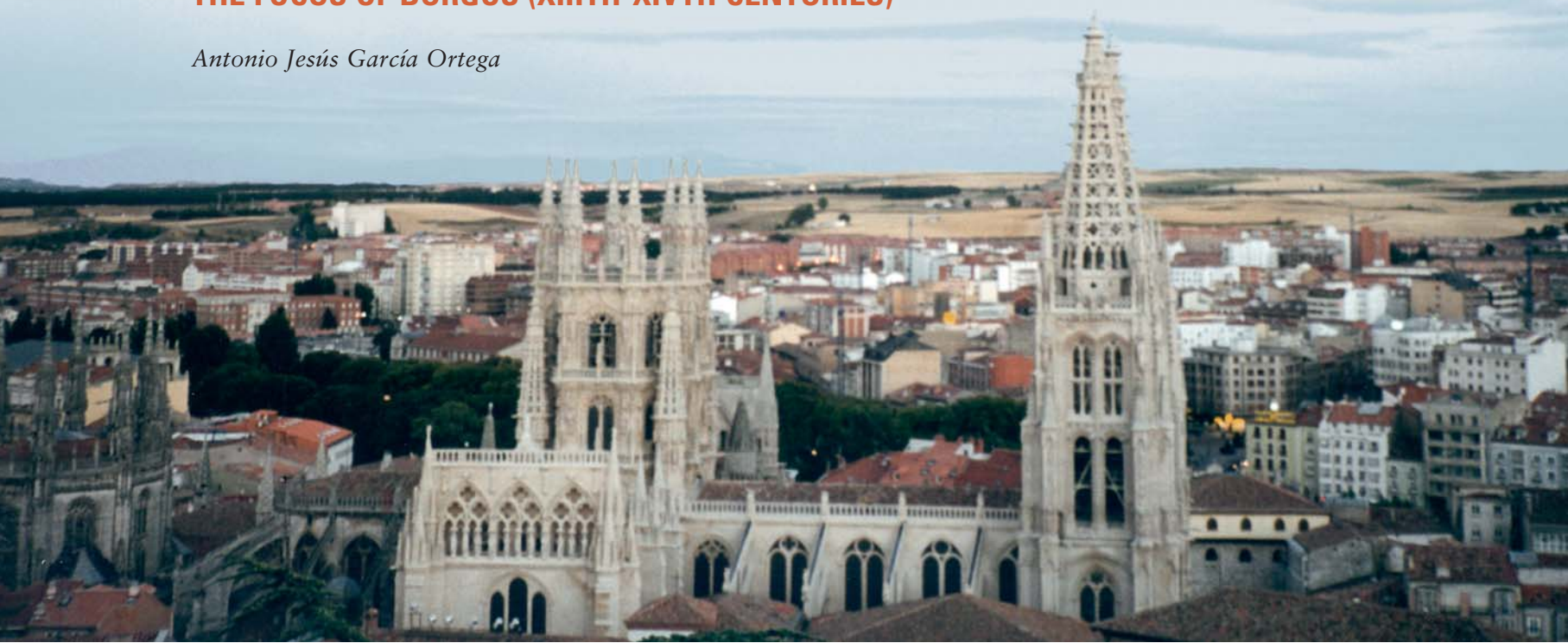


TIPO, TAMAÑO Y MEDIDA EN LA ARQUITECTURA GÓTICA. EL FOCO BURGALÉS (SS. XIII-XIV)

TYOLOGY, SIZE AND MEASUREMENT OF THE GOTHIC ARCHITECTURE. THE FOCUS OF BURGOS (XIII-XIV CENTURIES)

Antonio Jesús García Ortega



La gran actividad de los talleres burgaleses originados en las fábricas catedralicia y de *Las Huelgas*, dio lugar a numerosas iglesias, repartidas por vastos territorios. Sus afinidades ofrecen una inestimable oportunidad para estudiar algunos aspectos íntimamente ligados al proyecto arquitectónico: tipología, dimensión y medida, trazado, geometría, proporciones, etc. El análisis de las plantas detecta tres escalas edilicias, resolubles con una tipología flexible y sencillas reglas métricas y

formales, unas cualidades que propiciarían la difusión y permanencia de esta arquitectura en la España gótica.

Palabras clave: Catedral, Las Huelgas, Burgos

The stonemason groups originated in the construction of the Burgos cathedral and Las Huelgas built numerous churches, spread over many locations. Their great similarities are an invaluable opportunity to

study some aspects of the architectural project: typology, size and measurement, design, geometry, proportions, etc. The analysis of the buildings' ground-plan reveals three architectural scales. These are obtained using a versatile typology and simple metric and formal rules. These characteristics should have facilitated the large geographical and temporal distribution of this architecture in the Spanish Gothic.

Keywords: Cathedral, Las Huelgas, Burgos



< 1. Catedral de Burgos.
1. Cathedral of Burgos.

La construcción de la catedral de Burgos supuso un trascendental avance del gótico en la península. Este edificio, sobresaliendo entre las otras grandes fábricas del momento, ejerció una vasta influencia sobre la arquitectura castellana de los siglos XIII y XIV, desde el Cantábrico hasta los nuevos territorios del sur (Fig. 1). Esto evidencia, junto al éxito de las nuevas formas importadas del norte de Europa, la consolidación y potencialidad de los talleres de canteros formados al amparo de su fábrica. En muchos lugares, no obstante, esta nueva arquitectura conviviría con atrasadas formas cistercienses, bien ejemplificadas en multitud de monasterios de la meseta castellana. Entre ellos destacaría el también burgalés templo de Santa María de Regla, 'Las Huelgas', comenzado antes, pero cuya construcción se dilata a lo largo del siglo XIII, incorporando abovedamientos ojivales (Fig. 2). Todo esto le otorga un importante papel en la arquitectura del momento, resultando clarificador para entender algunas de las cuestiones a tratar.

Aunque esta arquitectura está muy estudiada en sus aspectos histórico-artísticos ¹, falta un análisis de conjunto y en profundidad sobre aspectos íntimamente ligados al proyecto de arquitectura: dimensión, trazado y geometría, proporciones, etc., y sobre su invisible relación con las tipos religiosos al uso ². La prolija producción de estos talleres permite disponer de un inestimable conjunto de iglesias en las que analizarlos, repartidas por un amplio marco geográfico. Dentro de esta edificación, es de gran interés el trasvase de las soluciones burgalesas a la nueva arquitectura andaluza del momento, evidenciando su capacidad de modularse en programa, escala y tamaño para dar respuesta a cada caso. La investigación planteada

2. Transepto de Las Huelgas.
2. 'Las Huelgas' transept.



arroja luz sobre las claves que operan en la concreción del proyecto gótico, y sobre los mecanismos de difusión de la arquitectura burgalesa. De paso es posible estudiar, desde nuevos puntos de vista, la actividad de dos de los talleres más activos e influyentes de su época.

Los modelos burgaleses y su difusión

El monasterio de Las Huelgas se comienza hacia 1185, aunque el templo no se abordaría hasta principios del siglo XIII, empezándose por su cabecera; las obras, con interrupciones, proseguirían durante la centuria, culminando

The construction of the cathedral of Burgos was a breakthrough of the Gothic in Spain. This building had a major influence on Castilian architecture of the thirteenth and fourteenth centuries, reaching the new territories in the south (Fig. 1). This demonstrates the success of new forms imported from northern Europe, and the consolidation of stonemason groups trained in the construction of this building. However, in many places this new architecture coincided with backward Cistercian forms, exemplified in many monasteries of the Castilian plateau. Among these monasteries featured the Santa María de Regla, 'Las Huelgas' church of Burgos; this building was begun before the cathedral but its construction was extended along the thirteenth century, incorporating ribbed vaulting (Fig. 2). Therefore, this convent church played an important role in the architecture of the time, being very useful to understand the issues at stake in this research. The art-historical aspects of this architecture have been widely studied ¹, but lack a comprehensive analysis about many aspects of the architectural project: size, design and geometry, proportions and typology ². These aspects can be studied in the large number of churches built by the stonemasons of Burgos. The particular interest is the transfer of the architecture of Burgos to Andalusia, adapting to respond to each case. This research explores the development process of the Gothic project, and the propagation mechanisms of the architecture of Burgos. Also, it is studied from a new point of view the activity of the most active and influential stonemason groups at such time.

The architectural models of Burgos and their diffusion

The 'Huelgas' monastery was founded at 1185, but the temple construction was not started until the early thirteenth century. The works began on the chancel and would continue throughout the century, the aisles were not completed until 1279. The ground-plan of the church has three naves, a transept and chancel, which has five contiguous chapels opening to the transept. According to some authors, this organizational structure could have inspired the Cathedral of Burgos ³. This building was also initiated at the chancel in 1221. This consisted of a large chapel, surrounded by an ambulatory, which initially



3. Cabecera triabsidiada de San Esteban (Burgos).

3. San Esteban's three-apses chancel (Burgos).

had five not contiguous apses **4**. In 1230 they built the chapel of St. Nicholas, adjacent to the crossing, and the works continued in 1245 with aisles, ending the vaults in 1260. At the end of the century it was completed throughout the interior and the transept facades.

The finalization of these large churches promoted the dissemination of the masters. According to Torres (1952, pp. 113, 166-167). Thus, some would be involved in two local parishes, ending in the first half of the fourteenth century: San Gil, whose plant is a small replica of the 'Las Huelgas' **5**; and San Esteban, a simple church influenced by the cathedral, having three naves and three apses (Fig. 3). Other masters would be dispersed by Castile, where many churches show their influence. Although many buildings were started in the thirteenth century, their construction was performed during the fourteenth century, temporarily extending the influence of Burgos. Also, many others were foundations of the first decades of the XIV century. Therefore, all these buildings are heterogeneous in many respects. Instead, the Andalusian churches of the late thirteenth century constitute a large complex of buildings with great similarities, which facilitates a global analysis **6**. The workforce from the northern peninsula also participated in these buildings. The significant difference in wages stimulated the shift to the south (Cómez 2001, pp. 73, 129).

The first church in Seville was Santa Ana de Triana, which was hard to emulate, due to its total vaulting. Therefore, the local typology used more modest buildings, described in their own medieval ordinances as 'Iglesia de tres naues con fu Capilla principal' **7**, being vaulted the latter (Fig. 4). According to Cómez (1993), this architectural model could start with Santa Marina, San Julián, and Santa Lucía, highlighting the first one **8**. However, in Córdoba the chancel emulated the Cistercian pattern of three contiguous and independent chapels, highlighting the central one. The first church is the small La Magdalena parish, traditionally linked to 'Las Huelgas', which was followed by San Pedro, Santiago, Santa Marina, San Miguel and San Lorenzo (Fig. 5). The parish church of San Pablo (Úbeda) also should be similar; this building is the only one in eastern Andalusia which is similar to those studied **9**. More churches may have existed, but have disappeared or they have been totally transformed. At the same time of the construc-



se las naves en 1279. Su planta consta de tres naves, transepto y cabecera de cinco capillas contiguas abriendo a éste, esquema que según algunos autores pudo inspirar la catedral burgalesa **3**. Ésta se iniciaría también por la cabecera en 1221, constituida por una profunda capilla mayor rodeada por una girola, que tuvo inicialmente cinco absidiolos no contiguos **4**. En 1230 ya se construía la capilla de San Nicolás, contigua al crucero, continuándose a partir de 1245 con las naves, cuyas bóvedas se cierran en 1260. Al acabar el siglo todo el interior estaría terminado, así como las fachadas del transepto.

La finalización de lo sustancial en estas dos grandes fábricas incentivaría la diáspora de los maestros formados en sus talleres. Según Torres (1952, pp. 113, 166-7), algunos intervendrían en dos de las parroquias locales, acabadas en la primera mitad del siglo XIV: San Gil, cuya planta es una réplica en pequeño de la de Las Huelgas **5**, y San Esteban, un sencillo templo de clara influencia catedralicia con tres naves y sendos ábsides (Fig. 3). Otros maestros se dispersarían por Castilla, en donde

numerosos templos acusan su influencia; muchos, aun iniciados en el siglo XIII, siguen construyéndose en el siguiente, dilatando el influjo burgalés, y otros son ya fundaciones de las primeras décadas del trescientos. Quizás por todo ello, esta edificación como conjunto es heterogénea en muchos aspectos. En cambio, las iglesias andaluzas erigidas a partir de finales del siglo XIII, constituyen un nutrido grupo de edificios coetáneos y con acentuadas semejanzas entre sí, facilitando un análisis generalizado **6**. En ellos participaría también la mano de obra del norte peninsular, que se desplaza motivada por la importante diferencia de salarios (Cómez 2001, pp. 73, 129).

En Sevilla la iglesia más temprana es Santa Ana de Triana, aunque su formalización con tres naves y cabecera triabsidiada, todo abovedado, constituyó un costoso referente difícil de secundar. Así, el tipo local derivó en construcciones más modestas, descrito en sus propias ordenanzas medievales, una 'Iglesia de tres naues con fu Capilla principal' **7**, abovedando sólo ésta última (Fig. 4). Este modelo se iniciaría según Cómez



4. Tipología parroquial sevillana. San Marcos.

5. Nave central y capilla mayor de San Lorenzo (Córdoba).

4. Seville parish typology. San Marcos.

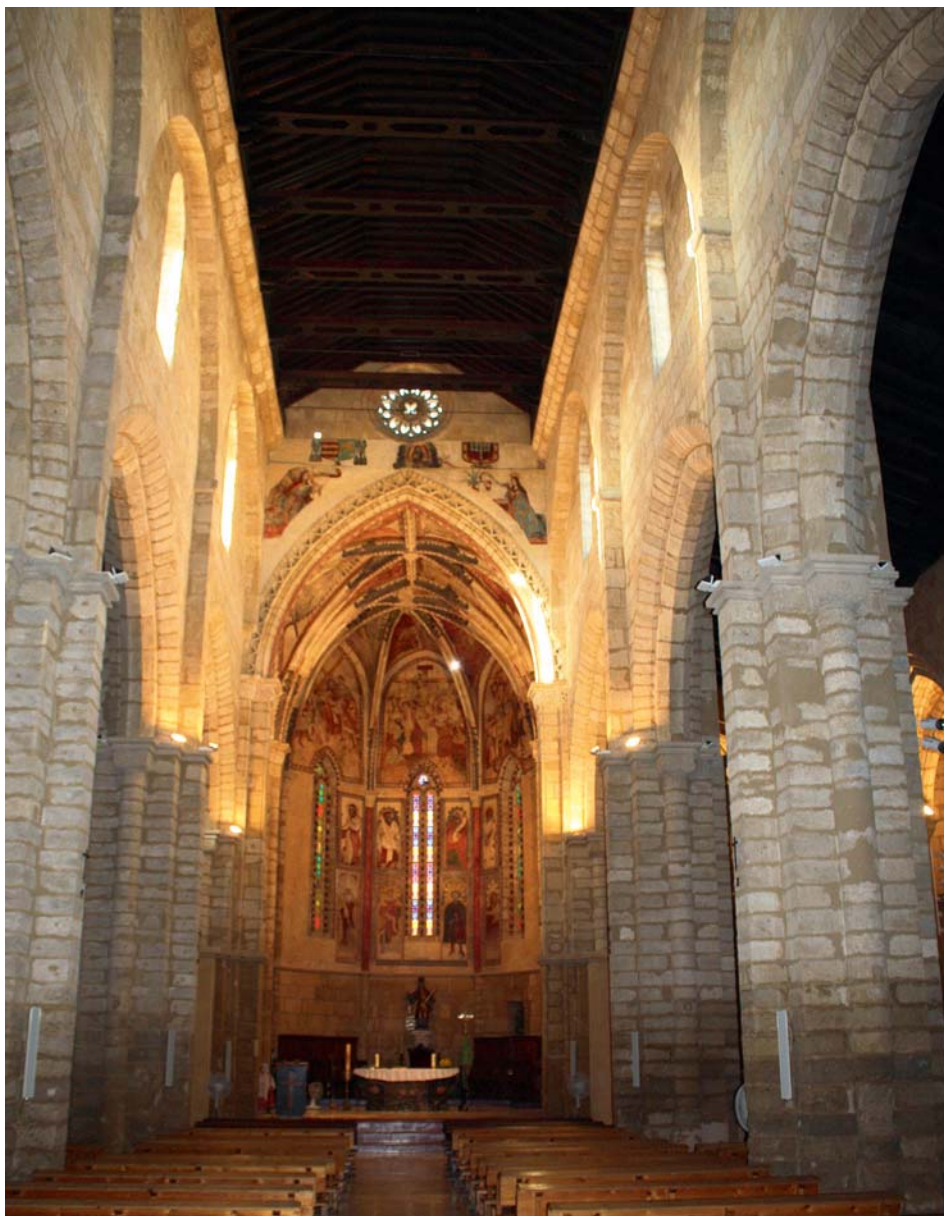
5. San Lorenzo's nave and major chapel (Córdoba).



4

(1993) con la terna de Santa Marina, San Julián y Santa Lucía, con protagonismo de la primera **8**. Sin embargo, en Córdoba la cabecera recupera el esquema cisterciense de tres profundas capillas contiguas e independientes, con la central destacada. Aquí, la primera es la pequeña parroquia de La Magdalena, tradicionalmente vinculada a Las Huelgas, siguiéndole San Pedro, Santiago, Santa Marina, San Miguel y San Lorenzo (Fig. 5). También debió ser así la iglesia parroquial de San Pablo (Úbeda), el único edificio del oriente andaluz semejante a los estudiados **9**. Pudieron existir más, pero no nos han llegado o han sido totalmente desfigurados. Es el caso de Jerez, en donde a la par que en Córdoba y Sevilla, y con grandes semejanzas, surgieron varias iglesias parroquiales, de las que sólo quedan elementos aislados como las portadas de San Dionisio y San Lucas **10**.

Estas cabeceras de múltiples capillas anexas recuerdan a las de los primeros templos conventuales andaluces, hoy mayoritariamente desaparecidos. Gracias a las tempranas fundaciones franciscanas y dominicas, principalmente,



5

viajarían al sur formas y soluciones arquitectónicas, constituyendo un referente más a mano que la edificación castellana. En Sevilla aún subsiste muy transformado el dominico de San Pablo el Real, hoy parroquia de La Magdalena; éste secundaría originariamente el esquema de Las Huelgas: tres naves, transepto y cabecera de cinco capillas contiguas, la central mayor y de fondo poligonal **11**. En Córdoba el templo franciscano de San Pedro el Real redujo las naves a una, manteniendo transepto y cabecera de tres capillas contiguas (Fig. 6). En cambio San Pablo, dominico, más bien pa-

tions in Cordoba and Seville, several parish churches were also built in Jerez, of which only certain elements remain, such as the San Dionisio and San Lucas's frontispieces **10**.

These multiple annexed chapels chancels resemble those of the first Franciscan and Dominican churches in Andalusia, which have mostly disappeared. They would import their forms and architectural solutions to the south, providing a closest reference than that of the Castilian buildings. The Dominican church of San Pablo Real still remains very transformed in Seville, being now the parish church of La Magdalena. This building originally emulated the pattern of 'Las Huelgas': three naves, a transept and chancel of five adjoining chapels, being the central largest and with polygonal background **11**. In Cordoba,



the Franciscan church of San Pedro el Real reduced the aisles to one, also having a transept and three adjacent chapel chancels (Fig. 6). In contrast, the Dominican San Pablo seems a large parish church regarding the architectural organization, as it consists of a chancel with three chapels and three long aisles.

Methodology and basis of analysis

The research focuses on the buildings of Burgos, and those erected under its influence in Andalusia, whose features allow comparisons and analysis. In addition to viewing artistic historical studies, we directly study the buildings, particularly delving into gear and wall facing **12**. This work aims to detect their transformations and estimate the original shape of the building, mainly at its ground-plan, which will be the main object of drawing and analysis. As noted by Cabezas (1994), the substance of the project was the ground-plan, which was a self way to design the architecture **13**. The *traça* produced by the master was the single needed drawing to define the future building (shape, geometry, etc.). Its tracing on the ground was the founding act of the architecture, which in medieval times took on great significance and ritual.

It is not possible to study the original *traça* of buildings, because it disappeared in all cases. Instead, we analyze the built ground-plan, we'll draw omitting subsequent transformation (demolitions, opening holes, additions, etc.). Here we can see the original plan of the building, and we can evaluate metric and typological aspects (sequence, association, internal modulation spaces, etc.). For metric aspects we have collected the existing mapping, which is supplemented by direct measurement of the main dimensions. The hypothesis considered mainly Gothic construction procedures, based on an eminently empirical education. This is specified in the trade rules,

rece un gran templo parroquial, cons-
tando de una cabecera triabsidiada y,
sin mediar transepto, tres largas naves.

Metodología y bases de análisis

El trabajo se centra en la edificación de Burgos, y en la que, con influjo de ésta, se erigió en Andalucía, cuyas características facilitan comparaciones y análisis. Junto a la consulta de los estudios histórico-artísticos, se realiza un minucioso trabajo de campo en los edificios, deteniéndose en fábricas y paramentos **12**. Todo esto persigue detectar sus transformaciones y estimar la conformación original, principalmente de la planta, que será el objeto principal de dibujo y estudio. Como ha señalado Cabezas (1994), en ella residía lo sustancial del proyecto, constituyendo un modo autosuficiente de *pensar* la arquitectura **13**. Para su concreción bastaba con un solo dibujo, la *traça* que el maestro elaboraba, en la que se tomaban las principales decisiones del futuro edificio, definiéndose forma y geometría. Éstas, además, eran las que debían materializarse en el replanteo *in situ* en el terreno, el importante acto fundacional de la arquitectura que en el medio se revistió de gran significado y señalado ritual.

A falta de la *traça* original, hoy perdida, se estudia la planta construida, pero dibujándola omitiendo sus reformas posteriores (demoliciones, apertu-

ra de huecos, cuerpos añadidos, etc.). Esto ayuda a apreciar el plan original del edificio en sus aspectos tipológicos (secuencia, asociación, modulación interior de los espacios, etc.) o métricos. Para éstos se ha recabado la planimetría existente, complementándose con la medición de las principales dimensiones. Las hipótesis interpretativas a formular consideran el *modus operandi* de los constructores góticos, con escasos conocimientos teóricos y una formación eminentemente empírica. Ésta atendía a las reglas del oficio, custodiadas celosamente en el seno de los gremios, pero que hoy empezamos a conocer a través del estudio de los documentos escritos y gráficos **14**.

El edificio se solía entender como un conjunto de módulos aditivos, o 'capillas', según denominación de los propios maestros góticos (Chueca 1989, p. 164). Éstas compondrían una planta general, controlada por elementales tramas, y regidas por relaciones sencillas de números, preferentemente bajos; los trazados geométricos complejos se reservarían, más bien, para elementos concretos (Donaire 1987, p. 61) **15**. Así se determinarían las dimensiones de los espacios, fijándose también la posición de los principales elementos de la planta: por su eje los exentos (pilares, muros absidiales...) y por su cara interior los perimetrales (muros laterales, fachadas...) **16**.

Las reglas al uso, flexibles, se concretarían para cada edificio, aplicándose a un patrón métrico específico esta-



6. Templo franciscano de San Pedro el Real (Córdoba).

6. Franciscan San Pedro el Real church (Córdoba).

blecido al efecto, materializable en una 'vara de medir' o 'virga' **17**. En su generación podían intervenir las unidades de medida de la época, distintas según el lugar, y que en nuestro caso debió de ser la 'vara de Burgos' (83,59 cm., en adelante 'M'), luego generalizada como 'vara castellana'. De ella se podían usar sus submúltiplos (mitad, tercio...) o algunos múltiplos sencillos (una vara y media, dos, tres...), generando lo que se ha dado en llamar 'grandes unidades' (Frankl y Panofsky 1945, p. 57). Incluso no es extraña la mayoración por el irracional $\sqrt{2}$, de fácil generación tanto numérica (aproximada en las relaciones 7/5 y 10/7) como gráfica (diagonal/lado del cuadrado). Estos mecanismos permitían 'escalar' la arquitectura, y sabemos por algunos casos bien documentados que existía libertad para modular independientemente cada una de las direcciones del espacio **18**.

Tamaño, proporción y medida de la planta

El estudio detecta tres escalas edilicias, que a su vez suponen otros tantos niveles de complejidad del hecho arquitectónico. Aunque el tamaño de los templos varía según la existencia de crucero, transepto... o el número de tramos del cuerpo de naves, la anchura de éste constituye un útil parámetro comparativo: en los mayores, la catedral y Las Huelgas, ronda los 25m.; entre este valor y los 20 m. están los templos conventuales; la mayoría de las parroquias, por último, tienen alrededor de 18,5 m., aunque tenemos ejemplos por debajo. En cada grupo se valorarán los aspectos que inciden en la formalización de la trama base de la planta, intentándose explicar las principales dimensiones desde la vara burgalesa (M). Esto evi-

dencia analogías y corrientes de influencia, a veces coincidentes con las afinidades tipológicas (Fig. 7).

1. En la catedral de Burgos se detecta con claridad la unidad de medida local, frecuentemente mayorada por $\sqrt{2}$ para generar un patrón métrico de gran entidad. Las diferentes campañas constructivas de la fábrica supusieron algunos cambios dimensionales y de modulación, aunque se mantuvieron los criterios generales de diseño y medida. En la cabecera se adoptan como anchos del presbiterio, y de las dos naves laterales que conforman la girola, la relación $(6+10+6) \times M\sqrt{2}$. La profundidad del tramo es la mitad del espacio central $(5 \times M\sqrt{2})$, resultando aquí una proporción dupla, también señalada por Karge (1995, p. 74). La interrupción de los trabajos al llegar al crucero debió influir en las distorsiones angulares de la planta, cambiándose además la luz del tramo del cuerpo de naves a $8 \times M$. El crucero es un cuadrado de lado $10 \times M\sqrt{2}$, cuyos brazos son dos tramos rectangulares de lados $10 \times M\sqrt{2}$ y $10 \times M$, resultando la proporción conocida como 'diagón' ($\sqrt{2}/1$). En el templo de Las Huelgas no ha sido posible detectar las mismas reglas, ni la vara local, quizás por deberse a un maestro foráneo. Sin embargo, es significativo que en los últimos tramos de las naves, de cronología tardía, se adopte la misma luz de arcada que en la catedral ($8 \times M$) **19**.

2. Pese a las diferencias en la planta, los grandes edificios conventuales tienen parecidos esquemas formales, materializables con la metrología derivada de la vara burgalesa. En la cabecera y transepto de San Pedro el Real (Córdoba) tenemos literalmente las anchuras de la catedral burgalesa, $(6+10+6) \times M\sqrt{2}$; ortogonalmente, la profundidad del transepto sería $10 \times M$, por lo que en el

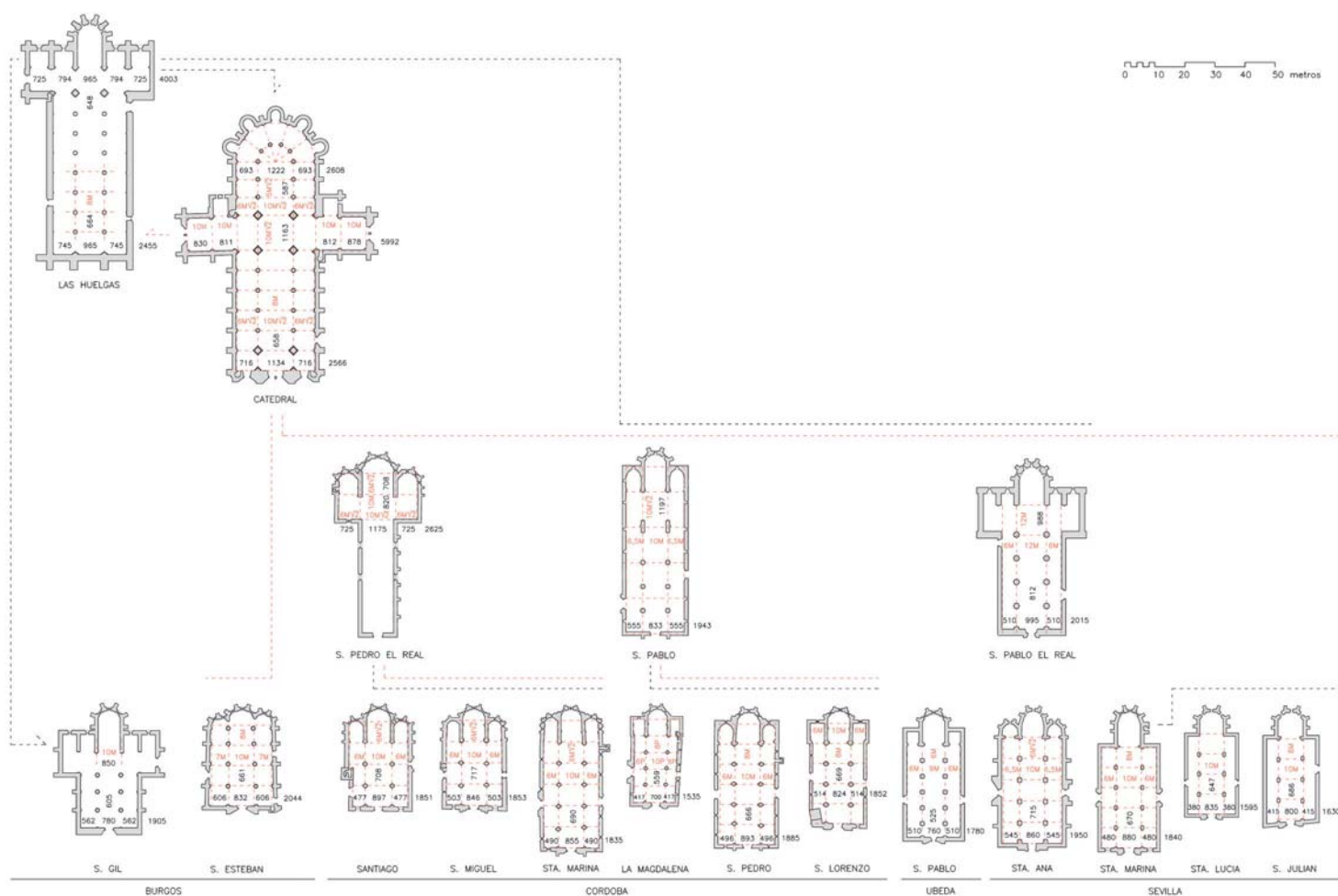
which constituted a guild secret, but this knowledge can be studied in some ancient written and graphics documents **14**.

The building was seen as additives modules, or 'chapels', as they were called by the Gothic masters (Chueca 1989, p. 164). These modules made up the general ground-plan, governed by basic grids and simple number relationships; the complex geometric tracings were preferably reserved for specific constructive elements (Donaire 1987, p. 61) **15**. This will determine the dimensions of space and also the position of the main constructive elements of the ground-plan: the pillars, walls, apse, etc. by their axis and the side walls and the facades on the inside **16**.

In each building, these rules would be used along with a specific metrical pattern, which was set at a 'yardstick' or 'virga' **17**. The measurement units of the time, different depending on each location, involved the generation of the metrical pattern, which in our case should be based on the 'stick of Burgos' (83,59 cm., hereinafter 'M'), then generalized as 'vara castellana.'. Submultiples of the measurement unit (half, third, etc.) or some simple multiples (one yard and a half, two, three, etc) could be also used, generating "big units" (Frankl and Panofsky 1945, p. 57). It was also common the multiplication by the $\sqrt{2}$ irrational value, being easily calculated (approximately 7/5 and 10/7) and graphics generation (diagonal/side of the square). These mechanisms allowed to scale the architecture, and there was freedom to independently modulate each direction of space **18**.

Size, proportion and measurement of the ground-plan

The research detected three buildings' scales, which in turn represent three levels of architectural complexity. The church's size changes with the existence of the transept, or the aisles' number of sections. However, the aisles' width is a useful comparative parameter between the buildings: in the larger ones, the cathedral and 'Las Huelgas', is approximately 25 m; the convent churches are among 20 m and 25 m; and the most parishes have about 18,5 m, although some buildings are smaller. The aspects that affect the execution of the ground-plan's layout are analyzed in everyone of these three groups of buildings. The main dimensions are explai-



ned from the yardstick of Burgos (M). This evidences the similarities between the buildings, which sometimes coincide with the typological affinities (Fig. 7).

1. The measurement unit of the city is clearly detected in the cathedral of Burgos; this unit is often multiplied by $\sqrt{2}$ to generate a greater metrical pattern. The building's construction stages accounted for dimensional and modulation changes, although the general design and measurement criteria were maintained. The chancel has the relation $(6+10+6)\times M\sqrt{2}$, which is applied to the widths of the presbytery and to the two side aisles. The depth of the section is the half central space $(5\times M\sqrt{2})$, resulting in a double proportion here (Karge 1995, p. 74). The interruption of the works on the cruise would affect to the ground-plan's angular distortion, and the section's length of the aisles changed to $8\times M$. The transept is a square of side with $10\times M\sqrt{2}$, and the transept consists of two rectangular sections of sides with $10\times M\sqrt{2}$ and $10\times M$, resulting in the

crucero tendríamos un rectángulo tipo 'diagón'. En San Pablo las anchuras se reducen $(6,5/10/6,5 \times M)$; en cambio, en la dirección ortogonal, se plantean unos primeros tramos de una gran longitud $(10\times M\sqrt{2})$, generándose de nuevo en la nave central un 'diagón' ²⁰. En su homónimo sevillano, también dominico, encontramos un crucero cuadrado de lado $12\times M$, flanqueado por tramos rectangulares; en el cuerpo de naves las anchuras se acercan a la relación $(6/12/6)\times M$, duplicando la central a las laterales.

3. En las parroquias encontramos también relaciones numéricas sencillas, pero ahora casi siempre aplicadas a la vara burgalesa sin mayorar, para generar unas dimensiones menores. Las dos

iglesias parroquiales de Burgos recibieron de manera diferente las influencias locales. San Gil, una planta reducida de Las Huelgas, pudo secundarla en los aspectos métricos, ya que sólo se detecta una interpretación sencilla para el ancho de la capilla mayor, cercana a $10\times M$. En San Esteban las naves tienen la relación $(7/10/7)\times M$, que constituye una aceptable aproximación numérica a la proporción $1/\sqrt{2}/1$; en la profundidad de tramo se asumió literalmente la catedralicia ($8\times M$).

En Córdoba se adopta como patrón dimensional la vara burgalesa, salvo La Magdalena que recurre al submúltiplo del 'paso' ($P = 69,66 \text{ cm.}$). En estos edificios las anchuras de nave central y laterales tienden unánimemente a la re-



7. Plantas originales de los edificios (restitución omitiendo las transformaciones y los añadidos posteriores): Dimensiones medias en centímetros (gris), trama reguladora y su interpretación métrica (rojo) a partir de la vara burgalesa 'M' (83,59 cm), y análisis de influencias tipológica (línea gris) y metrológica (línea roja).

lación 6/10/6, como la catedral y San Pedro el Real, pero ahora aplicada directamente a la vara. En la profundidad del tramo se distinguen dos soluciones **21**: una, similar también a la catedralicia, adopta el valor de 8xM (La Magdalena, San Lorenzo y San Pedro) **22**; la otra es 6xM√2, una mayoración que, de paso, genera en las naves laterales tramos del tipo 'diagón' (6√2/6) (San Miguel, Santa Marina y Santiago). El colectivo sevillano es más dispar, aunque recuerda al cordobés en sus parámetros. Santa Ana incrementa algo sus naves laterales (6,5/10/6,5 x M), coincidiendo en Santa Marina (6/10/6 x M); en la profundidad del tramo concuerdan, respectivamente, con algunos de los dos tipos cordobeses (6xM√2 y 8xM). En Santa Lucía y S. Julián, más pequeñas y algo posteriores, sólo se interpreta alguna dimensión, al igual que en las numerosas iglesias tardías, evidenciando que los criterios de diseño se atemperaron con el tiempo. Igual pudo ocurrir en la zona jienense, donde San Pablo de Úbeda adopta otra relación de anchuras (6/9/6, triple de 2/3/2), aunque utilizando también la vara burgalesa.

Conclusiones

El estudio pone de manifiesto la utilidad del análisis dimensional y metrológico de la arquitectura, así como de la geometría subyacente. Estos aspectos, de gran trascendencia en el proyecto gótico, se revelan como unos potentes elementos de juicio 'intradisciplinarios', a sumar a los tradicionales criterios histórico-artísticos, para establecer filiaciones arquitectónicas, autorías, cronología, etc. Muchos edificios se generan desde claves y modos de hacer similares, con protagonismo de la fábrica catedralicia en las reglas de con-

7. The original buildings' ground-plan (omitting the changes and added later): Average dimensions in centimeters (gray), layout grid and its metric interpretation (red) from the 'M' yardstick of Burgos (83.59 cm), and typological influence (gray line) and metrology (red line) analyses

trol formal de la planta (modulación y dimensiones, relaciones de proporción, unidad de medida), y de Las Huelgas en la tipología, sobre todo en las cabeceras de múltiples capillas rectangulares contiguas.

El control formal se basa en tramas ortogonales, que serían escalables a diferente tamaño y de manera independiente en las dos direcciones de la planta. Para ello se usan relaciones de números sencillos, que derivan en proporciones de larga tradición en la arquitectura, y que son aplicados a un patrón métrico establecido a conveniencia para cada caso. Para éste, los talleres burgaleses se apoyaron en la unidad de medida de la ciudad, la 'vara de Burgos', a veces mayorada por √2.

En esta arquitectura, tipología y control formal no son aspectos autónomos, constituyendo un flexible sistema compositivo capaz de dar respuesta a las distintas escalas y grados de complejidad del hecho arquitectónico. Bien utilizado, servirá tanto para resolver la planta del gran templo conventual como la de la iglesia parroquial. Su sencillez y coherencia fomentaría su dilatada utilización temporal y la gran implantación geográfica de los modelos burgaleses. Ésta difusión parece estar relacionada con sus propios ejecutores materiales, en detrimento del papel del promotor (instituciones religiosas, civiles...), dado el carácter de las analogías detectadas, profundamente ligadas al oficio. Esto explica que se planteen con las mismas claves edificios tan distantes, o de diferente tamaño y necesidades. Es, posiblemente, con el maestro con quien viajan modos de hacer, unidad de medida, tipología, repertorio formal, etc., dando con ello respuesta al encargo del comitente. ■

proportion known as 'Diagon' ($\sqrt{2}/1$). The same rules can not be detected in 'Las Huelgas', nor the Burgos yardstick, perhaps because the church could be designed by a foreign master. However, it is significant that in the aisles' last sections, late timing, it takes the same length than the cathedral arcade (8xM) **19**.

2. The great monastic buildings have similar formal schemes, which are obtained using the yardstick of Burgos. San Pedro el Real's sanctuary and the transept (Córdoba) are literally the Cathedral of Burgos's widths, (6+10+6)xM√2; the transept's depth is 10xM, so the cruise results to be a 'Diagon'. The San Pablo's widths are reduced from the previous case (6,5/10/6,5 x M); whereas the first sections are very long (10xM√2), again generating a 'Diagon' in the nave **20**. In the Seville San Pablo church, also a Dominican, the transept is a square of side 12xM, with rectangular sections on their sides; the aisles' widths are about the proportion (6/12/6)xM, doubling the nave to the aisles.

3. The parish churches have also simple numerical relations, but now almost always applied to the yardstick of Burgos, thus creating smaller sizes. In Burgos, San Gil has a similar ground-plan to 'Las Huelgas'; in the metric aspects it is only possible to interpret the major chapel's width (10xM). The San Esteban's aisles have the relation (7/10/7)xM, equivalent to the proportion $1/\sqrt{2}/1$; the section's depth literally took the Cathedral reference (8xM).

The Cordoban religious architecture adopts the Burgos yardstick as dimensional pattern, except La Magdalena, which uses the sub-multiple 'step' (P = 69,66 cm). The aisles' widths tend unanimously to the proportion 6/10/6, being similar to the cathedral and San Pedro el Real, but now applied directly to the yardstick of Burgos. In the section's length are two solutions **21**: one, similar also to the cathedral, takes a value 8xM (La Magdalena, San Lorenzo and San Pedro) **22**; the other is 6xM√2, generating the 'Diagon' in the aisles (6√2/6) (San Miguel, Santa Marina and Santiago). The Sevillian group is more varied, although it resembles the Cordoban churches in its parameters. The Santa Ana church increases the aisles' width (6,5/10/6,5xM), while agreeing in Santa Marina (6/10/6 x M); they coincide in the section's length, respectively, with the Cordoban pattern (6xM√2 and 8xM). The Santa Lucia and San Julian churches are



smaller and later, and only some dimension can be metrologically revealed in them. The same occurs in the many late churches of Seville, showing that the design criteria were tempered with time. This could also happen in the Jaén area, where San Pablo de Úbeda adopts different proportions (6/9/6), but also using the yardstick of Burgos.

Conclusions

The research reveals the usefulness of the architecture's geometric, dimensional and metrology analyses. These evidences are in addition to the traditional art-historical criteria to detect architectural analogies, authorship, chronology, etc. Many buildings are built using similar criteria, resembling the Cathedral of Burgos in the ground-plan's rules of layout (grid, dimensions, proportion relations, unit of measurement), and to 'Las Huelgas' in the typology with rectangular adjoining chapels.

Orthogonal lines grid is used to design the building's ground-plan, which may be of different size and independently modulated in length and width. This is done using simple number relations, which generate proportions of long tradition in architecture. These proportions are dimensionally specified with a metrical pattern established for each case. For this, the masters of Burgos used the local unit of measurement, the 'yardstick of Burgos', sometimes multiplied by $\sqrt{2}$.

In this architecture, the typology and formal control are not independent aspects, providing a flexible composition system capable of resolving the different scales and architectural complexity levels. This system, when well used, will resolve the ground-plan of the great monastery church and the parish church. Furthermore, its simplicity and coherence promoted its extensive use in time, and the extensive geographic spread of the architectural models of Burgos. The similarities detected between buildings are closely linked to the profession. Therefore, the widespread use of this architecture is due to the builders of the buildings themselves, to the detriment of the promoter's role (religious institutions, civilians, etc). This explains that distant buildings, or different sizes and requirements, are built with the same criteria. Possibly the *modus operandi*, measure unit, typology, formal repertoire, etc. would travel with the master, who would use it to satisfy the promoter's commission. ■

NOTAS

- 1 / Entre ellos, Torres (1952), Lambert (1977), Cómez (1979), Chueca (1989) o Karge (1995).
- 2 / Según Behmann (1993, p. 53) 'en el siglo XIII los diseños no tenían cotas, a falta de medidas fijas, se pretendía, para evitar errores, permitir las ampliaciones por medios puramente gráficos... reproducibles a diferentes escalas'.
- 3 / Las capillas del crucero de San Nicolás y Santa María Magdalena (desaparecida) serían un reflejo de los ábsides laterales conventuales (Lambert 1977, p. 215). En cambio, para Karge (1995, p. 167) los parecidos se deben a la utilización de los mismos referentes del entorno de París y la región del Loira.
- 4 / Para la formalización, cronología y fases constructivas se han asumido las hipótesis de Karge (1995). Según éste, la cabecera era como la de Saint-Martin de Tours, hasta que entorno a 1280 los cinco ábsides radiales se sustituirían por otros mayores, que abarcaban todo el ancho entre contrafuertes.
- 5 / En los años 1485-89 se unieron entre sí los ábsides laterales, distorsionándose la planta originaria.
- 6 / Las primeras iglesias del sur comenzarían a construirse a mitad de siglo en Baeza y Úbeda. Pero estos edificios, muy modestos, se nutren del románico soriano y conquense, rudo y marcadamente rural.
- 7 / Transcripción tomada de Pérez y Villanueva (1975, p. 150).
- 8 / El resto de parroquias son tardías, atenuándose el influjo burgalés, y contaminándose con formas mudéjares. Igual ocurre en localidades del Aljarafe o la campiña. En la serranía onubense se combinará con el 'románico del ladrillo', con influencias toledanas en decoración, técnicas constructivas...
- 9 / Tuvo sendos ábsides laterales, existiendo aún el arco toral de la epístola, aunque cegado.
- 10 / Cómez (1979, pp. 97-9, 113, 211) supone la existencia de grupos de canteros itinerantes, que se trasladarían entre las localidades del occidente andaluz.
- 11 / Las tres naves se corresponden con las originarias, con los pilares rehechos en su lugar. Un plano anónimo (h. 1600) recoge la planta primitiva (Santiago 1991, p. 23); también su gran volumen basilical emerge entre el caserío en la vista de 1567 de Wynyaerde (Victoria & Albert Museum, Londres).
- 12 / Se agradece la colaboración de los responsables de los edificios y archivos consultados. Entre ellos a Patrimonio Nacional, órgano tutelar del conjunto de Las Huelgas (autorización R.S. 200200003030), y a la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía (autorización ref. DPI/jvv/tv28/8/2000). Para la catedral burgalesa se ha contado con el levantamiento del Instituto de Geodesia y Fotometría de la Universidad Politécnica de Berlín, publicado en el trabajo de Karge (1995).
- 13 / Para Benévolo ([1981] 1988, 1, p. 71) los esquemas góticos de planta son una 'representación compendiada de la estructura tridimensional', de la que nunca están desligados.
- 14 / El conocido como 'Album de Villard' es coetáneo (D'Hönnecourt, s. xiii), pero los documentos más numerosos son tardogóticos, como el de Lechler (1516). Otra fuente son los propios planos, existiendo muchos de época tardía; véase, por ejemplo, la recopilación de Koepef (1969).
- 15 / En tratados tardogóticos alemanes existen reglas para determinar, mediante relaciones aritméticas sencillas, la planta general del edificio y sus principales elementos estructurales (Huerta 2007, p. 520).
- 16 / Estos criterios se adoptaron también por Karge (1995, p. 72) para estudiar la catedral burgalesa. Han sido ratificados arqueológicamente en la catedral hispalense, en donde los ejes de pilares se trazaron incisos en una solería perdida realizada sobre el cimientado, denominada de 'lineamiento y escuadrado'. Igualmente los muros perimetrales se replantearon por su cara interior (Pinto 2007, p. 230).
- 17 / Bechmann (1993, p. 64) la denomina 'l' étalon de longueur sur le chantier'.
- 18 / En el *duomo* milanés (1391) se usan un módulo horizontal y otro vertical (Frankl y Panofsky, 1945).
- 19 / El carácter técnico de esta coincidencia sugiere una tardía coincidencia de maestro, abundando en una antigua hipótesis de Lampérez (1908, p. 195) sobre la fusión de los dos grandes talleres burgaleses.
- 20 / A partir del tercer tramo cambia la solución y luz de las arcadas, pero en este momento ya estaría conformado el contorno, que se explica considerando la modulación inicial.
- 21 / La primera coincide con los templos de ábsides laterales rectos, y la segunda con los poligonales.
- 22 / Se genera la relación 6/8/10 (doble de 3/4/5 o 'triángulo egipcio'), de gran utilidad para replantear una escuadra en el terreno, sea con tres reglas graduadas o con la llamada 'cuerda de doce nudos'.

Referencias

- BECHMANN, R, 1993, *Villard de Honnecourt. La pensée technique au XIII siècle et sa communication*, Picard, Paris.
- BENÉVOLO, L, [1981] 1988, *Historia de la arquitectura del Renacimiento. La arquitectura clásica (del siglo XV al siglo XVIII)*, vol. I, Gustavo Gili, Barcelona.
- CABEZAS, L, 1994, 'Ichnographia, la fundación de la arquitectura', *EGA*, nº 2, Año 2, pp. 82-94.
- CHUECA, F, 1989, *Historia de la arquitectura occidental. vol. IV. Edad Media cristiana en España*, Dossat, Madrid.
- CÓMEZ, R, 1979, *Las empresas artísticas de Alfonso X el Sabio*, Excma. Diputación Provincial, Sevilla.
- CÓMEZ, R, 1993, *La iglesia de Santa Marina de Sevilla*, Excma. Diputación Provincial, Sevilla.
- CÓMEZ, R, 2001, *Los constructores de la España medieval*. Universidad de Sevilla, Sevilla.
- D'HÖNNECOURT, V, s. XIII, *Cuaderno de notas*,
- DONAIRE, A, 1987, 'El trazado del artesanado del Salón de Comares', *Periferia*, nº 7, pp. 54-61.
- FRANKL, P, PANOFSKY, E, 1945, 'The secret of the mediaeval masons. An explanation of Stornalocco's formula', *The Art Bulletin*, vol. 27.1, pp. 45-65.
- HUERTA, S, 2007, 'Las reglas estructurales del gótico tardío alemán', *Actas del Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, vol. II, Burgos, 7-9 de Junio de 2007, pp. 519-532.
- KARGE, H, 1995, *La catedral de Burgos y la arquitectura del siglo XIII en Francia y España*, Junta de Castilla y León. Consejería de Cultura y Turismo, Valladolid.
- KOEPEF, H, 1969, *Die Gotischen Planrisse der Wiener Sammlungen*. Hermann Böhlhaus Nachf, Wien.
- LAMBERT, E, 1977, *El arte gótico en España en los siglos XII y XIII*, Cátedra, Madrid.
- LAMPÉREZ, V, 1908, *Historia de la Arquitectura Cristiana Española en la Edad Media según el estudio de los elementos y los monumentos*, vol. 2, José Blas, Madrid.
- LECHLER, L, 1516, *Unterweisung*, ms copia en Colonia Stadtbibliothek.
- PÉREZ, V y VILLANUEVA, F, 1975, *Ordenanzas de Sevilla. Año de 1632*, Reedición crítica y facsímil, OTAISA, Sevilla.
- PINTO, F, 2007, 'Fábrica y forma del templo gótico', *La Catedral gótica de Sevilla. Fundación y fábrica de la obra nueva*, Universidad de Sevilla, Sevilla, pp. 209-295.
- SANTIAGO, E (dir.), 1991, *Dibujos de Arquitectura y Ornamantación de la Biblioteca Nacional. T1. Siglos XVI y XVII*, Ministerio de Cultura, Madrid.
- TORRES, L, 1952, *Arquitectura gótica, Ars Hispaniae. Historia universal del arte hispánico*, vol. 7, Plus Ultra, Madrid.



NOTES

- 1** / Torres (1952), Lambert (1977), Cómez (1979), Chueca (1989) o Karge (1995).
- 2** / According to Behmann (1993, p. 53) 'in the thirteenth century designs had no dimensions, in the absence of fixed measurement units, graphical procedures were used to avoid errors (...), reproducible at different scaling'.
- 3** / The transept's chapels of St. Nicholas and St. Mary Magdalene (missing) are influenced by the monastic side apses (Lambert 1977, p. 215). However, for Karge (1995, p. 167) the similarities are due to the architectural influence of Paris and the Loire.
- 4** / For the formalization, timing and construction stages we assumed the Karge's (1995) hypothesis. According to him, the chancel was like that of St. Martin of Tours, and until around 1280 the five apses radials were replaced by larger ones, occupying the entire width between the buttresses.
- 5** / In the years 1485-1489 the side apses were joined together, which distorted the original ground-plan.
- 6** / The first southern churches began building a half-XIIIth century in Baeza and Úbeda. But these buildings, very modest, imitating the Sorian and Cuencan Romanesque, rugged and markedly rural.
- 7** / The transcript is taken from Pérez and Villanueva (1975, p. 150).
- 8** / The other parishes are late and with Moorish forms. The same fact occurs in the Aljarafe's towns. In the Huelva's mountains, the burgaleses forms will be combined with the 'brick Romanesque', influenced by the decoration and construction techniques of Toledo.
- 9** / This church had two side apses, and the epistle arch still exists today, though enclosed within a wall.
- 10** / Cómez (1979, pp. 97-99, 113, 211) assumes that there were itinerant stonemasons groups, which would move through the Andalusian western territories.
- 11** / The three aisles correspond to the original ones, with the pillars redone. A anonymous plan (c. 1600) shows the original ground-plan (Santiago 1991, p. 23); also its large basilica emerges between the houses in the Wyngaerde's urban view (1567). Victoria & Albert Museum, London.
- 12** / We appreciate the cooperation of the Patrimonio Nacional, protecting institution of Las Huelgas (authorization RS 200 200 003 030), and of the Consejería de Cultura (Junta de Andalucía, permission ref. DPI/jw/tv28/8/2000). For the Burgos cathedral we have used the plans published by Karge (1995) (Institute of Geodesy and photometry of the Technical University of Berlin, Germany).
- 13** / For Benévolo ([1981] 1988, 1, p. 71) the Gothic ground-plan schemes are a 'summarized representation of a three-dimensional structure', which were never untied.
- 14** / The famous 'Album de Villard' is contemporary (D'Honnecourt, s. XIII), but the most numerous documents are late-Gothic, like Lechler (1516). Another documentation sources are the plans themselves, with many of the later period; see, for example, the compilation by Koepf (1969).
- 15** / The German late Gothic treatises contain rules to determine, by simple arithmetic relations, the general building's ground-plan and its main structural elements (Huerta 2007, p. 520).
- 16** / Karge (1995, p. 72) also adopted these criteria to study the cathedral of Burgos. They have been archaeologically ratified in the cathedral of Seville, where the pillar axes were traced on a paving incised built on the foundation, called the 'guideline and squared'. Similarly, the perimeter walls were traced by its inside face (Pinto 2007, p. 230).
- 17** / Bechmann (1993, p. 64) calls it 'l'etalon de longueur sur le chantier'.
- 18** / The builders' 'duomo' of Milan (1391) used a horizontal module and another different vertical one (Frankl and Panofsky, 1945).
- 19** / This coincidence has a technical characteristic that suggests a late master coincidence, confirming an earlier assumption by Lampérez (1908, p. 195) about the fusion of two large stonemasons groups of Burgos.

20 / The arcades change from the third section, but this has no influence on the building's perimeter, which would be built following the initial modulation.

21 / The first solution coincides with the straight side apses churches, and the second with the polygon ones.

22 / In these buildings we obtain the relation 6/8/10 (double 3/4/5 or "Egyptian triangle"), being very useful to draw a square on the ground, either with three graded sticks or with the so-called 'twelve nub string'.

References

- BECHMANN, R, 1993, *Villard de Honnecourt. La pensée technique au XIII siècle et sa communication*, Picard, Paris.
- BENÉVOLO, L, [1981] 1988, *Historia de la arquitectura del Renacimiento. La arquitectura clásica (del siglo XV al siglo XVIII)*, vol. I, Gustavo Gili, Barcelona.
- CABEZAS, L, 1994, 'Ichnographia, la fundación de la arquitectura', *EGA*, nº 2, Año 2, pp. 82-94.
- Historia de la arquitectura occidental. vol. IV. Edad Media cristiana en España, Dossat, Madrid.
- CÓMEZ, R, 1979, *Las empresas artísticas de Alfonso X el Sabio*, Excma. Diputación Provincial, Sevilla.
- CÓMEZ, R, 1993, *La iglesia de Santa Marina de Sevilla*, Excma. Diputación Provincial, Sevilla.
- CÓMEZ, R, 2001, *Los constructores de la España medieval*. Universidad de Sevilla, Sevilla.
- D'HONNOCOURT, V, s. XIII, *Cuaderno de notas*, ms. fr 19093, Biblioteca Nacional, París.
- DONAIRE, A, 1987, 'El trazado del artesanado del Salón de Comares', *Periferia*, nº 7, pp. 54-61.
- FRANKL, P, PANOFSKY, E, 1945, 'The secret of the mediaeval masons. An explanation of Stornaloco's formula', *The Art Bulletin*, vol. 27.1, pp. 45-65.
- HUERTA, S, 2007, 'Las reglas estructurales del gótico tardío alemán', *Actas del Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, vol. II, Burgos, 7-9 de Junio de 2007, pp. 519-532.
- KARGE, H, 1995, *La catedral de Burgos y la arquitectura del siglo XIII en Francia y España*, Junta de Castilla y León. Consejería de Cultura y Turismo, Valladolid.
- KOEPF, H, 1969, *Die Gotischen Planrisse der Wiener Sammlungen*. Hermann Böhlaus Nachf, Wien.
- LAMBERT, E, 1977, *El arte gótico en España en los siglos XII y XIII*, Cátedra, Madrid.
- LAMPÉREZ, V, 1908, *Historia de la Arquitectura Cristiana Española en la Edad Media según el estudio de los elementos y los monumentos*, vol. 2, José Blas, Madrid.
- LECHLER, L, 1516, *Unterweisung*, ms copia en Colonia Stadtbibliothek.
- PÉREZ, V y VILLANUEVA, F, 1975, *Ordenanzas de Sevilla. Año de 1632*, Reedición crítica y facsímil, OTAISA, Sevilla.
- PINTO, F, 2007, 'Fábrica y forma del templo gótico', *La Catedral gótica de Sevilla. Fundación y fábrica de la obra nueva*, Universidad de Sevilla, Sevilla, pp. 209-295.
- SANTIAGO, E (dir.), 1991, *Dibujos de Arquitectura y Ornamentación de la Biblioteca Nacional. T1. Siglos XVI y XVII*, Ministerio de Cultura, Madrid.
- TORRES, L, 1952, *Arquitectura gótica, Ars Hispaniae. Historia universal del arte hispánico*, vol. 7, Plus Ultra, Madrid.