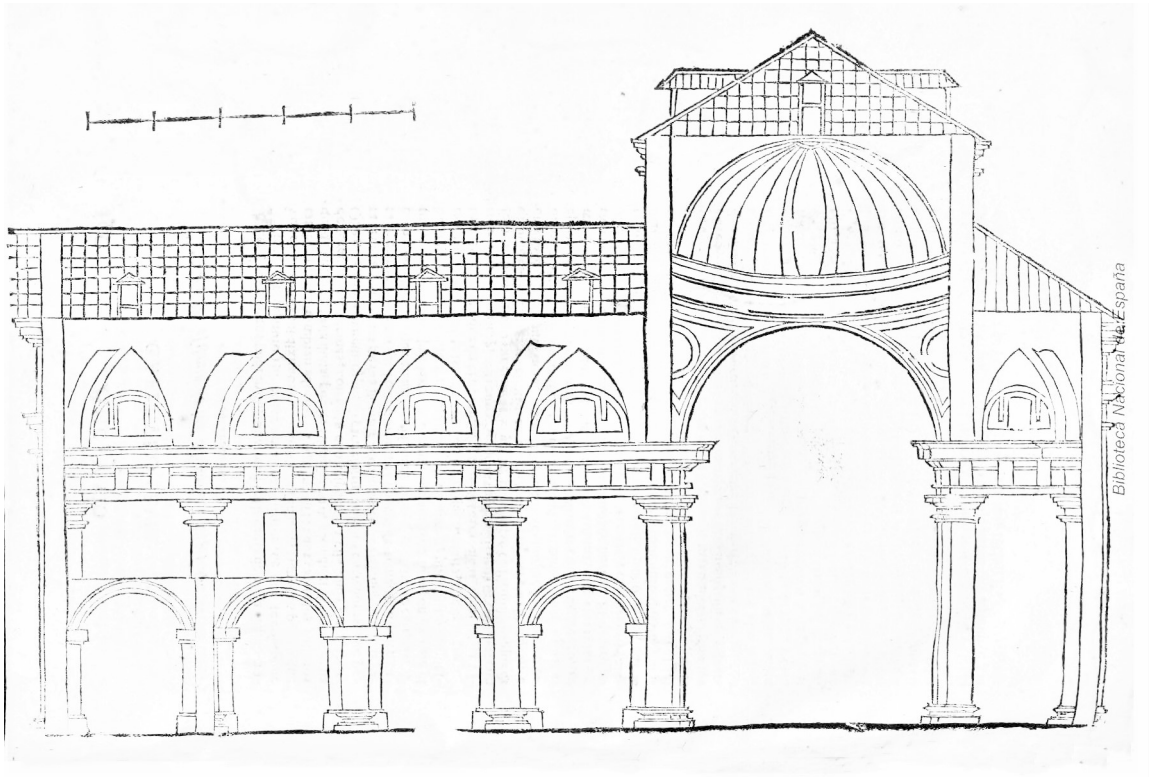
Notas en el interior del dibujo: En los brazos menores: *Estas son iguales.* En el lateral del brazo mayor: *Esta es la mitad.* Secuencia de figuras cuadrada y rectangulares:

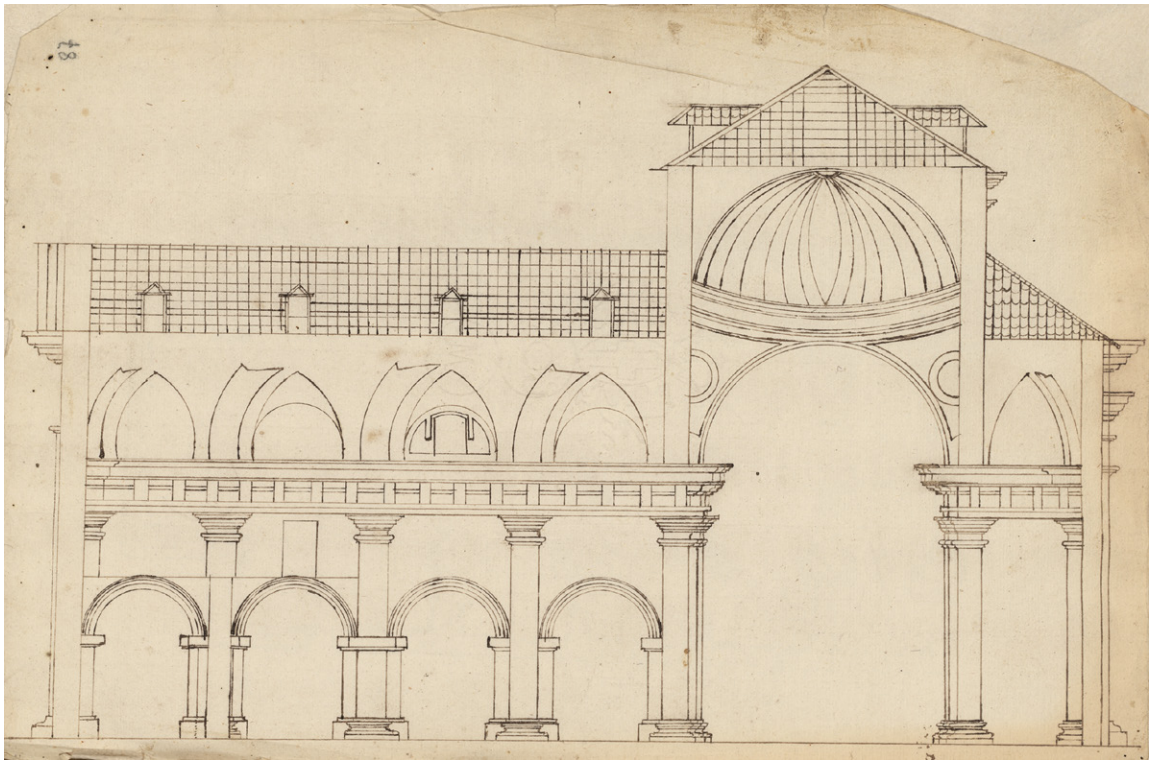
Trata del cuerpo e la iglesia y su planta. Fol. 86v.

Toda planta ha de tener los cuatro cuerpos repartidos en esta forma. Al cuerpo se han de dar dos anchos y medio siendo sin pórtico más teniendo pórtico ha de tener dos anchos y el medio el pórtico porque si está sin él ahoga el coro la iglesia y estando con pórtico como el medio coro está fuera queda más señoril y desahogada. A la capilla mayor se le ha de dar un ancho, al presbiterio o altar mayor medio ancho y de esta manera queda el templo o la planta de él sacada a imitación del hombre teniendo cuatro anchos de largo. Y el presbiterio o altar mayor y los colaterales han de ser de un mismo largo y fondo han de tener medio ancho. Y aquí se saca la proporción que han de tener las naves cuando el templo es de tres y lo mismo guarda en el fondo cuando el templo es de capillas a los lados que tienen de fondo medio ancho como lo tiene el templo de San Pedro en Roma en sus capillas y el diseño lo demuestra aunque sin gruesos de muros. Podrá se exceder en el presbiterio aunque pequeña parte en los templos graves para que los celebrantes de los oficios estén con espacio.

Planta de templo de cruz latina. Sus proporciones se fijan en función de la medida del ancho cuerpo de la iglesia. El largo será cuatro veces el ancho, repartido en pórtico, capilla mayor, presbiterio y cuerpo de la iglesia.

En el lateral de la planta aparecen cuatro rectángulos de diferentes proporciones y un cuadrado. Corresponden a las proporciones que Fray Lorenzo propone para diferentes aposentos. La secuencia se debe comenzar en el dibujo inferior del cuadrado de vértices A, B, C, D. En el cuarto dibujo, se corrige el error cometido por Fray Lorenzo, en el original la proporción 4/7 se denomina *superbi partiens tercias.* En el manuscrito de Portor se cambia a la expresión correcta de dicha proporción, que sería *superbi partiens cuartas.* Los dos últimos rectángulos aparecen orientados de forma que si base sea el lado menor, manteniendo la orientación de los anteriores. En el original, los dos últimos rectángulo se han rotado con el fin de poder colocarlos bajo los tres primeros.

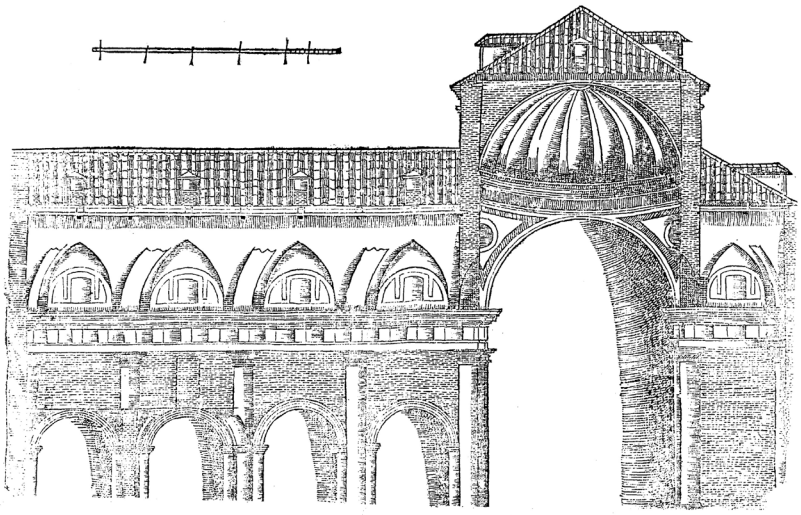

Biblioteca Nacional de España



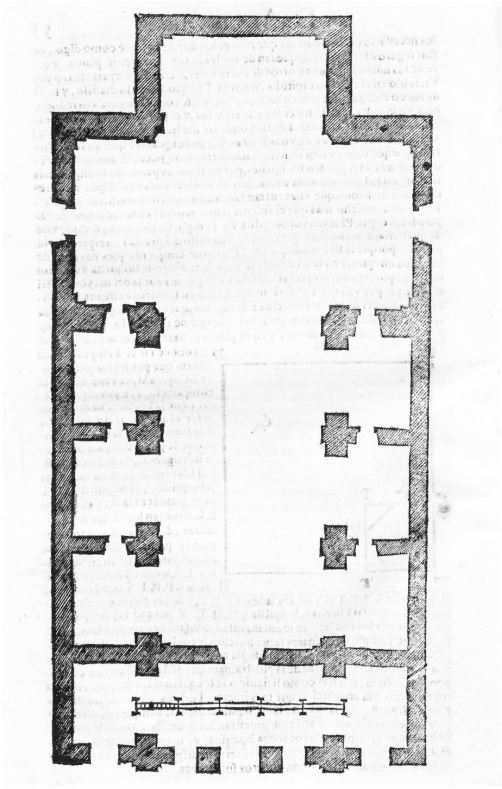
Sección longitudinal de templo Fol.87r.

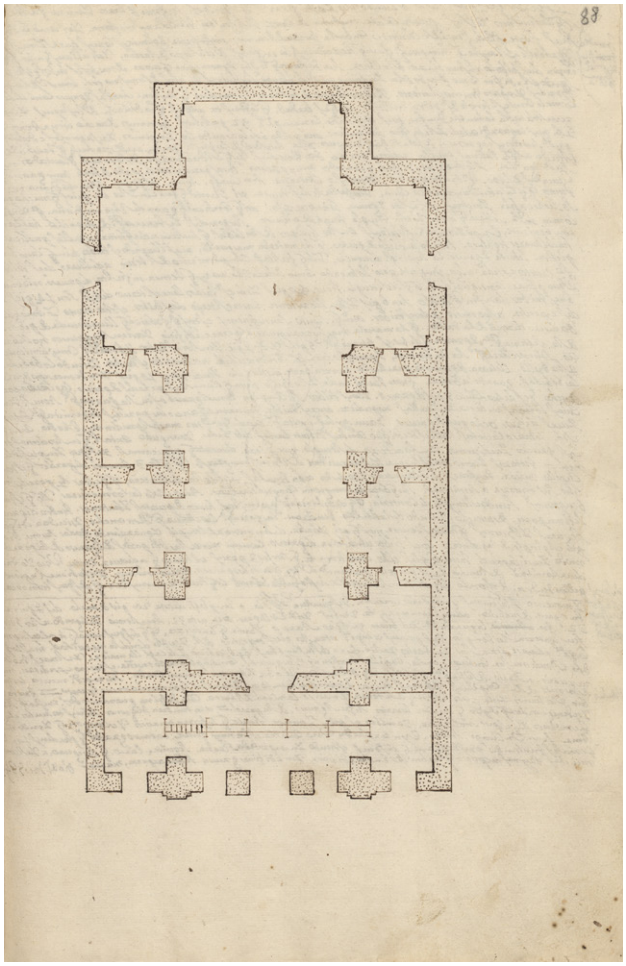
Arte y Uso de Arquitectura I. Cap. LVII. Trata del perfil y alzado del templo, por dentro y por fuera.

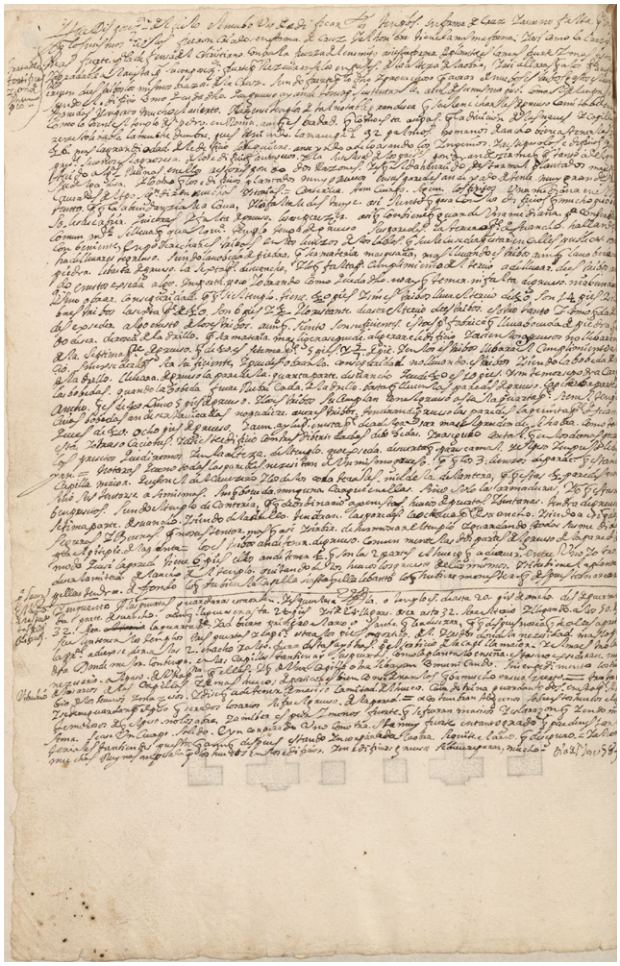
Dibujo a tinta negra muy preciso y cuidado. Reproduce fielmente el original, con algunas omisiones de detalles que se repiten y que solo aparecen una vez, como se aprecia en los vanos de la primera planta. Este dibujo ha sido decisivo a la hora de determinar la edición de la obra *Arte y Uso de Arquitectura* que ha sido fuente de estos fragmentos introducidos en el cuaderno de Portor. En concreto este dibujo, en la segunda edición de la primera parte de esta obra, presenta notables variaciones con respecto al que aparece en la primera edición.



Sección longitudinal de templo. *Arte y Uso de Arquitectura I. Cap. LVII*. Edición de 1639







Planta de templo de cruz latina. Fol. 88r.

Arte y Uso de Arquitectura I. Cap.XXI. Trata de los huecos de las entradas de las capillas y puertas y de los cortes de las boquillas

Fol. 88v. Trata de la fortificación de un templo.

Arte y Uso de Arquitectura I. Cap. XX. Trata de la fortificación de un templo.

Fue disposición del cielo el nuevo uso de edificar los templos en forme de cruz y aún no falta quien diga que los mismos cielos fueron criados en forma de cruz y el hombre tiene la misma forma y así como la cruz es el arma más fuerte para la defensa del cristianismo contra la fuerza del enemigo, así esta forma de plantar es la más fuerte y más vistosa y agradable a la vista por su composición fuerte por recibir en sí los empujos que la alteza de la obra hace y así hallarás que a los cuatro arcos torales sirven de estribos los mismos brazos de la cruz siendo fuerte por lo dicho por ahorrar de nuevos estribos gastos excusados siendo el edificio como queda dicho. Que grueso hayan de tener para sustentarle así el de su mismo peso como el del empujo de sus bóvedas importa mucho el acierto. Hácense templos de tan notable grandeza que suelen echarles de grueso la mitad de su ancho como le tiene el templo de San Pedro en Roma aunque es verdad que como está a cepas por la división de las naves y capillas parece tolerable la muchedumbre de grueso pues teniendo la nave principal 92 palmos romanos de ancho vienen a tener las cepas 46 más la grandiosidad del edificio lo requiere. Hanse ido adelgazando los ingenios y a este paso los edificios y en el tiempo presente se conoce la groseza de los edificios antiguos y la sutileza de los presentes. Podrán decirme que por tanto

adelgazar ha habido algunas ruinas en ellos. A esto respondo dos razones y es que el daño ha nacido de estar mal plantados, más que de su delgadez y lo otro que ni los edificios plantados muy gruesos en las paredes ha dejado de tener muy grandes ruinas causadas del tiempo según dicen muchas historias. Conserva a un cuerpo según los físicos una mediana en el sustento porque la abundancia le acaba y la falta le destruye, así siento que pasa con los edificios que mucho peso o grueso les hace abrir quiebros y falta de grueso les hace perecer así que conviene que guarde una mediana para conservarse. Comúnmente se lleva que cualquiera templo tenga de grueso en sus paredes la tercera parte de su ancho hallando conveniente en poder echar estribos en los lienzos de los lados que suele suceder por estar en calles públicas. También ha de llevar este grueso siendo la bóveda de piedra por ser materia más pesada más llevando estribos aunque a la bóveda de piedra le basta de grueso la sexta parte de su ancho y lo que falta para cumplimiento del tercio ha de llevar de estribos aún cuando en estos exceda algo. Importa poco y obrando como queda dicho no hay que temer ni falta de grueso ni abundancia sino obrar con seguridad porque si el templo tiene 40 pies y sin estribos lleva el tercio de 40 son 14 pies de grueso y si lleva estribos la sexta parte de 40 son 6 pies y 4/6 y lo restante de hasta el tercio de estribos es otro tanto y como queda dicho puedes exceder algo en esto de los estribos aunque siento son suficientes. Esto es para fábrica que lleva bóveda de piedra que habiendo de ser de rosca de ladrillo por ser materia más ligera se puede aligerar el edificio y así en los gruesos no llevará más de la séptima parte de grueso que de 40 es séptima parte 5 pies y 5/7 de pie y en los estribos llevará el cumplimiento al tercio sin excederle por ser suficiente y puedes obrarla con seguridad no llevando estribos y siendo la bóveda de ladrillo llevará de grueso la pared de la cuarta parte de su ancho es de 10 pies y sin temor se podrá cargar la bóveda. Cuando la bóveda fuere revocada de ladrillo basta que lleven las paredes de grueso la octava parte de su ancho que es de 40 cinco 5 pies de grueso y los estribos se cumplan con el grueso hasta la cuarta parte. Si en el templo cuyas bóvedas han de ser tabicadas no pudiere haber estribos tendrán de grueso las paredes la quinta parte de su ancho que es de 40

ocho pies de grueso y aún hay lugar en esta parte de adelgazar más. El prudente se habrá como tal en esta y otras ocasiones y así el edificio con tres diversidades de bóvedas irá seguro con tal que el los demás guarde los preceptos que diéremos y en la alteza del templo no exceda de suerte que parezca mal y el peso y empujo le destruyan. Notarás que no todas las paredes necesitan de un mismo grueso porque los 3 lienzos de pared que están en la capilla mayor que son el del cabecero y los de los colaterales ni el de la delantera porque estas 4 paredes no han sino sustentarse a sí mismas sin que bóveda ninguna cargue en ellas sino solo las armaduras y porque estas también observen preceptos, siendo el templo de cantería porque de ordinario hay en estos huecos de puertas y ventanas, tendrá el grueso la séptima parte de su ancho y siendo de ladrillo tendrán las paredes la octava parte de su ancho y siendo así quedarán seguras y buenas por no sustentar más que así y servir de hermosear el templo y guardando todas sus medidas por el pitipie de la planta. Los estribos han de tener de grueso comúnmente las dos partes del grueso de la pared de modo que si la pared tiene 6 pies ellos han de tener 4 que son las dos partes. El hueco que ha de haber entre uno y otro ha de ser la mitad del ancho del templo quitando de los huecos los gruesos de ellos mismos y si tuviere la planta capillas tendrá de fondo lo que tuviere la capilla hasta que ella levantó lo que hubiere menester que después tornará a relajar.

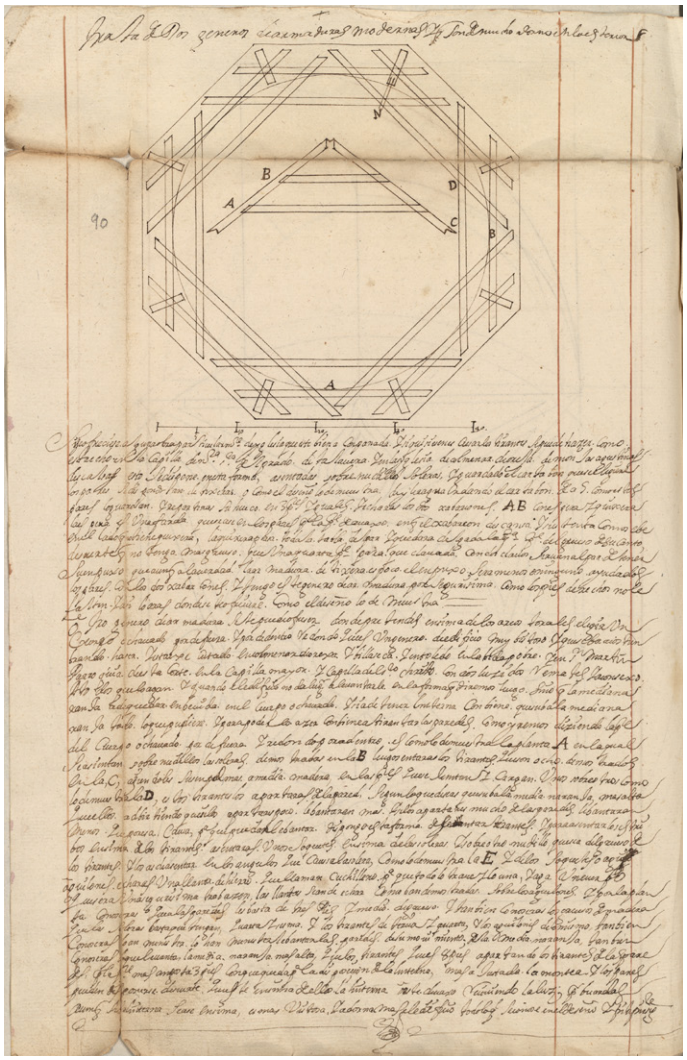
Arte y Uso de Arquitectura I. Cap.XXI.Trata de los huecos de las entradas de las capillas y puertas y de los cortes de las boquillas para saber el hueco de las puertas de los edificios.

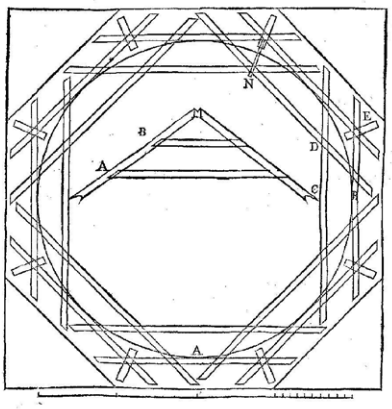
Y en cuanto a las puertas guardarás este orden, y es que en la sala o templo es de hasta 20 pies de ancho le des de puerta la quinta parte de su ancho aunque llegue a ser hasta 24 pies, y si de 24 llegare a ser hasta 32 será el tercio y llegando a los 50 desde los 32 será a cuarta parte y advierte primero el arco o jamba que

le ha de cerrar porque después no sea que te halles apretado. Suelen tener los templos tres puertas y la principal está a los pies del pórtico de él y las dos donde la necesidad más lo pide. La principal ha de exceder a las dos en ancho y alto. Fuera de estas ha de haber otras para el servicio de la capilla mayor y el maestro las dispondrá donde mejor convenga. En las capillas también hay sus puertas como la planta lo enseña. Estas no excederán más de lo necesario al paso de una persona por ellas y que de una capilla a otra se vayan comunicando sin impedimento. Los huecos de los arcos de las capillas y demás huecos de pórticos es bien considerarlos que va mucho en su acierto. Trata Vitruvio de los huecos y macizos y dice que ha de tener de macizo la mitad del hueco cuya doctrina guardan todos en esta parte de templos y se debe guardar por el peso que cerrados los arcos sufre el grueso de la pared. Acostumbran algunos sobre estos huecos elegir otros temerosos de que el peso no los abra y a mi ver es peor y menos fuerte que si fueran macizos y es la razón que yendo macizo encima se hace un cuerpo sólido e incorporando uno con otro está muy fuerte en tanto grado que pueden estar los materiales tan bien dispuestos que aunque después, estando incorporada la obra se quite el arco, quede seguro. Y al contrario muchas ruinas han pasado por los huecos en los edificios y en edificios gruesos se deben reparar mucho. Día de San José. 58f

Planta de templo de cruz latina donde se justificarán las proporciones que deben cumplir los gruesos de los muros, comparando con edificios notables, como San Pedro en Roma, que guarda una proporción de la mitad del ancho de la nave. El dibujo coincide con el original e incluye la escala que aparece en los pies del templo. El texto recoge dos proposiciones del tratado de Fray Lorenzo. La primera, trata del dimensionado de los gruesos de los muros. Se justifica el reducir su grueso a la proporción justa que evite exceso de peso y exceso de esbeltez. Estableciendo como proporción adecuada para obras de cantería un tercio de su ancho, puede reducirse a un sexto si el tercio restante se complementa por medio de estribos. En obras de ladrillo se pueden reducir estas proporciones por la ligereza del

material. Los muros del templo no tienen que llevar el mismo grueso en todas partes, dependerá de lo que sustenten. En las cabeceras bastará con 1/7 de su ancho si la obra es de cantería. Esta proporción se reduce a 1/6 en las de ladrillo. La última parte del texto corresponde a la proposición donde se tratan las proporciones y medidas de los huecos. En función del ancho de la nave, se establece el ancho de las puertas. Hasta 24 pies de ancho de nave, la puerta tendrá un quinto de este ancho. Si la nave llega a los 50 pies, será la cuarta parte. Además de la puerta principal, para las puertas de servicio, se recomienda el ancho necesario que permita la entrada de una persona. Se hace mención a la problemática que puede surgir en la estabilidad de un edificio la elección de los huecos a abrir, favoreciendo el macizado sobre los arcos, evitando el abrir huecos unos sobre otros.


N
M
B
D
A
C
A
90


N
M
E
B
D
A
C
A

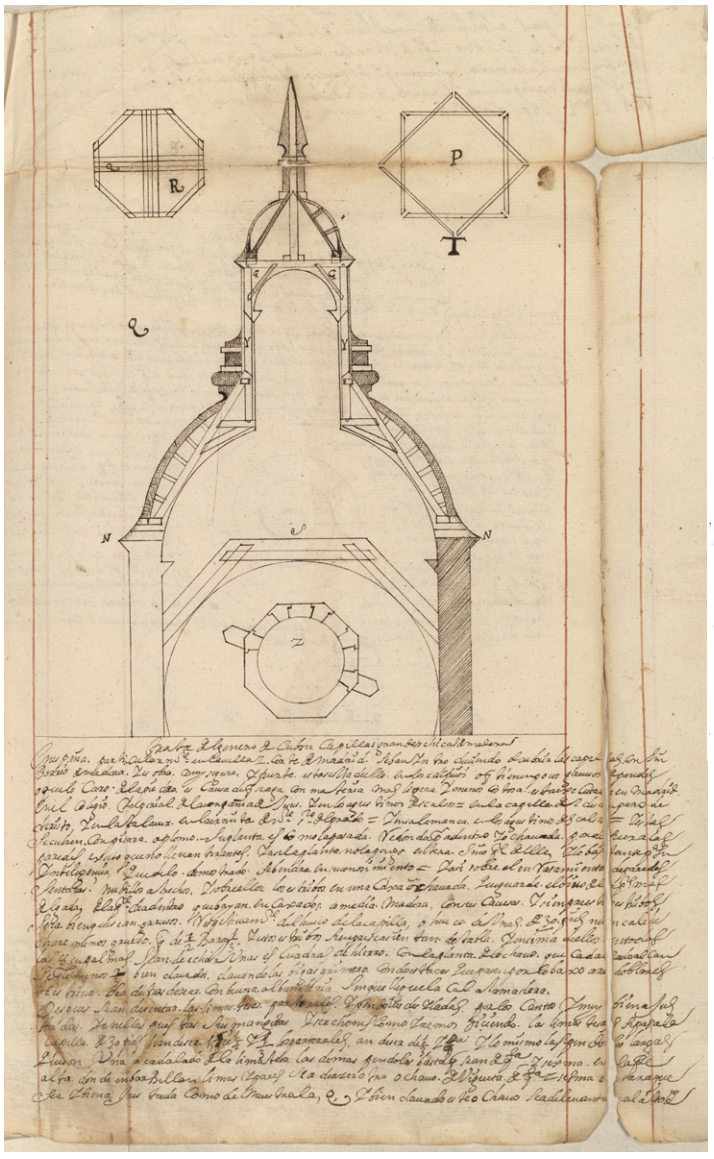
Trata de dos géneros de armaduras modernas y que son de mucho adorno en lo exterior. Fol. 90v.

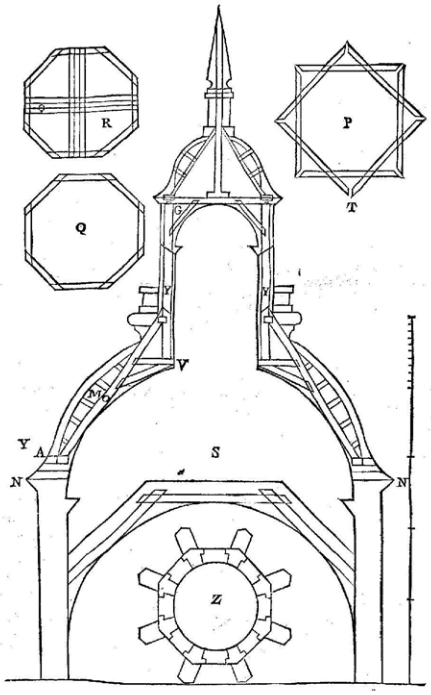
Arte y Uso de Arquitectura II. Cap.Cincuenta. Trata de dos géneros de armaduras modernas y que son de mucho adorno en lo exterior.

Si se ofreciere alguna obra particularmente de iglesia que esté bien acompañada y si quisieren excusar los tirantes se puede hacer como está hecho en la capilla de Ntra. Sra. del Prado de Talavera y en la iglesia de Colmenar de Oreja de monjas agustinas descalzas. Esto se dispone en esta forma, asentadas sobre nudillos soleras y guardando el cartabón de a 5 como estos pares lo guardan y repartirás su hueco en 3 partes iguales y echarás los dos jabalcones A B con espera y quijera, la espera es una farda que se hace en los pares por la parte de abajo en que el jabalcón descansa y sustenta como se ve en el lado que no tiene quijera, la quijera pasa toda la tabla del par y quedará delgada la cuarta parte del grueso de su canto de suerte que no tenga más grueso que una cuarta parte para que clavada con dos clavos sirvan al par de tener su empujo que aunque a la verdad la armadura de tijera es poco el empujo será menos o ninguno ayudados los pares con los dos jabalcones y tengo este género de armadura por segurísima como los pies derechos no le falten. Y así lo harás donde se te ofreciere como el diseño lo demuestra. Otro género de armaduras se te puede ofrecer donde pretendes encima de los arcos torales eligir un cuerpo ochavado por de fuera y por dentro redondo que es un género de edificio muy vistoso y que se va acostumbrando hacer y está ejecutado en Colmenar de Oreja y Villaseca y en Toledo en la vida pobre y en San Martín, parroquia de esta corte, en la capilla mayor y capilla del Santo Cristo con dos lucidos remates y aconsejo a todos que lo hagan y cuando el edificio no da lugar a levantarle en la forma que diremos luego, sino que la media naranja ha de quedar embebida en el cuerpo ochavado y si ha de tener linterna conviene que suba la media naranja todo lo que pudiere y para poderlo hacer conviene atirantar las paredes como iremos

diciendo. La parte del cuerpo ochavado por de fuera y redondo por a dentro es como lo demuestra la planta A en la cual se asienta sobre nudillos las soleras demostradas en la B, luego sentarás los tirantes que son ocho demostrados en la C, haciéndoles sus empalmes a media madera en las partes que se juntan y cargan unos sobre otros como lo demuestra la D, estos tirantes apartarás de la pared según lo que deseas que suba la media naranja, más alta que ellos advirtiendo que si los apartares poco levantarán más y si los apartares mucho de las paredes levantarán menos que por esa causa para que puedan levantar dispongo esta forma de ejecutar tiranteces. Y para asentar los estribos encima de los tirantes asentarás unos zoquetes encima de las soleras y sobre otro nudillo que sea del grueso de los tirantes y los has de asentar en los ángulos que causa la solera, como lo demuestra la E y de los zoquetes o aguilones echarás una llanta de hierro que llaman cuchillero para que todo lo trabe y lo una y haga un cuerpo que será una segurísima trabazón, las llantas se han de echar como van demostradas sobre los aguilones y por la planta conocerás que a las paredes les basta de tres pies y medio de grueso. Y también conocerás los gruesos de madera que las soleras basta que tengan cuarta y sesma y los tirantes de tercio y cuarta y los aguilones de lo mismo. También conocerás lo que ha menester levantar las paredes de su movimiento de la media naranja, también conocerás lo que levanta la media naranja más alta que los tirantes que es 8 pies apartando los tirantes de las paredes, por la parte más angosta 3 pies con que queda para la disposición de la linterna más ajustada la montea y los pares pueden disponerse de suerte que esté encima de ellos la linterna , o esté debajo recibiendo la luz por buardas aunque si la linterna se hace encima es más vistosa y adorna más el edificio todo lo cual se conoce en el diseño y pitipie siguiente.

Diseño de estructura de madera para varias soluciones. En el dibujo interior, para cubrir una nave sin utilizar tirantes, por medio de dos pares y dos jabalcones situados a un tercio de la altura cada uno. La siguiente propuesta es para levantar, sobre arcos torales, un cuerpo cilíndrico al interior y trasdosado en forma de cuerpo ochavado. Sobre soleras y nudillos se colocarán ocho tirantes que en el dibujo se rotulan como C. Sobre ellos, en las esquinas, se reforzará con otros cuatro zoquetes, que son los rotulados como E. En ambos casos se enumeran varias obras como ejemplos construidos.


R
P
T
Q
N
N
Z


R
P
T
Q
V
Y
A
S
N
N
Z

Trata del género de cubrir capillas grandes o chicas de madera. Fol. 91r.

Arte y Uso de Arquitectura II. Cap.Cincuenta y uno. Trata de otro géneros de cubrir capillas grandes o chicas de madera.

En España particularmente en la villa y corte de Madrid se van introduciendo el cubrir las capillas con cimborrio de madera y es obra muy segura y fuerte. Esta se usa de ello en los edificios o que tienen pocos gruesos de paredes o que lo caro de la piedra es causa de que se haga con materia más ligera y meno costosa. está ejecutada en Madrid en el colegio Imperial de la Compañía de Jesús y en los Agustinos Descalzos. En la capilla del Desamparo de Cristo y en la Talavera en la ermita de Ntra. Sra. del Prado. Y en Salamanca en los Agustinos Descalzos. Y estas se cubren con pizarra o plomo. Su planta es como la pasada redonda por a dentro y ochavada por de fuera las paredes excepto que no llevan tirantes y así la planta no la pongo entera sino parte de ella y lo bastante para su inteligencia que de lo demostrado se vendrá en su reconocimiento. Y así sobre el enrasamiento de paredes sentarás nudillos a trechos y sobre ellos los estribos en una caja ochavada que guarde el vivo de la parte más delgada de la parte de adentro que vayan encajados a media madera con sus cabezas y siempre estos estribos será bien que sean gruesos, respectivamente del hueco de la capilla o hueco de unos 30 pies nunca le echaré menos grueso que de 1/2 vara y 1/3 y estos estribos siempre se asientan de tabla y encima de ellos en todas las 8 empalmas se han de echar unas escuadras de hierro con la planta del ochavo que cada lado alcance por lo menos dos tercias bien clavados clavando primero las vigas en dos estacas que pasen por debajo a redoblar este estribo, se ha de trasdosear con buena albañilería sin que llegue la cala a la madera. Después se han de sentar las limatesas partorales y péndolas deshiladas por los cantos y muy bien ajustadas y en ellas puestas sus mangueras y cerchones como iremos diciendo. Las limatesas si pasa la capilla de 30 pies han de ser de 1 pie y 1/$ y los partorales han de ser

de 1/3 y cuarta y lo mismo las péndolas largas que son una a cada lado de la limatesa , las demás péndolas basta que sean de cuarta y sesma. En la parte alta donde embarbillan limas y pares se ha de hacer otro ochavo de vigueta, de cuarta y sesma bastará que sea y bien ajustada como demuestra la Q y bien clavado este ochavo se ha de levantar al alto de las limas y pares advirtiendo que el hueco de la linterna ha de ser por la parte del diámetro de la media naranja y si tiene 12 pies de diámetro teniendo la media naranja 40 y por de fuera vendrá a tener la linterna la tercera parte del grueso de la obra toda. La obra para trazar los pares es necesario trazar primero la montea de los cerchones y ante todas cosas trazarás la copada N A del punto Y que es 5 pies hasta el punto N.

Sección de cimborrio sobre planta circular que se trasdosa con forma octogonal. Realizado por medio de una estructura de madera que posteriormente se recubre con pizarra o plomo. Se detalla la medida de todos los elementos que forman dicha estructura. Se citan varios ejemplos construidos en Madrid, Salamanca y Talavera de la Reina. El dibujo es detallado y preciso, coincide con el original y presenta la misma rotulación, salvo algunas omisiones. No se reproduce la escala que aparece en el original en el lateral del dibujo. El texto que acompaña al dibujo está incompleto y termina abruptamente, lo que indica que se incluyó después de haber sido realizados los dibujos. Con esta sección, se cierra la parte del manuscrito que procede de *Arte y Uso de Arquitectura* de Fray Lorenzo de San Nicolás. En el verso de este folio, aparecen los fragmentos procedentes del tratado del padre Tosca, que ocupan los folios restantes hasta el final del manuscrito.

4.9 EL *TRATADO XV DE LA MONTEA Y CORTES DE CANTERÍA*

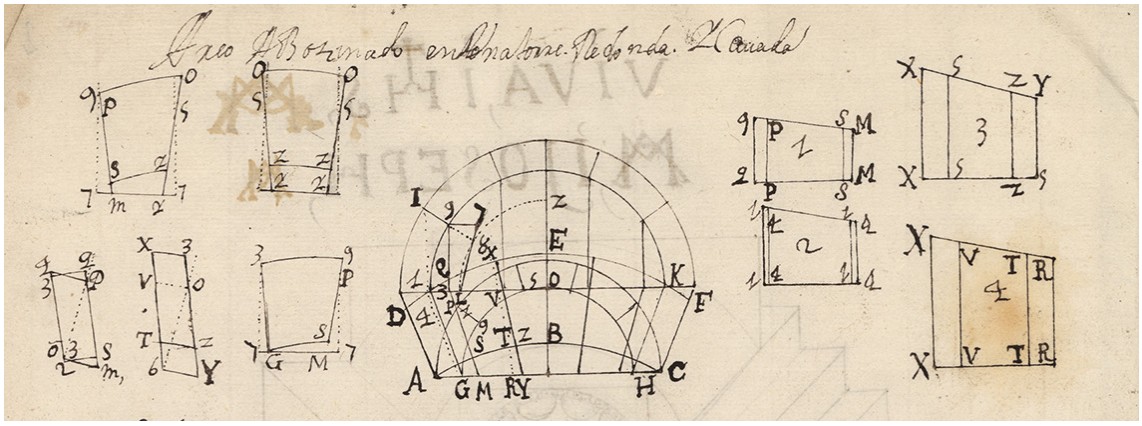
Tomás Vicente Tosca en el manuscrito

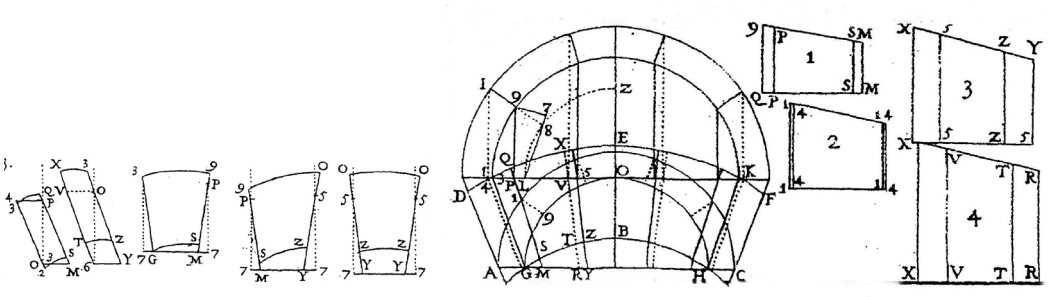
4.9. *Tratado XV de la montea* de Tomás Viente Tosca

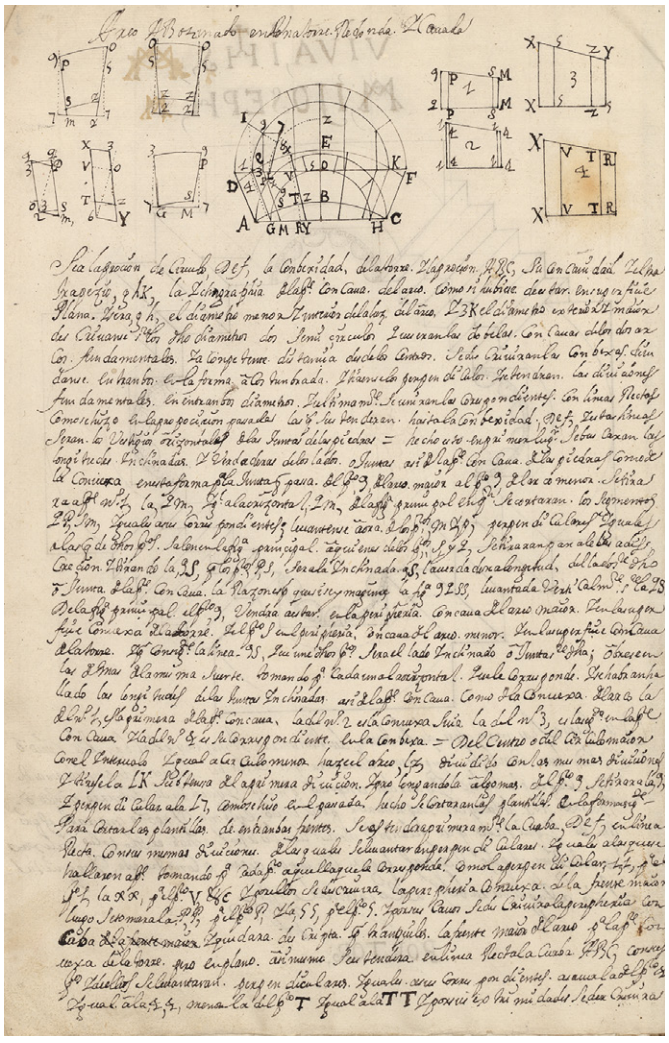
La segunda obra impresa de la que encontramos fragmentos en este manuscrito es el *Tratado XV de la Montea y cortes de cantería,* del padre Tosca. La mayor parte se encuentran en los últimos folios del cuaderno, pero algunos fragmentos se recogen en la primera parte, ocupando los espacios libres que quedaban bajo los dibujos o en los versos de los folios. Las fechas de redacción que aparecen van desde el año 1718 hasta 1719, siendo la última aportación que se hace a este cuaderno.

El *Compendio Matemático* se publicó en España entre 1707 y 1715. El tomo V comprende a la *Arquitectura Civil, Montea y Cantería, Arquitectura Militar, Pirotecnia o Artillería.* En este tomo, el tratado XV se dedica al arte dela montea y cortes de cantería. Este tratado toma como modelo el tratado XIV dedicado al corte de la piedra, de la obra publicada en 1674 *Cursus seu mundus mathematicus* del jesuita y matemático francés Milliet Dechales, lo que hizo que el tratado de Tosca se calificara como copia del curso de Dechales. En este tipo de obras, además de las materias designadas como matemáticas puras, como la geometría o la arimética, se incluían otras designadas como matemáticas mixtas, entre las que se encontraba el corte de la piedra.

De la obra del padre Tosca se recogen varios fragmentos, generalmente de cortes que no se encuentran en el cuerpo principal del cuaderno, con alguna excepción, donde se incluye algún modelo ya presente. Ocupan desde el folio 91 hasta el 100, con algunas inclusiones más entre los folios 2 a 6. La mayoría son cortes de arcos, con alguna bóveda y pechina y dos trazados de escalera de caja o claustral. Además de los dibujos, se copian los textos que acompañan a estos sin apenas modificaciones. Como se puede apreciar en algunos folios, los textos se incluyeron en primer lugar, dejando espacios en blanco para una posterior incorporación de los dibujos, quedando en algún caso este segundo paso sin realizar, como es el caso de la bóveda vaída. El tipo de letra utilizado en esta parte es muy homogéneo, por lo que es posible que sea mano de un único maestro.







Arco abocinado en una torre redonda y cavada Fol. 2v-3r

Tratado XV de la montea y cortes de cantería.. Prop.XXXV libro II . p. 167 Formar un arco recto abocinado en una torre redonda. Estampa 11. Tomo V. Fol. 160. Fig. 43.

Sea la porción de círculo Def la convexidad de la torre y la porción A B C su concavidad y el trapecio G H K la iconografía de la parte cóncava del marco, como si hubiere de estar en superficie plana y será G H el diámetro interior y menor de la luz del arco y 3K el diámetro exterior y mayor. Descríbanse sobre los dichos diámetro dos semicírculos que serán las dovelas cóncavas de los dos arcos fundamentales y a competente distancia desde los mismos centros se describirán las convexas. Divíndanse entre ambos en la forma acostumbrada y tírense los perpendículos y se tendrán las divisiones fundamentales entre ambos diámetros y últimamente se unirán las correspondientes con líneas rectas como se hizo en la proposición pasada, las cuales se extenderán hasta la convexidad D E F y estas líneas serán los vestigios horizontales de las juntas de las piedras. Hecho esto se buscarán en primer lugar las longitudes inclinadas y verdaderas de los lados o juntas así de la parte cóncava de las piedras como de la convexa en esta forma. Para la junta que pasa del punto 9 del arco mayor al punto 9 del menor se tirará aparte nº 1 la Q M igual a la horizontal Q M de la figura principal en quien se cortarán los segmentos QP SM iguales a sus correspondientes. Levántese ahora de los puntos M y P perpendiculares iguales a las que de dichos puntos salen en la figura principal a quienes de los puntos S y Q se tirarán paralelas a discreción y tirando la 9S por los puntos P S será la inclinada 9S la verdadera longitud del lado sobredicho o junta de la parte cóncava. La razón es porque si se imagina la figura 9QSS levantada verticalmente sobre la QS de la figura principal el punto 9 vendrá a estar en la periferia cóncava del arco mayor y en la superficie convexa de la torre y el punto S en la periferia del arco menor y en la superficie cóncava de la torre y por consiguiente la línea 9S que une dichos puntos será el lado o junta inclinada sobre dicha. Óbrese en las demás de la misma suerte, tomando para cada una la horizontal que le corresponde y se habrán hallado las

longitudes de las juntas inclinadas así de la parte cóncava como de la convexa del arco. La del nº1 es la primera de la parte cóncava, la del nº2 es la convexa suya, la del nº 3 es la segunda en la parte cóncava y la del nº4 es su correspondiente en la convexa. Del centro O del círculo mayor, con el intervalo igual a círculo menor haz el arco LZ dividido con las mismas divisiones y tírese la LK subtensa de la primera división y prolongándola algo más del punto 9 se tirará la 9,7, y perpendicular a la L7, como se hizo en la pasada. Hecho se cortarán las plantillas en la forma siguiente. Para cortar las plantilla de entre ambas frentes se extenderá primeramente la curva Def en línea recta con sus mismas divisiones de las cuales se levantan perpendiculares iguales a las que se hallaron aparte, tomando para cada punto aquella que le corresponde, como la perpendicular 1,1 para el punto 1, la x x para el punto V, etc. Y por ellos se describirá la perpendicular convexa de la frente mayor. Luego se tomará la P,P, para el punto P, y la 55, para el punto 5 y por sus cabos se describirá la periferia cóncava y quedará descrita por tranquiles la frente mayor del arco para la parte convexa de la torre pero en plano, así mismo se extenderá en línea recta la curva ABC con sus puntos y de ellos se levantarán perpendiculares iguales a sus correspondientes, a su vez la del punto 4 igual a la 4,4, menor, la del punto T igual a la TT y por sus extremidades se describirá la periferia convexa del círculo menor. Así mismo para el punto S se hará la perpendicular igual a la S5 y la del punto Z se hará igual a la Z, Z, y tirando por las extremidades una periferia será la cóncava del círculo menor y en este se hallarán formadas las plantillas para los paramentos del arco en la parte cóncava de la torre. Y en el primero las del mismo arco en la parte exterior y convexa las cuales se cortarán en materia flexible para que se puedan adaptar a las superficies curvas de la torre, no he escrito estas frentes por no ser menester. Las plantillas para los lechos se hacen como se sigue. La del primer lecho por ser horizontal es el mismo trapecio Ag3D. Para formar la del segundo lecho se tirará aparte la recta Om igual a la línea 9,8 de quien se cortará la 3m igual a la junta 1,9, levántese la perpendicular o,p, larga a discreción y tomando del nº1 la inclinada MP con el compás se ajustará en la figura que se describe desde M a la perpendicular y perfecciónese el paralelogramo M4, córtese aquí del lado MP el segmento MS igual al MS de la inclinada en

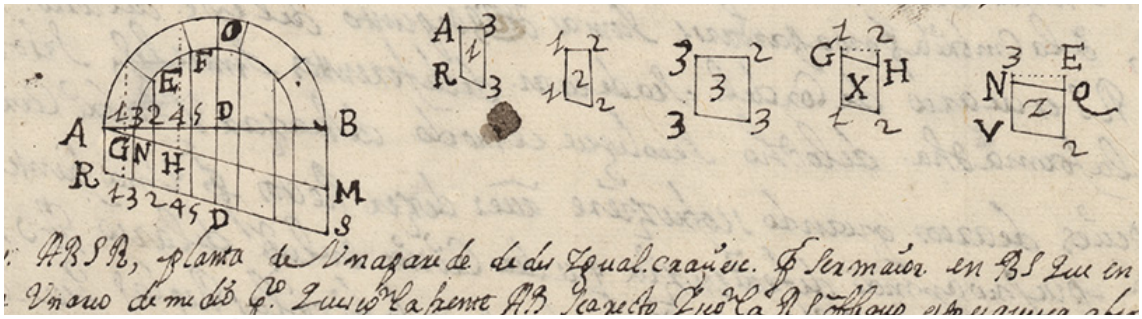
el nº1 y al otro cabo añádasele PQ igual al segmento PQ, hágase el otro lado 4,3,2, igual al lado 4,1,4, del nº2 con sus mismas divisiones y tirando las curvas 3q2S quedará hecha la plantilla que es el plano 2IQS. Para las del tercer lecho se tirará aparte la línea 6 igual a la 9,8, de la figura mayor. Levántese la perpendicular 6O larga a discreción a quien se aplicará del punto Y la YO igual a la inclinada Y5 nº 3 y perfecciónese el paralelogramo YOV6 añádase la V3 igual a la inclinada 5X del nº3 y la VX igual a la inclinada VX del nº 4, córtese así mismo la YZ igual a la inclinada YZ del nº3 y la 6T igual a la RT del nº4, tírense algo curvas las líneas X3 TZ según fuere la curvidad de la torre y la Z3, XF, será la plantilla. Las plantillas para las concavidades se hacen de esta manera. Tírese aparte la línea GM7 igual a la cuerda prolongada L87 del arco menor que se hizo concéntrico al mayor. Tómese la g7 igual a la 87 y en los puntos 7 y 7 levántense perpendiculares ocultas a quienes se aplicará desde g a la g3 igual a la g3 de la figura mayor y desde M la MP igual a la inclinada MP del nº1. Añádase al lado PM el residuo P9 de la inclinada el nº1 y quítese el MS igual al segmento MS de la dicha inclinada y tirando las curvas 39 gS según lo convexo y cóncavo de la torre. La figura 3gS9 será la plantilla de la primera concavidad. Para la segunda repítase la MY igual a la misma cuerda L8 y añádasele a cada parte las M7, Y7, iguales a las 87 de la figura mayor de los puntos 77. Levántese perpendiculares ocultas a quienes se aplicarán del pto. M, el lado inclinado MP del nº 1 a quien se añadirá, como antes el segmento P9 y se le quitará YZ igual al nº3 y tirando las curvas 9º, SZ, la figura S9OZ será la plantilla de la concavidad segunda. Para las de la clave se tirará aparte la línea YY igual a la misma cuerda L8 para suponerse todas iguales añádanse a cada parte las Y7 iguales a la 87 de la cuerda prolongada en la figura mayor. Levántense las perpendiculares ocultas de los puntos 7 a quienes se aplicará de los puntos YY el lado inclinado Y5 nº 2 por tener la clave los dos lados iguales y añadiendo a entre ambos el segmento 5º y quitando el YZ iguales a los segmentos de la misma inclinada del nº 3 se tiran las curvas OO, ZZ, y quedará formada la plantilla de la clave. Y este y otros semejantes arcos en torre redondo y torre cavado escarpados oblicuamente o en paredes que los corte oblicuamente sean o no sean paralelas sus superficies se harán por este camino. También

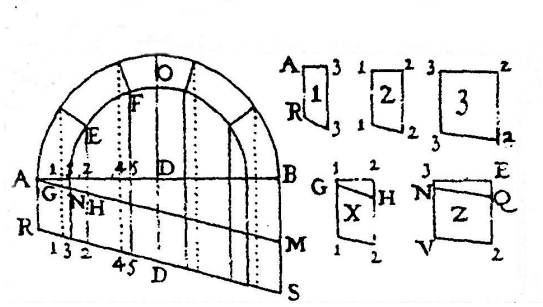
puede encontrar con un cañón de bóveda o media naranja y se puede formar en dos paredes que formen ángulo, todo lo cual es fácil haciéndose capaz de la explicación.

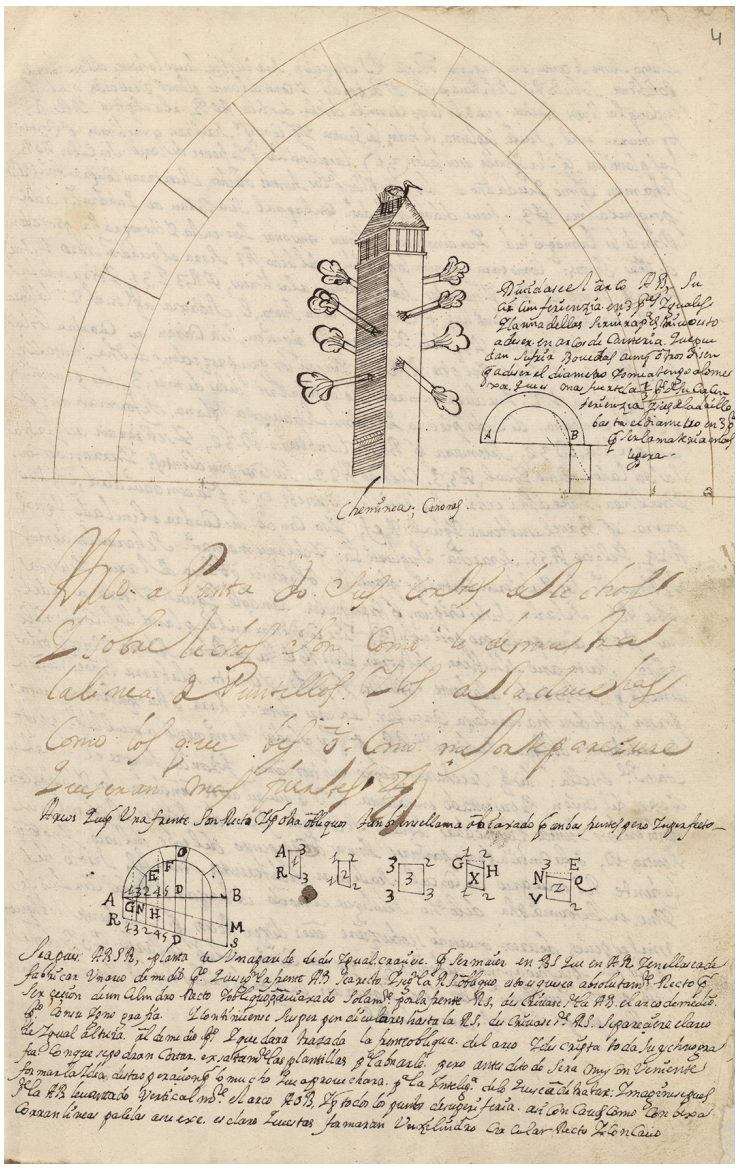
27 diciembre día de San Juan Aleluya

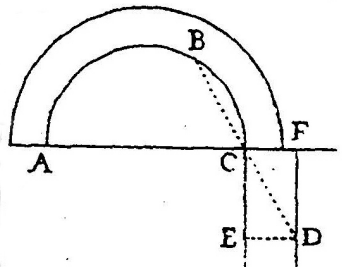
Arco abocinado con sus testas en paramentos curvos. Una vez definida la planta por los arcos de testas y las líneas de apoyo de los salmeres, se trazarán dos rectas horizontales en los extremos de dichas líneas donde se dibujarán los arcos de medio punto a proyectar en los paramentos de las testas. Para obtener las plantillas necesarias para su labra, en primer lugar se han hallado las longitudes de las juntas inferiores por medio de una construcción auxiliar rotulada como 1 y 2, donde las rectas Qs y 11 determinan las longitudes buscadas. Dibujando un plano vertical que pasa por la recta QM, a partir de las cotas de los puntos de las juntas inferiores de las testas, se obtiene la recta buscada. Para ello, se ha supuesto el arco con testas planas, de manera que a las longitudes totales habrá que sumar o restar las medidas necesarias para adaptarse a la curvatura de sus testas, como se refleja en los segmentos 9p y sm de la figura 1. Para las juntas superiores, se recurre al mismo método, dibujos 3 y 4. Para las plantillas de caras inferiores de dovelas, será necesario desarrollar previamente los arcos de las testas. Estas se obtienen a partir de las longitudes de junta previamente halladas en los dibujos 1, 2, 3 y 4. Los planos de lecho se trazan en una primera aproximación como si fuera un arco de testas rectas. A continuación, se le restará a la frente cóncava y añadirá a la convexa las longitudes necesarias previamente obtenidas en los primeros dibujos 1, 2 para los lados correspondientes a las juntas inferiores de lecho y 3 y 4 para las superiores.

Al finalizar el texto, aparece la fecha de 27 de diciembre. En estos fragmentos procedentes de la obra del padre Tosca van a aparecer varias fechas cerrando los párrafos, todas ellas entre los años 1718 y 1719, indicando que esta parte es la última incorporación hecha al cuaderno.









A*rco de medio punto y estribo. Fol. 4r.*

Tratado XV de la montea y cortes de cantería.. Prop. XI. Libro II. p. 116. Explícase el empujo de los arcos y los estribos que requieren para su firmeza. Estampa 9. Tomo 5. Fig. 22. Fol. 138

Divídase el arco AB su circunferencia en 3 partes iguales y la una de ellas servirá para estribo. Esto ha de ser en arcos de cantería que puedan sufrir bóvedas aunque otros dicen que ha de ser el diámetro yo me atengo a lo mejor que es más fuerte la 1/3 partes de su circunferencia y si es de ladrillo basta el diámetro en 3 partes por ser la materia más ligera.

Regla primera y segunda expuesta por el padre Tosca para calcular el estribo necesario para un arco. La primera calcula el ancho de estribo por medio de la construcción que aparece en el dibujo. Dividiendo en tres partes el arco y trazando una línea que va desde la imposta hasta la primera división, se lleva esta distancia bajo el arco, obteniendo el punto D. La segunda consiste en dar al estribo de ancho un tercio del diámetro del arco.

Arcos que de una frente son rectos y por otra oblicuos, también se llama aviajado por ambos frentes pero imperfecto Fol. 4r.

Tratado XV de la montea. Prop. VIII Libro II. p. 110. Describir y fabricar cualquiera género de arcos que por una frente sean rectos y por otra oblicuos. Estampa 9. Tomo 5. Fig. 20. Fol. 138.

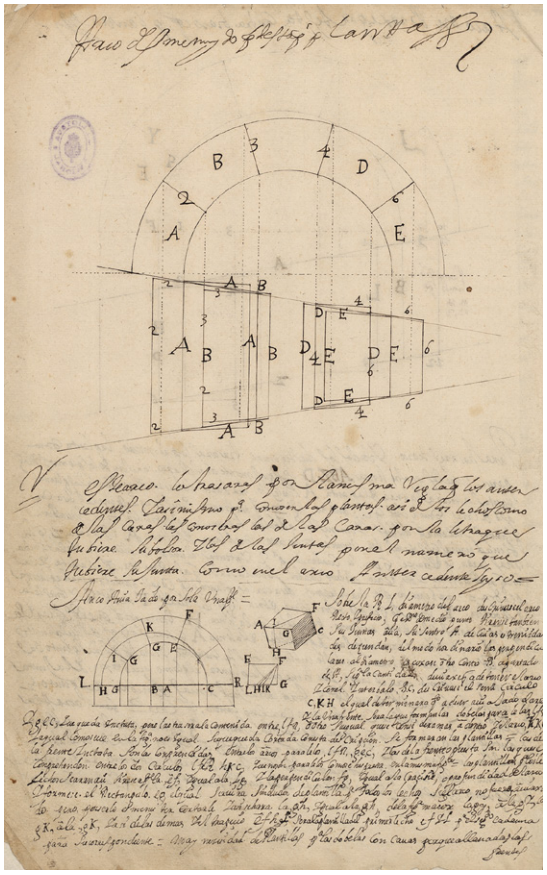
Sea pues ARSB, planta de una pared de desigual craeficie por ser mayor en BS que en AR y en ella se ha de fabricar un arco de medio punto que según la frente AB sea recto y según la RS oblicuo, esto es que sea absolutamente recto por ser sección de un cilindro recto y

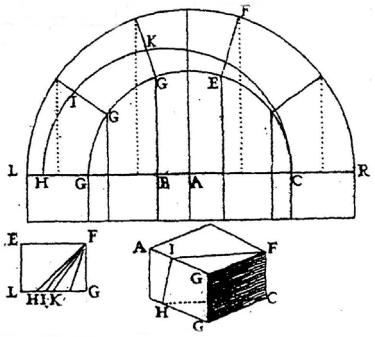
oblicuo o aviajado solamente por la frente RS. Descríbase sobre la AB el arco de medio punto como su iconografía y continúense sus perpendiculares hasta la RS, descríbase sobre RS si pareciere el arco de igual altura al de medio punto y quedará trazada la frente oblicua del arco y descrita toda su iconografía con que se podrán cortar exactamente las plantillas para labrarle, pero antes de todo será muy conveniente formar la idea de estas operaciones por lo mucho que aprovechará para la inteligencia de lo que se ha de tratar: Imagínese pues sobre la AB levantado verticalmente el arco AO y que todos los puntos de su periferia así cóncavos como convexos corran líneas paralelas a su eje, es claro que estas formarán un cilindro circular recto y cóncavo. Luego si este se corta con un plano oblicuo RS esta sección será elíptica, luego la frente del arco correspondiente sobre la RS será rebajada y de cordel y considerando planos verticales que desciendan por las líneas rectas, que a lo largo corren la dovela desde la AOB a la elíptica, sobre RS formarán en el suelo la planta de todas las juntas y por consiguiente servirán estas líneas para cortar las plantillas por ser iguales a sus lados (3 I) Las plantillas para la frente del arco circular AOB se forman como queda dicho. Las plantillas para las juntas o lechos se cortarán con gran facilidad porque la línea A3 sirve de base para todas con lo cual se sacarán a escuadra los lados dándoles la magnitud que denotan las líneas mismas que en la iconografía proceden de dichas juntas: como para formar la plantilla del lecho A3 se hará el cuadrilátero 1, que tenga por base la A· y sus lados sean iguales a las líneas AR33 y tirando la R3 quedará hecha la plantilla: para cortar la de la junta L se tirará aparte en nº2 la línea 12 igual a la misma A3 de la iconografía de quien se sacarán a escuadra los lados, el uno igual a 1,1 y el otro a 2,2 que son los que proceden de dicha junta y cerrando con la 1 2 quedará formada la plantilla y así de las demás 3, las plantillas para la parte cóncava de cada piedra, que primero se trabaja plana, se forman así: para la superficie D 3 e se tomará por base la subtensa de 3E y se tirarán a escuadra sus dos lados el uno igual a 3,3 y el otro a 2,2 sus correspondientes, y cerrando con una línea quedará hecha la plantilla como se ve en 3. Para la concavidad ef, se tomará por base la subtensa igual a ef, y sacando a escuadra el un lado igual a 4,4, y el otro a 5,5, será hecha su plantilla. Y de la misma manera se echarán las demás. Últimamente si se quisieren cortar las plantillas

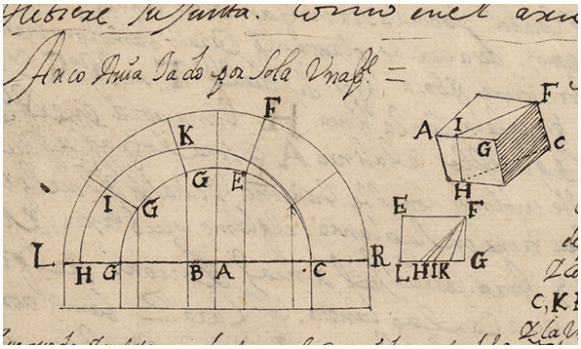
de la frente oblicua del arco que está sobre RS se haría su descripción por tranquiles dándole igual altura a la del arco AOB como en la proposición (3) y se cortarían las plantillas como allí se dijo: Si este arco se hubiere de labrar de la rodilla de rosca se hará una cimbra de medio punto ajustada a la frente o vuelta AOB y con esta se labrará todo el cañón por ser este de su naturaleza circular. Además de esta se hará otra cimbra ajustada a la frente oblicua que tuviere RS, para que las hiladas terminen por aquella parte perfectamente en ella: las cuales se echarán como en otros arcos fijando siempre el cintrel en el eje del cañón, representado en la línea DD porque hacia este han de ir las hiladas como también las juntas de las piedras lo cual se consigue fijando siempre el cintrel en el centro D de la cimbra para no apartarse jamás de este punto del eje del arco: y no porque la frente RS es de arco de cordel se ha de usar de diferentes cintreles si solo de uno en la forma dicha. De lo dicho se colige el modo de trazar y fabricar las demás especies de arcos cuando se ofreciere haber de ser rectos por una frente y oblicuos por la otra pues no hay más diferencia que describir en lugar del arco AOB de medio punto cualquiera de los otros y guardar en su fábrica las reglas que se dieron en las proposiciones antecedentes.

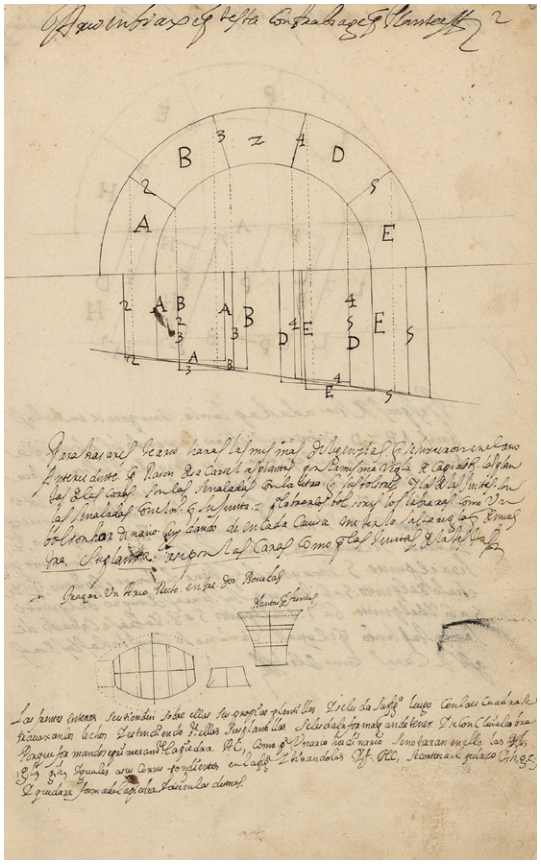
Arco recto de medio punto con una de sus testas oblicuas. A partir del arco recto, se cortará la superficie cilíndrica por un plano vertical y oblicuo respecto a su eje, que producirá sección elíptica. No aparece el arco sección dibujado, pero sí se explica su trazado. Las plantillas de lecho se obtienen sin problema ya que las juntas son rectas de punta y se encuentran en verdadera magnitud en la planta. Para obtener las plantillas de caras inferiores de las dovelas,trabajaremos con las longitudes de las juntas inferiores y las cuerdas de los arcos. Se han dibujado únicamente las correspondientes a las tres primeras dovelas, para el resto se seguirá el mismo procedimiento descrito.

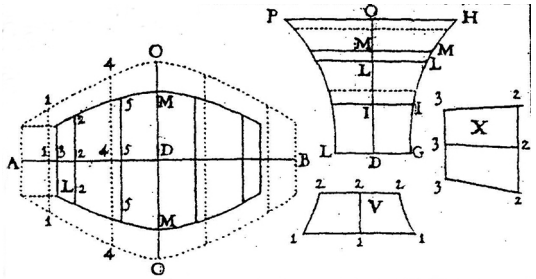
En el texto se produce algún error que a su vez está en el original, como es el caso de la descripción de la plantilla necesaria para la cara inferior de la dovela comprendida entre las juntas de testa EF, donde las longitudes de las juntas de lecho correctas serían 22 y 55 y no 44 y 55 como se indica en el texto.

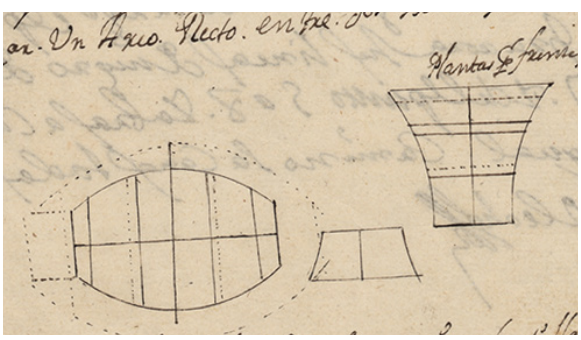












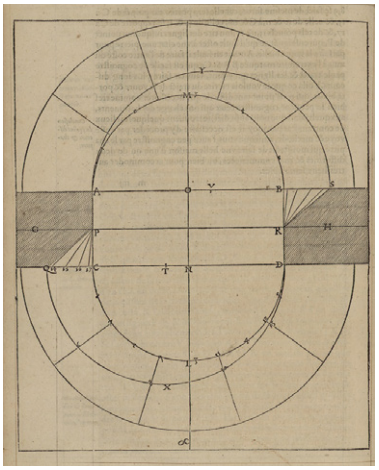
Arco aviajado por sola una parte . Fol. 5v.

Tratado XV de la montea y cortes de cantería.. Prop. XIX Libro II. p.137. Trazar un arco aviajado por sola una parte. Estampa 9. Tomo 5. Fig. 30. Fol. 138

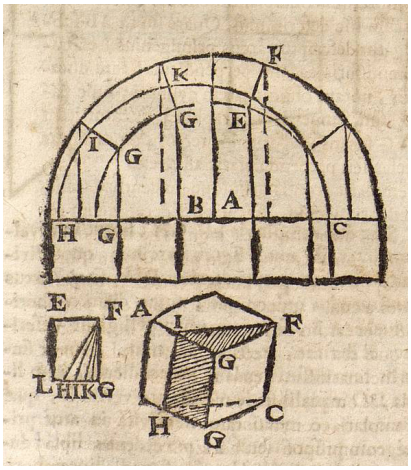
Sobre la recta RL, diámetro del arco, descríbase el arco recto imperfecto, por ejemplo de medio punto, tírense también sus juntas hacia su centro A, de cuyas extremidades desciendan del modo ordinario las perpendiculares al diámetro. Escójase otro centro B apartado de A, según la cantidad de viaje que ha de tener el arco y con el intervalo BC, descríbase el semicírculo CKH el cual determinará cuanto ha de ser aviajado el arco y la una frente será la que forman las dovelas paralelas l,f,r y g,e,c que quedará intacta pero la otra será la contenida entre l,f,r o otro su igual que se considera más adentro y el arco h,k,c, la cual como se ve en la figura no es igual, sí que queda cortada. Con esta descripción se formarán las plantillas. Las de la frente intacta son las comprendidas entre los arcos paralelos l,f,r, g,e,c, y las de la frente opuesta son las que se comprenden entre los dos círculos l,f,R hkc, que no son paralelos como se expresa en la misma figura. Las plantillas para los lechos se harán así. Tírese aparte la e,f, igual a la l,g y la perpendicular fg, igual a la craficie o profundidad del arco y fórmese el rectángulo eg, el cual servirá sin duda de plantilla para todos los lechos si el arco no fuera aviajado, pero por serlo es menester cortarle y así se hará la gh, igual a la gh de la figura mayor, la gy, a la gy, la gk a la gk, y así de las demás y el trapecio efhl será la plantilla del primer lecho, efyl para el segundo, cada una para su correspondiente. No hay necesidad de plantillas para las dovelas cóncavas porque allanadas las frentes enteras se extienden sobre ellas sus propias plantillas y se les da su figura. Luego con la escuadra se trabajan los lechos y extendiendo sobre ellas sus plantillas se les da la forma que han de tener y se concluye la obra porque formándose primeramente la piedra AC como para un arco ordinario se notarán en ella las gi, gh, iguales a sus correspondientes en la figura y tirando las yf, hc, se cortará el pedazo ihgcf y quedará formada la piedra y así en las demás.

Encontramos aquí el primer modelo de arco procedente del tratado del padre Tosca que no se encuentra en el repertorio de cortes recogido en este cuaderno, donde solo encontramos como solución al esviaje el arco cuya superficie de intradós es un cilindro oblicuo de sección semicircular. Otros autores, como Aranda, Rojas, Alonso de Guardia y Joseph Ribes incluyen este corte como propuesta para resolver los arcos oblicuos. Vandelvira es el único autor que no ofrece más soluciones que la del cilindro de eje oblicuo.

Este arco se corresponde con el tradicionalmente llamado *cuerno de vaca.* Tosca seguirá, como es de esperar, la propuesta francesa, ya presentada por de L'Orme y posteriormente por Milliet Dechales, donde las juntas inferiores de los lechos forman un haz de planos de recta común el eje del arco CG. En el dibujo de Philibert de L'Orme se puede apreciar en las jambas el trazado de las juntas en abanico



Porte biaise par teste
PHILIBERT DE L'ORME.1567
Le premier tome de L'Architecture
Libro III. Fol. 76v



Cornu Bovinum
Cl. F. MILLIET DECHALES. 1674
Cursus Mundus Mathematicusl.

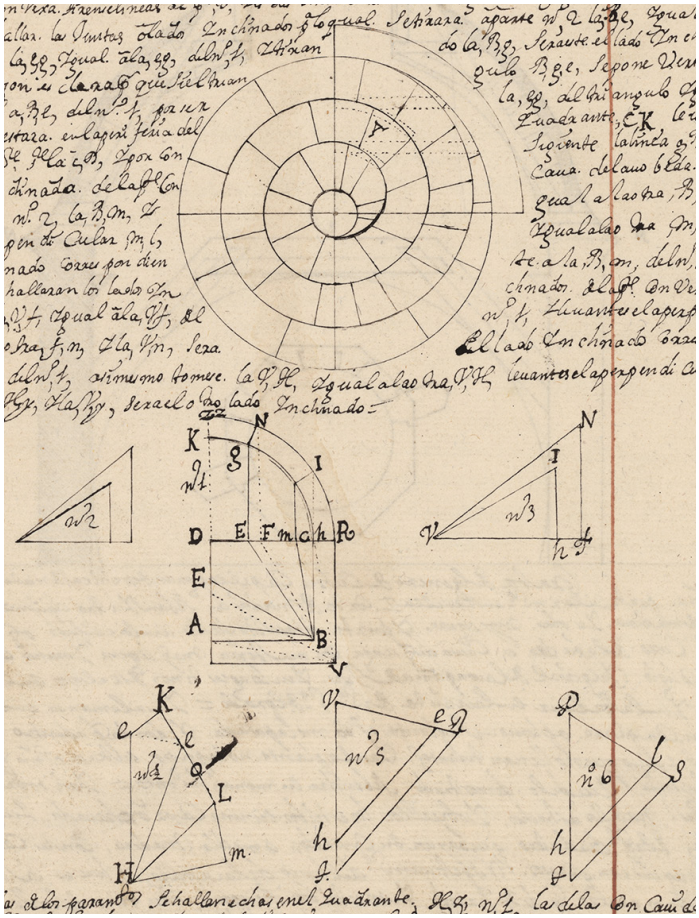
El método de labra empleado es por robos, donde se irán quitando las cuñas sobrantes definidas entre los arcos de ambas testas. Las saltarreglas a emplear en cada dovela se obtienen previamente en el rectángulo EFLG, en función de la longitud de juntas que determinan los arcos CKH y CGG, correspondientes a la superficie de intradós de este arco.

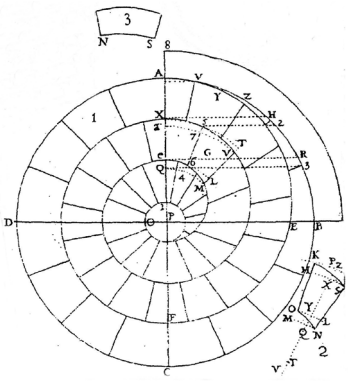
Trazar un arco recto entre dos bóvedas . Fol. 6r

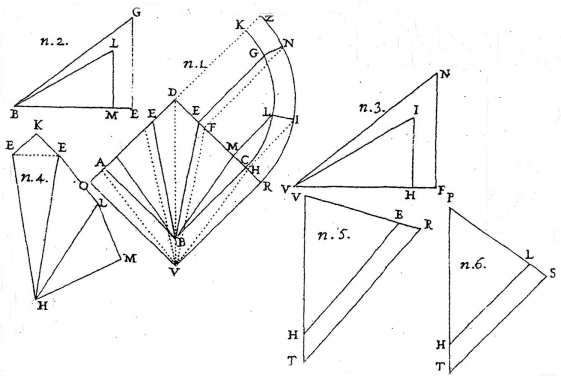
Tratado XV de la montea y cortes de cantería.. Prop. XVIII Libro II. p.135. Trazar cualquiera especie de arco recto entre dos bóvedas. Estampa 9. Tomo 5. Fig. 29. Fol. 138

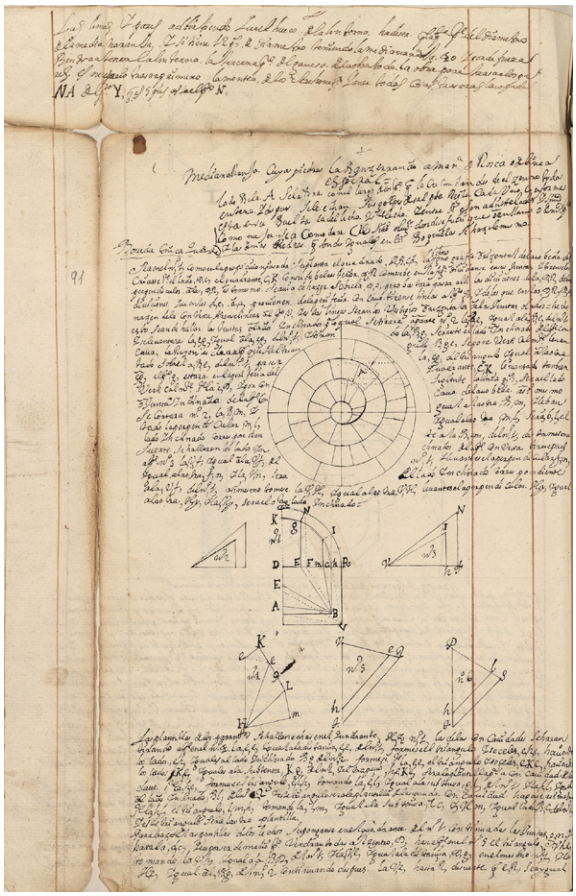
Arco entre dos tramos de bóveda. El dibujo aparece sin rotular y sin texto explicativo. El texto que se incorpora bajo el dibujo pertenece al corte anterior. No aparece el trapecio que define la plantilla de cara inferior de la dovela, correspondiente en el dibujo original con el trapecio rotulado como X.

El arco solución a la transición entre dos bóvedas se plantea por medio de dos arcos adosados que comparten su testa recta. La testa opuesta se encuentra sobre la superficie cilíndrica que define el cañón de la bóveda. Las plantillas de caras se obtienen fácilmente con las longitudes de las juntas de lecho y las cuerdas comprendidas entre los puntos inferiores de las juntas de testa. Para los lechos, se sustituyen las cuerdas por las longitudes de las juntas de testa.









Media naranja cuyas piedras la van cerrando a manera de rosca o de línea espiral. Fol. 91v.

Tratado XV de la montea y cortes de cantería. Prop. XIV Libro IV. Trazar una media naranja cuyas piedras la vayan cerrando a manera de rosca. Estampa 16. Tomo 5 Fig. 71. Fol. 232

La dovela A se labra con el largo de los puntos que la circundan desde el centro toda entera y después se le echan sus golpes de saltarregla, cada uno conforme está en su vuelta la del lecho y sobre lecho, y entre sí son adintelados y si no como mejor se acomodare al sitio o lugar donde se fabrique o en llano o de medio punto y las demás piedras que son desiguales en las boquillas se hace lo mismo.

Bóveda con despiece en hilada helicoidal. No presenta la rotulación original ni las plantillas que aparecen en el dibujo de Tosca. El texto tampoco se incluye. En su lugar, una breve explicación de como sacar las plantillas para las dovelas, que se trabajarán con las circunferencias que las envuelven para posteriormente restas las partes sobrantes. Se plantea como solución para dos situaciones: bóveda plana o esférica

El dibujo de la bóveda es previo al de la trompa cónica, que se incorporó posteriormente junto con el texto, adaptándose a los espacios libres.

Bóveda cónica cuadrada. Fol. 91v.

Tratado XV de la montea y cortes de cantería. Prop. III Trazar una bóveda cónica cuadrada cuya frente sea circular o rebajada. Estampa13. Tomo 5. Fig. 51. Fol. 190

Sea en el nº 1 como en la proposición pasada. Su planta el cuadrado A, B, C, D, la iconografía horizontal de la bóveda, descríbase sobre el lado D,C, el cuadrante C, K, con su dovela exterior ZR como se ve en la figura, divídase en sus juntas y tírense los perpendículos a la D, R, esto mismo se había de hacer sobre la D, O pero bastará pasar allí divisiones que en las d,e, d,a, provienen de la periferia cóncava, tírense líneas al punto B que en las DR DO nacen de la convexa, tírense líneas al punto V y estas líneas serán los vestigios horizontales de las juntas. Hecho esto se han de hallar las juntas o lados inclinados para lo cual se tirará aparte nº2 la

B,e, igual a la B,e, del nº1 y se levantará la e,g, igual a la e,g, del nº1 y tirando la B,g, será este el lado inclinado de la parte cóncava. Ja razón es clara porque si el triángulo B,g,e, se pone verticalmente levantado sobre el a,b,l, del nº1 por ser la e,g del triángulo igual a la otra e,g, el punto g estará en la periferia del cuadrante CK levantado también verticalmente sobre la C,D, y por consiguiente la línea g,B, será el lado o junta inclinada de la parte cóncava de la bóveda. Así mismo se cortará nº2 la B,c,m, igual a la otra B,m, y levantado perpendicular m,l, igual a la otra m,l, será b,l, el lado inclinado correspondiente a la B,m, del nº1. DE esta misma suerte se hallarán los lados inclinados de la parte convexa. Tírese pues aparte nº3 la v,f, igual a la v,f, del nº1 y levántese la perpendicular f,m, igual a la otra f,m, y la v,m, será el lado inclinado correspondiente a la v,f, del nº1, así mismo tómese la V,H, igual a la V,H, levántese la perpendicular H,Y, igual a la otra H,Y, y la V,Y, será el otro lado inclinado.

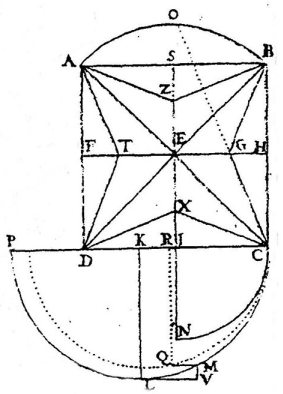
Las plantillas de los paramentos se hallan hechas en el cuadrante H, I, nº1, las de las concavidades se harán tirando aparte en el nº4 la l,l, igual a la distancia l,l, del nº1 , fórmese el triángulo isósceles e,h,e, haciendo los lados e,h, iguales al lado inclinado Bg del nº2, fórmese sobre la l,l, el triángulo isósceles e,k,e, haciendo los lados k,e, iguales a la subtensa Kg del nº1 y el trapecio h,e,k,e,será la plantilla para la concavidad de la clave. Sobre la h,e, fórmese el triángulo e,l,h, tomando la e,l, igual a la subtensa g,l, del nº1 y la h,l, igual al lado inclinado BL, del nº2 y este triángulo será la plantilla de la segunda concavidad. Hágase así mismo sobre la h,l, el triángulo l,m,h, tomando la l,m, igual a la subtensa l,c, y Km, igual al lado B,C, de la nº1 y este triángulo será la otra plantilla.

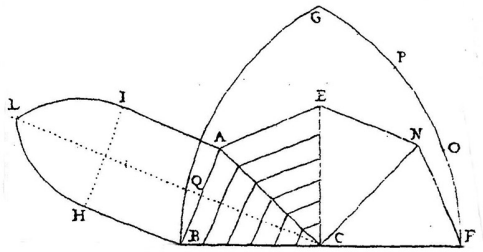
Para trazar las plantillas de los lechos supóngase en el cuadrante del nº1 continuadas las juntas, g,n, I, L, hasta la D,C, que por ser de medio punto vendrán todas al centro D. Haz aparte en el nº 5 el triángulo V,h,e, tomando la V,h, igual a la B,D, del nº1 y la V,e, igual a la distancia D,g, en el mismo nº 1 y la H,e, igual la B,g, del nº2 continuando después la V,e, hasta R, de suerte que e,R, sea igual a la g,n, del nº 1, será el ángulo R,e,H, el que hace la junta g,n, de la frente con el lado inclinado que sale de g, alargando así la H,V, hasta T, de suerte que h,t sea igual a la B,V, del nº1. Se tirará la R,T, que habiéndose obrado bien, será igual a la V,N, del nº3 y el trapecio T,H,E,R, será la plantilla del lecho perteneciente a la GN, del nº1. De la misma manera se hará la plantilla para el lecho L,I, formando el triángulo del nº6 con las líneas PH igual

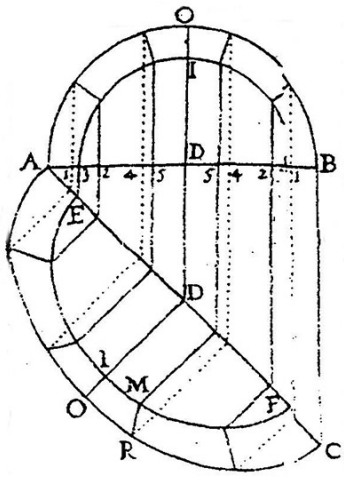
a BD del nº1 y PL igual a DL del nº1 y HL igual a BL del nº2 que es el lado inclinado que le corresponde y añadiendo las LS y HT iguales a LI y BV del nº1 y tirando la TS será HLST la plantilla y así de las demás. La horizontal es el el nº1 el trapecio BHRV.

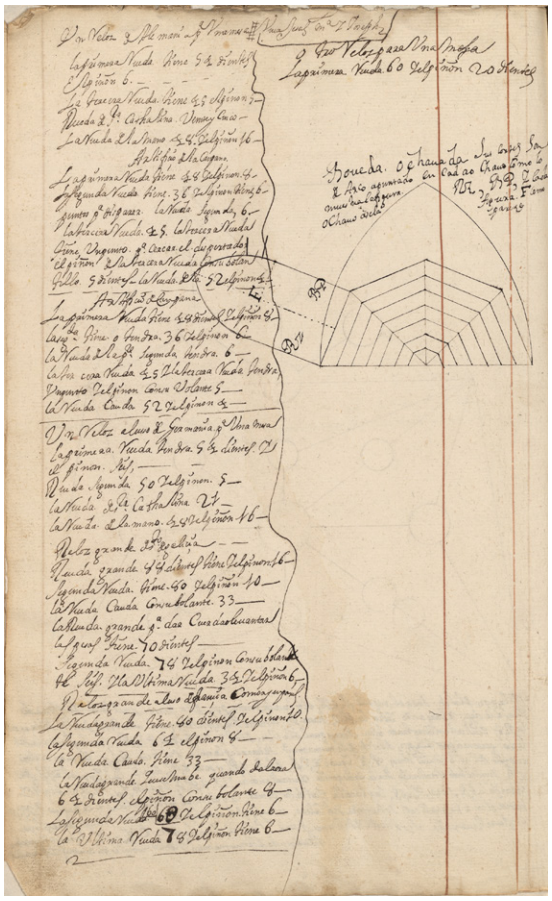
Nótese bien esta práctica, que sobre no ser dificultosa es muy general para trazar diferentes bóvedas. Y si se pidiere que la frente fuera rebajada ,se obraría de la misma suerte y solo que el cuadrante CN nº1 se haría rebajado.

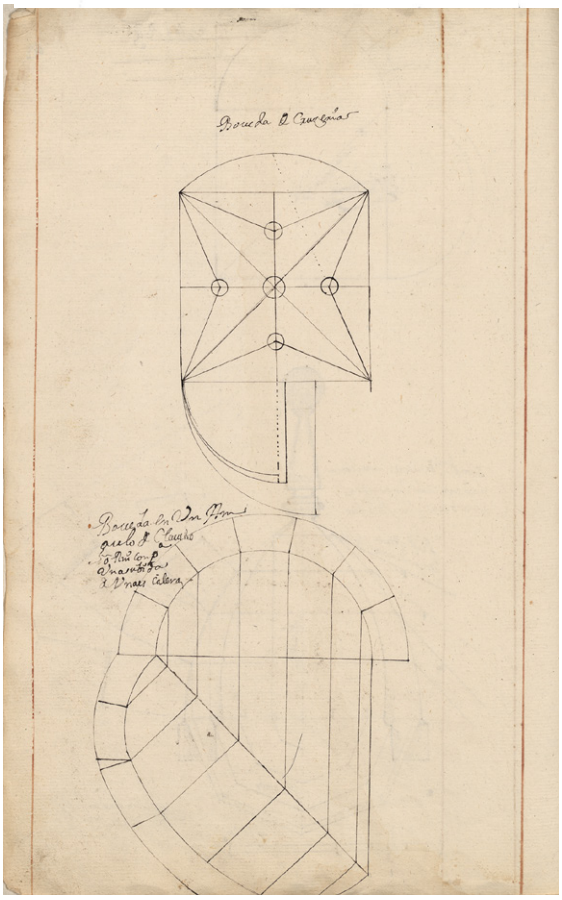
Trompa cónica donde las testas se sitúan en dos muros perpendiculares entre sí. La planta queda definida por el cuadrado ABCD y los arcos de testa serán cuartos de círculo. Para obtener las plantillas de lechos y caras inferiores de las dovelas, se van a dibujar las juntas de lecho con su inclinación y longitud reales. El dibujo número 2 corresponde a las juntas inferiores L y G y el número 3 a las juntas superiores I y N. En el dibujo 2 se ha omitido la rotulación original. Para las plantillas de las caras inferiores de las dovelas se utilizarán estas longitudes y las cuerdas entre juntas de los arcos de testa, que se dibujan adosadas en el número 4, partiendo del trapecio que define la cara inferior de la clave. No se menciona el hecho de que en esta trompa se produce una arista en la piedra de la clave, desde el punto K hasta el punto H, como vimos en el corte recogido en la primera parte del manuscrito denominado *pechina para en un rincón ganar un ángulo recto por plantas,* donde se advierte al lector de este detalle. Los planos de lecho se obtienen con las longitudes de junta superior e inferior halladas y las de testa de los frentes del arco. Se corresponden con la construcción número 5 y 6.


O
A
B
S
Z
F
T
E
G
H
X
P
D
K
R
J
C
N
Q
M
V


G
P
L
I
E
A
N
O
Q
H
B
C
F


O
I
D
A
B
E
D
M
F
R
C





Bóveda octogonal Fol. 92v.

Tratado XV de la montea y cortes de cantería.. Prop. XIII: Libro IV. p.227. Formar una bóveda con arcos cruceros sobre cualquiera polígono, del cuadrado arriba, que se mantenga con su propio peso, sin más estribos. Estampa 16. Tomo 5 Fig. 70. Fol.232

Bóveda ochavada. Sus cortes son de arco apuntado en cada ochavo como lo demuestra la figura RZ, BP, y cada ochavo hace la figura F como parece.

Bóveda de planta octogonal donde se omite gran parte de la rotulación del dibujo original. El texto explicativo no se incluye, apenas una escueta nota con referencia a la figura que desarrolla uno de los ocho gajos que componen la bóveda

Bóveda de crucería Fol. 93r.

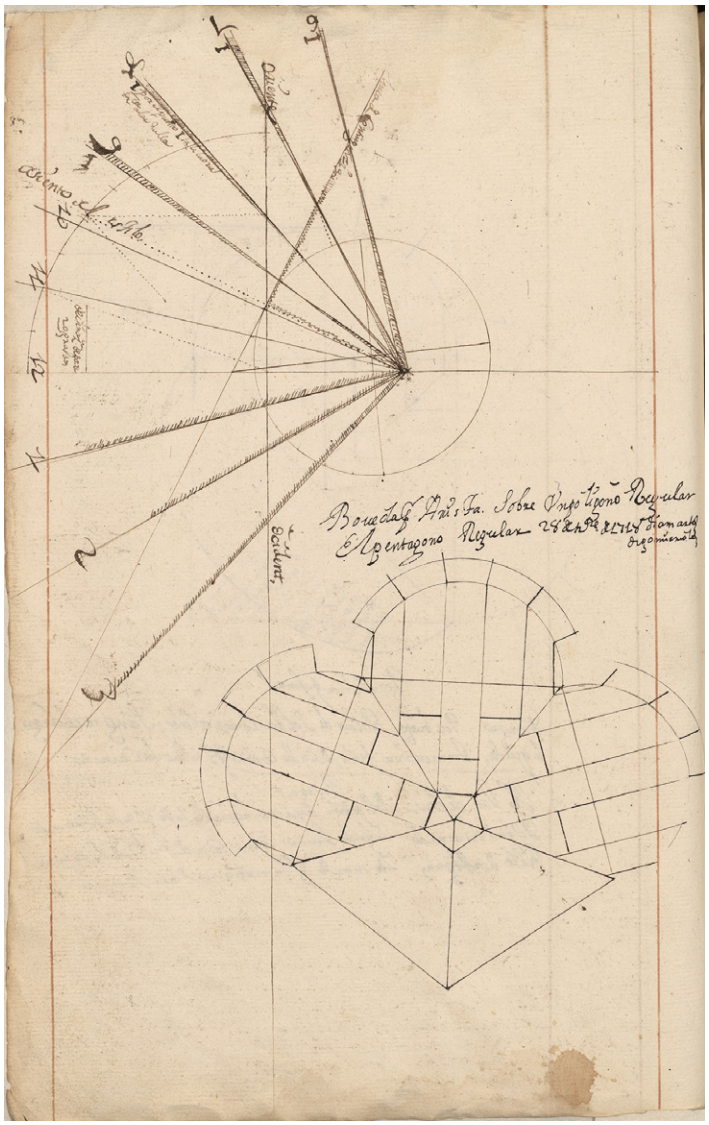
Tratado XV de la montea y cortes de cantería.. Prop. XII: Libro IV. p.226. Descripción y fábrica de las bóvedas con cruceros de piedra. Estampa 16. Tomo 5 Fig. 69. Fol.232

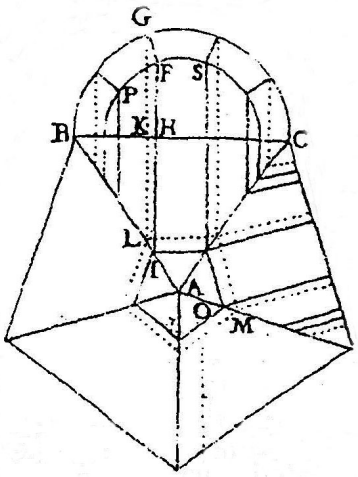
Bóveda de crucería de intradós esférico y planta cuadrada con cinco claves. El alzado de los nervios se representa mediante cuartos de círculo cuyo centro se sitúa en la imposta de la bóveda. No se incorpora la rotulación del dibujo original ni el texto. Las cinco claves se marcan con círculos.

Bóveda en un ángulo de claustro o rincón para una subida de una escalera. Fol. 93r.

Tratado XV de la montea y cortes de cantería.. Prop. XIII: Libro II. p.99. Definir y fabricar el arco rebajado. Modo 5. Estampa 8. Tomo 5. Fig. 14. Fol. 108

Dibujo de uno de los tramos de bóveda en rincón de claustro. En el lado oblicuo de la planta se dibuja abatido el arco correspondiente. Aparece una corrección en las juntas de testa. El dovelaje no coincide con el original. No presenta rotulación ni se incluye el texto explicativo. Únicamente el título hace referencia a su uso.



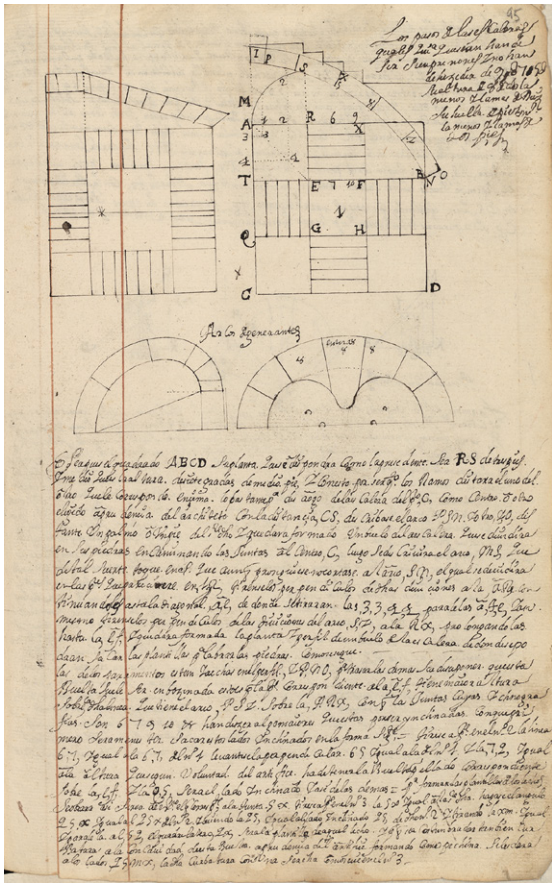

G
F
S
P
B
X
H
C
L
I
A
O
M

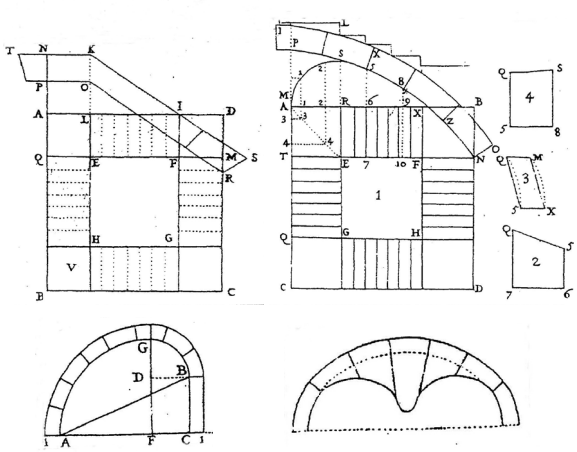
Bóveda por arista sobre un polígono regular. Fol. 94v.

Tratado XV de la montea y cortes de cantería.. Prop. III. Libro IV. p.208. Trazar la vuelta por arista sobre un polígono regular. Estampa 15. Tomo 5. Fig.61. Fol. 218.

El pentágono regular. 28 de septiembre de 1718. Día martes, digo miércoles

Bóveda de arista en planta pentagonal con despiece en siete hiladas por tramo de bóveda. Los arcos de medio punto directriz de cada tramo se dibujan abatidos sobre los lados de la planta. Aquí se trazan con la circunferencia interior coincidente con el lado del pentágono, por lo que se evita la representación de la dovela del salmer. En el dibujo original se hace con el arco exterior. Se realiza un reparto en dovelas dentro de cada hilada que no existe en el dibujo de Tosca. No se transcribe la rotulación del dibujo original ni se incorpora el texto.





Arcos. Fol. 95r.

Tratado XV de la montea y cortes de cantería. Prop. V. Libro II. p.105. Dibujar y fabricar cualquier arco de pies desiguales. Prop. VI. Libro II. p. 107. Formar los arcos pendientes. Estampa 8. Tomo 5. Fig. 16-18. Fol.108

Dibujo de dos arcos. El primero, con los salmeres a diferente altura. El reparto del dovelaje no se respeta y la propuesta que se realiza presenta menos dovelas. No se incorpora la rotulación del original. El segundo, con clave pinjante, mantiene el reparto en dovelas propuesto en el tratado de Tosca.

Escaleras. Fol. 95r.

Tratado XV de la montea y cortes de cantería. Prop. VII. Libro V. p.249. Formar una escalera cuadrada con vueltas a nivel suspensa por la parte interior en el aire. Prop.VIII. Libro V . p. 250 Formar una escalera como la sobredicha con vueltas que formen arista. Estampa 18. Tomo 5 Fig. 81 - 82. Fol. 252

Los pasos de las escaleras cualesquiera que sean han de ser siempre nones y no han de exceder su altura de 8 dedos la menor y la más de diez su huella de pie y medio la menos y la más de dos pies.

Sea pues el cuadrado ABCD su planta, que se dispondrá como la precedente. Sea RS de tres pies y medio que es la altura de siete gradas de a medio pie y con esto por ser cuatro los tramos distará el uno del otro que le corresponde encima lo bastante para desahogo de la escalera. Del punto C como centro u otro elegido a prudencia del arquitecto con la distancia CS, descríbase el arco PSN y otro IO distante un palmo o un pie del sobredicho y quedará formado un vuelo de la escalera que se dividirá en sus piedras encaminando las juntas al centro C, luego se describirá el arco MS, que de tal suerte toque en el que aunque prosiguiese no

cortarse al arco SN, el cual se dividirá en las partes que pareciere en 1 y 2. Tírense los perpendículos de dichas divisiones a las AR continuándoles hasta la diagonal ae de donde se tirarán las 3,3,4,4, paralelas a t,e y así mismo tírense los perpendículos de las divisiones del arco sz a la RX prolongándolas hasta la ef y quedará formada la planta y perfil de un vuelo de la escalera de donde se podrán sacar las plantillas para labrar las piedras como se sigue.

Las de los paramentos están ya hechas en el perfil IPNO, para trazar las demás se ha de suponer que esta vuelta suele ser embocinada, esto es por la parte correspondiente a la e,f, tiene mayor altura sobre la dicha línea que tiene el aro PSZ. Sobre la ARX, con que las juntas cuyas iconografías son 6 7 9 10 etc. Han de ser algo mayores que ellas por ser inclinadas con que primero será menester sacar estos lados inclinados en la forma siguiente. Tírese aparte en el nº2 la línea 6,7, igual a la 6,7, del nº1 y levántese la perpendicular 6 5 igual a la del nº1 y la 7,9, igual a la altura que según voluntad del artífice ha de tener la vuelta por el lado correspondiente e,f, y la q, 5 será el lado inclinado y así de las demás. Para formar las plantillas de los lechos se obrará así. Sirva de ejemplo el que corresponde a la junta 5, x, tírese aparte en el nº3 la 5, x igual a la sobredicha, hágase el ángulo q, 5, x, del nº2 y haciendo la q5, igual al lado inclinado ,5, de dicho nº2 y tirando la xm igual y paralela a la q 5, el cuadrilátero qx será la plantilla de aquel lecho y porque se acostumbra dar también curvatura a la concavidad de esta vuelta, a prudencia del artífice, formando como pechina se les dará a los lados q 5, m x, la dicha curvatura con una cercha, como se ve en el nº3.

Para hacer las plantillas de las concavidades se obrará de esta forma. Pídese la de la concavidad 5,8, tírese aparte en el nº4 la 5,8, igual a la sobredicha subtensa del nº1 levántese la perpendicular 5q igual al lado inclinado 5 q del nº2 y la paralela 8s igual al lado inclinado su correspondiente, que se supone hallado en la misma forma que se halló el q5 y tirando la qs quedará hecha la plantilla, advirtiendo que a la piedra se le ha de dar después la curvatura aplicando al lado 58, una cercha ajustada a la curvatura 58, del nº1 y a los lados 5q, 8s otra cercha igual a la curvatura 5q del nº2 y así de las demás piedras.

Solo falta explicar el modo de sacar las plantillas y trazarlas para las piedras que componen la porción ms con su arista cuyas iconografías

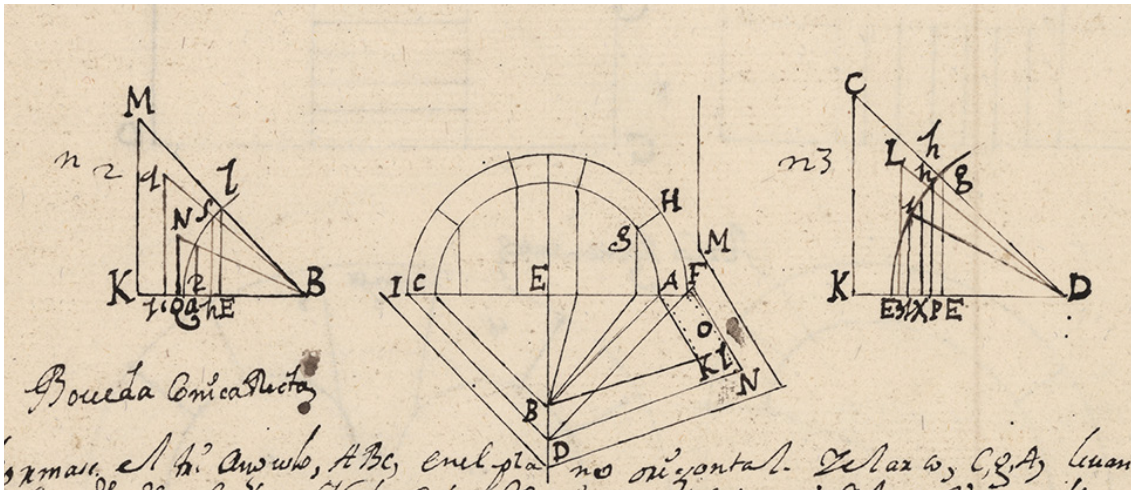
están en el cuadrado t,r las cuales se harán con las mismas reglas que se dieron en la capilla por arista en sus vueltas advirtiendo que en lo que corresponde al triángulo a,r,e se guarda la montea y curvatura AS pero en la que corresponde al triángulo a,t,e se observa la montea n,z,s por empezar el segundo vuelo de la escalera a mover en correspondencia sobre la t,e, con la dicha curvatura n,z,s, que corriendo por sobre el paralelogramo f,g forma el otro descanso sobre el cuadrado c,g y por quedar esto bastantemente explicado no me alargo más.

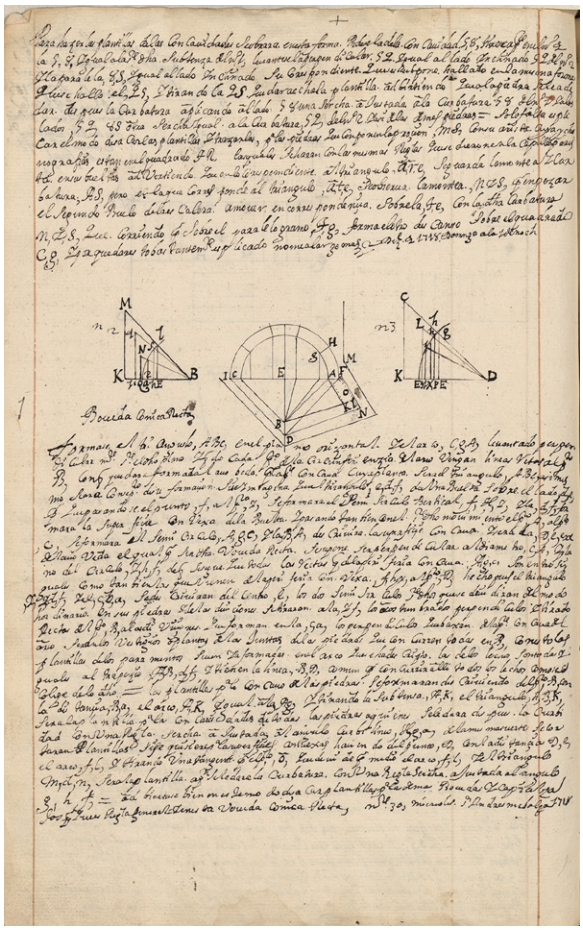
Diciembre, 4 1718 Domingo a la 1 de la noche.

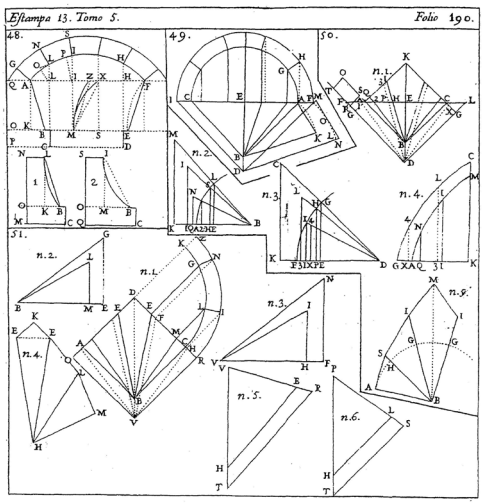
Diseño de escalera de caja de cuatro tramos. Se presentan dos propuestas: con zancas rectas y curvas. La escalera de tramos rectos no va acompañada de texto explicativo alguno, únicamente se copia el dibujo. La inclinación de las zancas es mucho menor que la que presenta el dibujo original. Se mantiene el número de peldaños y las proporciones de su planta. En la escalera de tramos curvos, las proporciones de la planta difieren de las del dibujo original, donde el hueco central es mayor. Aquí, se divide el cuadrado en nueve cuadrados iguales ocupando cada tramo, meseta y hueco central uno de ellos. El dibujo presenta un error a destacar en el peldañeado, donde se modifica su número y se disponen en sentido opuesto, paralelos a los muros en lugar de perpendiculares a estos. Las plantillas necesarias para las caras inferiores de las dovelas no se copian en el manuscrito,aunque sí el texto que expone su trazado.

Este modelo de escalera presenta zancas curvas con intersección de arista curva entre ellas y bajo las mesetas. En el repertorio de este cuaderno no está representado este modelo. Es un tipo de escalera muy difundida en el ámbito valenciano, con disposición de hiladas transversales a los muros y formaletes curvos.[1]

1
MARÍN SÁNCHEZ,R. 2018.La escalera del Real Colegio Seminario de Corpus Christi de Valencia(1559-1601): hipótesis de traza. *Informes de la construcción*. Vol. 70. Nº550


n 2
M
N
K
B
n3
C
L
K
D
H
G
C
E
A F M
O
K L
N
B
D




Estampa 13. Tomo 5.
Folio 190.
48.
49.
50.
51.
n.1.
n.2.
n.3.
n.4.
n.5.
n.6.
n.9.

Bóveda cónica recta. Fol. 95v.

Tratado XV de la montea y cortes de cantería. Libro III. Prop. I Trazar una bóveda cónica recta. Estampa 13. Tomo 5. Fig. 49. Fol. 190

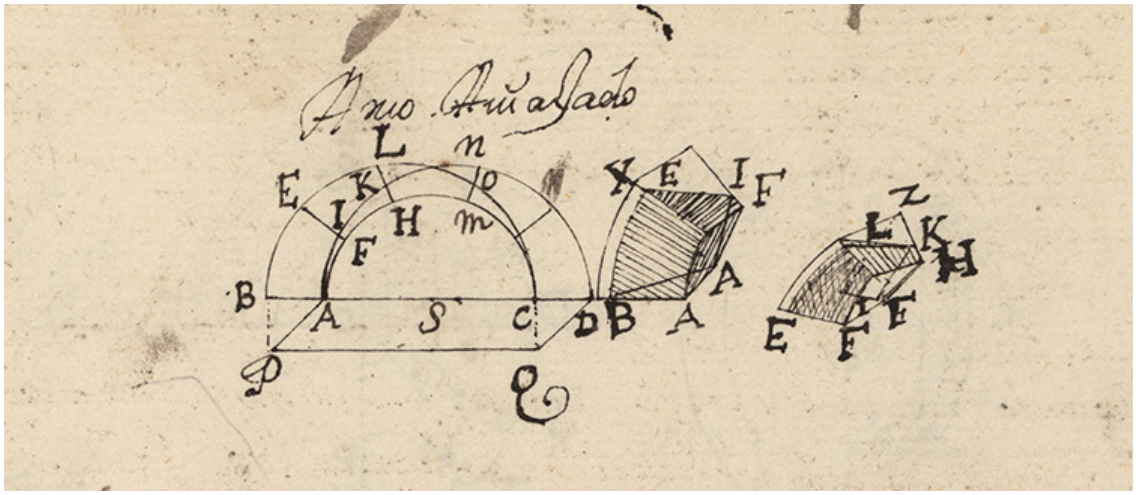
Fórmese el triángulo ABC, en el punto no horizontal y el arco c,g,A, levantado perpendicularmente sobre dicho plano y que de cada punto de la circunferencia del arco vengan líneas rectas al punto B con que quedará formada la bóveda por la parte cóncava cuya planta será el triángulo ABC. Así mismo se hará concepto de su formación si se imagina que el triángulo e,d,f, da una vuelta sobre el lado d,e, porque pasándose el punto f al punto I, se formará el semicírculo vertical f,H,I y la d,f, formará la superficie convexa de la vuelta y pasando también con el dicho movimiento el punto A, al punto C, se formará el semicírculo A,g,c, y la B,A, describirá la superficie cóncava y será la D,e, eje de la bóveda, el cual por ser dicha bóveda recta se supone ser perpendicular al diámetro C,A, y plano del círculo I,h,f, de que se sigue que todas las rectas que de la periferia cóncava A,g,c, son entre sí iguales como también las que vienen de la periferia convexa, f,h,y, al punto D. Hecho pues el triángulo I,d,f, y el c,b,A, se describirán del centro e, los dos semicírculos sobredichos que se dividirán del modo ordinario en sus piedras y de las divisiones se tirarán a la I,f, los acostumbrados perpendículos y tirado rectas del punto B a las divisiones que forman en la c,a, los perpendículos que bajan de la parte cóncava del arco serán los vestigios o plantas de las juntas de las piedras que concurren todas en B, con esto las plantillas de los paramentos se ven ya formadas en el arco que se ha descrito. Las de los lechos son todas iguales al trapecio A,B,d,f, y tienen la línea B,D, común por concurrir allí todos los lechos como se colige de lo dicho.

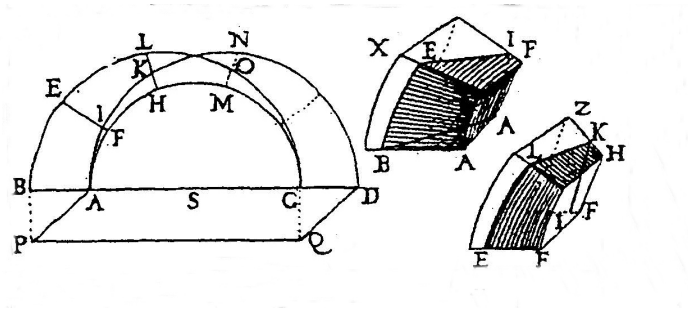
Las plantillas para lo cóncavo de las piedras se formarán describiendo del punto B, con la distancia B,a, el arco A,R, igual a la A,g, y tirando la subtensa A,K, el triángulo A,B,K, será la plantilla para las concavidades de todas las piedras a quienes se le dará después la curvidad con una regla cercha ajustada al

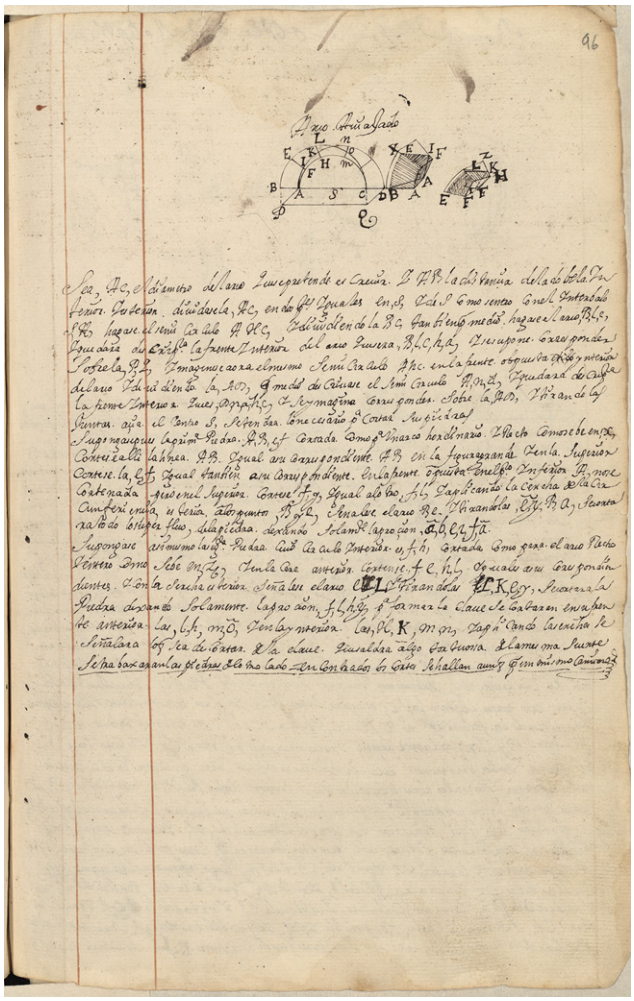
ángulo curvilíneo H,g,a, de la misma suerte se cortarán plantillas si se quisiere para las superficies convexas haciendo del punto D con la distancia D,e, el arco f,l, y tirando una tangente por el punto O, que divide por medio el arco f,l, y el triángulo m,d,n, será la plantilla a quien se le dará la curvatura con una regla cercha ajustada al ángulo g,h,f. Adviértase bien en este modo de sacar plantillas para las demás bóvedas y capialzados porque es regla general. Y en esta bóveda cónica recta. Martes 30, digo miércoles San Andrés me valga 1718

Trompa cónica recta de directriz semicircular. En el dibujo se comete el error de copiar las construcciones auxiliares de la *trompa cónica cuadrada*, necesarios para obtener las longitudes de las juntas de lecho de dicha traza pero no para la que nos ocupa. Esto demuestra que la copia del trazado de este corte y su texto se realizó sin interés por parte del autor de comprobar la coherencia entre ellos.

Este modelo de trompa es el más sencillo que podemos encontrar. El trazado de las plantillas se simplifica al ser todas las dovelas iguales. Los planos de lecho son directamente los que define el salmer en planta y la plantilla de cara inferior de dovela se obtiene sin complicación con la longitud de la junta inferior de lecho, coincidente con las rectas AB y BC, y el arco comprendido entre dos juntas de testa. Junto al lado AB de la planta se ha dibujado la plantilla correspondiente al intradós de la dovela y junto a la recta BM la correspondiente a la cara exterior.







Arco aviajado. Fol. 96r.

Tratado XV de la montea y cortes de cantería. Libro II.Prop.XXI Definir un arco totalmente aviajado. Estampa 10. Tomo 5. Fig. 31. Fol. 154

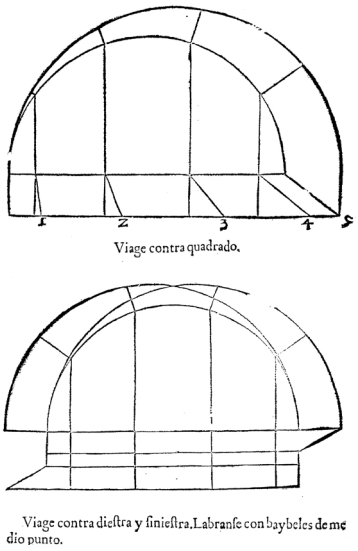
Sea AC, el diámetro del arco que se pretende describir y AB la distancia de la dovela interior. Divídase la AC, en dos partes iguales en , S, y de S como centro con el intervalo S,A, hágase el semicírculo AHC, y dividiendo la BC, también por medio hágase el arco B,l,e,y quedará descrita la frente interior del arco que será B,l,c,h,a, y se supone corresponder sobre la P,q, imagínese ahora el mismo semicírculo Hacen la frente opuesta interior del arco y dividiendo la Ad por medio descríbase el semicírculo a,n,d, y quedará descrita la frente interior que será D,n,a,h,c, y se imagina corresponder sobre la a,D, y tirando las juntas hacia el centro S, se tendrá lo necesario para cortar sus piedras.

Supóngase pues la primera piedra A,B,e,f, cortada como para un arco ordinario y recto como se ve en x, Córtese allí la línea AB, igual a su correspondiente AB en la figura grande, y en la superior córtese la e,f, igual también a su correspondiente, en la frente opuesta en el punto inferior A no se corte nada pero en el superior córtese f,g, igual al otro f,l, y aplicando la cercha de la circunferencia interior, a los puntos B y e, señálese el arco Be y tirando las e,y,b,a,se cortará todo lo superfluo de la piedra dejando solamente la porción a,b,e,i,f,a.

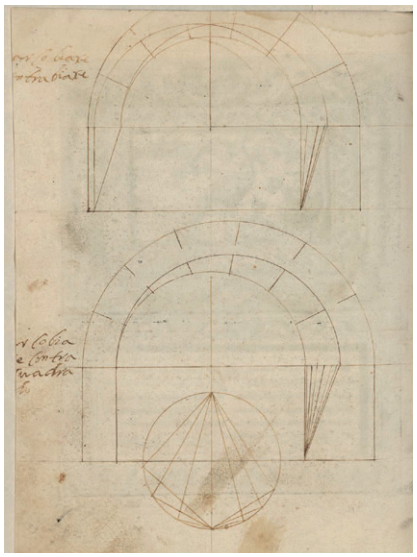
Supóngase así mismo la siguiente piedra cuyo círculo interior es f,h, cortada como para el arco recto y entero como se ve en z y en la cara anterior córtese fe,hl, iguales a sus correspondientes y con la cercha exterior señálese el arco e,l, y tirando las lk,ei se cortará la piedra dejando solamente la porción f,l,h,y,para formar la clave se cortarán en su frente anterior las l,h, m,o, y en la interior las H,K, m,n, y aplicando la cercha se señalará lo que se ha de cortar de la clave que saldrá algo tortuosa. De la misma suerte se trabajarán las piedras del otro lado. Y encontrados los cortes se hallan aunque por un mismo camino.

Con este modelo de arco en esviaje se completan las soluciones ofrecidas para solucionar los problemas de empuje que presentan los arcos oblicuos. El manuscrito de Portor en su repertorio de de arcos solo recoge la solución de cilindro oblicuo con sección semicircular. Con los fragmentos procedentes del tratado de Tosca, se incorporan al grupo dos modelos habituales en las obras dedicadas al corte de cantería: el *arco aviajado por una sola parte,* recogido en el verso del folio 5 de este manuscrito y el *arco totalmente aviajado*.

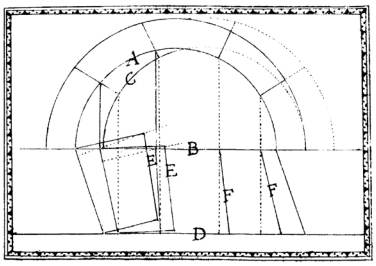
El corte está presente en las obras de Aranda, Rojas y Alonso de Guardia. Vandelvira restringe la solución al esviaje de la planta con un arco definido por una superficie cilíndrica oblicua.



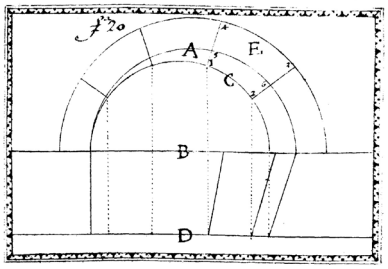
CRISTÓBAL DE ROJAS. 1598.
Teoría y práctica de fortificación.
Arco viaje contra cuadrado.
Viaje contra diestra y siniestra. Fol.98v



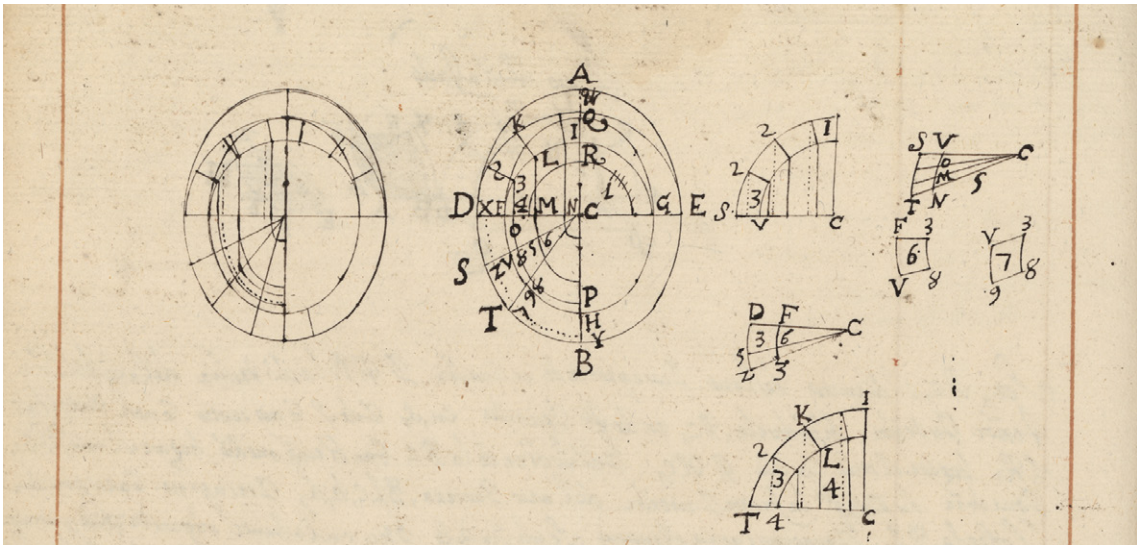
ALONSO DE GUARDIA.ca.1600
Manuscrito de cantería.Fol.70v
Arco viaje contra viaje.
Arco viaje contra cuadrado.

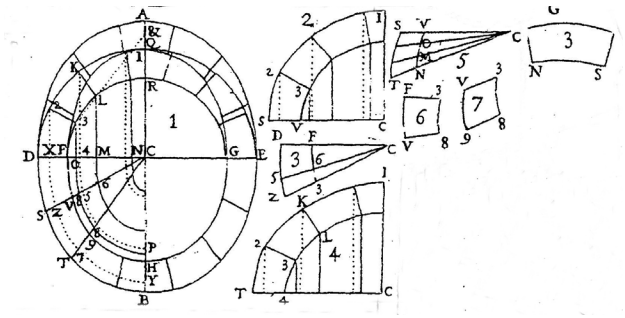


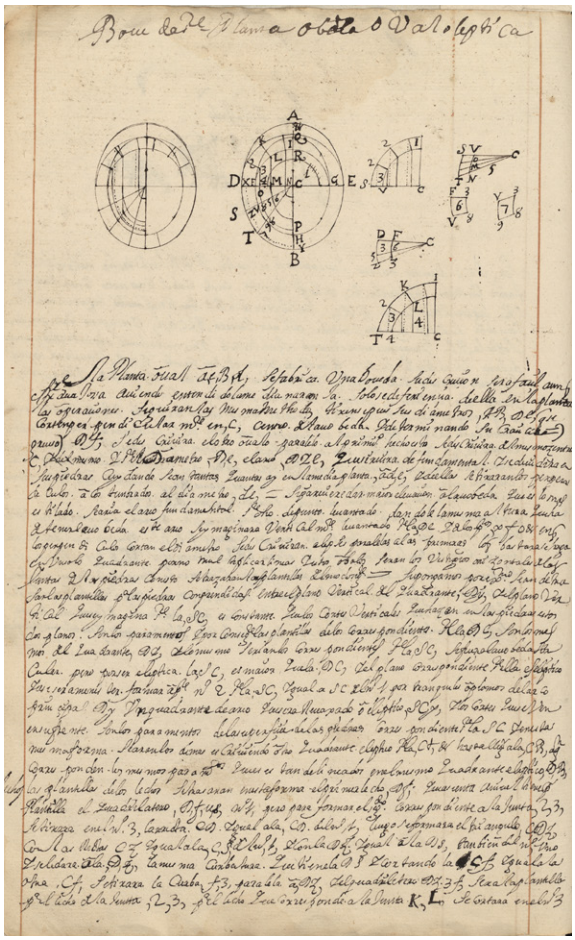
G. MARTÍNEZ DE ARANDA.ca.1600
Cerramientos y trazas de montea.
Arco viaje contra viaje. Pl. 15



Arco viaje contra cuadrado . Pl.13







Bóveda de planta oval o elíptica. Fol. 96v.

Tratado XV de la montea y cortes de cantería. Libro IV. Prop.XI Describir una bóveda sobre planta oval o elíptica. Estampa 16. Tomo 5. Fig. 68. Fol. 232

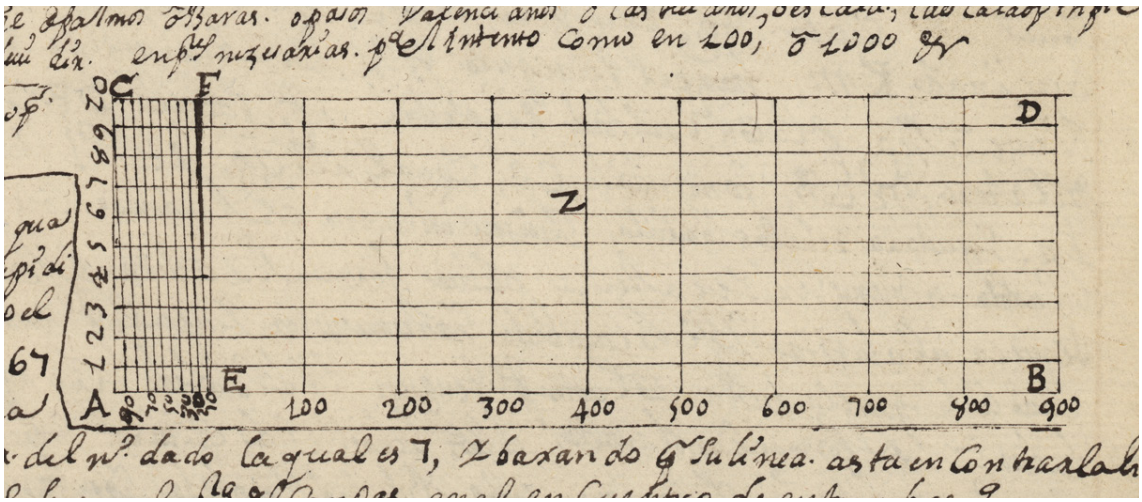
Sobre la planta oval a,e,B,d se fabrica una bóveda, su descripción será fácil aunque más trabajosa habiendo entendido la media naranja. Solo se diferencia de ella en la planta. Las operaciones seguirán los mismos métodos, tírense pues sus diámetros AB, De, que se corten perpendicularmente en C, centro de la bóveda y determinando su craeficie DF, se describirá el otro óvalo paralelo al primero. Hecho esto se describirá del mismo centro C, y sobre el diámetro D,e, el arco Die que servirá de fundamental y se dividirá en sus piedras cuidando sean tantas cuantas hay en la media planta, ade, y de ellas se tirarán perpendículos acostumbrados al diámetro de. Si pareciere dar mayor elevación a la bóveda, que es lo más estilado, se haría el arco fundamental sobredicho de punto levantado, dándole la misma altura que ha de tener la bóveda. Este arco se imaginará verticalmente levantado sobre la De y de los puntos xfo, etc. Los perpendículos cortan el diámetro, se describirán elipses paralelas a las primeras, lo que bastará se haga en un solo cuadrante por no multiplicar las líneas, y estos óvalos serán los vestigios horizontales de las juntas de las piedras, con esto se trazarán las plantillas del modo siguiente. Supongamos por ejemplo se han de trazar las plantillas para las piedras comprendidas entre el plomo vertical del cuadrante DI y el plano vertical que se imagina sobre la SC, es constante, que los cortes verticales que hacen en las piedras estos dos planos son los paramentos y por consiguiente las plantillas de los correspondientes sobre las DC son los mismos del cuadrante DI y lo mismo serían los correspondientes sobre la SC si fuera la bóveda circular, pero por ser elíptica la SC es mayor que la DC, y el plano correspondiente sobre ella es elíptico y así será menester formar aparte nº2 sobre la SC, igual ala SC del nº1 por tranquiles o plomos del arco principal DI, un cuadrante de arco que será rebajado o elíptico, SCI, y los cortes que se ven

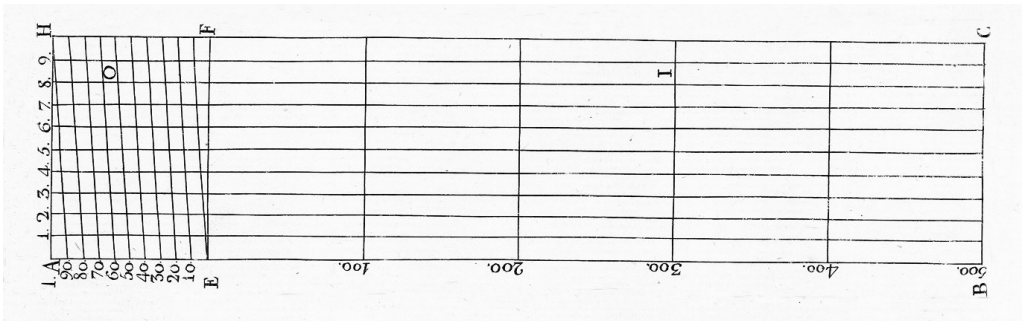
en su frente son los paramentos de la superficie de las piedras correspondientes sobre la SC y en esta misma forma se harán los demás describiendo otros cuadrantes elípticos sobre la CT, etc. Hasta llegar a la CB, a quien corresponden los mismos paramentos que están delineados en el cuadrante elíptico DB.

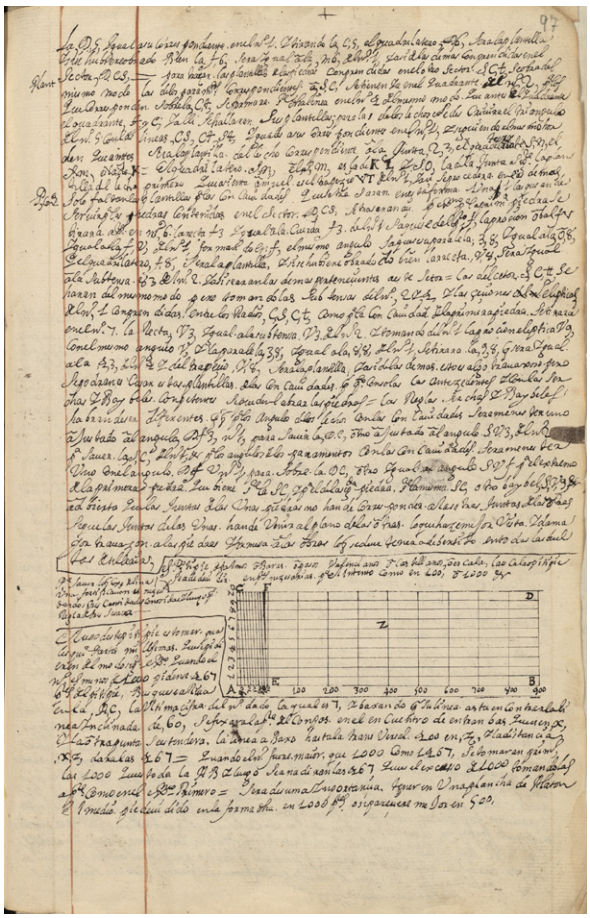
Las plantillas de los lechos se harán en esta forma. El primer lecho Df, que asienta a nivel tiene por plantilla el cuadrilátero D,f,v,s, nº1, pero para formar el segundo correspondiente a la junta 2,3, se tirará en el nº3 la recta CD igual a la CD del nº1, luego se formará el triángulo CDZ, con las rectas CZ igual a las CS, de la nº1 y con la DZ igual a la DS, también del nº1 y se le dará a la DZ la misma curvatura que tiene la DS y cortando la Cf, igual a la otra Cf, se tirará la curva f,3, paralela a DZ y el cuadrilátero Dz,3f, será la plantilla para el lecho de la junta 2,3, para el lecho que corresponde a la junta K,L, se cortará en el nº3 la D,S, igual a su correspondiente en el nº1 y tirando la C,5, el cuadrilátero D6, será la plantilla y si se hubiere obrado bien la f6, será igual a la m6, del nº1, y así de las demás comprendidas en el sector DCS. Para hacer las `plantillas a las piedras comprendidas en el otro sector SCT se obrará del mismo modo. Las de los paramentos correspondientes a SC, se tienen ya en el cuadrante del nº2, para los que corresponden sobre la CT, se formará sobre la dicha línea en el nº4 del mismo modo que antes el cuadrante TIC, y allí se hallarán sus plantillas, para las de los lechos se describe el triángulo del nº5 con las líneas CS,CT,ST, iguales a sus correspondientes en el nº1, y siguiendo el mismo orden que antes se hará la plantilla del lecho correspondiente a la junta 2,3. El cuadrilátero sn, el sm, es la de la KL y SO, la de la junta siguiente. La plantilla del lecho primero que asienta a nivel es el trapecio VT del nº1 y así se procederá en las demás. Solo faltan las plantillas para las concavidades que se trazarán en esta forma. 1. Las que han de servir para las piedras contenidas en el sector DCS, se hacen así. Por ejemplo, para la primera piedra se tirará aparte en nº6 la recta f3 igual a la cuerda f3 del nº1. Sáquese del punto f la porción oval fv igual a la fv, del nº1 formando en f, el mismo ángulo. Sáquese su paralela 3,8, igual a la O,8, y el cuadrilátero f,8, será la plantilla y si se hubiere obrado bien la

recta V8, será igual a la subtensa 83 del nº2 y así se harán las demás pertenecientes a este sector. Las del sector S,C,T, se harán del mismo modo pero tomando las subtensas del nº2 y 4 y las secciones elípticas del nº1 comprendidas entre los radios C,S,C,T. Como para la concavidad de la primera piedra se tirará en el nº1 la recta V3, igual a la subtensa V3 del nº2 y tomando del nº1 la Porción elíptica V9, con el mismo ángulo V, y la paralela 3,8, igual a la 8,8, del nº1 se tirará 9,8, que será igual a la 4,3, del nº4 y del trapecio V8, será la plantilla, y así de las demás. Esto es algo trabajoso pero se podrán excusar estas plantillas de las concavidades por cuanto con solas las antecedentes y con las cerchas y baiveles competentes se pueden labrar las piedras. Las reglas cerchas y baiveles habrán de ser diferentes porque para los ángulos de los lechos con las concavidades será menester uno ajustado al ángulo Df3, nº1 para subir la DC, otro ajustado al ángulo SV3, del nº2 para saber la SC, del nº1 etc. Para los ángulos de los paramentos con las concavidades será menester uno con el ángulo DfV, nº1 para sobre la DC, otro igual al ángulo SVf, para el extremo de la primera piedra que viene ser la SC y para el de la segunda piedra, sobre la misma Sc, otro baivel SV), etc. Advierto que las juntas de las unas piedras no han de corresponder a las otras juntas de las otras. Sí que las juntas de las unas han de venir al plano de las otras, lo que hace mejor vista y da mayor trabazón a las piedras y firmeza a las obras, lo que se debe tener advertido en todas las vueltas de sillería.

Bóveda de planta oval con despiece en tres hiladas concéntricas más la clave. El dibujo de la planta se utiliza para representar en la mitad superior la sección semicircular por el eje menor de la bóveda, donde se reparten las hiladas. Los planos de lecho se obtienen por la sección de la bóveda mediante planos verticales definidos en la planta mediante las rectas SC y TC. Las plantillas se trazan en los arcos elípticos SI y TI correspondientes a los dibujos 2 y 4. Las plantillas de caras inferiores de las dovelas son las numeradas como 6 y 7, correspondientes a los dos sectores DS y SCT.


C
F
D
Z
E
B
A
100
200
300
400
500
600
700
800
900


H
F
C
O
I
E
B
A
100.
200.
300.
400.
500.



Escala o pitipié. Fol. 97r.

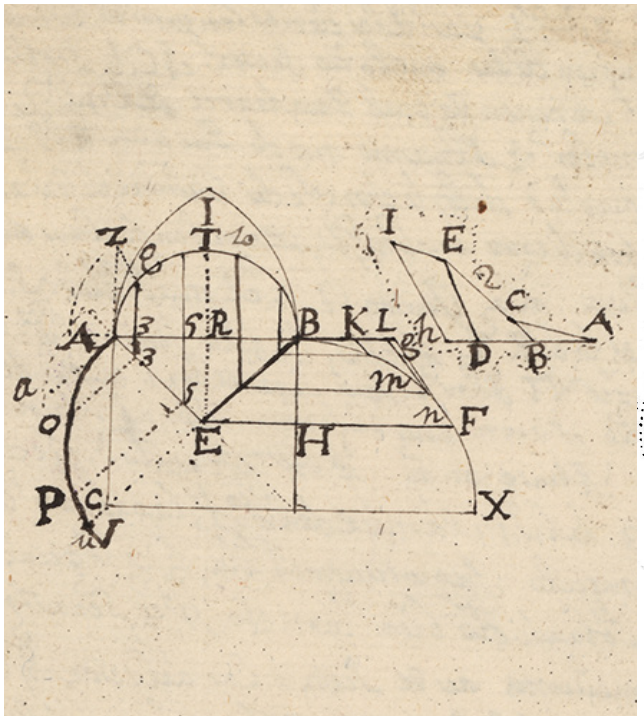
Compendio Mathematico. Tomo 1. Tratado III. De la geometría Práctica. Libro VIII De la fábrica y uso de algunos instrumentos geométricos. Cap. I. Prop. II. Fábrica y uso de la escala o pitipié geométrico. Estampa 7. Tomo 1. Fig. 1. Fol. 380

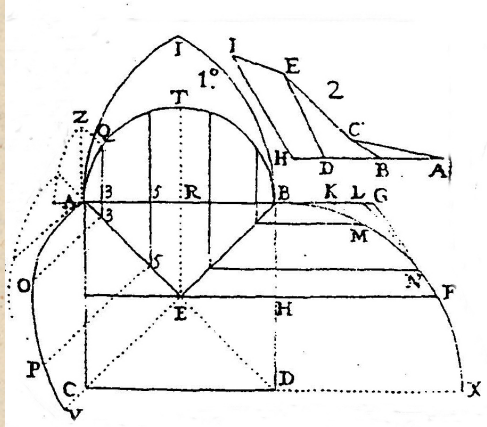
El pitipié de palmos o varas o pasos valencianos o castellanos o escala. La escala o pitipié se ha de dividir en partes necesarias para el intento como en 100 o 1000.

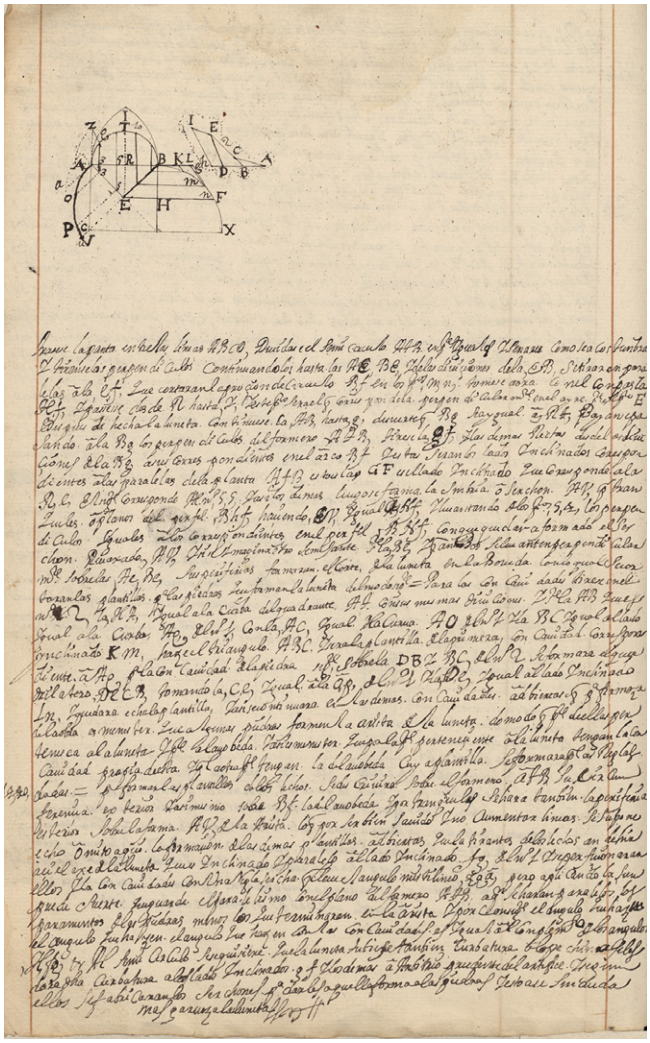
Para saber lo que coge de línea una fortificación es necesario dando tres cantidades conocidas y luego por regla de tres se saca.

El uso de este pitipié es tomar cualesquiera partes milésimas que se pidieren del modo siguiente. Por ejemplo cuando el nº es menos de 1000 pídense 467partes del pitipié, búsquese arriba en la A C la última cifra del nº dado la cual es 7 y bajando por su línea hasta encontrar la línea inclinada de 60, se fijará la punta del compás en el encuentro de entre ambas que son X, y la otra punta se extenderá la línea abajo hasta la transversal 400 en Z y la distancia X,Z dará la 467. Cuando el nº fuere mayor que 1000, como 1467 se tomarán primero las 1000 que es toda la AB y luego se añadirán las 467 que es el exceso de 1000 tomándolas aparte como en el extremo primero. Será de suma importancia tener en una plancha de latón 1 medio pié dividido en la forma dicha en 1000 partes o si pareciese mejor en 500.

Procedimiento para fabricar una escala o pitipié. El dibujo no coincide exactamente con la propuesta de Tosca. Difiere en las proporciones y divisiones, que es hasta 500 en el dibujo de Tosca y 900 en el cuaderno de Portor. Se cambia alguna rotulación y el número del ejemplo utilizado es otro. Esta construcción se describe en el *Compendio Mathematico, Tratado III* dedicado a la Geometría Práctica. Es el único dibujo que no procede del tomo V, dedicado a la montea y cortes de cantería.




1°
2



Luneta Fol. 97v.

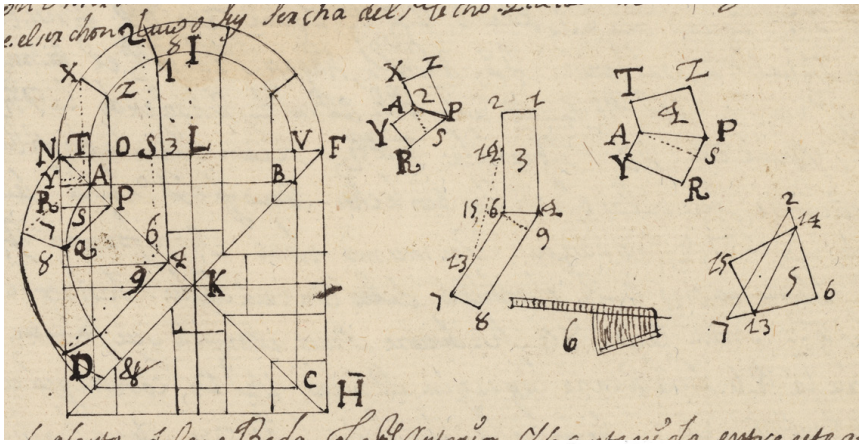
Tratado XV de la montea y cortes de cantería. Prop.XVI libro IV. p.233Explícase la formación de las lunetas en un cañón seguido de bóveda. Estampa 17. Tomo 5. Fig. 73. Fol. 244

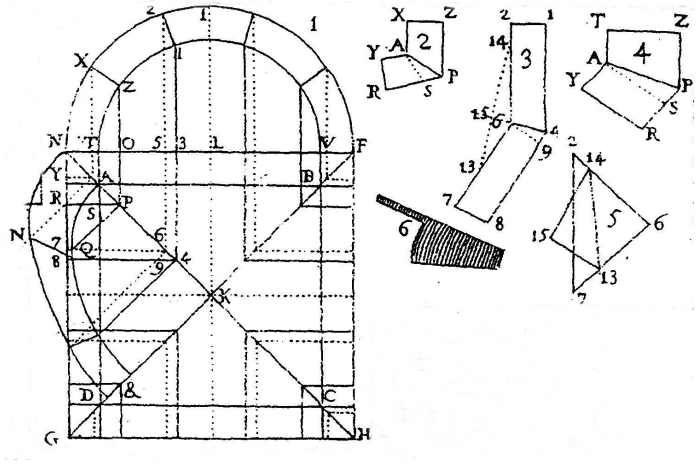
Trácese la planta entre las líneas ABCD, divídase el semicírculo ATB en partes iguales como se acostumbra y tírense los perpendículos continuándolos hasta las AE, BE, y de las divisiones de la EB, se tirarán paralelas a la ef, que cortarán la porción de círculo Bf en los puntos m,n, tómese ahora con el compás la f, y pásese desde la R hasta I y este punto será el que corresponderá perpendicularmente en el aire sobre el punto E. Después de hecha la luneta continúese la AB hasta g, de suerte que Bg sea igual a Rt, váyanse pasando a la Bg los perpendículos del formero ATB, tírese la gf y las demás rectas desde las divisiones de la Bg, a sus correspondientes en el arco Bf y estas serán los lados inclinados correspondientes a las paralelas de la planta AfB esto es la GF es el lado inclinado que corresponde a la Re, el siguiente corresponde al nº 55 y así los demás. Luego se forma la cimbra o cerchón AV por tranquiles o planos del perfil Bhf, haciendo EV igual a Hf y levantando de los puntos 54 los perpendículos iguales a los correspondientes en el perfil BHf, con que quedará formado el cerchón rebajado AV, y si se imagina otro de semejante sobre la Be, y que ambos se levanten perpendicularmente sobre las Ae, Be, sus periferias formarán el corte de la luneta en la bóveda con lo cual se cortarán las plantillas para las piedras que forman la luneta del modo siguiente. Para las concavidades tírese con el nº3 la H,A, igual a la curva del cuadrante At, con sus mismas divisiones y sobre la AB que es igual a la curva Ag del nº1, con la AC, igual a la curva AO del nº1 y la BC igual al lado inclinado Km, haz el triángulo ABC y será la plantilla de la primera concavidad correspondiente a Aq. Para la concavidad de la piedra siguiente, sobre la DBIBC, del nº2 se formará el cuadrilátero DeCB, tomando la ce igual a la op del nº1, y la De igual al lado inclinado Ln y quedará hecha la plantilla y así se continuará en las demás concavidades advirtiendo que parte de ella pertenece a la luneta y parte a la bóveda y así es menester

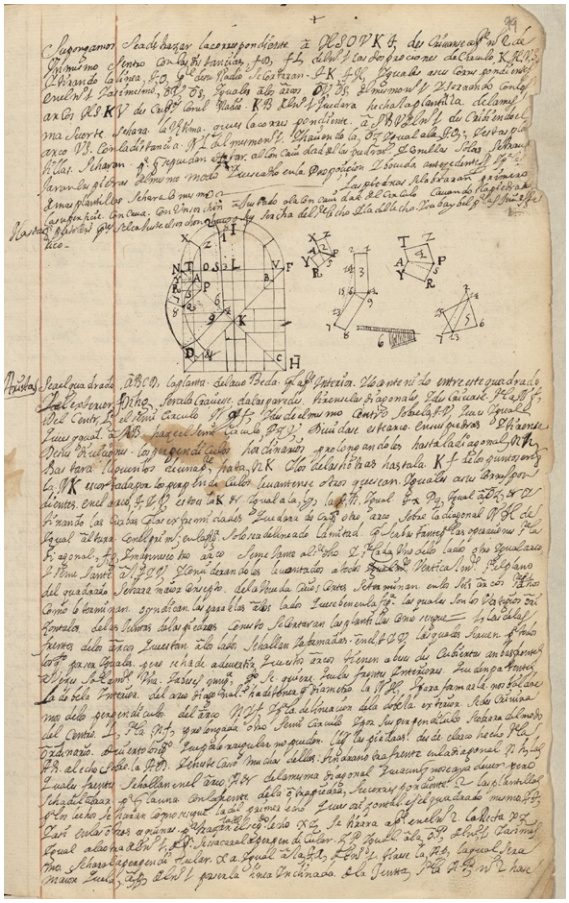
que por la parte perteneciente a la luneta tengan la concavidad propia de esta y por la otra parte tengan la de la bóveda cuya plantilla se formará por las reglas 14,40, dadas. Para formar las plantillas de los lechos se describirá sobre el formero AtB su circunferencia exterior y así mismo sobre Bf la de la bóveda y por tranquiles se hará también la periferia exterior sobre la forma AV de la arista, lo que por ser bien sabido y no aumentar líneas se supone hecho. Omito aquí la formación de las demás plantillas. Adviértase que la tirantez de los lechos han de ir hacia el eje de la luneta que es inclinado y paralelo al lado inclinado fo del nº1, y se perfeccionarán ellos y las concavidades con una regla cercha que lleve el ángulo mixtilíneo zqa, pero aplicándola siempre de suerte que guarde el paralelismo con el plano del formero ATB a quien se harán paralelos los paramentos de las piedras, menos los que terminaren en la arista y por consiguiente, el ángulo que hacen con las concavidades es igual al complemento de los ángulos HFG y c al semicírculo. Si se quisiere que la luneta tuviese también curvatura a lo pechina, se le dará dicha curvatura a los lados inclinados GF y los demás a arbitrio prudente del artífice y según ellos se fabricarán los cerchones para darles aquella forma a las piedras y esto hace sin duda más garbosa la luneta.

Luneto en cañón recto. En planta se dibujará un cuadrado donde los cuatro triángulos rectángulos en que lo dividen sus diagonales determinarán la planta del luneto. Con el fin de mantener todas las hiladas iguales, el reparto regular de dovelas se realiza en el arco de medio punto, generando una distribución desigual en las hiladas de la bóveda La sección de medio cañón se representa en uno de sus lados, con el perfil de las juntas del luneto. En el otro, el arco de medio punto que abre luces a la bóveda. Sobre la diagonal, el arco intersección entre bóveda y luneto. El vértice se encuentra con la bóveda a 1/3 de su ancho total. Para la labra se han obtenido las plantillas de caras a partir de los arcos extendidos que delimitan la luneta y las longitudes de sus juntas tomadas en el perfil. Para las plantillas de lecho se trabajará con el grosor de la bóveda y luneta. Para ello, se han trazado los arcos en línea de puntos desde el punto A. Los lechos se disponen planos y radiales con centro en el eje de la luneta.

Este corte es de los que incluye Tosca en su tratado y no aparece recogido en el trabajo de Milliet Dechales.







Bóveda de arista Fol. 99r-v.

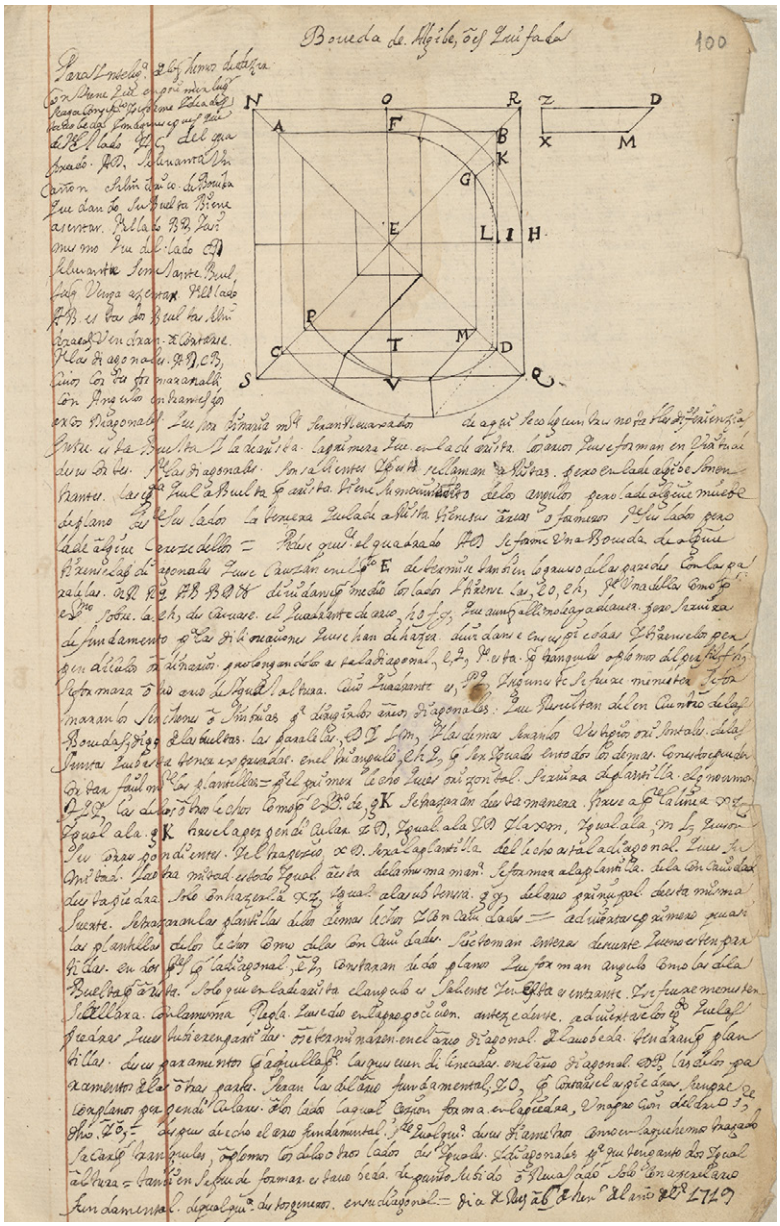
Tratado XV de la montea y cortes de cantería. Prop.I libro IV. p.201. Definición y fábrica de la vuelta por arista cuadrilátera.. Estampa 15. Tomo 5. Fig. 59. Fol. 218

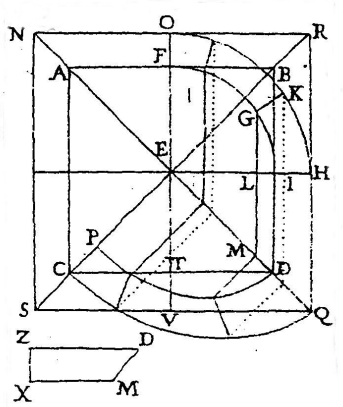
Sea el cuadrado ABCD la planta de la bóveda por la parte interior y lo contenido entre este cuadrado y el exterior fnhg, será la craeficie de las paredes. Tírense las diagonales y descríbase sobre la Nf, del centro L, el semicírculo Nif y desde el mismo centro sobre la fv que es igual a AB haz el semicírculo tzv. Divídase este arco en sus piedras y tírense de sus divisiones los perpendículos ordinarios prolongándoles hasta la diagonal nh. Bastará lleguen los de una parte hasta nk y los de las otras hasta la kf. De los puntos en que la Nk es cortada por los perpendículos levántense otros que sean iguales a sus correspondientes. En el arco t,i,v, esto es la k& igual a la li, la an igual a la tx, pq igual a oz, etc. Tirando las curvas por las extremidades quedará descrito otro arco sobre la diagonal Nh de igual altura con el primero. En la figura solo se ha delineado la mitad por ser bastante para las operaciones. Sobre la diagonal fg imagínese otro arco semejante al sobredicho y sobre cada uno de los lados otro igual arco y semejante al tiv y considerándoles levantados a todos verticalmente sobre el plano del cuadrado se hará mayor concepto de la bóveda cuyos cortes se terminan en los seis arcos sobredichos, como lo terminan o indican las paralelas a los lados que se ven en la figura las cuales son los vestigios horizontales de las juntas de las piedras. Con esto se labrarán las plantillas como se sigue. Las de los frentes de los arcos que están a los lados se hallan ya formadas en el tiv, las cuales sirven para todos los cuatro por ser iguales pero se ha de advertir que estos arcos tienen a veces descubiertos ambos frentes y a veces solamente uno y a veces ninguno. Cuando se quiere que las frentes interiores queden patentes, la dovela interior del arco diagonal ha de tener por diámetro la NH y para formarla nos valdremos de los perpendículos del arco nif y para la delineación de la dovela exterior se describirá del centro 1 sobre la nf, prolongada otro semicírculo y por sus perpendículos

se obrará del modo ordinario. Advierto lo segundo, que por lo regular no pueden llegar las piedras desde el arco hecho sobre la AB al hecho sobre la AD y en este caso muchos de ellos tendrán otra frente en la diagonal nh, las cuales frentes se hallan en el arco A& de la misma diagonal, que aunque no se haya de ver pero se ha de labrar para que la una con la frente de la otra piedra su correspondiente. Las plantillas para los lechos se harán como se sigue. La del primer lecho que es horizontales el cuadrado mismo yt y así en las otras esquinas. Para trazar la del segundo lecho xz, se tirará aparte en el nº2 la recta xz igual a la otra del nº1 de quien se sacará la perpendicular zp igual a la op del nº1 y así mismo se hará la perpendicular xA igual a la TA del nº1 por ser la línea inclinada de la junta. Sobre la Ap, nº2 haz el triángulo asp, tomando el lado a,s, igual a x,z, y el lado sp, igual a la sp del nº1, que es el exceso del perpendículo Rp, al perpendículo YA y alargando la Ps nº2 hasta R de suerte que PR sea igual a la PR del nº1 y haciendo la AY su paralela igual a la otra AY del nº1 se tirará YR y quedará hecha la plantilla. La del tercer lecho , 2,1, se cortará de la misma suerte. Tírese aparte nº3 la línea 2,1, igual a la del nº1 y sus perpendiculares sean 1,4, igual al 3,4, del nº1 y la 2 6, a la 5,6, y tírese la 6,4, sobre la cual se echará el triángulo 6,4,9, cuyo lado 6,9, sea igual a la 2 1, y el lado 4,9, igual a la 49 del nº1, exceso del perpendículo 8,4, al perpendículo 7,6. Continúese la 4,9, de suerte que 4,8, sea igual a la 4,8, del nº1 y la 6,7, a la 6,7, y quedará hecha la plantilla, y así de las demás. Las plantillas para las concavidades se harán también del mismo modo. Tírese aparte en el nº4 la recta aparte la recta tz igual a la subtensa tz y las perpendiculares ta igual a la ta del nº1 y zp igual a la op. Tírese la Ap y si se hubiere obrado bien será igual a la subtensa Aq del nº1. Hágase sobre la Ap el triángulo ASP cuyo lado AS sea igual a la tz y el PS igual a la PS del nº1 y haciendo la PR igual a la otra PR y la AY igual a la AY y paralela a PR , se concluirá la plantilla y así en las otras respectivamente. Adviértase que en las plantillas de los lechos como por ejemplo en la del nº3, los planos que las componen como 2,4, y 7,4, no hacen un mismo plano, sí que forman ángulo doblándose por la línea 6,4 y lo mismo digo en las plantillas de las concavidades y así se podrán dividir en dos planos cortándolas por la común sección 6,4. Si se deseare saber

el ángulo que forman los dos planos, sobre dichos se continuará la 4,6, y se le tirará una perpendicular 14,13 como se quisiere. Luego se hará aparte en el nº5 el triángulo 2,6,7, tomando del nº1 la 2z igual a la diagonal 6n o 7,5, y formando sobre ella el triángulo sobredicho con los lados 7,6,2,6,iguales a los del nº3. En los lados 6,2 y 6,7 córtense las 6,13 6,14 iguales también a las del nº3 y tirando la recta 13,14 se formará sobre ella el otro triángulo 13,15,14, con los lados 13,15 y 14,15, iguales a las rectas sus correspondientes en el nº3 y el ángulo 13,15,14, será el que formen los dos planos del lecho sobredicho. De la misma manera se sacará el ángulo de inclinación que forman los planos tp, ip nº4 que componen la plantilla de la concavidad, observando el mismo orden de los operaciones sobredichas, en las zp, pR o en las TA, AY, y tomando para la formación del triángulo la diagonal PN. El modo de trabajar las piedras es el siguiente. En la primera piedra se trabajará primeramente el lecho que asienta sobre el cuadrado,yt dándole su misma figura según su plantilla. Luego se sacarán y allanarán a escuadra las dos superficies, que se levantan sobre los lados Nt, Ny, y hecho esto se les aplicarán las plantillas propias de sus paramentos, que en este ejemplo es para entre ambos la nz, y se irá dando aquella curvatura a las piedras y con la escuadra se irá labrando la parte cóncava de entre ambas, en cuyo concurso se vendrá a formar el arco o arista Aq y cortando en materia firme la regla cercha o baivel del nº6, ajustado al ángulo mixtilíneo n,a,q . , del nº1 se perfeccionará con ella la arista y juntamente el ángulo del lecho con su curvatura. La siguiente piedra se labrará aplicando a su paramento la plantilla z,2, y siguiendo su curvatura se cortará a escuadra la piedra y con esto se le dará su superficie cóncava a quien se aplicará la mitad de la plantilla del nº4 que aunque plana sirve para determinar los lados y el concurso de las dos concavidades en quien se forma la arista. Después se tomará de su planta con la saltarregla el ángulo que forman estas dos concavidades en la arista y se ejecutará en la piedra y trabajada llanamente en superficie plana esta otra superficie se sacará a escuadra con ella la del paramento correspondiente sobre la r8 y aplicando a esta la plantilla misma z2 se trabajará con ella el paramento y la concavidad como se hizo en la otra mitad de la piedra. No me detengo más en esto.

Bóveda de arista en planta cuadrada. El arco de medio punto directriz de cada tramo se divide en cinco dovelas. Se advierte de la necesidad de saber si se va a manifestar el frente de los arcos de los tramos con el fin de trabajar con los espesores correspondientes y en consecuencia los diámetros adecuados en la intersección entre tramos. Las plantillas de lechos y caras inferiores de las dovelas tienen la particularidad de dibujarse adosadas para poder aplicarse en las piedras que forman la arista. Para determinar el ángulo que van a formar los dos lados es necesario realizar una construcción previa. El dibujo rotulado como 6 muestra el baivel necsario para labrar las piedras que forman la curva intersección entre tramos de bóveda.


Bouveda de Alg.be, ōes Luifaces
100
N
O
R
A
F
B
K
G
E
L
I
H
P
T
M
C
D
S
V
Q
Z
X
M


N
O
R
A
F
B
K
I
G
E
L
I
H
P
M
C
T
D
S
V
Q
Z
D
X
M

Bóveda de aljibe o esquilfada Fol. 100r.

Tratado XV de la montea y cortes de cantería. Prop.XV libro II. p.210 Describir la bóveda de aljibe o esquilfada. Estampa 15. Tomo 5. Fig. 63. Fol. 218

Para inteligencia de lo que hemos de decir conviene que en primer lugar se haga concepto y se forme idea de esta bóveda. Imagínese pues que de sobre el lado AC del cuadrado AD se levanta un cañón cilíndrico de bóveda que dando su vuelta viene a sentar sobre el lado BD, y así mismo que del lado CD se levante semejante vuelta que venga a sentar sobre el lado AB. Estas dos vueltas cilíndricas vendrán a cortarse sobre las diagonales AD, CB, cuyos cortes formarán allí con ángulos entrantes dos arcos diagonales que ordinariamente serán rebajados. DE aquí se coligen tres notables diferencias entre esta vuelta y la de arista. La primera que en la de arista los arcos que se forman en virtud de sus cortes sobre las diagonales son salientes y por esto se llaman aristas, pero en la de aljibe son entrantes. La segunda que la vuelta por arista tiene su movimiento de los ángulos pero la de aljibe mueve de plano desde sus lados. La tercera que la de arista tiene sus arcos o formeros sobre sus lados pero la de aljibe carece de ellos. Pídese que sobre el cuadrado AD se forme una bóveda de aljibe, tírense las diagonales que se cruzan en el punto E, determínese también lo grueso de las paredes con las paralelas NR RQ AB BD etc. divídanse por medio los lados y tírense las eo, eh, sobre una de ellas como por ejemplo sobre la eh, descríbase el cuadrante de arco hofg, que aunque allí no le hay de haber pero servirá de fundamento para las delineaciones que se han de hacer. Divídanse en sus piedras y tírense los perpendículos ordinarios prolongándolos hasta la diagonal l,q, sobre esta por tranquiles a plomos del perfil f h, se formará otro aro de igual altura cuyo cuadrante es Pq y según este si fuere menester se formarán los cerchones o cimbras para dirigir los arcos diagonales que resultan del encuentro de las bóvedas, digo de las vueltas. Las paralelas ID, LM, y las demás serán los vestigios horizontales de las juntas que basta tener expresadas en el triángulo e,h,q,por ser iguales en todo lo demás, con esto

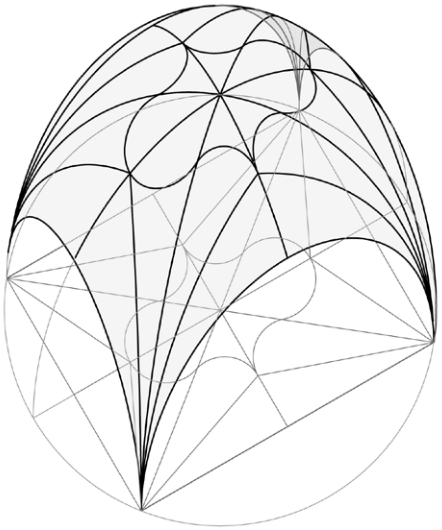
se pueden cortar fácilmente las plantillas. Para el primer lecho que es horizontal servirá de plantilla gnomon TQI, las de los otros lechos como por ejemplo de gK se trazarán de esta manera. Tírese aparte la línea XZ igual a la gK, trácese la perpendicular ZD igual a la ID y la xm igual a la ml, que son sus correspondientes y el trapecio xd será la plantilla del lecho hasta la diagonal que es su mitad. La otra mitad es todo igual a esta, de la misma manera se formará la plantilla de la concavidad de esta piedra, solo con hacer la xz igual a la subtensa GL del arco principal. De esta misma suerte se trazarán las plantillas de los demás lechos y concavidades. Adviértase primero que así las plantillas de los lechos como de las concavidades si se toman enteras de suerte que no estén partidas en dos partes por la diagonal eq constarán de dos planos que forman ángulo como las de la vuelta por arista solo que en la de arista el ángulo es saliente y en esta entrante y si fuere menester se hallará con la misma regla que se dio en la proposición antecedente. Adviértase lo segundo que las piedras que estuvieren partidas o se terminaren en el arco diagonal de la bóveda tendrán por plantillas de sus paramentos por aquella parte las que se ven delineadas en el arco diagonal DP. Las de los paramentos de las otras partes serán las del arco fundamental IO por cortarse las piedras siempre con planos perpendiculares a los lados, la cual sección forma en la piedra una porción del arco sobredicho IO. Después de hecho el arco fundamental sobre cualquiera de sus diámetros como en la que hemos trazado sacar por tranquiles o plomos las de los otros lados desiguales y diagonales para que tengan todos igual altura. También se puede formar esta bóveda de punto subido o rebajado solo con hacer en el arco fundamental de cualquiera de estos géneros en su diagonal.

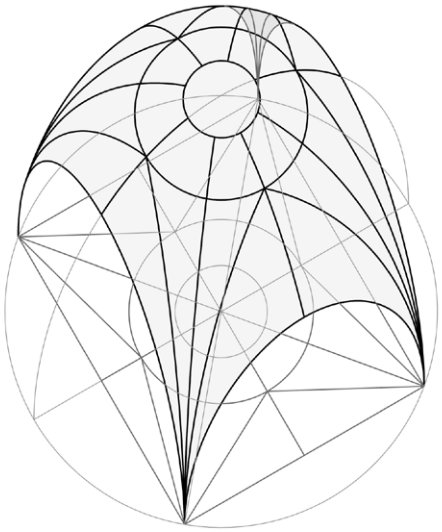
Día de reyes, a 6 de enero de 1719.

Bóveda de aljibe o esquilfada sobre planta cuadrada. En primer lugar, se enuncian las tres diferencias fundamentales entre esta bóveda y la bóveda antecedente de arista, con el fin de facilitar su concepción espacial. A continuación se describe su trazado. La obtención de las plantillas de lecho y caras inferiores de las dovelas que definen el rincón intersección entre tramos es sencilla, se formarán los cuadriláteros definidos por las longitudes de las juntas de lecho, que se pueden tomar directamente de su planta y la longitud de la junta de testa, tomada en el arco sección de la bóveda, que se llevará en una perpendicular a las juntas de lecho. El cuarto lado, correspondiente a la curva intersección entre tramos, se obtiene uniendo los dos puntos restantes de los lados mayores. Para las plantillas de las caras inferiores se modifican estas mismas plantillas, sustituyendo la longitud de la junta de testa por la cuerda que se define entre ellas. Si se trazan las plantillas unidas por las rectas que determinan las cuerdas de la curva intersección, como se hizo en bóveda de arista, será posible determinar el ángulo formado en la intersección. El resto de las dovelas se labrará como en un arco recto.

Con esta bóveda terminan los fragmentos del tratado del padre Tomás Vicente Tosca incorporados a este cuaderno. Por la fecha que cierra el párrafo, su redacción finalizaría el 6 de enero de 1719.

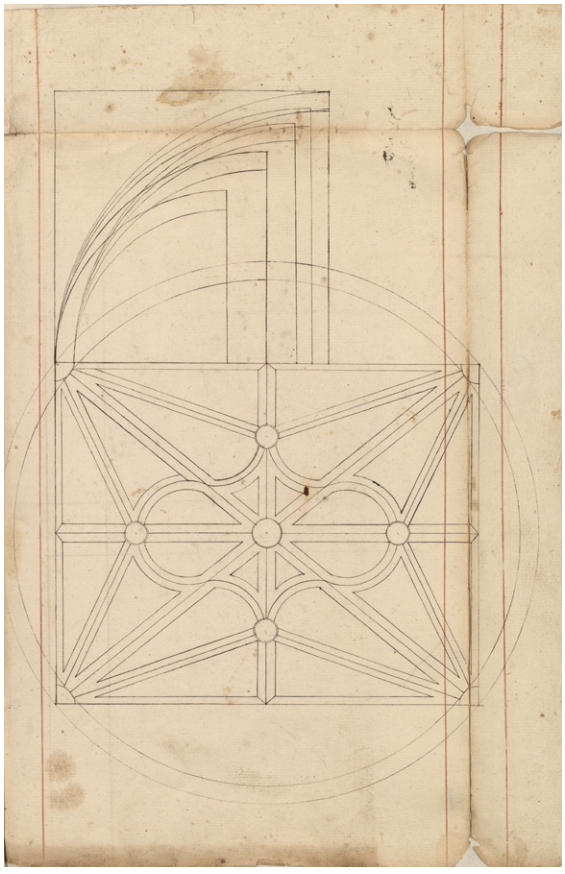
4.10 OTROS CONTENIDOS

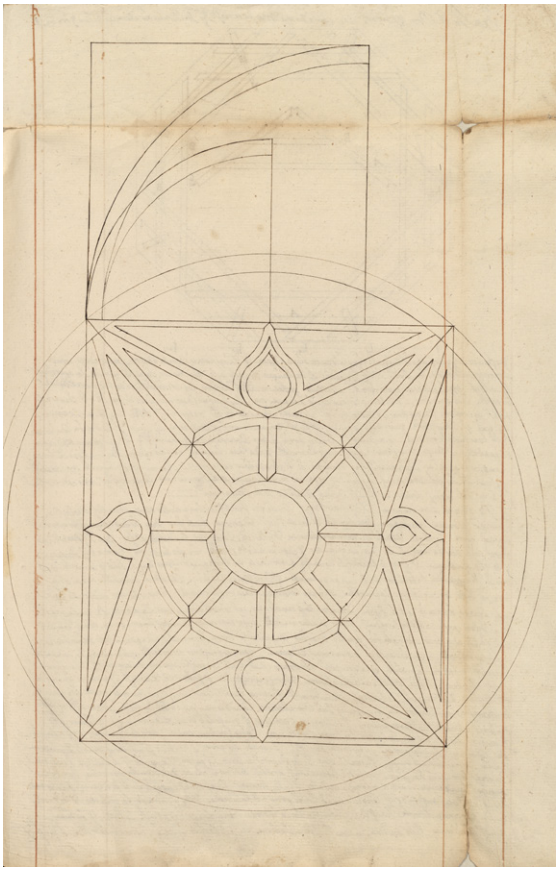




Bóvedas de crucería de intradós esférico. Axonometrías

Bóvedas de crucería.
Cuaderno de Portor. Fol. 89r. 90r

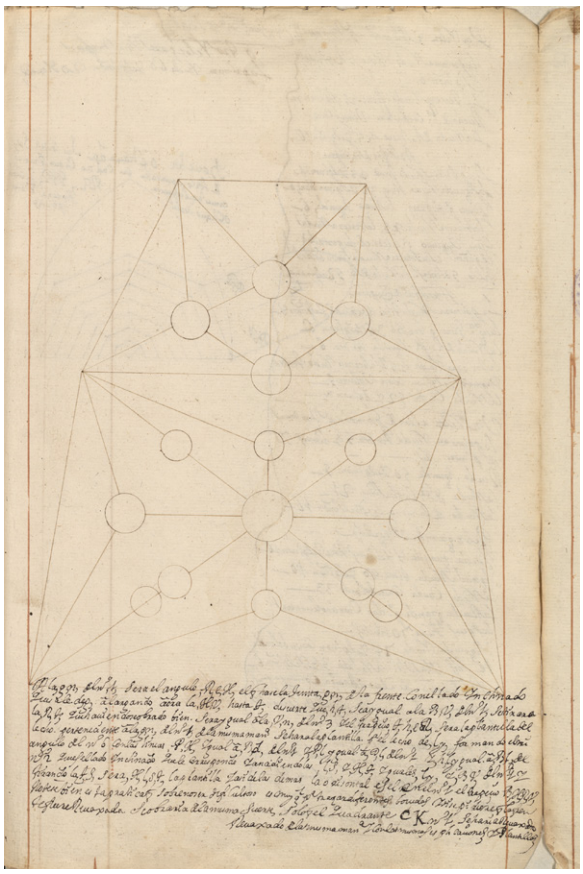


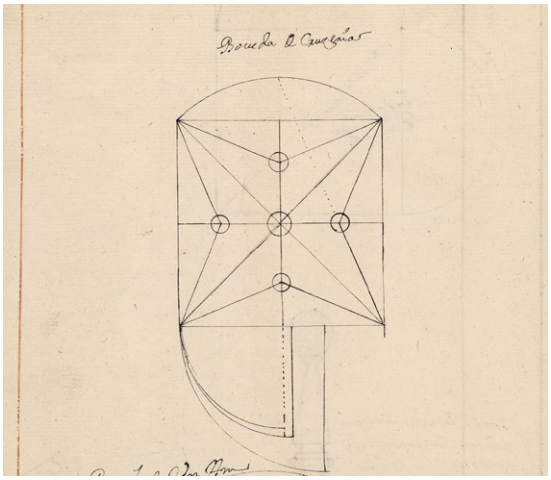


4.10.1. Bóvedas de crucería

El manuscrito recoge un esquema de bóveda de crucería en el verso del folio 93 y dos trazados más detallados de bóvedas de crucería de planta rectangular e intradós esférico. El alzado de los nervios se representa mediante cuartos de círculo cuyo centro se sitúa en la imposta de la bóveda. Además, un diseño de cabecera poligonal formado por dos partes de cuatro y siete claves respectivamente.

Ambos trazados se encuentran en la última parte del cuaderno, junto a otros contenidos y dibujos, entre los que se encuentran un diseño de cabecera poligonal formada por dos tramos de 4 y 11 claves respectivamente. Comparten soporte con los fragmentos copiados de la obra *Arte y Uso de Arquitectura* de Fray Lorenzo de San Nicolás y del *Tratado XV de la Montea* del Padre Tosca. Como ya hemos visto, esta parte del manuscrito está formada por un total de 12 folios, presenta un papel de mayores dimensiones y gramaje. Las bóvedas se encuentran en los rectos de los folios 89 y 90. La tinta utilizada en el diseño de cabecera es sepia y de aspecto envejecido, la de las bóvedas de crucería es de color negro.

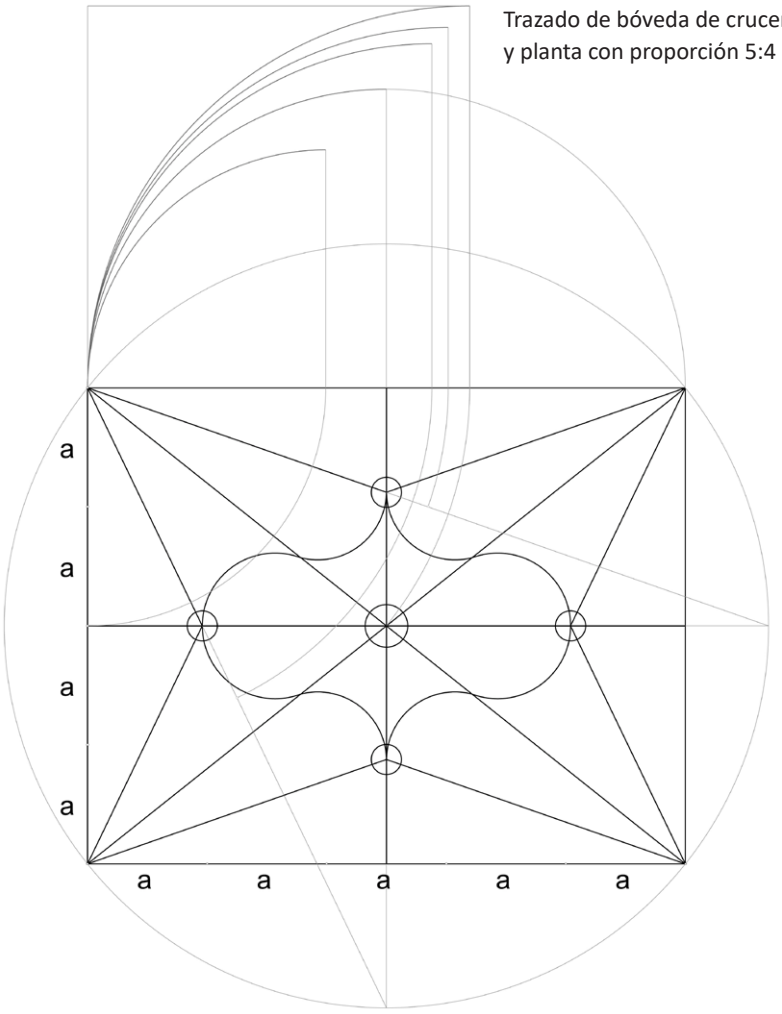




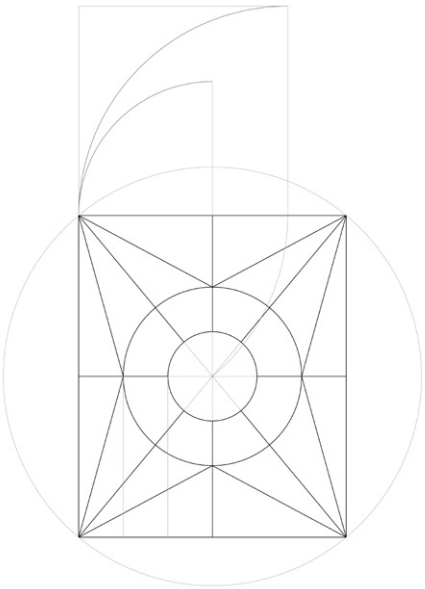
Cuaderno de Portor. Fol. 92r. Diseño de cabecera poligonal en dos tramos. Bajo el dibujo, fragmento de texto copiado del *Tratado XV de la Montea* del padre Tosca. Libro III. Prop. II. Trazar una bóveda cónica cuadrada.
Fol. 93v. Diseño de bóveda de crucería de cinco claves, planta cuadrada e intradós esférico.

Esta parte pudo ser un añadido al cuaderno, que posteriormente se utilizó para incluir los fragmentos de Fray Lorenzo y el padre Tosca en los espacios libres.

El primer diseño se corresponde con un modelo de cinco claves cuyas ligaduras se continúan hasta los arcos formeros. Los terceletes se sitúan en las bisectrices de los ángulos que determinan los arcos diagonales con los perpiaños. Las proporciones de la planta son de 5:4. En alzado, se representan los arcos de todos los nervios



Trazado de bóveda de crucería de cinco claves y planta con proporción 5:4

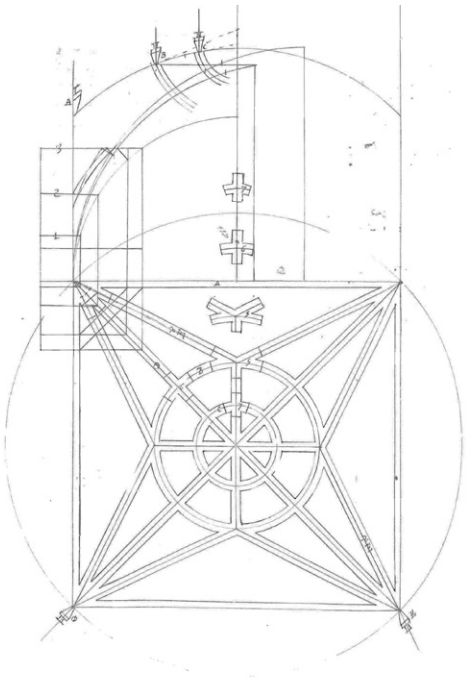


Esquema de trazado de bóveda de crucería con dos círculos concéntricos que interrumpen los cruceros y ligaduras.

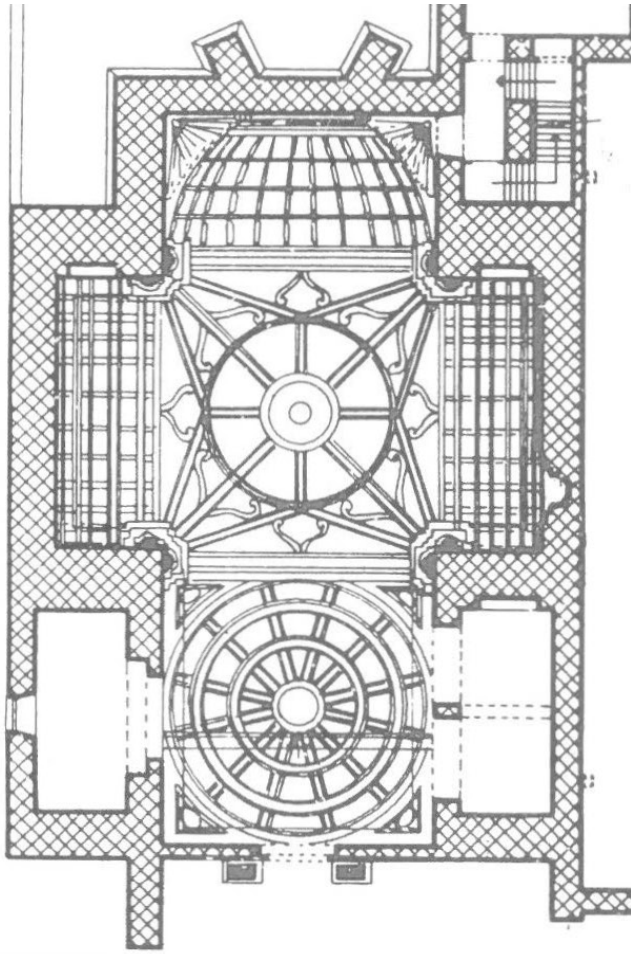
El segundo diseño no presenta clave central y tanto los cruceros como las ligaduras quedan interrumpidos por el círculo menor que ocupa la zona central de la bóveda. Las intersecciones entre nervios se producen sin claves. En cuanto a sus dimensiones, se aproxima a la proporción 5:4 presentando en su lado menor una longitud algo mayor. Los terceletes no se ajustan con precisión a las bisectrices de arcos diagonales y perpiaños. Los círculos que ocupan la zona central de la bóveda tienen un radio de 1/6 y 1/3 respectivamente de la longitud del lado menor de la planta. En alzado, solo se representan los arcos correspondientes a los nervios diagonales y formeros del lado menor.

Alonso de Vandelvira recoge una bóveda similar, de intradós esférico y planta cuadrada, con dos círculos concéntricos y sin claves, con la diferencia de que los arcos cruceros y las ligaduras no se interrumpen.[1] Como ejemplo construido, su padre, Andrés de Vandelvira, utilizó un diseño muy similar a la propuesta del manuscrito de Juan de Portor para la bóveda del crucero de la iglesia del convento dominico de Santa María Magdalena en La Guardia. En este caso, la planta es de proporciones cuadradas y el hueco central se rematará con una linterna.

1
Vandelvira dedicará parte del manuscrito a la labra de la bóveda esférica decorada con nervios. En el capítulo dedicado a las jarjas se encuentra este modelo con círculos concéntricos y sin clave.



ALONSO DE VANDELVIRA. c.1585. *Libro de cortes de cantería.* Fol. 112.De las jarjas.

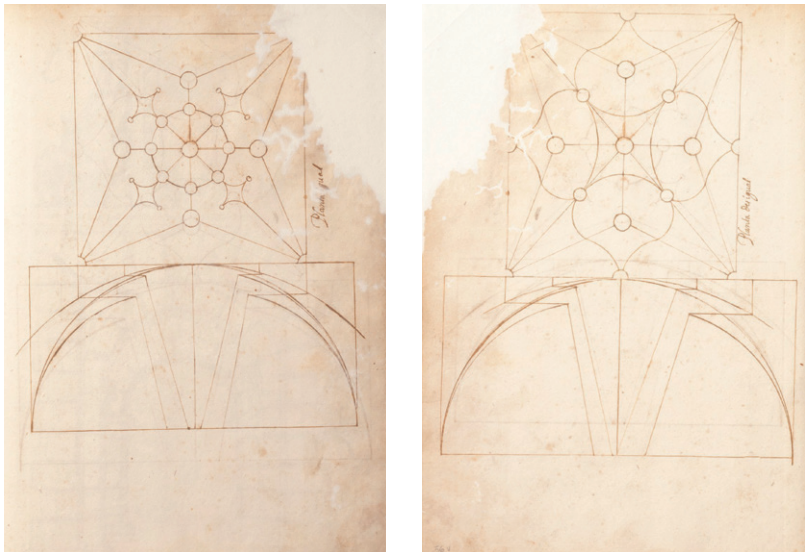




Planta y bóveda del crucero de la Iglesia del convento dominico de Santa María Magdalena en La Guardia. ANDRÉS DE VANDELVIRA.1542
Plano de L. Bergés en GILA MEDINA, 2000.

En las mismas fechas en que se redacta el cuaderno de Portor, el autor catalán Joseph Ribes recogerá en su manuscrito un repertorio de 40 bóvedas de crucería, de las que tan solo una de ellas presenta planta rectangular.[2] Las proporciones y trazado coinciden con el primer diseño de cinco claves. En el manuscrito de la familia Tornés, finalizado a mediados del siglo XVIII, aparecen dos diseños de bóveda de planta rectangular, con proporción 5:4 y 11 y 13 claves.[3]

Los trazados de bóvedas no son exclusivos de este manuscrito y se encuentran en obras contemporáneas a la que nos ocupa, como ya hemos visto. El carácter personal de los cuadernos de trabajo demuestran que el interés por las bóvedas de crucería góticas seguía vigente entre los maestros del barroco.[4]

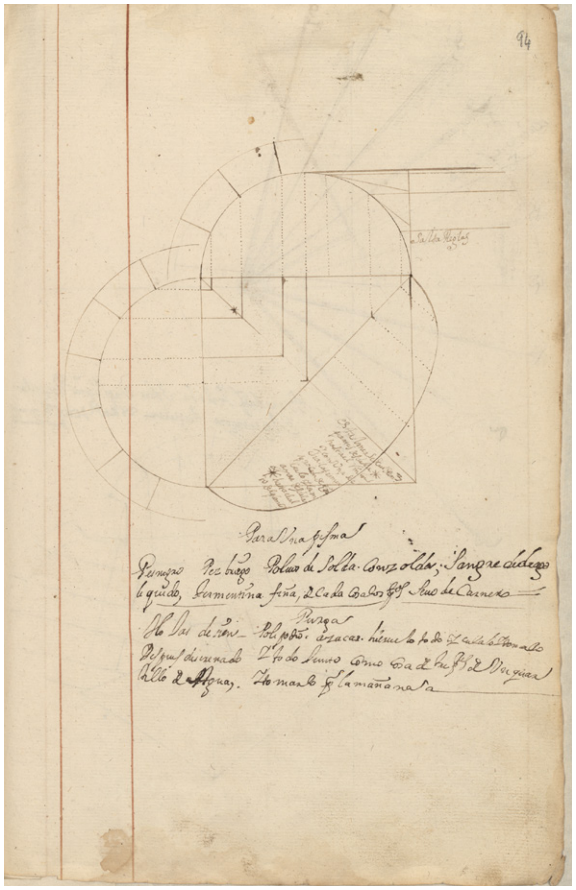


MANUSCRITO FAMILIA TORNÉS
Trazado de dos bóvedas de crucería de 11 y 13 claves.
Planta con proporción 5:4

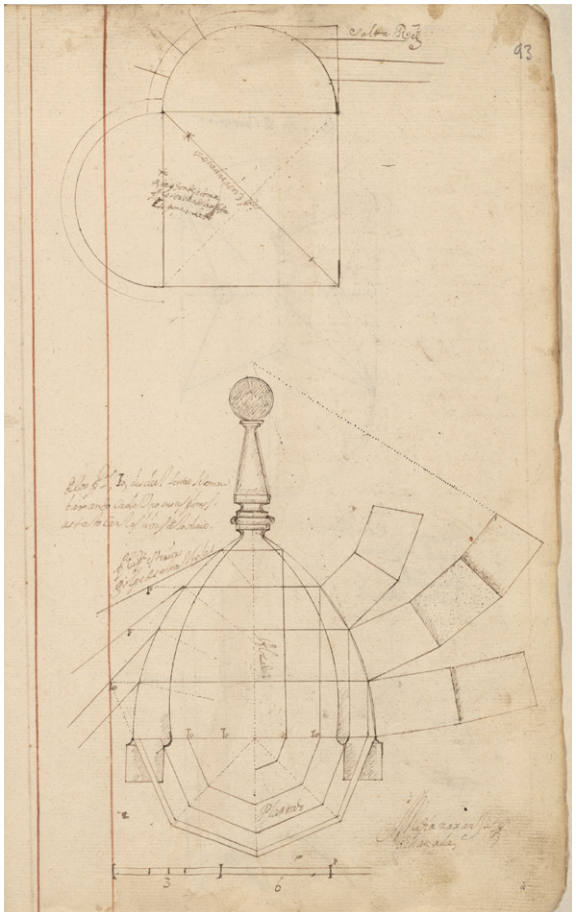
2
TELLIA, F. 2020. *El libre de traces de biaix y montea de Joseph Ribes*. Tesis Doctoral. ETSAM. UPM. Madrid

3
TORNËS, Antón.S. XVII-XVIII. *Libro de trazas de la arquitectura jacetana*. Fol. 56r-v Archivo Histórico Provincial de Huesca.

4
MORAIS VALLEJO, Emilio. 2015. Vestigios góticos en la literatura arquitectónica del barroco. Liño. Revista Anual de Historia del Arte. Universidad de Oviedo.

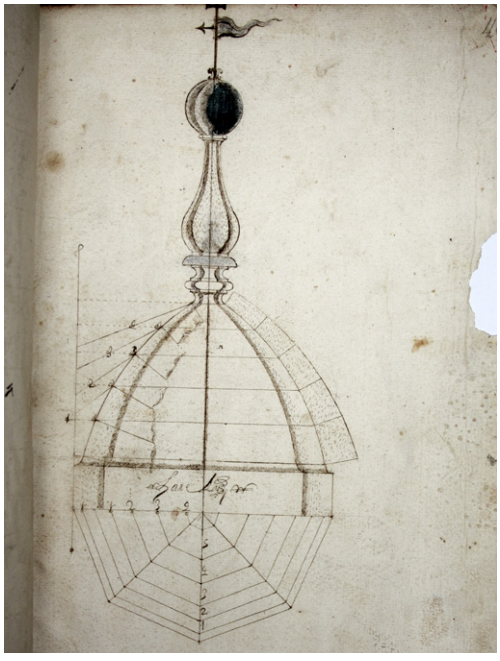


Cuaderno de Portor. Fol. 94r. Bóveda de arista



Cuaderno de Portor. Fol. 93v. Bóveda en rincón de claustro.
Bóveda octogonal con remate de pináculo y bola.
Izda. Cuaderno de Portor. Fol. 93r.

Dcha. FRANCISCO SARELA. 1740. *Algunos cortes de Arquitectura.* Fol. 46r.



4.10.2. Bóvedas de arista

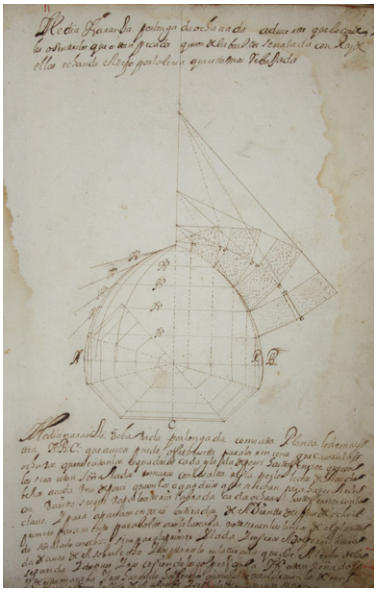
En los dos folios siguientes al que presenta el trazado de cabecera poligonal, aparecen dos dibujos de bóveda de arista, en los folios 93 y 94.. El primero parece un intento que se vuelve a repetir y completar en el siguiente folio, a mayor escala y centrado. Los arcos de medio punto se dividen en siete dovelas y los puntos inferiores de juntas se bajan a la planta definiendo el despiece en hiladas de la bóveda. La curva intersección entre tramos de bóveda se dibuja abatida sobre la diagonal de la planta. Sobre los puntos intersección de las juntas de hiladas y la diagonal se trazan perpendiculares a dicha diagonal y se llevan las alturas tomadas en el alzado. Para el trazado de esta curva, se emplea un método que consiste en determinar, en primer lugar, el centro del arco que pasa por el punto más alto, que aquí se ha rotulado como *. Este punto es la intersección de la circunferencia inscrita en el cuadrado de la planta con sus diagonales. A continuación se divide el tramo de la diagonal desde el punto marcado hasta el vértice en tres partes iguales. La primera división nos servirá de centro de los tramos extremos de la curva. Esta construcción es la misma empleada por Sarela en el trazado de la bóveda de arista de planta rectangular.

4.10.3. Bóvedas octogonales

En el recto del folio 94, bajo el dibujo de la bóveda de arista, encontramos el trazado de una bóveda ochavada con remate de pináculo, bola y cruz. De planta regular, está formada por ocho gajos iguales. Este dibujo guarda una gran semejanza con el propuesto por Francisco Sarela en su manuscrito para una bóveda de las mismas características. Es un modelo de forma apuntada, donde los planos de lecho se disponen orientados al centro del arco que determina cada gajo y no al centro de la bóveda. Tanto en el modelo de Portor como en el de Sarela, se obtienen las saltarreglas necesarias para labrar el trasdós de la bóveda. Por las fechas de los dos manuscritos, la inclusión de estas bóvedas es coherente, ya que son formas que se vuelven a redescubrir en el barroco. Sarela recoge tres variantes distintas, una de ellas a doble página, de planta irregular, con el desarrollo de las plantillas de todas las hiladas, diferenciando en tres dibujos distintos las pertenecientes a cada uno de los tres tipos de gajos que componen la bóveda. Es un diseño muy relacionado con la

cubrición de la capilla del Pilar de la catedral de Santiago, en cuya construcción estuvo trabajando. [5]

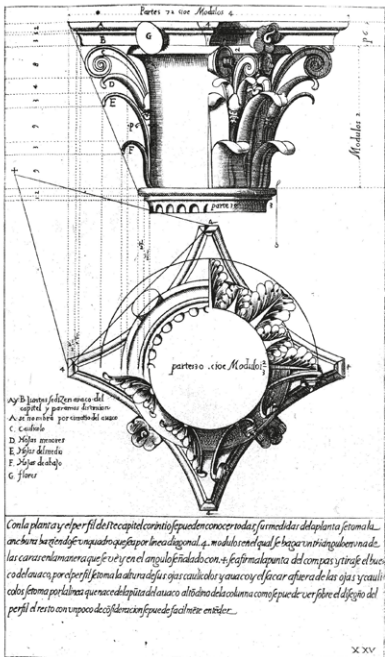
En el modelo de Portor aparecen ciertas particularidades nada propias del autor, como el uso de la doble t, habitual en la bastardilla castellana del siglo XVIII, que no se da en el resto de los textos del cuaderno, salvo en los escasos folios que presentan la caligrafía más singular. Aparecen además las palabras *plantada* y *alzado*, inusuales en los textos de este manuscrito y habituales en el de Sarela.

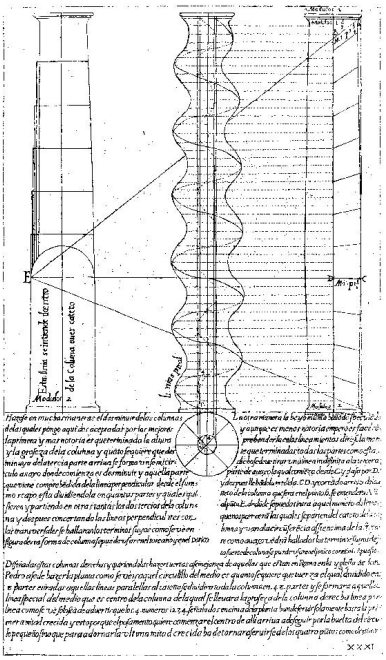


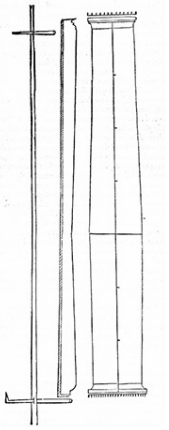


FRANCISCO SARELA. 1740. *Algunos cortes de arquitectura*. Bóveda de planta octogonal. Obtención de las plantillas de cara de las dovelas y saltarreglas para la labra del exterior de la bóveda.

5
FOLGAR DE LA CALLE, M. del Carmen. 1985. *Arquitectura gallega del siglo XVIII. Los Sarela.* Santiago de Compostela. USC.
Francisco Fernández Sarela entra en 1712 a formar parte del equipo a cargo de las obras de la capilla del Pilar bajo las órdenes Fernando de Casas y Novoa.





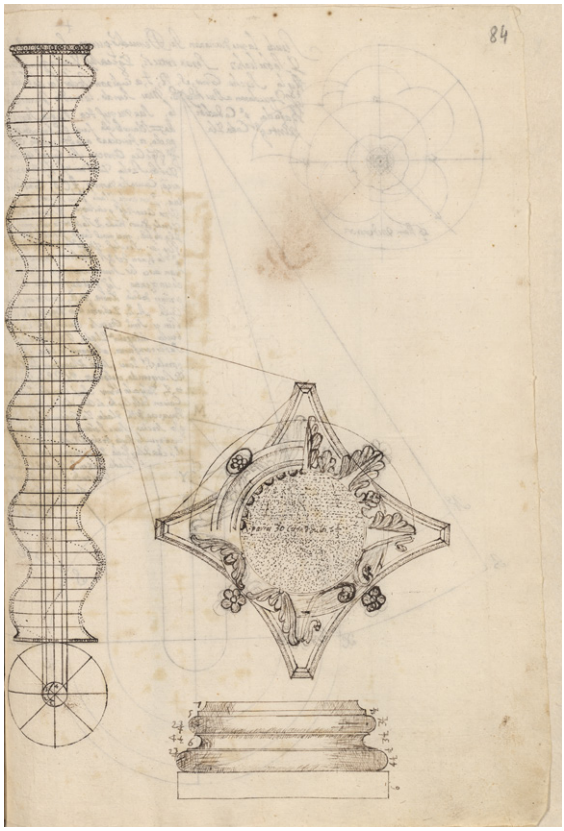


VIGNOLA.1592. *Regla de los cinco órdenes de arquitectura..*
Izda. Capitel corintio Dcha. Modo de disminuir el diámetro de una columna

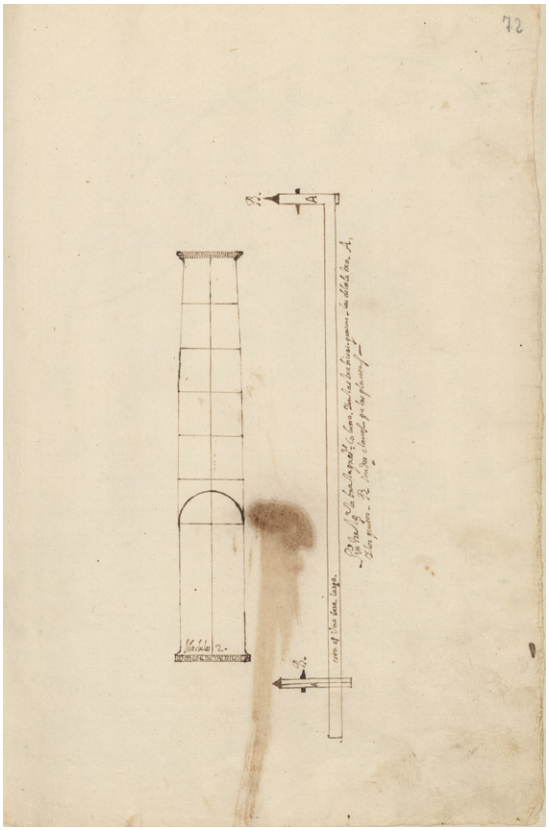
Dcha. COSSIMO BARTOLI.1565. Edición ilustrada de la obra *De Re Aedificatoria.* Instrumento para labrar columnas.

10.21 - 10.21.

Cuaderno de Portor. Fol 84r. Basa ática y capitel corintio

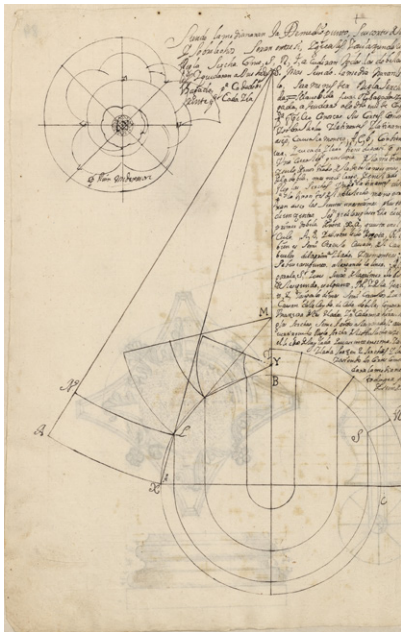


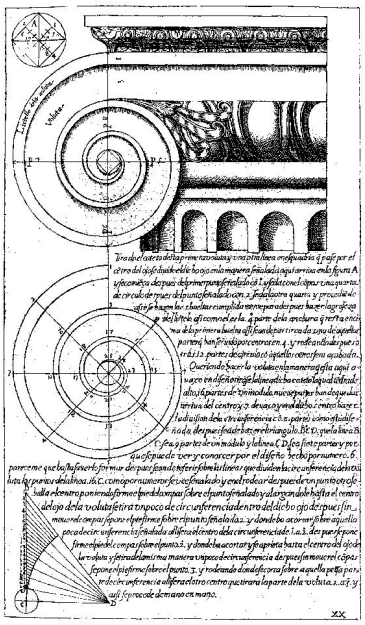
Fol. 72r. Instrumento para la labra de una columna



4.10.4. Órdenes clásicos.

De los tratadistas italianos aparecen varias referencias en este manuscrito. En primer lugar, el el folio 72, un instrumento para la labra de las columnas que el autor denomina *Sintrel para labrar la presente columna*, donde unas anotaciones enumeran las partes de que se compone. Este dibujo, podría ser una posible interpretación del dibujo realizado por Cossimo Bartoli en 1555 para la edición ilustrada en italiano de la obra *De re Aedificatoria*, de Leo Battista Alberti.[6] En el mismo folio, aparece el dibujo de una columna que encontramos a su vez representada en una lámina de la obra *Regla de los cinco órdenes de Arquitectura*, de Vignola, donde se exponen los métodos para ir disminuyendo el diámetro del fuste de una columna.[7] En el folio 84 se dibujará la planta del capitel de orden corintio junto a una columna salomónica y una basa ática. En el verso del mismo folio, el detalle del trazado de una espiral jónica, a partir del cuadrado inscrito en una circunferencia



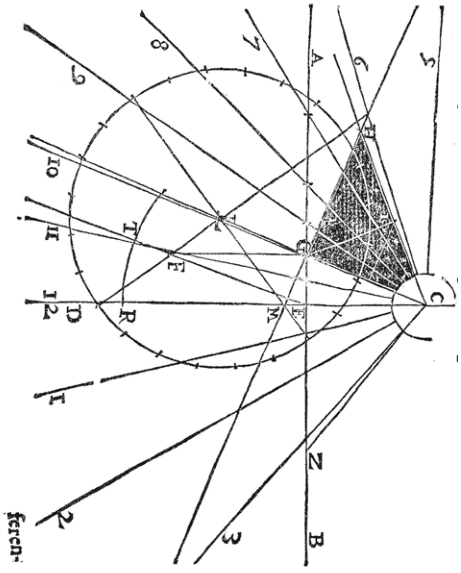


Izda.
Cuaderno de Portor, Fol. 84v. Dibujo de espiral.

Dcha.
VIGNOLA.1592.Regla de los cinco órdenes de arquitectura. Espiral de voluta jónica

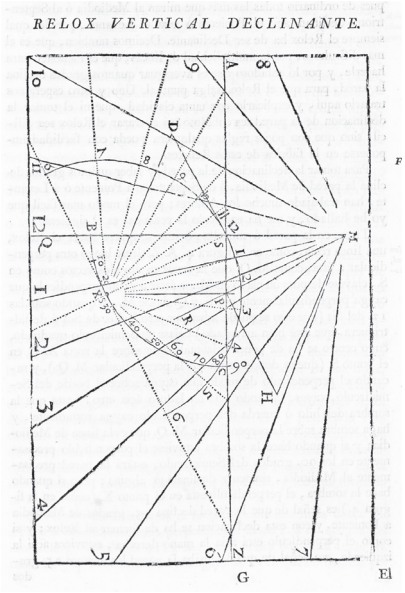
6
BARTOLI, C. 1565. Ilustración en *De Re Aedificatoria.* Libto sexto. cap. XIII. Que el principal ornamento consiste en las columnas, las líneas de ellas , el eje.

7
VIGNOLA, Jacopo Barozzio. 1593. *Regla de los cinco órdenes de arquitectura*, (repr. facsímil de la edición traducida del toscano por Patricio Cajés, Madrid, 1593),Fundación Cultural COAM, Madrid, 1994.

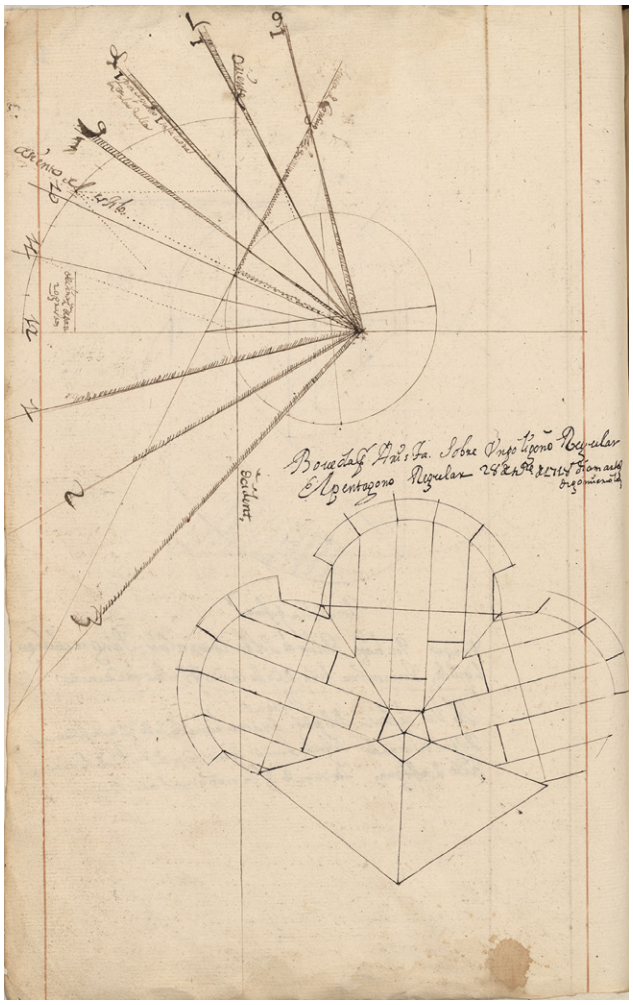


Reloj de sol declinante vertical

CRISTÓBAL DE ROJAS. 1598. *Teoría y práctica de la fortificación*. *Fol. 86v*

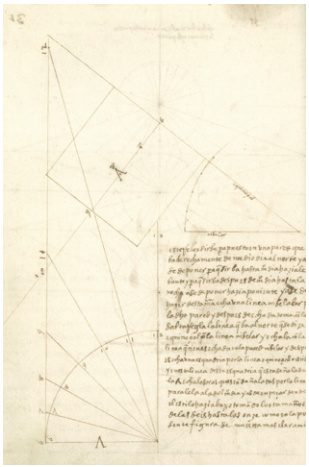


10.25
JUAN DE ARFE. 1585. *De varia conmesuración..* *Fol.73.*



Cuaderno de Portor. Fol. 94 v.
Reloj de sol declinante vertical

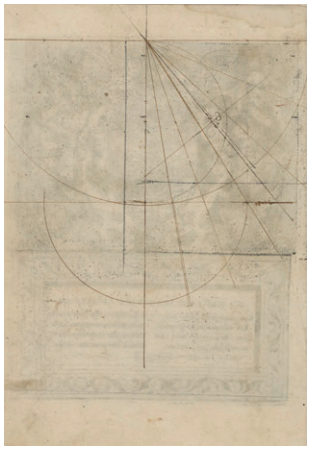
4.10.5. Gnómica. Relojes de sol y mecánicos.



HERNÁN RUIZ. 1550.
Libro de Arquitectura.
Fol. Diseño de reloj de sol

Otra disciplina de interés para los maestros del gremio era la gnomónica, disciplina que muchos de ellos conocían y cuyo dominio les permitía acometer la labor de la construcción de los relojes de sol en los edificios en los que desarrollaban su actividad. Con el Renacimiento, volvió el interés por disciplinas que durante el Medievo habían sido abandonadas. Campos como la astronomía experimentaron un nuevo auge y con ello volvió el interés por los relojes de sol, interés que se plasmará en estos cuadernos de trabajo, donde muchos maestros recogen los trazados y diseños de diversos relojes. En el manuscrito, además del trazado de un reloj de sol vertical, encontramos descripciones de las partes que componen un reloj de campana y otros de mesa. Hernán Ruiz en su manuscrito recoge la descripción y trazado de varios relojes de sol y Cristóbal de Rojas incorporarán en su *Tratado de fortificación* un capítulo dedicado a la fabricación de tres tipos diferentes de relojes de sol. En el cuaderno de Alonso de Guardia se conservan algunos trazos que podrían ser base del trazado de un reloj de sol.

ALONSO DE GUARDIA.c.1600
Fol. 31v. Primeros trazos para reloj de sol

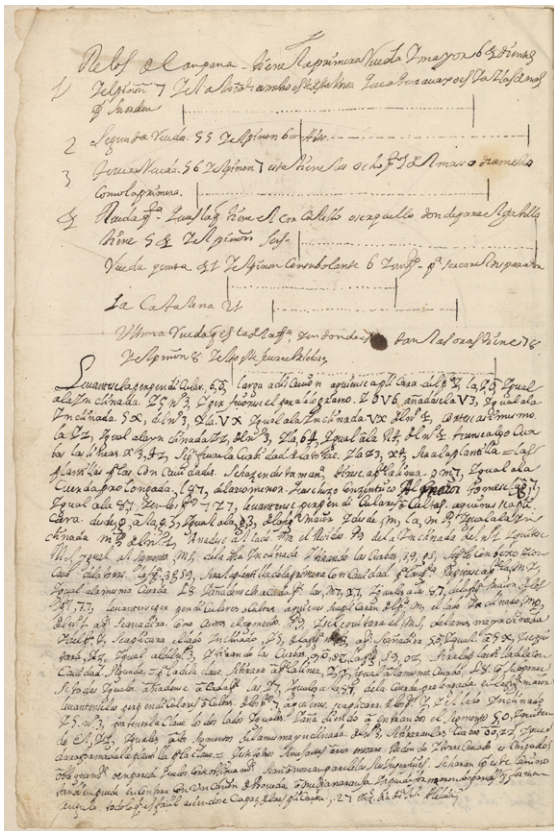


Ya en 1585, Juan de Arfe y Villafañe incluye en el primer tomo de su obra *De varia commesuración para la escultura y arquitectura* un capítulo dedicado a la gnomónica donde se detalla la construcción de los relojes de sol. No aparece aquí el diseño que recoge el cuaderno de Portor, pero en 1587, en la segunda edición, se incluirá el modelo de reloj de sol vertical.[8] Con respecto al tratado de gnómica del padre Tosca, la última fecha que aparece en el manuscrito es el año de 1719, por lo que el autor pudo haber tenido acceso, al igual que al tratado de cantería del que reproduce fragmentos, al cap. IX que se corresponde con el tratado de gnomónica. [9]

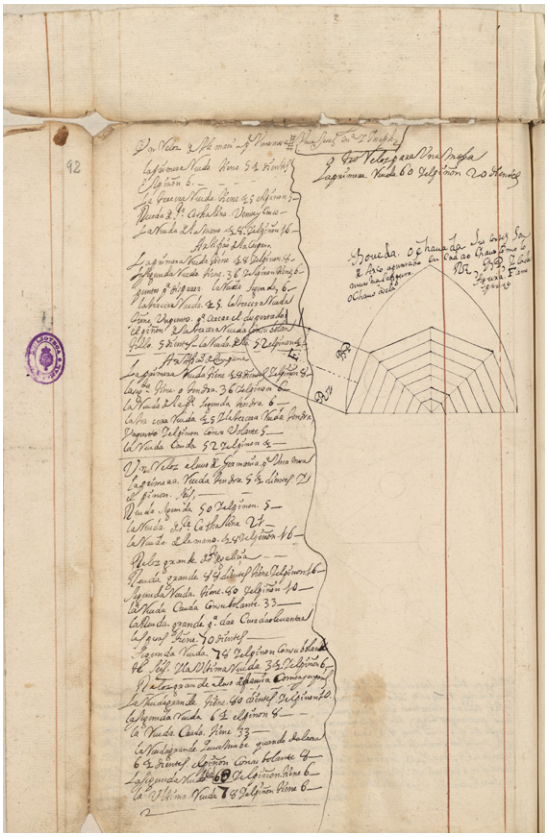
8
ARFE Y VILLAFAÑE, J. 1587. *De varia conmesuración para la escultura y arquitectura.* Sevilla, 2ª edición.

9
TOSCA, Thomas Vicente, 1707. Compendio mathematico: en que se contienen todas las materias más principales de las ciencias que tratan de la cantidad...., Valencia, Antonio Bordazar-Vicente Cabrera, 1707-1715.

Cuaderno de Portor. Fol. 3v.
Descripción de reloj de campana.



Cuaderno de Portor, Fol. 92v.
Descripción de varios relojes de mesa



Descripción de reloj de campana. Fol. 3v.

Reloj de campana. Tiene la primera rueda y mayor 64 dientes.

1 Tiene la primera rueda y mayor 4 dientes y el piñón 7 y el alto o diámetro este de esta línea que aquí abajo está y las demás por su orden.

2 Segunda rueda 55 y el piñón 6 alto.

3 Tercera rueda 56 y el piñón 7. Esta tiene los ocho puntos del diámetro como la primera

4 Rueda cuarta que es la que tiene el circulillo o cerquillo donde pare el gatillo. Tiene 54 y el piñón seis.

Rueda quinta 41 y el piñón con su volante 6 y un punto para cercar el disparador.

La Catalina 21

Última rueda que es la de la segunda y donde están las horas tiene 78 y el piñón 8 y el to este fuera el de la hora.

Descripción de reloj de mesa. Fol. 92v.

Un reloj de Alemania para una mesa.

La primera rueda tiene 54 dientes el piñón 6.

La tercera rueda tiene 45 el piñón 5.

Rueda de Santa Catalina veinticinco

La rueda de la mano 48 y el piñón 16.

Artificio de la campana.

La primera rueda tiene 48 y el piñón 8.

La segunda rueda tiene 36 y el piñón tiene 6.

Puntos para disparar. La rueda segunda 6.

La tercera rueda 45. La tercera rueda tiene un punto para cercar el despertador.

El piñón de la tercera rueda con su volantillo 5 dientes. La rueda de la 52 el piñón 4.

Artificio de campana.

La primera rueda tiene 48 dientes y el piñón 8.

La segunda tiene o tendrá 36 y el piñón 6.

La rueda de la parte segunda tendrá 6.

La tercera rueda 45 y la tercera rueda tendrá un punto y el piñón con su volante 5.

La rueda cauda 52 y el piñón 4.

Un reloj al uso de germania para una mesa.

La primera rueda tendrá 54 dientes y el piñón seis.

Rueda segunda 50 y el piñón 5

La rueda de Santa Catalina 21

La rueda de la mano 48 y el piñón 16

Reloj grande distinto de Galicia.

Rueda grande 88 dientes tiene y el piñón 16

Segunda rueda tiene 80 y el piñón 10

La rueda cauda con su volante 33

La rueda grande para dar cuerda o levantar las pesas tiene 70 dientes

Segunda rueda 78 y el piñón con su volante seis. Y la última rueda 34 y el piñón 6.

Reloj grande al uso de Francia como hay en París.

La rueda grande tiene 80 dientes y el piñón 10

La segunda rueda 64 y el piñón 8

La rueda cauda tiene 33

La rueda grande que se mueve cuando da la hora 64 dientes el piñón con su volante 8

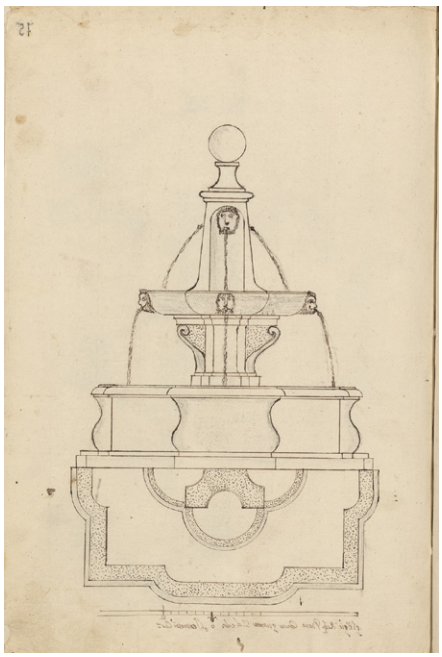
La segunda rueda 60 y el piñón tiene 6

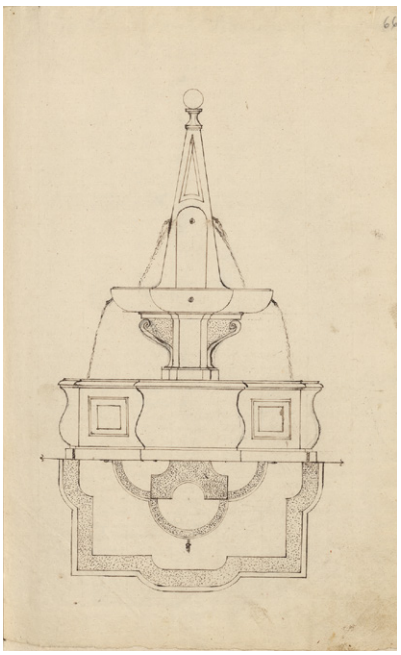
La última rueda 78 y el piñón tiene 6

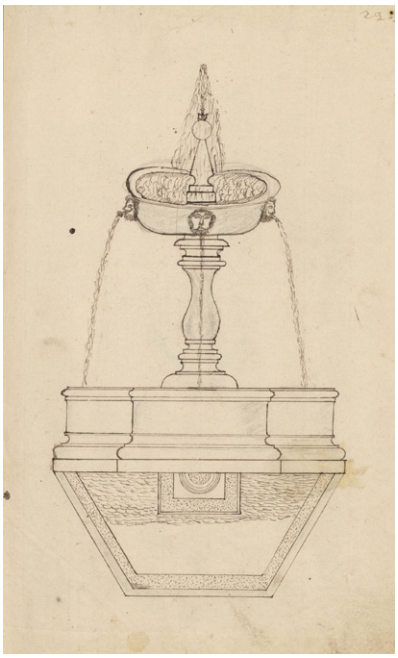
Descripción de las partes que forman un reloj de campana y un reloj de mesa. En la descripción del reloj de mesa se duplican las explicaciones con ligeras variaciones, en los relojes alemanes y en el mecanismo de campana. Se presentan distintos modelos de reloj de mesa, con la descripción de los dientes que debe llevar cada rueda y su correspondiente piñón.

La construcción de los relojes de mesa es un tema se generaliza durante el siglo XVI, gracias al uso del muelle como fuente de energía, en sustitución de las pesas, lo que facilitó su portabilidad. Durante el siglo XVIII, la relojería alcanza en Galicia, en concreto en la ciudad de Santiago de Compostela, su siglo de Oro. Un destacado gremio de maestros relojeros realizarán piezas modernas de gran calidad y precisión, al nivel de los grandes trabajos alemanes, ingleses y franceses. [10]

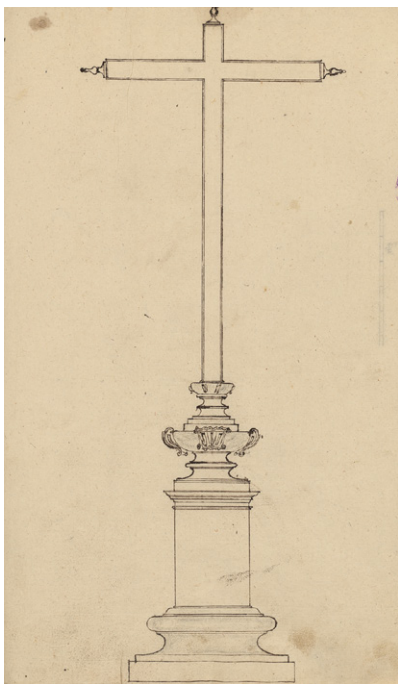
10
BASANTA CAMPOS, J. 1991. *La relojería en Galicia.* Real Academia de las Artes de San Fernando. nº 72.







Cuaderno de Portor. Fol. 65r - 66r - 75r v.
Diseños de fuentes



Cuaderno de Portor. Fol. 79r. Diseño de cruz





Fol. 83r - 85r. Diseño de portada

Dibujos de fuentes. Fol. 65r, 66r, 75r.

Dibujo de cruz. Fol. 79r.

Dibujo de portadas. Fol. 83r, 85r.

Dibujos varios de fuentes, cruz monumental y portadas. Estos dibujos son la parte más personal de cuaderno. Son dibujos a tinta negra y con poca calidad gráfica. Estas aportaciones personales de los autores son un rasgo común en estos cuadernos de trabajo. En el manuscrito de Hernán Ruiz encontramos varios dibujos de portadas, piezas de orfebrería

Los diseños de fuentes muestran un primer modelo de planta hexagonal y dos variaciones del mismo tipo con planta de proporciones cuadradas, donde se ensayan diferentes remates y elementos decorativos en un mismo diseño. En uno de ellos aparece una escala bajo el dibujo de la fuente.

El diseño de cruz monumental nos remite a una tradición muy difundida en la época, donde estas cruces se erigían generalmente en las plazas, convirtiendo a estas en lugares de gran devoción. El diseño simple de las primeras da paso a trabajos más elaborados en el barroco, donde se reproducen los órdenes clásicos en los pedestales y aparecen detalles decorativos que recuerdan a las cruces procesionales.[11] Los dos diseños de portadas presentan una escala diferente. El primero, en el recto del folio 83, consta de dos cuerpos, con arcos de medio punto rematados, el primero, por frontón partido y el segundo por frontón curvo . El segundo diseño, en el folio 85, se compone de dos cuerpos con vano de medio punto. y remate de frontón. El primer cuerpo presenta decoración de granadas en las enjutas del arco. En el segundo cuerpo, los pináculos se vuelven a rematar con la misma decoración. En el vano del segundo cuerpo aparece la iconografía de San Juan. Con tinta en color verde se traman partes del dibujo. Este grafismo es el que ya hemos visto en algunos de los dibujos procedentes de la obra de Fray Lorenzo de San Nicolás.

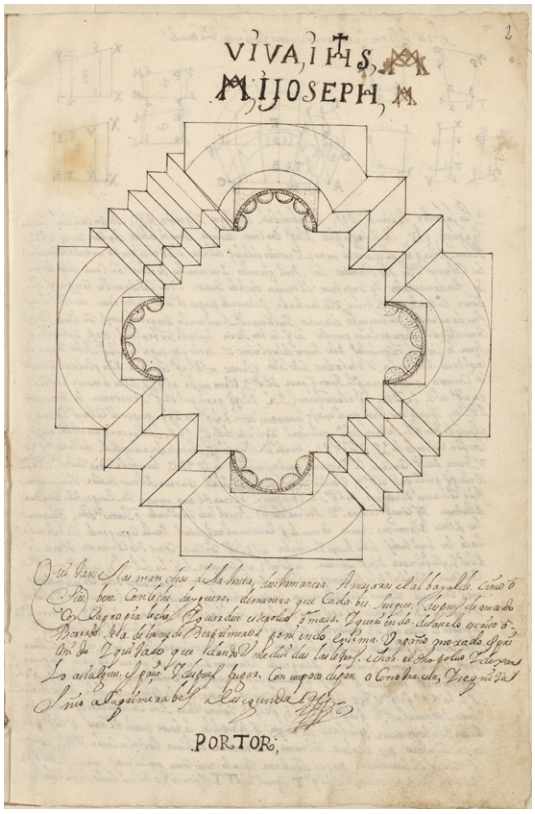


Cristo de los favores.
Campo del príncipe. Granada

Portada Monasterio de San José.Carmelitas Descalzas. Granada

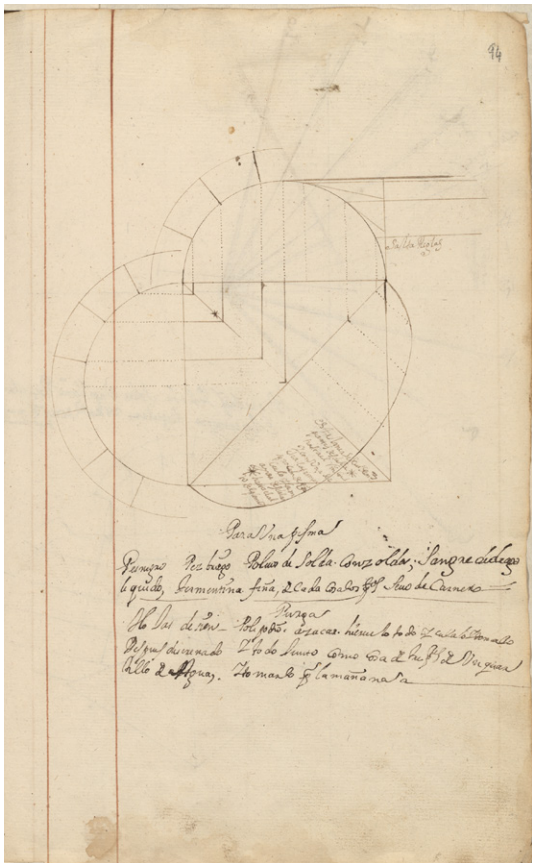


11
SÁNCHEZ RIVERA, J.I. 2010. La cruz como icono protector en los espacios de tránsito. *Estudios del Patrimonio Nacional*. nº05. Dic. 2010

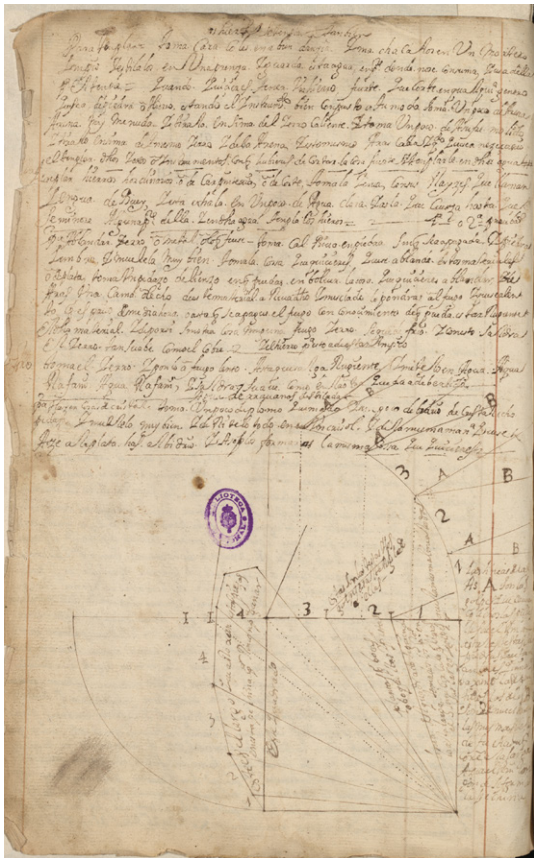


Cuaderno de Portor. Fol. 2r

Cuaderno de Portor. Fol. 94r.



Cuaderno de Portor, Fol. 100v.



Fol. 2r

Quítanse las manchas de la tinta de esta manera. Amasarás el alboyalde cinco o seis veces con leche de higuera de manera que cada vez se seque después de amasado con la propia leche y guárdese este polvo o masa y queriendo deshacer lo escrito o borrado se ha de humedecer primero poniendo encima un paño mojado exprimido y quitado quedando humedecidas las letras echar el dicho polvo y dejarlo así algún paño y después ¿ con un poco de pan o con otra cosa y se quita sino a la primera vez a la segunda.

Fol. 94r

Para una pasma

Pez negro pez briego polvo de solda sangre de drago líquido, trementina fina, de cada cosa los cuartos. Sebo de carnero

Purga

Hojas de sien, polipodio, azúcar hiérvelo todo y cuélalo y tómalo después de serenado y todo junto como cosa de tres partes de un cuartillo de agua y tomarlo por la mañana

Fol. 100v

Los hierros se templan también.

Para templar toma caracoles en abundancia y machácalos en un mortero limpio destílalos en una prensa y guarda esta agua en parte donde no se consuma y usa de ella para el temple.

Cuando quisieres tener un hierro fuerte que corte en cualquier género que sea de piedra o hierro, estando el instrumento bien compuesto a tu modo toma un poco de arena y tíralo encima del mismo hierro y de la arena y esto mismo harás cada y cuando que sea necesario el templar dichos hierros o instrumentos con que hubieres de cortar la cosa fuerte y templarle en dicha agua.

Templar hierros ordinarios o de carpintería o de corte. *T*

Toma la tierra con sus raíces que llaman lengua de buey y esta échala en un poco de agua clara y hazla que cueza hasta que se minore alguna parte de ella y en dicha agua templa los hierros.

Para ablandar hierro o metal o lo que fuese

Toma cal viva en piedra sin que sea apagada y piedras lumbre y muélela muy bien . Toma la cosa que quisieres q-ue se ablande estos materiales o de plata. Toma un pedazo de lienzo en que puedas envolver la cosa que quisieres ablandar y le harás una cama o lecho de este material arriba dicho y mezclado lo pondrás al fuego y que se caliente por espacio de media hora o hasta que se apague el fuego con conocimiento de que pueda estar rugiente el dicho material y de por sí sin otra cosa ninguna fuego hierro se quede frío y con esto saldrá el hierro tan suave como el cobre. Y el hierro para esto ha de estar limpio.

Otro. Toma el hierro y ponlo a fuego lento hasta que salga rugiente y mételo en agua. Agua rafaní agua rafaní y saldrá suave como en la otra queda advertido. Agua de rábanos destilada

Para hacer cosas de cristal.

Toma un poco de plomo quemado y un poco de vidrio de cristal hecho pedazos y muélelo muy bién y derrítelo todo en un crisol y de la misma manera que se hace a la plata haz al vidrio y a soplos formarás la misma cosa que quisieres.

Otro rasgo característico de este manuscrito son las anotaciones que encontramos ocasionalmente en algunos folios, como el párrafo que cierra el segundo, con una fórmula para borrar las manchas de tinta, o recetas para preparar algún remedio de botica y descripciones de procesos varios, más vinculados al ámbito constructivo, como las recogidas en el verso del último de sus folios, donde se exponen varios métodos para fundir metal, templar el hierro o soplar vidrio. Estas aportaciones le confieren un carácter más personal, de cuaderno de trabajo. Estos cuadernos de taller, que servían para compartir esos problemas cotidianos entre los del mismo gremio, incorporan entre sus folios no solo dibujos propios de diseños varios, sino también alguna descripción sobre esos procedimientos necesarios para la práctica diaria, como es el caso del manuscrito de Hernán Ruiz, quien junto a unos bocetos de cabezas de caballos y dibujos de anatomía, incluye una discreta anotación con el título de *secretos*. Con ese título se intuye el secretismo con que estas enseñanzas se transmitían. En ella describe el proceso a seguir en la fundición del estaño y los aditivos necesarios que habría que añadir a este para fabricar los tubos de un órgano, con el fin de garantizar su calidad sonora,[12] o Alonso de Guardia, que incluye unas *Memoria de los materiales para hacer el betún de las cañerías de las fuentes y la composición*.[13]

12
RUIZ EL JOVEN,H. 1550. *Libro de Arquitectura. Fol.64.. Secretos*
13
GUARDIA, A. c.1600. *Manuscrito de cantería.* Fol. 58v.

5 CONCLUSIONES

5. CONCLUSIONES

Los objetivos de esta tesis formaban parte de los propuestos por el proyecto de investigación donde se inició este trabajo, titulado *Construcción en piedra de cantería en los ámbitos mediterráneo y atlántico. Análisis de ejemplos construidos,* del que fue investigador principal Enrique Rabasa Díaz.[1] El objetivo principal de este trabajo era el estudio completo y unitario del cuaderno y análisis geométrico de su contenido, análisis que hasta ahora solo había sido realizado de forma tangencial. Su comparación con otros trabajos de la época muestra la importancia de este manuscrito como fuente escrita relevante en la transmisión del conocimiento del corte de piedra en España durante los siglos XVI a XVIII. En este campo, el cuaderno de Juan de Portor se erige como uno de los pocos manuscritos hasta ahora encontrados relativos a la práctica de la cantería de un maestro gallego.

El firmante como propietario del cuaderno es Juan de Portor y Castro, del que hasta ahora se tenían pocos datos, que gracias a este trabajo de investigación ha sido posible ampliar, siendo este uno de los objetivos propuestos. Nació en Santiago de Compostela, en octubre 1679. Su padre, Juan de Portor, fallece en octubre de 1710, por lo que el Juan de Portor documentado en los listados del año 1710 de canteros asalariados de la catedral de Santiago, es con seguridad el firmante del manuscrito, que entonces contaría con 31 años de edad. A partir de este dato, gracias a la consulta de los archivos de la Catedral, ha sido posible confirmar que su presencia allí se prolonga hasta 1714, con algunas ausencias, donde coincidirá con otros maestros, como Lucas Ferro Caaveiro o Francisco Fernández Sarela, autor del manuscrito *Algunos cortes de cantería*, obra que comparte con el cuaderno de Portor varias trazas y dibujos. Después de esta fecha, no se han encontrado más evidencias de su presencia en esta ciudad.

1
(BIA 2009-14350-C02-01). *Construcción en piedra de cantería en los ámbitos mediterráneo y atlántico. Análisis de ejemplos construidos.* Investigadores principales: D. José Calvo López (UPC) D. Enrique Rabasa Díaz (UPM). Ministerio de Ciencia e Innovación.

Si atendemos a las fechas que aparecen en el manuscrito, Juan de Porto en la portada establece su finalización el 27 de junio de 1708. Por las fechas que aparecen en ciertos párrafos, se continuó su redacción con aportaciones posteriores y alguno de lo autores que contribuyó a ello lo hizo en la ciudad de Granada. Su redacción finaliza el 6 de enero de 1719 con los fragmentos procedentes del *Tratado XV de la montea del Compendio Mathematico* del padre Tosca. Hasta el momento, no ha sido posible encontrar evidencias de que Juan de Portor estuviera en la ciudad de Granada en las fechas previas o posteriores a su participación en las obras de la catedral de Santiago de Compostela.

Dos teorías son factibles con estos datos. Juan de Portor viajó a Granada y redactó allí parte del manuscrito, pese a no haber hasta el momento evidencias de su estancia en esta ciudad. Otra teoría, ya apuntada, es que algún maestro andaluz formó parte de su redacción y posteriormente llegó a manos de Portor, quien lo completó con aportaciones propias.

El cuaderno no menciona obras construidas ni personajes del entorno gallego, donde sabemos que ejerció su profesión. Las referencias al entorno andaluz y castellano, por el contrario, aparecen en los ejemplos construidos y en los personajes citados. Destaca el caso de la catedral de Jaén, donde se localizan cuatro arcos: el *arco por dos rincones, por esquina y rincón, en viaje y contra viaje* y por último el *arco avanzado*. Todos se describen con precisión y se incluye la fecha de su construcción. Los arcos se encuentran en zonas ejecutadas bajo la maestría de Juan de Aranda Salazar, apuntado como posible vínculo entre este manuscrito y el de su tío, Ginés Martínez de Aranda.

La figura de Juan de Aranda, además de por su relación con los ejemplos construidos en la catedral de Jaén, aparece citado en el cuaderno en la traza denominada *caracol volado de ojo redondo en una planta cuadrada.* En él se pone de manifiesto la utilidad de estos cortes, como ejercicios para oposiciones, como la mencionada explícitamente, en la que Juan de Aranda Salazar y Bartolomé Fernández Lechuga competían por la maestría a

la catedral de Granada. Bartolomé Fernández Lechuga vuelve a conectar el entorno andaluz con el gallego, ya que sustituyó a Martínez de Aranda en la maestría de la Catedral de Santiago, prolongando su estancia en la ciudad hasta 1637, fecha en la que regresa a Granada.

El análisis del manuscrito ha requerido de un primer estudio del soporte físico, realizado a través de la identificación de las filigranas que marcan los folios que lo conforman y el estudio del formato y características del papel. La identificación de estas filigranas como pertenecientes a fabricantes papeleros que trabajaron para la Corona Española durante el siglo XVIII, es coherente con las fechas que aparecen anotadas en el cuaderno.

El cuaderno se estructura en dos partes bien diferenciadas. La primera está dedicada a los cortes de cantería. El repertorio es numeroso y se organiza en siete familias con sus correspondientes variantes: 34 arcos, 7 escaleras, 8 caracoles, 16 pechinas, 15 capialzados, 16 bóvedas y 6 lunetos. Esta primera parte ocupa los 62 primeros folios y finaliza con una tabla incompleta. Por los intentos de numeración, el envejecimiento de la tinta y los diferentes formatos del papel de los folios, se puede afirmar que en esta parte del manuscrito, a los primeros cuatro folios sin numerar se añadió el repertorio de cortes que se sucede a continuación. Posteriormente, se incorporan otros folios de formato igual a los cuatro primeros, que alteran la numeración existente, introduciendo una nueva en el margen inferior. En el grupo de las trompas cónicas, por las anotaciones en los márgenes, es evidente que hubo un intento posterior de ordenación de esta familia, que actualmente se encuentra repartida entre las bóvedas y escaleras. El encuadernado actual no se corresponde con la estructura primera del cuaderno y evidencia que se constituyó por aportaciones sucesivas.

La segunda parte del manuscrito la constituyen los 37 folios restantes. Esta parte no presenta numeración, los folios son del formato menor y se incorporan otros 12 de formato mayor, plegados en sus bordes para adaptarse a las guardas del cuaderno. Encontramos fragmentos procedentes de dos obras

impresas españolas: *Arte y Uso de Arquitectura*, de Fray Lorenzo de San Nicolás, y el *Tratado XV de la Montea*, del padre Tomás Vicente Tosca. Estos fragmentos aparecen en la última parte del cuaderno y completando los espacios libres de los 6 primeros folios. Por las fechas que aparecen anotadas en ellos, son las últimas aportaciones realizadas al manuscrito y su redacción tuvo lugar entre 1718 y 1719.

Se completa con un contenido más variado y personal, incluyendo anotaciones varias, dibujos y descripciones relativas a diferentes temas y cuestiones de interés para su autor. Entre los dibujos, un capitel de orden corintio y un fuste de columna salomónica. Los diseños de portadas, fuentes y cruz monumental presentan un trazado de menor calidad y no vienen acompañados de texto. Aparecen dos diseños de bóvedas de crucería de intradós esférico y una cabecera poligonal, esa última realizada con una tinta de color sepia que presenta un aspecto más envejecido. Los diseños de portadas

Las anotaciones que encontramos ocasionalmente en algunos folios, como una fórmula para borrar las manchas de tinta, o las recetas para preparar algún remedio de botica y descripciones de procedimientos varios, para templar hierro o fundir vidrio, más vinculados al ámbito constructivo, le confieren un carácter más personal, de cuaderno de trabajo. Otro tema de interés es la inclusión de descripciones relativas a la construcción de relojes, tanto solares como de mesa, habitual en el gremio de canteros y propio de un maestro del siglo XVIII, dado el desarrollo que alcanza la relojería en la ciudad de Santiago de Compostela en esa época.

Por la morfología de las letras, rúbricas, ligaduras y abreviaturas se manifiesta la presencia de varias manos en su redacción. El título del cuaderno y firma del propietario, en el primer folio, está realizado con tinta sepia muy envejecida. A continuación, los dibujos de los folios 3 y 4, de un arco carpanel y otro apuntado, también en tinta sepia cuyos trazos apenas se distinguen. Estos dibujos serían la parte más antigua del cuaderno. Se encuentran en los primeros cuatro folios sin numerar y según la fecha que aparece, se redactaron en 1708.

En el bloque principal, dedicado a los cortes de cantería, se hace evidente que el título de las trazas es obra, en la mayoría de los casos, de una misma mano, finalizando con la misma rúbrica, siendo el texto explicativo que acompaña a algunos de los dibujos obra de otras. Es difícil aventurar el número exacto de autores que colaboraron en la redacción del manuscrito, pero existen al menos dos tipos de letra muy diferenciados en los textos que acompañan a los cortes. Otras, son de trazo muy similar pero difieren en las rúbricas. Los fragmentos procedentes de *Arte y Uso de Arquitectura* de Fray Lorenzo de San Nicolás y del *Tratado XV de la Montea* del padre Tosca presentan una rúbrica diferente, por lo que probablemente fueron dos autores los responsables de estas aportaciones.

En los textos y dibujos del manuscrito se aprecian alteraciones que indican que parte de su contenido procede de otros trabajos previos. En algunos cortes, se incorporan textos en los márgenes ampliando detalles del dibujo. Aparecen tachaduras sobre trazados erróneos y a veces se completa el texto por otra mano ampliando las explicaciones ya existentes. En algún caso, el texto se interrumpe y queda inconcluso y la rotulación de los dibujos es incompleta, no coincide con el texto o simplemente es inexistente, lo que evidencia que en un primer momento se realizaron los dibujos para posteriormente incluir los textos.

Por los comentarios que acompañan a algunas trazas, el cuaderno original contaba con un repertorio mayor de cortes que no se ha conservado. Se cita un modelo de capialzado que no se encuentra en el repertorio. En el capítulo dedicado a las bóvedas, se hace alusión a su decoración y a la intención de incluir las bóvedas decoradas, modelos que actualmente no aparecen recogidas en el manuscrito.

Los cortes de cantería contenidos en este cuaderno se suceden con cierto orden y están organizados por familias. El actual encuadernado no mantiene el orden que se sigue en los textos explicativos, obligando al lector a buscar en numerosas ocasiones trazas que no aparecen con el orden esperado, por lo que su estructura refleja las modificaciones que sufrió a lo

largo del tiempo. En el análisis geométrico de su contenido se ha planteado un orden de trazas de menor a mayor complejidad, respetando en lo posible el orden actual del manuscrito.

En cada grupo de trazas se comienza exponiendo el proceso de trazado en el primer corte. A continuación, el proceso de labra se detalla en la primera variante, de manera que las trazas sucesivas, si presentan leves variaciones, suelen ir acompañadas de textos breves donde el autor nos remite a los cortes antecedentes.

Los métodos de labra utilizados en cada familia se describen con detalle. El método denominado por *plantas al justo* es el empleado mayoritariamente, salvo algunos casos concretos, como las bóvedas de arista y en rincón de claustro, los lunetos o piezas complejas que emplearán el método por robos o escuadrías. La labra *por robos* parte del ortoedro contenedor de la dovela donde se trazan las líneas de referencia necesarias. Posteriormente se van eliminando las partes sobrantes. La labra por plantillas y saltarreglas o por plantas al justo,comienza marcando el contorno del patrón de una de las caras de la pieza, lo que requiere de la obtención previa de dichos patrones. El método permite un mejor aprovechamiento del material pero exige una destreza por parte del operario. En otros casos, como en el *capialzado en vuelta* y los caracoles de intradós abovedado, se empleará una técnica mixta, combinando el uso de plantillas con la labra por robos. Este método es compartido con Martínez de Aranda, utilizando las mismas plantillas que el manuscrito de Portor para la primera aproximación a la labra.

Para la labra de las dovelas es necesario obtener previamente las plantillas a emplear, tanto en sus caras inferiores como en los lechos Las plantillas de los lechos se van a definir por sus cuatro vértices únicamente en el grupo de arcos. Para el resto de los grupos, se obtienen tres de sus cuatro vértices, suficientes para obtener las saltarreglas formadas por las juntas de testa e inferiores de lecho. El uso de plantillas para las caras y saltarreglas para los lechos es el empleado por Vandelvira, que los representa coincidentes con las proyecciones horizontales de las juntas de lecho, al igual que en el cuaderno de Portor. Aranda

dibujará las plantillas completas, tanto de caras como de lechos en la mayoría de las trazas. Gelabert obtiene las saltarreglas en una construcción aparte y no sobre la planta.

Las plantillas necesarias para la labra de la cara inferior de las piezas, se dibujan siempre con los cuatro vértices inferiores. Para cortes con testas en superficies curvas o planos oblicuos, se desarrollarán previamente las curvas de las testas. Este detalle se omite en muchos casos, pero el autor hace referencia a ello en los cortes de capialzados, indicando que esta simplificación del método no implica que el autor desconozca la necesidad de su realización.

El trazado de las plantillas se realiza siguiendo un procedimiento que depende en cada caso de la geometría de las piezas. En los arcos, donde las juntas de intradós son rectas horizontales, el método empleado es un abatimiento del plano que pasa por los cuatro puntos inferiores de la dovela, utilizando como charnela la junta inferior de lecho. Este método se denomina en este cuaderno *por desvíos.* Es el procedimiento habitual en estos cortes y aparece descrito en el manuscrito de Vandelvira, Gelabert, Alonso de Guardia y Aranda. Las plantillas se dibujan completas y se colocan en la planta adosadas a su junta. Cuando la simetría del corte lo permite, se utiliza la mitad de la planta para adosar las plantillas de cara y la otra mitad para las plantillas de lecho. Cuando esto no es posible, se adosan ambas plantillas, una a cada lado de la junta.

En los arcos abocinados y capialzados, donde las rectas que definen las juntas de lecho son oblicuas, se utilizará el método denominado de *capialzos* o *línea concurrente.* En una primera fase se obtienen las longitudes de las juntas inferiores de lecho por abatimiento, utilizando como charnela la recta horizontal que pasa por el punto inferior de la junta. A continuación, se pretende hallar la longitud de la diagonal de la plantilla para obtener un tercer vértice. Esta segunda fase describe una serie *de* movimientos realizados con el compás con el objetivo de situar dicha diagonal en posición frontal. Con esa longitud, la de la junta de lecho obtenida previamente y la de la junta de testa,

tomada en el alzado, se determina el tercer punto de la plantilla. Con estos tres puntos, obtenemos la saltarregla que formaría la junta de testa con la junta inferior de lecho. A partir de la longitud de la junta inferior es posible obtener la plantilla necesaria para las caras inferiores de las dovelas.

En los cortes con superficies alabeadas, como ocurre con los capialzados y algunas escaleras, se obtiene la plantilla de cara como si los cuatro puntos que la definen fueran coplanarios, sin reparar en el error cometido al tratar de desarrollar dicha superficie, característica que es común a todos los trabajos anteriores donde se aplica la labra por plantillas en superficies alabeadas, como se puede comprobar en las obras de Martínez de Aranda o Gelabert. En el caso de Vandelvira se propone la labra por robos y en Alonso de Guardia se plantea una labra por robos y obteniendo las plantillas de lechos

En todas las bóvedas esféricas y pechinas se empleará el método tradicional de desarrollo de conos tangentes para las plantillas de las caras inferiores de las dovelas. En las pechinas, se recortarán con los arcos formeros. Para las trompas se sigue el método de plantillas y saltarreglas utilizado en los capialzados.

A pesar de la exhaustiva colección de trazas que otros autores anteriores muestran en sus obras, este manuscrito sigue enriqueciendo y ampliando el repertorio existente con modelos originales y apenas estudiados con anterioridad, como es el caso de los lunetos y las escaleras. Estos grupos de trazas son muestra de la singularidad de este trabajo, donde las superficies regladas alabeadas, más allá de los conocidos capialzados, adquieren una relevancia notable.

Los lunetos aparecen estudiados con exhaustividad por primera vez en este manuscrito. El proceso de trazado y labra se expone con detalle, siendo tratados como un grupo independiente a las bóvedas. Se proponen, además de las variantes que origina la geometría de la bóveda, un caso singular de bóveda de arista donde las intersecciones entre cañones se producen según arcos de medio punto, elevándose la clave y generando cuatro tramos de bóveda que siguen la geometría de los lunetos apuntados. Además un corte

compuesto de capialzado y luneto abierto a un cañón recto, donde la piedra del salmer adquiere una complejidad notable.

El grupo de escaleras claustrales recoge un repertorio de siete modelos donde se analizan diversas soluciones a la transición entre zancas. De ellas, cinco se corresponden con la tipología de intradós abovedado. El conocimiento de estas superficies alabeadas se plasma no solo en su trazado sino en la descripción de las particularidades de cada tipo, demostrando la experiencia previa que poseía el autor de estos cortes.

En general, los trazados de los cortes son precisos y las plantillas se ajustan a las obtenidas en el modelado de las piezas. Se aprecian aspectos geométricos que demuestran la experiencia del autor, como la arista que aparece en la piedra de la clave de la trompa en esquina, que no es mencionada por otros autores. O los cambios de curvatura que presentan las zancas alabeadas en las escaleras de tramos.

La presencia de cortes tan singulares como los *capialzados en vuelta* en los repertorios de Portor, Alonso de Guardia y Martínez de Aranda confirma la existencia de un hilo común entre estos trabajos. El diseño del peldaño en los caracoles volados tan semejante en los trabajos de Aranda y Portor dos autores, vuelve a confirmar estas relaciones.

La coincidencia de dos maestros gallegos desarrollando su actividad en el mismo círculo especializado y autores de sendos cuadernos de taller con contenidos comunes, como son Portor y Sarela, evidencia que en un mismo ámbito de trabajo se compartían conocimientos y fuentes. Los fragmentos copiados de otros tratados revelan que el acceso a obras impresas estaba restringido a unos pocos, y que su divulgación tenía lugar gracias a las copias que de estas se hacían en estos cuadernos personales.

Su redacción en fecha tan tardía pone de manifiesto que en España seguían siendo los cuadernos de trabajo la vía de transmisión del conocimiento entre los maestros de un mismo gremio, plasmándose en ellos la evolución de los procesos de labra.

Como síntesis, el propietario del cuaderno es un maestro cantero gallego que desarrolló parte de su actividad profesional en la catedral de Santiago de Compostela. El manuscrito se redacta en una franja temporal que va desde 1708 hasta 1718.

Se compone de un amplio repertorio de cortes de cantería además de una serie de dibujos varios y fragmentos procedentes de los tratados españoles *Arte y Uso de Arquitectura* de Fray Lorenzo de San Nicolás y del *Tratado XV de la montea del Compendio Mathematico* del padre Tosca.

Está constituido por una serie aportaciones sucesivas y en su redacción participaron varios maestros. Una parte de su contenido es obra de un maestro andaluz y se redactó en la ciudad de Granada. Otra procede de fuentes que circulaban por los círculos especializados del gremio de maestros canteros compostelanos, del que Francisco Sarela también formaba parte.

En el encuadernado actual la estructura original está alterada y el repertorio de trazas incompleto. El bloque principal se compone de siete grupos o familias de cortes de cantería, donde destacan por su singularidad y por ser únicos en este trabajo los lunetos y las escaleras claustrales. Además de los grupos anteriormente citados, destacan un original *capialzado en vuelta* y una *bóveda abocinada en vuelta.* Los capialzados en vuelta forman parte del repertorio de Martínez de Aranda y Alonso de Guardia, confirmando el vínculo de este manuscrito con la línea establecida por estos trabajos.

El procedimiento de labra por plantillas y saltarreglas es intensivo en el manuscrito, compartiendo muchos de los métodos de obtención de los patrones necesarios con las propuestas por Martínez de Aranda. Con Vandelvira coincide en la representación de plantillas y saltarregas de las trompas cónicas.

Es de reseñar la minuciosidad en las descripción de las piezas, donde se destacan aspectos geométricos difícilmente apreciables y que no apuntan otros autores, evidenciando los conocimientos y la experiencia previa de su autor.

Nuevas líneas de investigación

A partir de esta tesis doctoral se pueden considerar nuevas líneas de investigación en relación a aspectos que aquí no ha sido posible desarrollar en su totalidad.

La investigación archivística está por concluir, siendo un campo de trabajo con frentes en la ciudad de Granada y Santiago de Compostela, que puede aportar nuevos datos acerca de la figura de Juan de Portor y de sus relaciones profesionales. La posible aparición de nuevos cuadernos que hasta ahora no se conocen es un resultado que este tipo de investigación puede ofrecer

El estudio en profundidad de la iglesia del monasterio jerónimo de Santa Catalina en Talavera de la Reina es otra vía que se inicia en este trabajo. La calidad de la estereotomía de este edificio justifica una investigación en profundidad donde se pongan en valor sus relaciones con otras obras relevantes de la época.

6 BIBLIOGRAFÍA

ARCHIVOS HISTÓRICOS

ARCHIVO HISTÓRICO DIOCESANO DE SANTIAGO. Libro Sacramental de la parroquia de Santa Susana. Bautizos. Libro 2.Fol. 106r.

ARCHIVO HISTÓRICO DIOCESANO DE SANTIAGO. Libro Sacramental de la parroquia de Santa Susana. Matrimonios. Libro 2.Fol. 50v-51r.

ARCHIVO HISTÓRICO DIOCESANO DE SANTIAGO. Libro Sacramental de la parroquia de Santa Susana y San Fructuoso. Difuntos. Libro 2.Fol. 16r.

ARCHIVO DE LA CATEDRAL DE SANTIAGO. Libro de fábrica. Comprobantes de cuentas. Legajo 968A. 4ª semana de noviembre de 1710-3ª semana de diciembre de 1714.

ARCHIVO PROVINCIAL FRANCISCANO DE SANTIAGO.

ARCHIVO HISTÓRICO UNIVERSITARIO DE SANTIAGO. Consistorios. Actas Municipales. nº 135. 3er cuatrimestre.

ORDEN ALFABÉTICO

AGUIRRE, Juan. *Fragmentos de dibuxos y discursos de arquitectura de Alonso de Vande Elvira; copiados ordenados acaso por Felipe Lázaro de Goiti* [1588-1591]. Manuscrito Mss12744 Biblioteca Nacional de España.

ALBERTI, Leon Battista. c. 1440. *De re aedificatoria*. Manuscrito. Florencia. Niccolo di Lorenzo Alamani. Ed. R. Bonelli y P. Portoghesi, Milán, Orlandi, 1966; traducción inglesa de Joseph Rykwert et. al., On the art of building in ten books, MIT, Cambridge, 1988; traducción española de Javier Fresnillo Núñez, Los diez libros de arquitectura, Madrid: Ediciones Akal, 1991).

ALONSO RODRÍGUEZ, Miguel Ángel, PLIEGO DE ANDRÉS, Elena, SANJUNRO ÁLVAREZ,Alberto. 2011. Graphical tools for an epistemological shift. Contribution of Protoaxonometrical Drawing to the Development of Stonecutting Treatises. *Nexus Network Journal* 13 (3): 649-670.

ALONSO RODRÍGUEZ, Miguel. Ángel. LÓPEZ MOZO, Ana. CALVO LÓPEZ, José. 2001. «Levantamiento de la capilla de Junterón de la Catedral de Murcia», en III Jornadas de Fotogrametría Arquitectónica. Universidad de Valladolid.

ALONSO RODRÍGUEZ, Miguel Ángel; LÓPEZ MOZO, Ana. 2002. «Levantamiento de la cúpula de la iglesia delMonasterio de San Lorenzo del Escorial». En: I*X Congreso de Expresión Gráfica Arquitectónica*. La Coruña: Universidad, pp. 303-308.

ALONSO RUIZ, Begoña. 2014. La Catedral gótica de Jaén. *Laboratorio de Arte.* 26(2014) pp. 47-71. Revista del Departamento de Historia del Arte. Universidad de Sevilla

2009. El Arte de la Cantería en Castilla durante el siglo XVI . *El Arte de la Piedra. Teoría y Práctica de la Cantería*. Cuadernos de Investigación Nº 01. Madrid: CEU Ediciones, pp. 157-171.

ALONSO RUIZ, Begoña; Rodríguez Estévez, Juan Clemente.2016. *1514 Arquitectos tardogóticos en la encrucijada.* Sevilla: Universidad de Sevilla, pp. 411-426.

ÁLVAREZ, Francisco. 1727. *Breve tratado de reloges solares y arquitectura. Madrid*, Francisco Mojado.

AMPLIATO BRIONES, Antonio Luis. 1992. «Algunos aspectos sobre teoría y práctica arquitectónica en la andalucía del XVI a través del manuscrito de arquitectura de Hernan Ruiz II». en *Dibujo y Arquitectura. Investigación Aplicada. Actas del IV Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica.* Valladolid. pp. 171-177.

1996. *Muro, orden y espacio en la arquitectura* del renacimiento andaluz: teoría y práctica en la obra de Diego Siloe, Andrés de *Vandelvira y Hernán Ruiz II.* Sevilla: Universidad de Sevilla.

2002. *El Proyecto Renacentista en el Tratado de Arquitectura de Hernán Ruiz.* Sevilla: Universidad de Sevilla.

ANÓNIMO. C.1510. *Manuscrito de cantería*. Manuscrito. Biblioteca Nacional, Madrid. Mss/12686 (Atribuido a Pedro de Albiz). Copia digital en la Biblioteca Digital Hispánica de la BNE.

ANÓNIMO, *Manuscrito de arquitectura y cantería*, (Madrid, Biblioteca Nacional, Ms. 12.744. Lleva la mención 'Sacado de Baldeelbira, fragmentos de dibuxos y discursos de arquitectura de Alonso de Van de Elvira ordenados acaso por Felipe de Lázaro de Goiti').

ANÓNIMO, *De Arquitectura,* c. 1550 (Manuscrito. Biblioteca Nacional, Madrid. Ed. facsímil, Murcia, Colegio de Arquitectos Técnicos, 1995).

ANÓNIMO. 1766. *Secretos de Arquitectura*.

ANTILLA G. BARES, Mrecedes. 2003. LE SCALE A PIETRA A VISTA NEL MEDITERRANEO.. Edizioni Caracol. Ragusa. Sicilia. Italia.

ARPHE Y VILLAFAÑE, Juan. 1585. *De Varia Conmensuración para la Esculptura y Architectura.,* Sevilla, Andrea Pescioni y Juan de León (Ed. facsímil, Valencia, Albatros, 1979).

AZCÁRATE RISTORI, José María de. 1956. El Convento de Uclés y Francisco de Luna, maestro de cantería. Archivo español de arte, 29, 115, pp. 173-188.

BAILS, Benito. 1779. *Elementos de matemática.* Joaquín Ibarra, Madrid. 1983. Facsímil *De la Arquitectura civil*. Tomo IX. Parte I. Colegio de Aparejadores. Murcia.

1802. Diccionario de arquitectura Civil. Madrid: Viuda de Ibarra.

BALMACEDA ABRATE, José Carlos. 2001. Filigranas: propuestas para su reproducción. Málaga: Universidad de Málaga.

2005. *La contribución genovesa al desarrollo de la manufactura papelera española.* CAHIP. Málaga.

BARBÉ-COQUELIN DE LISLE, Geneviève. 1977. «Introducción». En *Alonso de Vandelvira. Tratado de Arquitectura.* Albacete. Caja de Ahorros.

2004. «Reflexiones metodológicas sobre la transcripción y la interpretación de un manuscrito de arquitectura inédito de principios del siglo XVIII: el cuaderno de Juan de Portor y sus avatares». En Modelos, intercambios y recepción artística (de las rutas marítimas a la navegación en red) XV Congreso Nacional de Historial del Arte. Palma de Mallorca, 20-23 de octubre de 2004.

2008. «Creatividad y sumisión al poder de la Iglesia: Juan de Portor y Castro y su Cuaderno de Arquitectura manuscrito, un testimonio ejemplar (1708-1719)». P. 63-77 en A*rte, poder y sociedad en la España de los siglos XV a XX*, Miguel Cabañas Bravo, et al., eds. Madrid: Ediciones CSIC..

BARTOLI, Cossimo. 1565. *L'Architettura de Leon Baptista Alberti .*

BASANTA CAMPOS, José Luis. *La relojería en Galicia.* Boletín de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.Primer semestre de 1991.Nº 72

2002. *Marcas de agua en documentos de los archivos de Galicia. S. XVII, III-IV. S. XVIII, V-VI.* Fundación Pedro Barrié de la Maza. 1998-2002

BENITEZ HERNÁNDEZ, Patricia. La escalera de caracol con ojo a finales del s. XV y comienzos del s. XVI : El caso de la ciudad y tierra de Segovia. UPM. Tesis Doctoral.

BLONDEL, François. 1673. Résolution des quatre principaux problèmes d'architecture ... [...]. Paris:Imprimerie Royale.

BNE.1988. *Inventario general de manuscritos.* Tomo XIII. Ministerio de Cultura. Dirección General del libro y Bibliotecas. Madrid.

BONET CORREA, Antonio. 1966. *La arquitectura en Galicia durante el siglo XVII,* Madrid, Instituto Diego Velázquez (2º ed. 1984).

1986. «Ginés Martínez de Aranda, arquitecto y tratadista de cerramientos y arte de montea. Ginés Martínez de Aranda, *Cerramientos y trazas de Montea*. Madrid: Servicio Histórico Militar.

1993 «Simón García, tratadista de arquitectura», en Simón García, *Compendio de Arquitectura y Simetría de los Templos,* Churubusco, Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía, 1979 (Reproducido en la ed. de 1991, Valladolid, Colegio de Arquitectos, y en *Figuras, modelos e imágenes en los tratadistas españoles*, Madrid, Alianza.

1993b «Los tratados de montea y cortes de piedra españoles en los siglos XVI, XVII y XVIII» *Figuras, modelos e imágenes en los tratadistas españoles*». Madrid, Alianza.

BOSSE, Abraham; Desargues, Girard. 1643. La practique du traict a preuues de M. Desargues ... pour la coupe des pierres en l'Architecture ... Paris: Pierre des Hayes.

BRIQUET, Charles Moïse. 1907. Les filigranes. Dictionnaire historique des marques du papier. Paris:Alphonse Picard et fils.

BUSTAMANTE GARCÍA, Agustín. MARÍAS, Fernando. 1982) «La catedral de Granada y la introducción de la cúpula en la España del Renacimiento.» *Boletín del Museo e Instituto 'Camón Aznar'* (8): 103-115.

BUSTAMANTE GARCÍA, Agustín. 1994. *La octava maravilla del mundo*. Alpuerto, Madrid.

CALVO LÓPEZ, José. 1998. «Los trazados de cantería en la 'Teórica y práctica de fortificación' de Cristóbal de Rojas». *Actas del Segundo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, eds. Fernando Bores Gamundi et al., 67-75. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

2000. *Lunetas y arcos avanzados. El trazado de un elemento constructivo en los siglos XVI y XVII.* Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Sevilla, octubre 2000. Instituto Juan de Herrera.

2000. *Cerramientos y trazas de montea de Ginés Martínez de Aranda.* Tesis doctoral.Madrid, UPM.

2002. «Superficies regladas desarrollables y alabeadas en los manuscritos españoles de cantería». En Re-visión: Enfoques en docencia e investigación: *Actas del IX Congreso Internacional Expresión Gráfica Arquitectónica,* 313 – 318. La Coruña: Universidad da Coruña.

2002. «Arquitectura oblicua y trazas de montea». *Revista de Expresión Gráfica en la Edificación (EGE)* (2): 38-51.

2004. «Estereotomía de la piedra». *I Master de Restauración del Patrimonio Histórico*. Murcia: Colegio de Arquitectos - Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, p. 117-153.

2009. La literatura de la cantería: una visión sintética. *El arte de la piedra. Teoría y práctica de cantería*. Cuadernos de Investigación Nº 01. Madrid. Ceu Ediciones

2011. «From Mediaeval Stonecuting to Projective Geometry». *Nexus Network Journal,* vol. 13 (3): 503 – 533. Turín: Kim William Books.

2015. *Los rasguños de Alonso de Guardia y la práctica de la cantería española en la Edad Moderna.* I Congreso Internacional Teoría y literatura artística en España siglos XVI, XVII y XVIII. Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.

2019 . «Teaching, Creating, and Using Perspective in Sixteenth-Century Spain: The Architectural Notebook of Hernán Ruiz II». In *Renaissance Cultures of Optics and Practices of Perspective*, ed. Sven Dupré, 301-332. Turnhout: Brepols.

2020. *Stereotomy*. Mathematics and the Built Environment, vol 4. Birkhäuser.

CALVO LÓPEZ, José, ALONSO RODRÍGUEZ, Miguel A., LÓPEZ MOZO, Ana. 2004. *Escala y esterotomía: el "Capialzado abocinado en vuelta" de la puerta de la sacristía de la capilla de Junterón en la Catedrál de Murcia.* Imafronte, 16: 7-30.

CALVO LÓPEZ, José., ALONSO RODRÍGUEZ, Miguel. A., RABASA DÍAZ, Enrique. y LÓPEZ MOZO, Ana. 2005. *Cantería renacentista en la Catedral de Murcia.* Murcia: Colegio Oficial de Arquitectos de Murcia.

CALVO LÓPEZ, José, RABASA DÍAZ, Enrique; NATIVIDAD VIVÓ, Pau. 2019. «La estereotomía en la catedral de Jaén». La catedral de Jaén a examen. Jaén: Universidad de Jaén, p. 145-190.

CAMÓN AZNAR, José. 1941. Edición . *Simón García, Compendio de Arquitectura y simetría de los templos.* Salamanca: Universidad de Salamanca.

1941b. La intervención de Rodrigo Gil de Hontañón en el manuscrito de Simón García. Archivo español de arte, XIV, pp. 300-315.

CAMPOS ALCAIDE, Antonio. 2017. *La lonja de Sevilla. Arquigrafía de un edificio*. Tesis doctoral .Dpto. de Proyectos Arquitectónicos. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla.

CARNICERO MÉNDEZ-AGUIRRE, Justo M. 2005. «Inventario de los manuscritos del archivo de los P.P. Franciscanos de Santiago de Compostela», *Estudios Mindonienses*, Ferrol, nº 21, 2005. Pp. 487-546.

CARAMUEL Y LOBKOWITZ, Juan. 1678. *Arquitectura civil recta y oblicua…*Vigevano: Imprenta obispal

CARVAJAL ALCAIDE, Rocío. 2011. «Estructura y singularidad del cuaderno de arquitectura de Juan de Portor y Castro (1708-1719)». *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción.* Santiago de Compostela, 26-29 de Octubre de 2011. vol. 1 pp. 211-220. Madrid, I. Juan de Herrera,

2011. «Stairs in the Architecture Notebook of Juan de Portor y Castro: An Insight into Ruled Surfaces» *Nexus Network Journa*l 13, 631-648 (2011)

2015. «La iglesia del monasterio jerónimo de Santa Catalina en Talavera de la Reina. Piezas singulares de cantería documentadas en la tratadística española». *Actas del Noveno Congreso Nacional y Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción.* Segovia, 13 a 17 de octubre de 2015, Vol. 1, 2015, págs. 357-365. Instituto Juan de Herrera.

CARVAJAL ALCAIDE, Rocío. CORTÉS LÓPEZ; Miriam Elena. 2013. «Aportaciones gallegas para la historia del corte de la piedra en España: los cuadernos de Juan de Portor y Francisco Sarela» *Actas del VIII Congreso Nacional de Historia de la Construcción.* Madrid. Instituto Juan de Herrera. p. 161-162

CHUECA GOITIA, Fernando. 1953. *Andrés de Vandelvira, arquitecto.* Jaén: Diputación Provincial de Jaén. 1ª ed. Jaén: Diputación Provincial, 1971; ed. Jaén: Riquelme y Vargas, 1995.

CORTÉS LÓPEZ, M. Elena. 2014. *O manuscrito Algunos cortes de Arquitectura de Francisco Antonio Fernández Sarela*. Santiago de Compostela. Xunta de Galicia.

2012. «El manuscrito de Francisco Antonio Fernández Sarela en San Francisco de Compostela: apuntes sobre construcción de escalera». Fernández Castiñeiras, E. y Monterroso Montero, J.M. (coords.) *Santiago, ciudad de encuentros y presencias: Opus Monasticorum VI.* Santiago de Compostela: Consorcio de Santiago, Alvarellos, 2012, pp. 305-323

2017. *De Tiros, huellas y arrimos. Historia de la escalera monumental en Santiago de Compostela.* Santiago de Compostela: Andavira Editora y Consorcio de Santiago.

COUSELO BOUZAS, José. 2005. *Galicia artística en el siglo XVIII y primer tercio del XIX.* Cuaderno de Estudios Gallegos. CSIC. Santiago de Compostela.

CRUZ ISIDORO, Fernando. 2001. *Alonso de Vandelvira (1544 ca. 1626/7): tratadista y arquitecto andaluz.* Sevilla. Universidad de Sevilla.

DE LA GOURNERIE, Jules Maillard. 1855. *Discours sur lárt du trait et la Géométrie descriptive.* Paris:Mallet-Bachelier.

DERAND, P. François,1643. *L'Architecture des voutes ou l'art des traits et coupe des voutes, París, Sébastien Cramoisy.*

DÍAZ GÓMEZ, José Antonio. 2017. «Melchor de Aguirre, cantero y arquitecto: corpus de portadas y retablos». *Anales de Historia del Arte*. Ediciones Complutense.

DÍAZ MORENO, F. 2004. «Fray Lorenzo de San Nicolás (1593-1679). Precisiones en torno a su biografía y obra escrita». A*nales de Historia del Arte* (14): 157 – 179. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

DORVAULT. 1853. *La Botica o repertorio general de farmacia práctica*. Madrid. Imprenta D. Jose´ Trujillo hijo.

FALLACARA, Giuseppe. 2012. *Stereotomy. Stone Architecture and New Research*. Paris: Presse des Ponts.

2007. Verso una progettazione stereotomica. Nozioni de stereotomia, stereotomia digitale e transformazioni. Aracno editrice. Roma

FERNÁNDEZ CASTIÑEIRAS, Enrique. MONTERROSO MONTERO, José Manuel. 2012. *Santiago, ciudad de encuentros y presencias.* Consorcio de Santiago: Alvarellos.

FERNÁNDEZ GASALLA, Leopoldo. 2002. «Los tratados técnicos y profesionales en las bibliotecas de los arquitectos gallegos del siglo XVII y principios del siglo XVIII» en Coloma Martín, I. y otros (ed.): *Actas del XIV Congreso Nacional de Historia del Arte*, Málaga: pp. 731-749.

2008. «El tratado de Domingo de Andrade Excelencias, Antigüedad y Nobleza de la Arquitectura (1695) y la tratadística de su tiempo» CEG, Nº 121: pp. 325-352.

FERNÁNDEZ GOMEZ, Margarita. 2000. Estudio de los Tratados XIV y XV del "Compendio Mathemático"del Padre Tosca. Valencia: ICARO; Colegio Territorial de Arquitectos de Valencia.

FERNÁNDEZ SALAS José., GÓMEZ MARTÍNEZ, Javier., PALACIOS GONZALO, José Carlos «La Concha de la Platería en la catedral de Santiago» *Actas del Tercero Congreso Nacional de Historia de la Construcción* (Sevilla, 2000), Madrid:. Instituto Juan de Herrera vol. 2 pp. 1133-1144.

FERNÁNDEZ SARELA, Francisco. 1740. *Algunos cortes de cantería.* Archivo Provincial franciscano de Santiago. Mss 114. Santiago de Compostela.

FOLGAR DE LA CALLE, M. del Carmen. 1985. *Arquitectura gallega del siglo XVIII. Los Sarela.* Santiago de Compostela. USC.

1989. Simón Rodríguez, La Coruña: Fundación Barrié.

FRÉZIER, Amédée-François. 1737-1739. La théorie et la pratique de la coupe des pierres et des bois pour la construction des voutes et autres parties des bâtiments civils et militaires ou traité de stéréotomie a l'usage de l'architecture. Strasbourg-Paris: Jean Daniel Doulsseker-L. HGuerin.

GALERA ANDREU, Pedro A. 1977. *Arquitectura de los siglos XVII y XVIII en Jaén.* Granada, Caja General de Ahorros de Granada.

1978, «Una familia de arquitectos giennenses: los Aranda». Boletín del Instituto de Estudios Giennenses, Nº95: pp. 9-23

2003. «Úbeda y Baeza, taller universal del Arte de la Cantería». *Boletín del Instituto de Estudios Giennenses* (186): 161 – 193. Jaén: Instituto de Estudios Giennenses.

2005. Un epígono del clasicismo en la Baja Andalucía. Juan de Aranda Salazar. *Atrio, Revista de Historia del Arte* 10/11, 17-26.

2008. Andrés de Vandelvira en Jaén. *Vandelvira, Renacimiento del Sur.* Exposición 500 años. Diputación Provincial de Jaén.

GARCÍA BAÑO, Ricardo. 2012. «Los recursos gráficos en el manuscrito de cantería atribuido a Pedro de Alviz (BNE Ms 12686)». XI Congreso Internacional de Expresión gráfica aplicada a la Edificación. Universidad Politécnica de Cartagena Departamento de Arquitectura y Tecnología de la Edificación.

2017. El manuscrito de cantería Mss12.686 de la Biblioteca Nacional de España. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cartagena.

GARCÍA BAÑO, Ricardo. CALVO LÓPEZ, José. 2015 « El arco por esquina y rincón en los tratados y manuscritos de cantería del renacimiento hispánico». EGA Expresión Gráfica Arquitectónica; Núm. 25. Universidad Politécnica Valencia.

GARCÍA BAÑO, Ricardo; NATIVIDAD VIVÓ, Pau. 2015. Autorías en el manuscrito atribuido a Pedro de Alviz (Biblioteca Nacional de España, Mss. 12686) . En: Rodríguez Ortega, Nuria, Taín Guzmán,Miguel. *Teoría y literatura artística en España. Revisión historiográfica y estudios contemporáneos.* Madrid: Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, pp. 513-536.

GARCÍA BERRUGUILLA, Juan. 1747. Verdadera práctica de las resoluciones de la geometría sobre las tres dimensiones para un perfecto arquitecto. Madrid. Francisco Mojados. 1979 Facsímil Murcia. Colegio de Aparejadores.

GARCÍA SALINERO, Fernando. 1968. Léxico de alarifesde los siglos de oro. Madrid Real Academia Española.

GARCÍA, Simón. 1681. Compendio de arquitectura y simetría de los templos ..., manuscrito. Facs., Valladolid:COAV, 1990.

GELABERT, Joseph. 1653. *De l'art de picapedrer.* Manuscrito. 1977 Facsímil Diputación Provincial de Baleares. CSIC. Palma de Mallorca.

GOITI, Felipe Lázaro de. 1646. Libro de trazas de cortes de piedras de Alonso de Vandelvira, c. 1585.Copia manuscrita. Madrid, Biblioteca Nacional, Mss. 12719.

GIL DE HONTAÑÓN, Rodrigo, *Manuscrito,* 1540 (Recogido en el manuscrito de Simón García, *Compendio de Arquitectura y simetría de los templos*, 1681. Ed. facsímil y transcripción, Valladolid, Colegio de Arquitectos, 1991).

GILA MEDINA, Lázaro. 2000. *Maestros de cantería y albañilería en la Granada Moderna, según los escribanos de la ciudad.* Granada. Ilustre Colegio Notarial de Granada.

2008. *Maestros de cantería y albañilería en la Granada Moderna, según los escribanos de la ciudad.* Granada. Ilustre Colegio Notarial de Granada.

GILA MEDINA, Lázaro. RUIZ CALVENTE, Miguel. 2000.El programa iconográfico en la iglesia del convento de los dominicos de la Guardia(Jaén).

GÓMEZ-FERRER LOZANO, Mercedes., 2005. Patios y escaleras de los palacios valencianos del siglo XV. *Historia de la Ciudad IV. Memoria urbana.* Valencia: Colegio de Arquitectos,

113-142

GÓMEZ MARTÍNEZ, Javier*. 1998. El gótico español de la Edad Moderna. Bóvedas de Crucería,* Universidad de Valladolid.

GÓMEZ -MORENO y MARTÍNEZ, Manuel. 1949. *El libro español de Arquitectura,* Madrid, Instituto de España.

GOMEZ-MORENO CALERA, José Manuel. 1982. *Guía de Granada*. facs. Ed. Universidad de Granada Instituto Gómez Moreno de la Fundación Rodríguez Acosta. Granada.

1989. «La arquitectura religiosa granadina en la crisis del Renacimiento (1560-1650)» *Revista del centro de estudios históricos de* Granada y su reino. Nº 3 Segunda Época. Granada.

1989. «Relaciones artísticas entre Jaén y Granada en los inicios de la modernidad: Aproximación a una corriente histórica.» *Boletín del Instituto de Estudios Giennenses*, vol. 35 (138): 59-71. Jaén: Instituto de Estudios Giennenses.

GONZÁLEZ, Francisco Antonio. 1830. Índice de Manuscritos. Biblioteca Nacional España. Mss 23236-38.

GONZÁLEZ DE MEDINABARBA, Diego. *Examen de fortificación.* Madrid, Licenciado Varez de Castro, 1599.

GUARDIA, Alonso de*.* C. 1600. *Manuscrito de arquitectura y cantería.* Anotaciones sobre una copia de Battista Pittoni, Imprese di diversi principi, duchi, signori ..., Libro II, Venecia, 1566. Madrid. Biblioteca Nacional de España ER/4196. Copia digital en Biblioteca Digital Hispánica de la BNE.

GUARINI, Guarino, 1737. *Architettura Civile,* Turín, Gianfrancesco Mariesse, 1737 Ed. facsímil Turín 1966.

GUERRA PESTONIT, Rosa Ana. 2012. Bóvedas y contrarresto del colegio de Nuestra Señora de la Antigua de Monforte de Lemos, construcción y mecánica .Tesis Doctoral. UPM. Escuela Técnica Superior de Arquitectura.

GUTIERREZ HERNANDEZ, Alexandra M. 2020. Cuadernos de taller: de la teoría a la práctica en la cantería del siglo XVI

GUTIERREZ PULIDO, David. 2009. *Pedro de Tolosa, maestro de cantería del siglo XVI en la sierra de San Vicente*. Excmo. Ayuntamiento de Talavera de la Reina.

HERRÁEZ CUBINO, Guillermo., 2007. *El léxico de los tratados de cortes de cantería españoles del siglo XVI.* Salamanca: Universidad de Salamanca

HERRERA MALDONADO, Enrique; Zapata Alarcón, Juan. 2009. *La construcción del convento de Uclés (1529-1550*) . Revista de las Órdenes Militares, 5, pp. 141-185.

HOYO y ALONSO-MARTÍNEZ, P. (1976). «Las ventanas de ángulo del Renacimiento Español». *Goya: Revista de arte* (130): 228-230. Madrid: Fundación Lázaro Galdiano.

HUERTA, Santiago. 2004. *Arcos, bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica*. Instituto Juan de Herrera. Escuela Técnica Superior de Arquitectura Madrid.

IBÁÑEZ FERNÁNDEZ, Javier; ZARAGOZÁ CATALÁN, Arturo. 2016. Las microarquitecturas y la generación y transmisión de las formas arquitectónicas en el mundo ibérico entre los siglos XIV y XVI . En: Alonso Ruiz, Begoña; Rodríguez Estévez, Juan Clemente, *1514 Arquitectos tardogóticos en la encrucijada.* Sevilla: Universidad de Sevilla, pp. 411-426.

JIMÉNEZ HORTELANO, Sonia. 2019. Historia constructiva del Real Convento de Santiago de Uclés. Tesis Doctoral. departamento de Historia del Arte. Universidad de Valencia.

JOUSSE, Mathurin. 1642. *Le secret d'architecture découvrant fidélement les traits géométriques, couppes et dérobements nécessaires dans les bastimens*. La Flèche: Georges Griveau.

JOURDAN. A. J. L. 1829. *Farmacopea Universal ó reunión comparativa de las farmacopeas.* Tomo I. Madrid. Imprenta de Don Ramón Verges. Tomo IV. Madrid. Imprenta Fuentenebro.

JUAN GARCÍA, Natalia. 2011. «Una aproximación al estudio del taccuino de los Tornés. Diseños y textos de la Regola de Vignola en el arte del Alto Aragón». *Anuario del* Departamento de Historia y Teoría del Arte vol. 23, pp. 85-110

2011b. Los tratados de arquitectura como modelos constructivos. La influencia de la Regola de Vignola y su copia en un libro de trazas aragonés . *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Santiago de Compostela, 26-29 octubre de 2011. Madrid: Instituto Juan de Herrera, 1, pp. 687-698.

2013. Piedra, papel y estereotomía. La huella del arte de montea en los cuadernos de taller ejemplificado en un libro de trazas de los siglos XVII-XVIII. *Actas del Octavo Congreso Nacional de Historia dela Construcción.* Madrid: Instituto Juan de Herrera, pp. 513-522.

2015 «La impronta de los tratados de estereotomía en los cuadernos de taller: los diseños localizados en el manuscrito de la familia de arquitectos Tornés de Jaca». *Teoría y Literatura Artística en España. Revisión historiográfica y estudios contemporáneos*, eds.Miguel Taín Guzmán, and Nuria Rodríguez Ortega, 537-572. Madrid: Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.

2015. *Más trazas y nuevos diseños: Otro cuaderno de la familia Tornés: La transmisión de ideas artísticas en el Barroco a través de libros y Tratados.* Huesca. Ediciones Nalvay.

LA HIRE, Philippe de. c. 1690. Traité de la coupe des pierres . Paris, Bibliothèque de l'Institut de France, MS 1596.

LA RUE, Jean-Baptiste. 1728. *Traité de la coupe des pierres où par méthode facile et abrégée*

l'on peut aisément se perfectionner en cette science. Paris: Imprimerie Royale.

LLAGUNO Y AMÍROLA, Eugenio. 1829. Noticias de los arquitectos y arquitectura de España desde su restauración ... Madrid: Imprenta Real.

LÓPEZ Atanasio. 1919. «Los arquitectos de la iglesia de San Francisco de Santiago», *El Eco Franciscano*. Santiago de Compostela: pp. 54-58.

LÓPEZ GONZÁLEZ, Concepción, MARÍN SÁNCHEZ, Rafael. 2019. «La escalera imperial del real monasterio de San Miguel de los Reyes de Valencia(1601-1603): Hipótesis de traza». *EGA Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica* 24(36)pp.36-47. Valencia

LÓPEZ MOZO, Ana. 2000. Las bóvedas de los sótanos de poniente del Monasterio de El Escorial. *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción.* Sevilla: Instituto Juan de Herrera, pp. 615-622.

2005. «Bóvedas cilíndricas en el Monasterio de El Escorial: dos ejemplos de lunetos». *Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, ed. Santiago Huerta Fernández, 667-677. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

2009. La construcción de bóvedas en piedra: El Escorial. *El arte de la piedra. Teoría y práctica de cantería*. Cuadernos de Investigación Nº 01. Madrid. Ceu Ediciones

2009. Bóvedas de piedra del Monasterio de El Escorial. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.

2011. Ovals for Any Given Proportion in Architecture: A layout possibly known in the Sixteenth Century. En *Nexus Network Journa*l 13, 569-599 (2011)

LÓPEZ MOZO, Ana, RABASA DÍAZ, Enrique, SOBRINO GONZÁLEZ, Miguel. 2011. «La línea en el control material de la forma». *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción.* Santiago de Compostela, 26-29 de octubre de 2011, vol. 1, 744-754. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

L'ORME, Philibert de. 1567. *Le premier tome de l'Architecture*. Paris: Federic Morel. Facs. París: Léonce Laget, 1988.

MARÍAS, Fernando. 1993. Trazas, trazas, trazas. Tipos y funciones del diseño arquitectónico. *Juan de Herrera y su influencia.* Santander: Universidad de Cantabria, pp. 351-360.

1986. Introducción . *Diego de Sagredo, Las Medidas del Romano.* Madrid: Dirección General de Bellas Artes y Archivos; Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales; Consejo General de Colegios Oficiales de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, pp. 5-138.

MARIÁTEGUI, Eduardo. 1876. *Glosario de algunos antiguos vocablos de Arquitectura y de sus artes auxiliares*. Imprenta del memorial de ingenieros. Madrid.

MARÍN, Rafael., LÓPEZ, M. C. 2018. «La escalera del Real Colegio Seminario de Corpus Christi de Valencia (1599-1601): hipótesis de traza». *Informes De La Construcción*, *70*(550), e257.

MARTÍNEZ DE ARANDA, Ginés. C. 1600. *Cerramientos y trazas de montea.*Manuscrito. Madrid. Biblioteca del Servicio Histórico del Ejército.

MARTÍNEZ DE LA TORRE, Fausto. 1745. *Tratado elemental de los cortes de cantería o arte de la montea. M. Simonin.* Imprenta viuda de Josef García. Madrid

MARTÍNEZ MURGUÍA, Manuel Antonio. 1884**.** *El arte en Santiago durante el siglo XVIII y noticia de los artistas que florecieron en dicha ciudad y centuria.* Madrid. Estab. tip. de Ricardo Fé.

MATALLANA, Mario. 1848. *Vocabulario de Arquitectura Civil.* Imprenta D. Francisco Rodríguez. Madrid.

MAZARRASA, Andrés Julián. c. 1750. Tratado de arquitectura. Ed. 1988. En: Mazarrasa Mowinckel, Olav;Fernández Herrera, Fernando. *Mazarrasa, maestros canteros y arquitectos de Trasmiera*. Santander: Colegio de Arquitectos.

MIGUEL SÁNCHEZ, Manuel de; Alberto LASTRA SEDANO, Ernesto Enrique ECHEVERRÍA VALIENTE, Enrique CASTAÑO PEREA, Enrique.2016. «El dibujo y las matemáticas. Una docencia integrada». En *16 Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica*. *El arquitecto, de la tradición al siglo XXI*. Madrid. Alcalá de Henares.

MILLIET DE CHALLES, Claude-François, S. I. 1674. *Cursus seu mundus mathematicus.* Lugduni. Apud Anissonios, Joan. Posuel & Claud. Rigaud, 1690. Biblioteca Virtual de Patrimonio Bibliográfico. Copia digital. Madrid : Ministerio de Cultura. Dirección General del Libro, Archivos y Bibliotecas, 2010.

MINISTERIO DE FOMENTO. 1852. Tablas de correspondencia recíproca entre las pesas y medidas .Gaceta de Madrid, 12-28, pp. 1-4.

MORAIS VALLEJO, Emilio. 2015. Vestigios góticos en la literatura arquitectónica del barroco. En *LIÑO 21. Revista Anual de Historia del Arte.* pp. 21-33 Universidad de Oviedo.

MONGE, Gaspar. 1746. *Géometrie Déscriptive. Leçons donnees aux Écoles Normales de l'an 3 de la Republique*. París. Baudouin.

1799. *Géométrie Descriptive*. Paris: Baudouin. Ed. facsimilar de la trad. esp. de 1803, Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos, 1996.

MORENO DOPAZO, Pablo. 2017. Trazas de montea y cortes de cantería en la obra de Rodrigo Gil de Hontañón. Tesis Doctoral. UPM.

NATIVIDAD VIVÓ, Pau. 2012. «Las pechinas de las bóvedas baídas en el manuscrito de Alonso de Vandelvira». *XI Congreso Internacional de Expresión Gráfica aplicada a la Edificación*, 321-328. Valencia: APEGA.

NAVARRO CAMALLONGA, Pablo. 2020. «Evolución técnica y de traza de las escaleras de patio tardomedievales». *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica,* 25(38), 52-63

NAVASCÚES PALACIO, Pedro. 1974. Estudio y edición crítica*. El libro de arquitectura de Hernán Ruiz el Joven.* Madrid: Escuela Ténica superior de Arquitectura de Madrid.

ORTEGA ROMERO, M. D. 1997. «La Iglesia de Nuestra Señora de la Angustia – San Fructuoso- en Santiago de Compostela», Cuaderno de estudios gallegos.Tomo XLIV fascículo 109 CSIC. Santiago .

ORTEGA SUCA, Antonio. 1991. *La catedral de Jaén. Unidad en el tiempo.* Colegio oficial de Arquitectos de Andalucía Oriental

PALACIOS GONZALO, José Carlos. 1986. «La estereotomía en el Renacimiento. El Escorial». *Fábricas y orden constructivo (La Construcción): IV Centenario del Monasterio del Escorial*. Madrid:

1987. «La estereotomía como fundamento constructivo del Renacimiento español». *Informes de la Construcción*, vol. 39 (389): 73–86.

1990. *Trazas y cortes de cantería en el Renacimiento Español,* Madrid, Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales.

2009. La construcción de la bóveda de crucería. *El arte de la piedra. Teoría y práctica de cantería*. Cuadernos de Investigación Nº 01. Madrid. Ceu Ediciones

2009. *La cantería medieval. La construcción de la bóveda gótica española.* Madrid: Munilla-Llería.

2013. «Las escaleras de piedra en el tratado de Alonso de Vandelvira». *Le scale a pietra a vista nel Mediterraneo*. Giuseppe Antila, María Mercedes Bares. Edizioni Caracol. Palermo.

2015. Estudio preliminar. *Libro de trazas de cortes de piedras de Alonso de Vandelvira. Copia manuscrita presentada por Bartolomé de Sombigo y Salcedo.* Madrid. Instituto Juan de Herrera. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid.

2019. «La estereotomía de la Catedral» *La Catedral. Ingeninum ut aedificare. Coord. Francisco Javier León y José María Goicolea.* Fundación Juanelo Turriano.

PALACIOS GONZALO, José Carlos, MARTÍN TALAVERANO, Rafael. 2011. «Geometric Tools in Juan De Álava's Stonecutting Workshop». *Nexus Network Journal* 13 (3): 535-568.

PALACIOS GONZALO, José Carlos, MORENO DOPAZO, Carlos. 2015. «Trazas de montea y cortes de cantería en la obra de Rodrigo Gil de Hontañón»*Actas del Noveno Congreso Nacional de Historia de la Construcción.* Segovia. Instituto Juan de Herrera.

PÉREZ COSTANTI, Pablo. 1930. *Diccionario de artistas que florecieron en Galicia durante los siglos XVI y XVII.* Santiago de Compostela, Seminario Central.

PÉREZ DE LOS RÍOS, Carmen. GARCÍA ALÍAS, Elena.2009. «Mathurin Jousse: preludio de la estereotomía moderna». *Actas del sexto Congreso Nacional de Historia de la Construcción.* Madrid. Instituto Juan de Herrera.

PÉREZ GUIPPINI, Ana P. 2000. «Archivo Histórico Diocesano. Marcas de Agua. Siglo XVIII» en *Marcas de agua en documentos de los archivos de Galicia. Siglo XVIII.* Coord. José L. Basanta Campos. Tomo V. Fundación Barrié.

PEROUSE DE MONTCLOS, Jean-Marie. 1983. *L'Architecture a la française.* París. Picard.

1988. «Présentation des traités», en Philibert de L'Orme, *Traités d'architecture.* París. Leonce Laget.

PINTO PUERTO, Francisco. 1998. El libro de cantería . *Hernán Ruiz II, Libro de arquitectura.* Sevilla: Fundación Sevillana de Electricidad, pp. 199-214.

2000. Transformaciones. DE la línea a la superficie. en Actas *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción.* Madrid. Instituto Juan de Herrera.

PITTONI, Battista. 1566. *Imprese di diversi Pricipi, duchi, signori, e d'altri personaggi et huomini illustri. Libro secondo,* Venecia.

PLO Y CAMIN, Antonio. 1767. *El Arquitecto práctico, civil, militar y agrimensor, dividido en tres libros.* Imprenta Pantaleón Aznar. Madrid.

PORTOR Y CASTRO, Juan. 1708. *Cuaderno de Arquitectura*. Manuscrito. Madrid. Biblioteca Nacional de España. (Mss/9114). Copia digital en Biblioteca Digital Hispánica de la BNE.

RABASA DÍAZ, Enrique. 1994. «Los arcos oblicuos en la traza de cantería», *Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica,* 1994, pp. 145-153. Universidad Politécnica de valencia.

1996 «Arcos esviados y puentes oblicuos. El pretexto de la estereotomía en el siglo XIX» OP 1996, pp. 18-29.

2000. *Forma y construcción en piedra. De la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX*. Madrid. Akal Ediciones.

2002.«La transmisión y el aprendizaje de la estereotomía de la piedra». *Ars Sacra, 22*.pp. 92-101

2007. *Guía práctica de la estereotomía de la piedra*. León: Editorial de los Oficios.

2007.«De lárt de Picapedrer (1653) de Joseph Gelabert, un manuscrito sobre estereotomía que recoge tradiciones góticas y renacentistas». *Actas del Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción* (Burgos, 2007), Madrid. Instituto Juan de Herrera vol. 1 pp. 745-754.

2009. «Soluciones innecesariamente complicadas en la estereotomía clásica». *El arte de la piedra. Teoría y práctica de la cantería*, 49-68. Madrid: CEU Ediciones.

2011. La Gournerie versus Monge. *Nexus Network Journa*l 13, 715-737 (2011)

2011. *El manuscrito de cantería de Joseph Gelabert*. Madrid. Fundación Juanelo Turriano.

2013. «Estereotomía: teoría y práctica, justificación y alarde». En I*nformes de la construcción*. nº65.2. CSIC.

2015. «Traza, descripción, razón. Lenguaje y grafismo en los tratados de corte de piedras». In *Teoría y Literatura Artística en España. Revisión historiográfica y estudios contemporáneos*, eds.Miguel Taín Guzmán, and Nuria Rodríguez Ortega, 459-494. Madrid: Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.

2020. Conceptos espaciales en los tratados de cortes de piedras. En GRILO, Fernando, Joana BALSA DE PINTO, Ricardo J. NUNES DA SILVA (coord.). *Da traça a edificação. A arquitetura dos séculos XV e XVI em Portugal e na Europa*. Lisboa: Theya ed./Artis, 2020

RABASA DÍAZ, Enrique; CALVO LÓPEZ, José. 2009. «Gothic and Renaissance Design Strategies in Stonecutting» . En: *Nowacki, Horst; Lefevre, Wolfgang, Creating shapes in civil and naval architecture. A cross-disciplinary comparison.* Leiden-Boston: Brill, pp. 167-191.

RABASA DÍAZ, Enrique; LÓPEZ MOZO, Ana. 2011. El Escorial. Estereotomía de la piedra*. El Escorial; historia, arte, ciencia y matemáticas.* Madrid: Ministerio de Educación, pp. 149-180.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. 1726-39. Diccionario de la lengua castellana. Imprenta de Francisco del Hierro. Madrid. Facsímil Diccionario de Autoridades. RAE. 2013.

REAL ACADEMIA DE BELLAS ARTES DE SAN FERNANDO: Archivo Azcárate de Vocabulario Artístico.link <http://www.vocabularioartistico.com>

REJÓN DE SILVA, Diego Antonio. 1788. *Diccionario de las Nobles Artes para Instrucción de los aficionados, y uso de los profesores....* Segovia: Antonio Espinosa.

REY CASTELAO, Ofelia. 1998. A Galicia clásica e barroca, Vigo: Galaxia.

RIBES, Joseph. 1708. Libre de trasas de viax y muntea. Barcelona

ROJAS, Cristóbal de. 1598. *Teórica y práctica de fortificación, conforme a las medidas de estos tiempos ...,* Madrid, Luis Sánchez. (Ed. facsímil en *Tres tratados sobre fortificación y milicia*, Madrid, CEHOPU,1985).

ROJAS, Cristóbal de. 1607. *Sumario de la milicia antigua y moderna,* (Ed. en *Tres tratados sobre fortificación y milicia*, Madrid, 1985, CEHOPU).

ROJAS, Cristóbal de. 1613. *Compendio y breve resolución de fortificación,* Madrid, Juan de Herrera, 1613 (Ed.facsímil en *Tres tratados sobre fortificación y milicia*, Madrid, 1985, CEHOPU).

ROSENTHAL, Earl E. 1961. *The Cathedral of Granada. A Study in the Spanish Renaissance.* Princeton University Press. Traducción español de Juan Santana Lario. *La Catedral de Granada.* 1990. Universidad de Granada.

1985. *The Palace of Charles V in Granada.* Princeton University Press. Tradución español de Pilar Vázquez Álvarez. *El palacio de Carlos V en Granada.* 1988. Alianza Forma. Madrid.

ROVIRA Y RABASSA, Antoni. 1897. Estereotomía de la Piedra. Barcelona. Provincial de Caridad.

RUIZ DE LA ROSA, José A. 1998. El libro de geometría en Hernán Ruiz II, libro de arquitectura. Sevilla. Fundación sevillana de electricidad.

RUIZ DE LA ROSA José A. y RODRÍGUEZ ESTEVEZ, Juan C. (2000). «Monteas en las azoteas de la Catedral de Sevilla: Análisis de los testimonios». En A*ctas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, ed. Santiago Huerta Fernández, 165 – 175. Madrid: Instituto Juan de Herrera. Vol. 2: 965 – 978.

RUIZ DE LA ROSA, José Antonio. AMPLIATO BRIONES, Antonio Luis. PINTO PUERTO, Francisco, RODRÍGUEZ ESTEVEZ, Juan Clemente. 2010. *La Prioral de el Puerto de Santa María. El proyecto gótico original.* Universidad de Sevilla.

RUIZ EL JOVEN, Hernán, *Libro de Arquitectura,* 1550, pp. 76 (Manuscrito c. 1550. Estudio y edición crítica por Pedro Navascués Palacio, Madrid, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, 1974).

SAKAROVITCH, Joël. 1998. Epures d'architecture. Basel-Boston-Berlin: Birkhäuser.

2009. From the Stone carver´s Techniques to Descriptive Geometry. *El arte de la piedra. Teoría y práctica de cantería*. Cuadernos de Investigación Nº 01.Madrid. Ceu Ediciones

SALCEDO GARCÍA, Macarena. 2017. Construcción pétrea en la Granada del Renacimiento. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cartagena.

SALCEDO GARCÍA Macarena. CALVO LÓPEZ, José. 2015. «Los primeros lunetos en cantería de los tiempos modernos: sobre la bóveda de la cripta del palacio de Carlos V en Granada» en *Actas del Noveno Congreso Nacional y Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción*. Madrid, I. Juan de Herrera.

2016. «La bóveda anular del palacio de Carlos V en Granada. Levantamiento y análisis constructivo». Revista EGA Expresión Gráfica Arquitectónica, vol. 21, nº 28, p. 52-59.

2018. «De la práctica constructiva a los textos de cantería. Los pasos abovedados en la cabecera de la catedral de Granada». *Revista EGA Expresión Gráfica Arquitectónica,*

SALCEDO GALERA, Macarena NATIVIDAD VIVÓ, Pau GARCÍA BAÑO, Ricardo CALVO LÓPEZ, José. (2021). El "Ochavo de La Guardia", ¿tórico o esférico?. *Informes de la Construcción* nº73. 561

SALMERÓN AVELLANEDA, Carmen. 2012. «Las trompas en el manuscrito llamado de Juan de Aguirre (BNE MSS 12744) » en XI Congreso Internacional de Expresión Gráfica Aplicada a la Edificación (12º: 2012: Valencia). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

2015. «Desarrollos teóricos y gráficos en el manuscrito de cantería atribuido a Juan de Aguirre (Biblioteca Nacional de España, Mss./12744)» En *Teoría y literatura artística en España*.p. 574-597. Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.

SÁNCHEZ GARCÍA, Jesús A.,YÁNEZ RODRIGUEZ, José M.,VÁZQUEZ CASTRO, Julio. TAÍN GUZMÁN, Miguel. 2009. *El Aparejador y su Profesión en Galicia. SAntiago de Compostela.* Consello Galego de Colexios de Aparejadores. Arquitectos Técnicos e Enxeñeiros de Edificación.

SAN NICOLÁS, Fray Laurencio de, *Arte y uso de Arquitectura,* s. l. [Madrid], Imprenta de Juan Sanchez. 1639 (Ed. facsímil, Valencia, Albatros, 1989).

SAN NICOLÁS, Fray Laurencio de, *Segunda parte del Arte y uso de Arquitectura,* s. l., s. e., 1665 (Ed. Facsímil,Valencia, Albatros, 1989).

SANJURJO ÁLVAREZ, Alberto. 2006. «The vis Saint Gilles Quarrée or the Caracol de Emperadores Cuadrado: a model frequently encountered in Spanish-french architectural treatises from the Modern Period» en *Proceedings of the Second International Congress on Construction History.* Exeter: Construction History Society.

2007.El caracol de Mallorca en los tratados de cantería españoles de la edad moderna. *Actas del Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Madrid, I. Juan de Herrera.

2008. La estereotomía de la piedra: renacimiento de un clásico en la enseñanza de la expresión gráfica. En *Actas del XII Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica.* Madrid

2009. «Historia y construcción de la escalera de caracol. El baile de la piedra». *El arte de la piedra. Teoría y práctica de cantería*. Cuadernos de Investigación Nº 01. Madrid. Ceu Ediciones

2010. «Otra mirada a la historia de la construcción de nuestras catedrales: los caracoles de piedra y su evolución». Semata. nº22

2013. «Experimentación geométrica y constructiva en piedra: algunos casos espaciales de escaleras de caracol». *Informes de la Construcción,* 65, Extra 2, pp. 35-48.

2016. *La escalera de caracol en los tratados de cantería españoles de la Edad Moderna y su presencia en el patrimonio construido hispánico: estudio geométrico y constructivo.* Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.

2017. «Las escaleras de caracol tardogóticas en el ámbito mediterráneo: diseño y construcción»-. En Obra Congrua. Instituto Juan de Herrera. pp. 299-308.

SENENT DOMÍNGUEZ, Rosa, PÉREZ DE LOS RÍOS, Carmen. 2013. *La construcción de la bóveda de arista rectangular en el tratado de Gelabert: teoría y práctica.* Informes de la Construcción Vol. 65, Nº EXTRA-2, 111-125, octubre 2013.

SENENT DOMÍNGUEZ, Rosa, Macarena SALCEDO GALERA, y José CALVO LÓPEZ. 2016. «Las bóvedas de la girola de la Catedral de Granada: ¿tradición constructiva o innovación renacentista?». En 1514, arquitectos tardogóticos en la encrucijada, 383-394. Sevilla: Universidad de Sevilla.

SENENT DOMÍNGUEZ, Rosa. 2016. *La deformación el tipo. Construcción de bóvedas no canónicas en España (siglos XVI - XVIII)*. P.517-549. UPM. Escuela Superior de Arquitectura de Madrid. Tesis doctoral

SOBRINO, Miguel. 2009. Catedrales: las desconocidas biografías de los grandes templos de España.. Madrid: La Esfera de los Libros.

TAÍN GUZMAN, Miguel. 1998. *Domingo de Andrade, maestro de obras de la catedral de Santiago. 1639-1712.* O Castro Sada. A Coruña.

1998. «El Testamento del arquitecto Clemente Fernández Sarela», C.E.G, Santiago de Compostela, t. 45, fasc. 110: pp. 177-194.

2003. «Las monteas de la catedral de Santiago de Compostela: de la arquitectura a la escultura». *Correspondencia e integración de las artes : 14º Congreso Nacional de Historia del Arte*, ed. de Juan Antonio Sánchez López, vol. 1: 509 - 522. Málaga: Ministerio de Educación Cultura y Deporte.

2003. The drawings on stone in Galicia: Types, uses and meanings . *Proceedingsof the First International Congress on Construction History.* Madrid: I. Juan de Herrera SEdHC; ETSAM; A. E. Benvenuto; COAM; F. Dragados, pp-1887-1898.

2009. La utilización de monteas en la construcción en piedra: El caso gallego .*El arte de la piedra.Teoría y práctica de cantería.* Madrid: CEU Ediciones, pp. 171-202.

2012. «El taller y la biblioteca del maestro de obras compostelano José de Seixas.» *Cuadernos de Estudios Gallegos.* 41. 263-276. CSIC.

TELLIA, Favio. 2011. « El tratado de estereotomía de Joseph Ribes, 1708». *Actas del Séptimo Congreso Nacional de Historia de la Construcción* (Santiago de Compostela, 2011), Madrid:. Instituto Juan de Herrera vol. 2 pp. 1413-1420.

2020. *El libre de traces de biaix y montea de Joseph Ribes.* Tesis doctoral. UPM. Escuela Técnica Su`perior de Arquitectura. Madrid.

TERREROS Y PANDO, Esteban. 1787. *Diccionario castellano con las voces de ciencias y artes y sus correspondientes en las tres lenguas francesa, latina é italiana*. Madrid: Imprenta de la Vda.de Ibarra, Hijos y Compañía.

TORIJA, Juan de. *Breve tratado de todo tipo de bóvedas así regulares como irregulares ...,* Madrid, Pablo de Val,1661 (Ed. facsímil Madrid, Albatros, 1981, con estudio preliminar de Genèvieve Barbé-Coquelin

TORNÉS, Antón. s. XVII-XVIII. *Libro de trazas de la arquitectura jacetana*. Huesca. Archivo Histórico Provincial de Huesca. Sección Archivos de Familias, sig. 71.

TORNÉS, Antón. s. XVII-XVIII. *Tratado de Arquitectura.* Archivo Histórico Provincial de Huesca. Sección de Archivos de Familias. sig. 83

TORREJÓN, Andrés. 1596. *Libro de antigüedades de Talavera, iglesia colegial, monasterios, parroquias, genealogías y varones ilustres que ha tenido armas, religión y letras.* Manuscrito. Mss 1498. Biblioteca Nacional de España.

TOSCA, Thomas Vicente, *Compendio mathematico: en que se contienen todas las materias mas principales de las ciencias que tratan de la cantidad....,* Valencia, Antonio Bordazar-Vicente Cabrera, 1707-1715. (Ed. facsímil del tratatado XV de la 2ª ed. de 1727, *Tratado de la Montea y cortes de cantería,* Valencia, Librería París-Valencia, 1992).

VALLADAR, Francisco de Paula. 1889. *Los "Anales de Granada", por Francisco Henríquez de Jorquera.* (Manuscrito de la Biblioteca Colombina): Informe presentado a la Excelentísima Diputación Provincial de Granada.

VALLS I SUBIRÁ, Oriol. *La historia del papel en España.* Empresa Nacional de Celulosa. 1978-1982

VANDELVIRA, Alonso de, *Libro de Traças de cortes de Piedras,* (Madrid, Biblioteca de la Escuela de Arquitectura, R -10. Original prob. entre 1575 y 1591. Copia del siglo XVII, de Bartolomé de Sombigo y Salcedo o un autor anterior. Ed. facsímil: *Tratado de arquitectura de Alonso de Vandelvira*, Albacete, Caja de Ahorros, 1977; incluye transcripción de Geneviève Barbé-Coquelin de Lisle).

VANDELVIRA, Alonso de, *Libro de cortes de cantería de Alonso de Vandeelvira, arquitecto, sacado a la luz y aumentado por Philipe Lázaro de Goiti ...,* 1580. Madrid, Biblioteca Nacional. Ms. 12.719. Original prob. entre 1575 y 1591. Copia del siglo XVII de Felipe Lázaro de Goiti).

VIEDMA GUZMÁN, Ángel. 2016. La vida religiosa en la villa de La Guardia (Jaén) durante la época del marquesado (siglos XVI-XIX), a través de sus documentos (III). El convento de Santa María Magdalena de la Cruz. Orden dominical conventual. *Boletín del Instituto de estudios Giennenses.* 213.pp. 157-227

VIGNOLA, Jacopo Barozzio. 1562. *Regola degli cinque ordine dell'architettura*. Roma, s. n

VIGNOLA, Jacopo Barozzio. 1593. *Regla de los cinco órdenes de arquitectura*, (repr. facsímil de la edición traducida del toscano por Patricio Cajés, Madrid, 1593), Albatros, Valencia, 1985, también: Fundación Cultural COAM, Madrid, 1994.

VIGO TRASANCOS, Alfredo. 1996. «El arquitecto jienense Ginés Martínez de Aranda y la Iglesia de San Martín Pinario en Santiago de Compostela». En *Norba: Revista de Arte XVI.* pp. 103-130. Universidad de Extremadura.

VILLARD DE HONNECOURT, *Cuaderno,* 1225 (1225-35. París, Bibliothèque Nationale, Ms. fr. 19093. Ed.facsímil en François Bucher, *Architector*, Nueva York, Abaris, 1979. Ed. facsímil, *Carnet de Villard de Honnecourt*, París, Stock, 1980. Ed. española, *Villard de Honnecourt. Cuaderno*, Madrid, Akal,1991).

VITRUVIO POLION, Marco. VITRUBIO POLION, Marco, *De Architectura libri decem,* (Manuscrito s. I. Tr. española de Joseph Ortiz y Sanz, *Architectura de M. Vitruvio Polion*, Madrid, Imprenta Real, 1787; tr. esp. de Agustín Blánquez, *Los diez libros de Arquitectura*, Barcelona, Iberia, 1995; tr. esp. de Jose Luis Oliver Domingo, *Los diez libros de Arquitectura*, Madrid, Alianza, 1995).

WETHEY, Harold. E. 1964. «Escaleras del primer renacimiento español». Archivo Español de Arte, t. 37 (148): 295-306. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

ZARAGOZÁ CATALÁN, Arturo. 1992. «El arte del corte de piedras en la arquitectura valenciana del cuatrocientos. Francesch Baldomary el inicio de la estereotomía moderna» en *Primer Congreso de Historia del Arte Valenciano*. Valencia. pp. 97-105

2008. El arte del corte de piedras en la arquitectura valenciana del cuatrocientos: Un estado de la cuestión . *Archivo de Arte Valenciano*, 89, pp. 333-356

2010 «Cuando la arista gobierna el aparejo: bóvedas aristadas». *Arquitectura en construcción en Europa en época medieval y moderna* . Amadeo Serra Desfilis (ed.) Valencia: Universitat de València, 2010, pp. 187-224.

2013. Las escaleras con bóveda continua de piedra: técnicas y significados. El episodio valenciano de la Edad Moderna. *Le scale in pietra a vista nel Mediterraneo*. Giuseppe Antila, María Mercedes Bares. Edizioni Caracol. Palermo.

ZARAGOZÁ CATALÁN, Arturo, CALVO LÓPEZ, José, NATIVIDAD VIVÓ, Pau. 2012. «Stereotomic Exchanges between Iberia and France in the 16th Century. Benoît Augier, Valencian Stairways and the Escalier de Toulouse». *Fourth International Congress on Construction History.* Paris

ZARAGOZÁ CATALÁN, Arturo, MARÍN SÁNCHEZ, Rafael, NAVARRO CAMALLONGA, Pablo. 2019. Escaleras con bóvedas de piedra en Valencia durante la Edad Moderna (SIGLOS XV-XVIII) En *Història de la ciutat de València VIII. Relat urbà.* Ajuntament de València.