



¿CÓMO SE TRAZA UNA IGLESIA GÓTICA? ALGUNAS CLAVES Y UN CASO CONCRETO

HOW TO TRACE A GOTHIC CHURCH? SOME KEYS AND A CASE STUDY

Antonio Jesús García Ortega

Pese a la amplia historiografía sobre la arquitectura gótica, todavía desconocemos muchos aspectos de cómo se concebía y diseñaba el edificio como conjunto. Los indicios apuntan en gran medida a un proceso *secuencial* que, partiendo de una idea general materializada en la *traza*, iba formalizando el organismo gótico a medida que se erigía. Concretamente, el estudio de una iglesia del contexto andaluz detecta un pragmático *modus operandi*, coherente con el proceso constructivo, y quizás bastante extendido. Para el diseño de su planta y elevaciones se utilizaron tramas ortogonales y construcciones geométricas sencillas, así como un mismo patrón dimensional en todo el edificio.

Palabras clave: Gótico; diseño; traza; geometría; iglesia

Although there are many studies about the Gothic architecture, we still don't know many aspects of the overall design of the building. Probably, the design process began with a general idea drawn in the trace, and later the building was designed at the same time that it was built. Particularly, the study of an Andalusian church detects a pragmatic modus operandi, linked to the construction process, and perhaps often used at the time. The building's ground-plans and elevations were designed using orthogonal grids, simple geometric tracings and the same metrical pattern for all the work.

Keywords: Gothic; design; trace; geometry; church





Aunque conservamos abundante documentación gótica, aún nos falta una idea clara y precisa de cómo se abordaba la concepción general del edificio: ¿cómo eran los primeros diseños?, ¿qué papel jugaban los tipos al uso?, ¿cómo se controlaba formalmente la planta?, ¿cómo erigir el organismo gótico a partir de ésta?, ¿cómo dimensionaban los maestros los principales elementos arquitectónicos? Cualquier respuesta a todo esto debería ser coherente con el *modus operandi* en el contexto de los oficios, sus conocimientos gráficos, así como con la lógica que imponían los procesos constructivos, cuestiones a menudo obviadas en las investigaciones. La presente, más allá del análisis de aspectos específicos, pretende abordar el edificio como conjunto, lo que permitiría contextualizar estudios más concretos o parciales. Para ello, partiendo de la propia documentación escrita y gráfica de la época, se analiza toda esta problemática en la arquitectura religiosa, aplicando posteriormente las hipótesis planteadas a un caso cuidadosamente seleccionado.

Traça

El diseño de la planta constituía el primer estadio proyectual, formalizándose en la *traça*, un dibujo que prácticamente constituía un modo autosuficiente de *pensar* la arquitectura (Bartoli 1978, p. 207). La misma podía ser muy esquemática, pero se fue enriqueciendo a medida que maduraba el gótico, representándose varios niveles superpuestos, huecos, abovedamientos, pináculos, etc. 1. Una vez aprobada por el comitente, con estacas y cuerdas se replanteaban en el terreno las principales líneas compositivas del edificio. A partir de entonces acompañaría a su construcción, sirviendo a los sucesivos maestros, que no obstante la consideraban un documento *vivo*, actualizable a la vez que avanzaba la fábrica 2.

Para la concreción de la planta de una iglesia, grande o pequeña, se contaba con esquemas gráficos circulantes, a veces en estrecha relación con soluciones tipológicas comprobadas y comúnmente admitidas 3. Los mismos podían ser muy flexibles, y susceptibles de crecer adicionando sectores, atendiendo a un entendimiento modular (Fig. 1) 4. Su control formal se apoyaba en tramas geométricas, frecuentemente ortogonales, que posicionaban por su eje los pilares u otros elementos interiores, un proceder documentado desde la antigüedad; en cambio, para los muros perimetrales no existía criterio fijo, aunque a medida que avanza el Medioevo parece generalizarse el control por su cara interior (Sunderland 1957). Esta hipótesis es compartida por importantes estudios 5 y es ratificada por documentos gráficos 6, contratos de obra 7, tratados 8, o incluso testimonios arqueológicos 9.

En el diseño intervenía también un patrón dimensional fijado a conveniencia 10, materializable en una ‘vara de

Although we retain abundant Gothic documentation, we still lack a clear and precise idea about how to approach the overall design of the building: How were the first designs?, how architectural types were used at the time?, what was the form control of the ground-plan?, how the Gothic building was constructed from this ground-plan?, how the masters sized the main architectural elements? Any answer to these questions should be consistent with the crafts’ *modus operandi*, with the graphical knowledge, as well as with the logic of the constructive processes; these issues are often overlooked in the literature. This paper studies the building as a whole. This should allow to contextualize more specific or partial studies. Based on the written and graphic documentation of the time, this whole problem is discussed in religious architecture, and then the hypotheses are applied to a carefully selected case.

Trace

The project began with the ground-plan design, the *trace*, a drawing that was enough in itself to *devise* the architecture (Bartoli 1978, p. 207). The trace could be very schematic, but it was enriched during the Gothic period, representing various superposed levels, window, vaults, pinnacles, etc. 1. Once the trace was approved by the promoter of the work, the main lines of the building were marked on the ground with stakes and strings. Thereafter, the drawing would be used through the construction process, serving to the successive masters; they considered it a *live* document, drawing the changes as the work advanced 2.

For the design of a church trace, the masters used very generalized graphic schemes, which were often related to checked typological and commonly accepted solutions 3. These graphical schemes could be very flexible, adjustable in size by adding sectors (Fig. 1) 4. The geometric patterns were used in the composition of the ground-plan. These patterns were often orthogonal grids, according to a documented practice since antiquity, the pillars and other interior elements were positioned by its axes. In contrast, there was no fixed criteria for positioning the perimeter walls, although the use of the inner side seems to be generalized during the Middle Ages (Sunderland 1957). This hypothesis is shared by important studies 5 and



1. Templo cisterciense de Villard (fol. 14v.).
2. Fachada, naves y cabecera de la iglesia parroquial de San Lorenzo (Córdoba).
3. Bóvedas ojivales del ábside lateral.

it is ratified by graphic documents **6**, construction contracts **7**, treatises **8**, and even archaeological evidence **9**. A dimensional pattern also intervened in the design, being marked in a 'yardstick' **10**. This pattern was determined as needed in each case, frequently using the measure units of the time. This approach allowed *to scale* the architecture, and even to independently modulate every space direction **11**. The architectural composition system thus generated was able to respond to the complexity of this architecture.

Raising the building

The foundation trenches of the Segovia Cathedral were excavated in 1525, and after a significant ritual, the Bishop 'put a silver medal with his face... and later Lime and Stone were poured over it. Then the officials raised the building' (ACS, G/60). This late testimony shows that the erection of the building by workers was understood as a subsequent task, thus being detached from its ideation. In this context, many of the determinations were postponed at the time of their implementation; the design was a phased process to be tackled while the erection of the work **12**.

Cabezas (2008, p. 84) warns that often the trace did not dimension the main vertical elements of the building. So the master '...should be able to design the pillars, and the arches with their pilasters, sizing thicknesses, heights, widths and lengths, with their backs to the trenches' (Masons Ordinances of Seville, facsimile Perez and Villanueva 1975, p. 150). For this purpose he used the dimensioning pattern established for the building and simple empirical rules, some of which were collected late in the treaties. These rules could consist of prearranged forms, being valid independently of size **13**. These forms dimensioned the *typical transverse section* of the architectural elements **14**. Thus the bases, capitals, moldings, etc. were not taken into account, and the foundations were understood as a simple widening (Lechler [1516] 1856, fol. 52r). According Cassanelli (1995, p. 16), the horizontal construction techniques, which raised uniformly throughout the building, declined from the thirteenth century; so many Gothic works begin by the church head, or by the gable end, or even by the perimeter walls. Although there were general designs of elevation and cutting



1

medir', y que podía obtenerse a partir de las propias unidades de medida de la época. Este proceder permitía *escalar* la arquitectura, e incluso modular independientemente cada una de las direcciones del espacio **11**, generándose todo un sistema compositivo capaz de responder a la complejidad del hecho arquitectónico.

Crece el edificio

Abiertas en 1525 las zanjas de los cimientos de la catedral segoviana, y tras un señalado ritual, el Obispo 'puso una medalla de Plata con su rostro al natural... y sobre ellas echaron Cal y Piedra. Los oficiales crecieron el edificio' (A.C.S., G/60). Este testimonio tardío refleja cómo el proceso de *crecer* el edificio se entendía como algo posterior y desvinculado de su concepción, y a cargo de los gremios de la construcción. En este contexto, muchas de las determinaciones se posponían al momento de su ejecución, dentro de un proceso *faseado* de diseño que transcurría en paralelo a la erección de la fábrica **12**.

Como advierte Cabezas (2008, p. 84), a menudo la *traça* no dimensionaba ni los propios arranques del edificio, haciendo necesario que el maestro '...fepa fazelle fus pilares, y arcos con

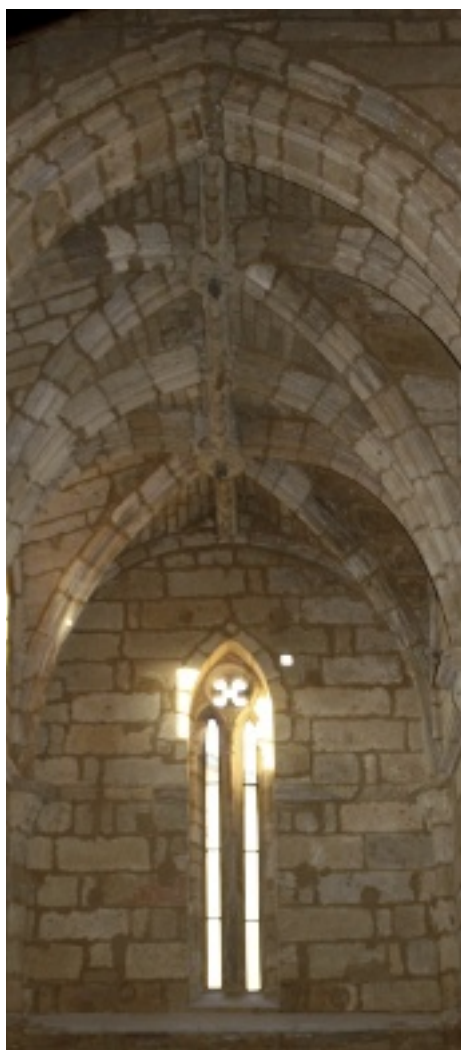
1. Villard's Cistercian church (p. 14v.).
2. Facade, aisles and apses of the San Lorenzo church (Córdoba).
3. Ribbed vaults of the side apse.

fus refponfiones dandole groffuras, y alturas, y anchuras, y longuras con fus refpaldos a las çanjas' (*Ordenanzas de alarifes de Sevilla*, facsimil Pérez y Villanueva 1975, p. 150). Para ello se apoyaba en el patrón dimensional establecido y en sencillas reglas empíricas, algunas recogidas tardíamente en los tratados. Éstas podían consistir en soluciones formales preestablecidas y válidas independientemente del tamaño **13**, que dimensionaban la *sección típica* de los elementos arquitectónicos **14**, obviando basas, capiteles, molduras... y entendiendo las cimentaciones como un simple engrosamiento (Lechler [1516] 1856, fol. 52r).

También debe considerarse que, según Cassanelli (1995, p. 16), desde el siglo XIII decaen las técnicas de construcción *en horizontal*, que levantaban uniformemente todo el edificio; así, muchas fábricas góticas priorizan la cabecera, la fachada de los pies, o incluso todo el perímetro mural. Aunque existían dibujos generales de alzado y sección, se detecta cierta autonomía entre el diseño de los elementos verticales y el de las soluciones de cubierta, fomentada por el entendimiento formal y constructivo de las últimas. Así, alcanzado el nivel de capiteles y cornisas, se emprendían arcos y bóvedas atendiendo a criterios propios, que aprovechaban las ventajas del arco apuntado: con un mismo radio de curvatura se podían resolver distintos luces o alturas de clave, permitiendo la estandarización de dovelas y la reutilización de cimbras. No obstante, los arcos cruceros de las bóvedas solían ser semicirculares, apuntándose los formeros y perpiñones para alcanzar la altura deseada, y constituyendo todos ellos las curvas directrices para la plementería de cada sector abovedado (Gómez 2009; Carrasco y Millán 2006).



2



3

El *modus operandi* de un caso concreto

El templo parroquial de San Lorenzo, comenzado en Córdoba a finales del siglo XIII, es un edificio de gran sencillez formal, tipológica y constructiva; su pequeño tamaño, además, acortaría el tiempo de construcción, redundando en su homogeneidad (Fig. 2) 15. Tiene una cabecera triabsidiada con bóvedas ojivales, y tres naves con arquerías constituidas por un doble nivel de arcos, que sustentan ligeras cubiertas de madera (Fig. 3). A los pies se incorporó un alminar, rematado en 1555 por un bello campanario de Hernán Ruiz *el joven* 16.

Éste, y la mezquita preexistente, condicionan las obras, que levantan anticipada y autónomamente la cabecera (Fig. 4) 17. Su planta se debió de replantear mediante una sencilla trama ortogonal de anchuras $[(6/10/6) \times P]$, y $[8 \times P]$ en profundidad, siendo el patrón métrico (P) la vara burgalesa (83,59 cm., ó 3 pies de 27,86 cm.). Esta retícula controlaría la cara interior de los muros absidiales perimetrales y el eje de los interiores. Tras asignarles un espesor medio de 108 cm. (4

building, we can detect some autonomy between the design of the vertical elements and the roof, motivated by the constructive understanding and the shape conception. Thus, once reached the capital and cornice level, the arches and vaults were started attending to their own criteria, which took advantage of the benefits of the pointed arch: different lights or keystone heights could be resolved with the same radius of curvature, which facilitated the standardization of the dowels and the reuse of formwork. However, the main diagonal arches of the vaults were usually semicircular, and the others were pointed to the necessary height; all of them were used as guideline curves for the dowels of each vaulted sector (Gómez 2009, Carrasco and Millán 2006).

The *modus operandi* of a study case

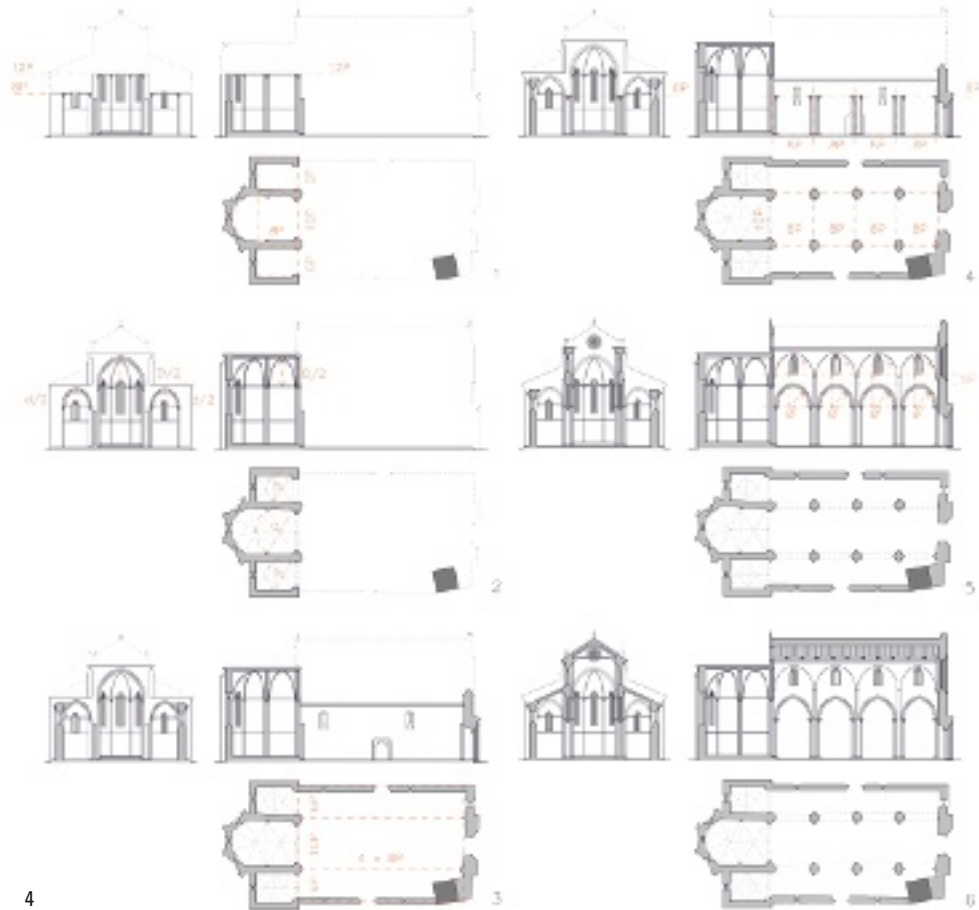
The San Lorenzo church was started to build in Córdoba in the late thirteenth century. It is a building of a great typological, constructive and form simplicity; also, because of its small size, the construction period of time should be reduced, which increased its homogeneity (Fig. 2) 15. The church has a three-apses head with ribbed vaults, and three aisles with arcades formed by two levels of arches, that supported light wooden covers (Fig. 3). A minaret was incorporated in the gable end, to which a beautiful bell tower was added in 1555, designed by Hernán Ruiz *the young* 16.

The minaret and the preexistent mosque would condition the works, raising first the church head (Fig. 4) 17. The ground-plan should have being staked by a simple orthogonal grid; the widths would be $[(6/10/6) \times P]$ and the length $[8 \times P]$, the metrical pattern (P) being the yardstick of Burgos (83.59 cm, or three feet of 27.86 cm). This grid was used to position the inner perimeter of the apse walls and the axis of the interior walls. These walls were dimensioned with an average thickness of 108 cm (four feet). Subsequently, the major chapel half-octagon was traced, giving a double proportion to its buttresses $[84 \times 162 \text{ cm}]$ (P and $[2 \times P]$) 18. Its walls rose to 1005 cm $[12 \times P]$, leaving the side ones at 675 cm $[8 \times P]$. After that, the Gothic vaults would be constructed, starting with the semicircular *diagonal* arches 19; the rest, including the access arches to the apses, were pointed to match the height of the keys, which were united by the characteristic *espinazo* nerve of Burgos.

The same grid was used to trace the rest of the church, but the aisles were constricted to integrate the minaret (Fig. 5). The perimeter wall was the first to be built, with a length (2676 cm) coincident almost exactly with the theoretical of four sections $[8 \times P]$; after that, the pillars were staked from the church head to the gable end. Here a section remained, being something lower than the others, which shows the process. The walls are also four feet, increasing the gable end in one more (141 cm); the pillars consist of square shanks of 120 cm side $[1.5 \times P]$, with pilasters and lateral columns.

These pillars were raised to 661 cm $[8 \times P]$, a value almost coincident with the distance between their axes (average 664 cm). The pointed arches start from their capitals, with thickness being equal that of the pillar core 20, and with an average radius of curvature of 327 cm $[4 \times P]$ 21. The upper arches start a yardstick (P) over their keystones, with their centers in the same vertical and an increased radius to encompass the distance between pilasters. The resulting arcade determined the basilica composition of the three aisles. This meant that the heights of the aisles and of the gable end were subsidiaries. Additionally, wooden structures rested on these stonework walls in the center aisle, being a simple inclined roof in the aisles (Fig. 6) 22.

4. Trazado, metrología y construcción del edificio: 1. Muros absidiales y alminar preexistente. 2. Bóvedas ojivales. 3. Perímetro mural de las naves. 4. Pilares. 5. Sistemas de arcos inferior y superior. 6. Cubiertas de madera.



4. Tracing, metrology and construction of the building: 1. Apse walls and preexistent minaret. 2. Ribbed vaults. 3. Perimeter wall of the aisles. 4. Pillars. 5. Systems of upper and lower arches. 6. Wooden roofs.

pies), se trazaría el semioctógono de la capilla mayor, dando a sus contrafuertes una sección dupla de $[84 \times 162 \text{ cm.}]$ (P y $[2 \times P]$) 18. Sus muros se elevaron hasta los 1005 cm. $[12 \times P]$, quedando en 675 cm. los laterales $[8 \times P]$, tras lo cual se voltearían las bóvedas ojivales, partiendo de arcos cruceros semicirculares 19; el resto, incluyendo los arcos torales de acceso a los ábsides, se apuntaron hasta igualar la altura de las claves, unidas por el característico *nervio de espinazo* burgalés.

Para las naves se partió de la misma trama, estrechándose no obstante las laterales para integrar el alminar (Fig. 5). Primeramente se conformaría el pe-

rímetro mural, cuya longitud (2676 cm.) responde casi exactamente a lo teórico, cuatro tramos de $[8 \times P]$; tras ello se replantarían los pilares desde la cabecera a los pies, donde queda un tramo algo menor, como un resto que evidencia el proceder aplicado. Los muros son también de 4 pies, incrementándose en uno más en el hastial (141 cm.), y los pilares constan de fustes cuadrados de lado 120 cm. $[1,5 \times P]$, con pilastras y columnas laterales.

Estos pilares se levantaron hasta los 661 cm. $[8 \times P]$, un valor casi coincidente con la luz intereje (media de 664 cm.). De sus capiteles parten arcos apuntados, cuyo grosor asume el del



5. Alminar islámico y arquería de la nave.

5. Islamic minaret and arcade.



Conclusions

The Gothic *modus operandi* was different in each time and place, and with particular features for each building. However, some basic principles are clearly detected. The trace was a fundamental drawing for the project process, gradually increasing its content and conceptual complexity. It allowed a general design of the building, although in different phases linked to the construction process. After a drawing of the building on the ground, it was started to build; in this process, the form, the geometry and the constructive aspects were closely interrelated. The metrical pattern of the building was a powerful tool. The Gothic builder applied it in the ground-plan and building elevations, sizing the spaces and the main architectural elements. Therefore, we can consider alike buildings of very different sizes, due to the different modules taken in each case.

The San Lorenzo church has been analyzed with these bases. We detect in it a design process adapted to the construction, but with an overall coherence. The same yardstick was used throughout the building. The masters also used simple grids and geometric constructions, simple and low numbers, and traditional proportions in architecture. Above all, these design tools were designed for the resolution and the shape control of the architecture, and not the other way round. Also, because of its pragmatism and flexibility, they might be used for a long time, and in many geographical locations. Therefore, they could be used in many Gothic buildings with Castilian influence, with which the studied church shares many characteristics. ■

NOTES

1 / This can be verified in towers designed with the *quadrature method*, in some late Gothic church plans (Koepp 1969, lam. 258) and in traces, as the Hontañón's ones of the Segovia Cathedral (1523 and 1529).

2 / A parchment was often used, allowing to scratch and to redraw a new tracing.

3 / For example, the plane of the Saint Gall monastery (ninth century), or the Rodrigo Gil de Hontañón's late temples, which are drawn in the Garcia's Compendium (1681, fol. 12-15).

4 / D'Honnecourt (XIII century, fol. 14v.) generates its Cistercian church with a grid of squares, which is able to increase longitudinally; his unfinished lines and the omission of facade buttresses evidence this.

5 / For example, the Karge's study (1995, p. 72) about the Burgos Cathedral, or the Pinto's one (2007, p. 39) about the Seville Cathedral.



6 / Some plants studied by Bucher (1968) omit even the perimeter wall, showing an graphical economy which was already evident in the Villard's church; see also the ground-plans collected by Koepf (1969, lam this. 194 and 335), or the Hontañón's church with five aisles (García 1681, fol. 12).

7 / The dimensions of the Segovia Cathedral library were stipulated with Juan Gil de Hontañón in 1509, specifying that they 'are referred to the inside' (Segovia Cathedral Archive (hereafter ACS) G/63).

8 / Lechler ([1516] 1856, fol. 44-45v) proportions the aisles dividing 'the inside in four parts, being the aisle width a part of them'.

9 / In the Seville Cathedral the pillar axes are marked on a hidden tiling, on the foundation, called the 'lineament and squared'; and likewise the inside of the perimeter walls is marked (Pinto 2007, p. 230).

10 / In the late Gothic German treaties the pattern is the thickness of the choir wall, of which the spaces, building elements and templates are obtained (Anonymous, fifteenth century, Lechler [1516] 1856).

11 / In the Charlieu and Anzy le Duc's plants (XI century) a seven feet module was longitudinally used, and transversely another four feet (Sunderland 1957). Also, to vertically build the Milan Duomo (1391), Stornaloco proposed an eight *braccia* module horizontally, and a seven one vertically (Ackerman 1949).

12 / This design process is well known in the Seville Cathedral (Ruiz and Rodríguez 2003).

13 / This procedure was unthinking and mistaken but it gave acceptable results in most of the masonry works.

14 / Enrique Egas reaffirms the size of the Segovia Cathedral pillars in 1532: 'thirteen feet thick at the *byvo* without the widening of the *sotobasas*' (ACS, G/61). Cabezas (2008, p. 84) indicates that a similar criteria for the walls was still used in the sixteenth century.

15 / The church is included in the parochial system of Córdoba, a homogeneous group, built in magnificent stonework, and with demonstrated important similarities. Their ground-plans were generated by orthogonal grids, which are modulated by the yardstick of Burgos (García 2002).

16 / The funerary chapels and the attached portico are not considered in this research, because they correspond to later additions.

17 / The center aisle rests, disassociated, in the major chapel, as we can see outside the building. Furthermore, this center aisle is built with stonework, while the aisles are constructed with rough stone work, and they are narrower than the church head.

18 / We adopt for the study of the buttresses the implicit criteria in D'Honnecourt (XIII century, fol. 14v.), who considers its full *mechanical dimension*, including the wall thickness. However, the buttresses could also be considered a protrusion of the wall (Huerta, 2007, pp. 522-523).

19 / Therefore, the radius of curvature depends dimensionally and metrologically of the ground-plan tracing.

20 / This criteria has been documented in the German late Gothic (Huerta 2007, p. 522).

21 / Due to the constructive standardization, the radii do not change although the clearance and the height of each arc vary slightly. Carrasco and Millán (2006) detect the same procedure in the Catalan Gothic.

22 / The wooden roofs of the San Lorenzo church, and of the rest of Cordovan parish churches, have been studied already by Blanco (2007).

References

- ACKERMAN, J., 1949. 'Ars sine scientia nihil est: Gothic theory of Architecture at the Cathedral of Milan'. *Art Bulletin*, nº 31, pp. 84-111.
- Anonymous, XVth century. *Von des Chores Ma? und Gerechtigkeit*. (Copy by Stieglitz, Chr. L., 1820. Leipzig: Fleischer).

6. Hastial principal, arquerías y cubierta lúnea.

6. Gable end, arcade and wooden roof.



6

núcleo del pilar **20**, y con un radio de curvatura medio de 327 cm. [4xP] **21**. Una vara (P) por encima de sus claves arrancan los arcos superiores, con centros en la misma vertical y un radio incrementado hasta abarcar la luz libre entre pilastras. La arquería resultante determinaba la conformación basilical del cuerpo de naves, convirtiendo en subsidiarias las alturas de las laterales y del hastial. Sobre este gran organismo de sillería apoyaban armaduras de par y nudillo en la nave central, y de colgadizo en las laterales (Fig. 6) **22**.

Conclusiones

El *modus operandi* gótico, aun con aspectos y métodos muy generalizados, sería diferente en cada momento y lugar, y con particularidades para cada

edificio. No obstante, se traslucen algunos principios básicos. A nivel proyectual es indiscutible el protagonismo de la *tracça*, un dibujo que paulatinamente acumuló determinaciones, ganando en potencialidad y riqueza conceptual. La misma permitía, aun sin perder cierto entendimiento unitario del edificio, posponer numerosas decisiones, desembocando en un diseño *faseado*, coherente con el propio proceso edilicio. Tras un replanteo en el terreno, se procedía a *crecer* el edificio, tarea en la que forma, geometría y resolución constructiva iban muy ligadas.

En todo ello, el patrón métrico del edificio se trasluce como una potente herramienta. El constructor gótico le otorga la máxima validez y lo aplica en la planta y elevaciones del edificio, dimensionando espacios y los principales elementos arquitectónicos. Este proceder permitiría considerar semejantes a edificios de muy dispar tamaño, afectados tan sólo por cambios de escala, según el módulo adoptado.

Con estas bases se ha analizado la iglesia de San Lorenzo, detectándose un proceso de diseño que se adecua al constructivo, pero sin perder una coherencia general. En todo el edificio se utilizó una misma *vara*, así como tramas y construcciones geométricas simples, regidas por números sencillos y bajos que derivaban en proporciones de larga tradición. Estos recursos, ante todo, estaban al servicio de la resolución y control formal de la arquitectura, y no al revés. También, por su pragmatismo y versatilidad debieron de tener amplia difusión y vigencia temporal, pudiendo operar en multitud de edificios del gótico de ascendencia castellana, con los que, a primera vista, nuestra iglesia comparte numerosas características. ■



NOTAS

- 1 / Se comprueba en torres diseñadas con el *método de la cuadratura*, en planos de iglesias tardogóticas (Koeppf 1969, lam. 258), o en *trazas* como las de los Hontañón para la catedral segoviana (1523 y 1529).
- 2 / El soporte solía ser un pergamino, que permitía raspar y redibujar un nuevo trazado.
- 3 / Recuérdese el plano del monasterio de Saint Gall (siglo IX), o los tardíos templos de Rodrigo Gil de Hontañón en el *Compendio* de García (1681, fol. 12-15).
- 4 / D'Honnecourt (siglo XIII, fol. 14v.) genera su *templo cisterciense* con una trama de cuadrados capaz de crecer longitudinalmente, como evidencian sus trazos inacabados y la omisión de los contrafuertes de fachada.
- 5 / Por ejemplo, el de Karge (1995, p. 72) de la catedral burgalesa, o Pinto (2007, p. 39) para la sevillana.
- 6 / Algunas plantas estudiadas por Bucher (1968) omiten incluso el muro perimetral, con una economía gráfica ya patente en el templo de Villard; véanse también las recogidas por Koeppf (1969, lam. 194 y 335), o el templo de cinco naves de Hontañón (García 1681, fol. 12).
- 7 / En 1509 se estipulan con Juan Gil de Hontañón las dimensiones de la librería de la catedral segoviana, que 'se entyenden por la parte de dentro del hueco' (Archivo Catedral Segovia (en adelante, A.C.S.) G/63).
- 8 / Lechler ([1516] 1856, fol. 44-45v) proporciona las naves dividiendo 'la obra en el interior en cuatro partes de luz, y tan ancho como una parte, así de ancha debe ser la nave lateral'.
- 9 / En la catedral sevillana los ejes de pilares se marcan en una solería perdida sobre el cimientado, de 'lineamiento y escuadrado', así como la cara interior de los muros perimetrales (Pinto 2007, p. 230).
- 10 / En los tratados tardogóticos alemanes el módulo es el espesor del muro del coro, del que derivan espacios, elementos y plantillas del edificio (Anónimo, siglo XV; Lechler [1516] 1856).
- 11 / En las plantas de Charlietou y Anzy-le-Duc (siglo XI) se utiliza longitudinalmente un módulo de siete pies y de cuatro para las anchuras (Sunderland 1957). También, para levantar el *duomo* milanés (1391), Stornaloco propuso un módulo de ocho *braccia* horizontalmente y de siete en vertical (Ackerman 1949).
- 12 / Este proceso es bien conocido en la catedral sevillana (Ruiz y Rodríguez 2003).
- 13 / Este proceder, aunque irreflexivo y equivocado en sus fundamentos, solía conducir a resultados aceptables en la mayoría de las obras de fábrica.
- 14 / En 1532 Enrique Egas refrenda así la dimensión de los pilares de la catedral de Segovia: 'treze pies de grueso en el byvo syn la salida de las sotobasas' (A.C.S., G/61). Cabezas (2008, p. 84) señala que en el siglo XVI aún operaba un criterio análogo para los muros.
- 15 / Pertenece al sistema parroquial cordobés, un colectivo homogéneo, construido en magnífica sillería, y con fuertes analogías demostradas. Sus plantas se generaban mediante tramas ortogonales modulables con la *vara de Burgos* (García 2002).
- 16 / No se consideran en el estudio las capillas funerarias ni el pórtico de fachada, añadidos posteriormente.
- 17 / Exteriormente se aprecia cómo la nave central apoya, sin traba, en la capilla mayor. Además, ésta es de sillería, mientras que las naves laterales son mampostería, y reducen su anchura respecto a la cabecera.
- 18 / En los contrafuertes se adopta el criterio que subyace en D'Honnecourt (siglo XIII, fol. 14v.), que considera su *dimensión mecánica* total, incluyendo el espesor del muro. Sin embargo, también está documentado el entendimiento como un mero resalte del muro (Huerta 2007, pp. 522-523).
- 19 / Por ello, dimensional y metrológicamente su radio de curvatura es subsidiario del trazado de la planta.
- 20 / Es un criterio documentado en el tardogótico alemán (Huerta 2007, p. 522).
- 21 / En aras de la estandarización constructiva, los radios se mantienen pese a pequeños cambios en la luz libre y la flecha de cada arco. Carrasco y Millán (2006) detectan el mismo proceder en el gótico catalán.
- 22 / Las cubiertas lígneas de San Lorenzo, y del resto de parroquias cordobesas, han sido ya estudiadas por Blanco (2007).

Referencias

- ACKERMAN, J., 1949. 'Ars sine scientia nihil est: Gothic theory of Architecture at the Cathedral of Milan'. *Art Bulletin*, nº 31, pp. 84-111.
- Anónimo, siglo XV. *Von des Chores Ma? und Gerechtheit*. (Copia de Stieglitz, Chr. L., 1820. Leipzig: Fleischer).
- BARTOLI, M. T., 1978. 'Ichnographia Orthographia, Scaenographia'. *Studi e Documenti di Architettura*, nº 8, pp. 197-208.
- BLANCO, R., 2007. 'Cubiertas de madera de las iglesias fernandinas de Córdoba'. *Informes de la Construcción*, vol. 59, nº 507, pp. 33-41, doi: 10.3989/ic.2007.v59.i507.530.
- BUCHER, F., 1968. 'Design in Gothic architecture: a preliminary assessment'. *Journal of the Society of Architectural Historians*, XXVII, 1, pp. 49-71.
- CABEZAS, L., 2008. *El dibujo como invención: idear, construir, dibujar*. Madrid: Cátedra.
- CARRASCO, J. y MILLÁN, A., 2006. *La estructura gótica catalana: Sobre los conceptos de medida y espacio. El problema de la forma de la cubierta*. Barcelona: Fecsa-Endesa.
- CASSANELLI, R. (ed.), 1995. *Talleres de Arquitectura en la Edad Media*. Barcelona: Moleiro.
- D'HONNECOURT, V., siglo XIII. *Cuaderno de notas*. Ms. fr 19093. Biblioteca Nacional, París.
- GARCÍA, A. J., 2002. 'Las parroquias medievales cordobesas. Su traza a la luz de Villard'. *EGA*, nº 7, pp. 27-35.
- GARCÍA, S., 1681. *Compendio de Architectura y Simetría de los Templos conforme a la medida del cuerpo humano con algunas demostraciones de Geometría. Recoxido de diversos Autores Naturales y Estrangeros*. Ms. 8.884, Biblioteca Nacional, Madrid.
- GÓMEZ, J. C., 2009. *Cul de lampe: Adaptación y disolución del gótico en el Reino de Sevilla*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- HUERTA, S., 2007. 'Las reglas estructurales del gótico tardío alemán'. *Actas del Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, vol. II, pp. 519-532.
- KARGE, H., 1995. *La catedral de Burgos y la arquitectura del siglo XIII en Francia y España*. Valladolid: Junta de Castilla y León.
- KOEPPF, H., 1969. *Die Gotischen Planrisse der Wiener Sammlungen*. Wien: Hermann Böhlaus Nachf.
- LECHLER, L., [1516] 1856. *Unterweisung*. Ms copia en Colonia Stadtbibliothek, Colonia.
- PÉREZ, V. y VILLANUEVA, F., 1975. *Ordenanzas de Sevilla. Año 1632*. Re edición crítica y facsímil, Sevilla: OTAISA.
- PINTO, F., 2007. 'Fábrica y forma del templo gótico', en *La Catedral gótica de Sevilla. Fundación y fábrica de la obra nueva*. Sevilla: Universidad de Sevilla, pp. 209-295.
- RUIZ, J. A. y RODRÍGUEZ J. C., 2003. 'Trazas de un arquitecto medieval. Monteas para la catedral de Sevilla'. *Ra*, nº 5, pp. 105-114.
- SUNDERLAND, E., 1957. 'More Analogies between Charlietou and Anzy-le-Duc'. *Journal of the Society of Architectural Historians*, XVI, nº 3, pp. 16-21.

- BARTOLI, M. T., 1978. 'Ichnographia Orthographia, Scaenographia'. *Studi e Documenti di Architettura*, nº 8, pp. 197-208.
- BLANCO, R., 2007. 'Cubiertas de madera de las iglesias fernandinas de Córdoba'. *Informes de la Construcción*, vol. 59, nº 507, pp. 33-41, doi: 10.3989/ic.2007.v59.i507.530.
- BUCHER, F., 1968. 'Design in Gothic architecture: a preliminary assessment'. *Journal of the Society of Architectural Historians*, XXVII, 1, pp. 49-71.
- CABEZAS, L., 2008. *El dibujo como invención: idear, construir, dibujar*. Madrid: Cátedra.
- CARRASCO, J. y MILLÁN, A., 2006. *La estructura gótica catalana: Sobre los conceptos de medida y espacio. El problema de la forma de la cubierta*. Barcelona: Fecsa-Endesa.
- CASSANELLI, R. (ed.), 1995. *Talleres de Arquitectura en la Edad Media*. Barcelona: Moleiro.
- D'HONNECOURT, V., XIIIth century. *Cuaderno de notas*. Ms. fr 19093. Biblioteca Nacional, París.
- GARCÍA, A. J., 2002. 'Las parroquias medievales cordobesas. Su traza a la luz de Villard'. *EGA*, nº 7, pp. 27-35.
- GARCÍA, S., 1681. *Compendio de Architectura y Simetría de los Templos conforme a la medida del cuerpo humano con algunas demostraciones de Geometría. Recoxido de diversos Autores Naturales y Estrangeros*. Ms. 8.884, Biblioteca Nacional, Madrid.
- GÓMEZ, J. C., 2009. *Cul de lampe: Adaptación y disolución del gótico en el Reino de Sevilla*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- HUERTA, S., 2007. 'Las reglas estructurales del gótico tardío alemán'. *Actas del Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, vol. II, pp. 519-532.
- KARGE, H., 1995. *La catedral de Burgos y la arquitectura del siglo XIII en Francia y España*. Valladolid: Junta de Castilla y León.
- KOEPPF, H., 1969. *Die Gotischen Planrisse der Wiener Sammlungen*. Wien: Hermann Böhlaus Nachf.
- LECHLER, L., [1516] 1856. *Unterweisung*. Ms transcript in Colonia Stadtbibliothek, Colonia.
- PÉREZ, V. y VILLANUEVA, F., 1975. *Ordenanzas de Sevilla. Año 1632*. Critical re-edition and facsímil, Sevilla: OTAISA.
- PINTO, F., 2007. 'Fábrica y forma del templo gótico', en *La Catedral gótica de Sevilla. Fundación y fábrica de la obra nueva*. Sevilla: Universidad de Sevilla, pp. 209-295.
- RUIZ, J. A. y RODRÍGUEZ J. C., 2003. 'Trazas de un arquitecto medieval. Monteas para la catedral de Sevilla'. *Ra*, nº 5, pp. 105-114.
- SUNDERLAND, E., 1957. 'More Analogies between Charlietou and Anzy-le-Duc'. *Journal of the Society of Architectural Historians*, XVI, nº 3, pp. 16-21.

