

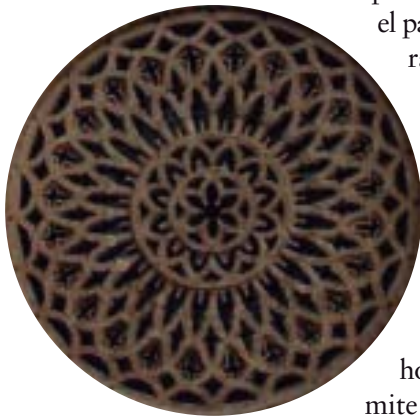


DISEÑO ESTRUCTURAL EN EL PRIMER GÓTICO ANDALUZ (II): MAESTROS Y MEDIDAS

Antonio Jesús García Ortega, José Antonio Ruiz de la Rosa

1 / GARCIA ORTEGA, A. J. y RUIZ DE LA ROSA, J. A. Diseño estructural en el primer gótico andaluz (I): Reglas y proporción. *EGA*, nº 14, pp. 100-107. Valencia, 2009.

2 / Sobre la indudable relación entre el maestro gótico (origen, formación, etc.) y la obra arquitectónica, CARRASCO HORTAL, J. y MILLÁN GÓMEZ, A. *La estructura gótica catalana: Sobre los conceptos de medida y espacio. El problema de la forma de la cubierta*. Fecea-Endesa. Barcelona, 2006, pp. 20-23.



Para la concreción del proyecto gótico era imprescindible establecer la justa medida de todos y cada uno de los elementos del organismo arquitectónico. Junto con las reglas al uso y ciertas proporciones sencillas, también debieron de jugar un papel determinante los aspectos metroológicos, relacionados con el patrón métrico que se establecía para cada edificio, la vara de medir o *virga*. Su importancia no debe ponerse en duda, pese a las dificultades para conocer y valorar la incidencia de las múltiples unidades de la época.

En los inicios de la construcción gótica en Andalucía, el grupo parroquial cordobés, amplio, homogéneo y bien conservado, permite profundizar en el problema. Se trata de un caso concreto pero acentadamente ilustrativo sobre el proceder de la época, en el que un sencillo modelo arquitectónico sirve para producir un gran número de iglesias. Las mismas, pese a sus particularidades específicas, tienen grandes parecidos entre sí (Fig. 1). Estas características permiten “testear” un mismo aspecto de diseño o dimensión en multitud de casos con idénticas coordenadas espacio-temporales, algo imprescindible para levantar hipótesis fiables sobre los opacos criterios de dimensionamiento estructural en la etapa gótica.

Otros estudios de este conjunto edilicio, rastreando proporciones o el dimensionamiento en relación a luces, altura y esbeltez, han evidenciado intensos vínculos entre estas iglesias de finales del s. XIII, a la vez que decantan sencillas reglas cuya aplicación no tuvo por qué ser específica de Córdoba 1. Incorporando algunos datos constructivos de interés, y con auxilio del análisis dimensional, se pretende ahora ampliar el estudio al difícil campo de la metrología. Éste debió ser, además, un aspecto íntimamente ligado a los ejecutores materiales de las fábricas, y principalmente a los conocimientos gráficos, numéricos o métricos del maestro que diseña y ejecuta el edificio 2.

Tras las huellas de los artífices

Los edificios de Córdoba adoptaron unánimemente un mismo esquema basilical y cabecera triabsidiada, muy útil para, incidiendo en el tamaño de las naves, obtener iglesias del tamaño que se deseara (Fig. 2). Así se construyeron, al menos, las iglesias de La Magdalena, S. Lorenzo, S. Pedro, Santiago, Sta. Marina, S. Miguel y S. Nicolás, constituyendo siete de las catorce sedes parroquiales establecidas en la ciudad tras la conquista castellana 3. El tipo arquitectónico tuvo flexibilidad para resolver cada caso concreto (geome-



3 / El resto de edificios se perdieron, se erigen posteriormente al período medieval o reutilizan dilatadamente una mezquita como sede parroquial. La planta de cada una de las siete consideradas puede consultarse en la primera parte de este trabajo: GARCIA ORTEGA, A. J. y RUIZ DE LA ROSA, J. A., op. cit. p. 104.

4 / CÓMEZ RAMOS, R. *Las empresas artísticas de Alfonso X el Sabio*. Excma. Diputación Provincial de Sevilla. Sevilla, 1979, pp. 98-9.

5 / Las parroquias de Córdoba no se iniciarían antes de finales de la centuria del doscientos, un momento en el que las obras burgalesas habían cerrado bóvedas y estaban concluidas en lo sustancial. Además, para el templo cisterciense de *Las Huelgas*, las últimas investigaciones adelantan lo sustancial de su fábrica a princi-

pios del s. XIII (PALOMO FERNÁNDEZ, G. y RUIZ SOUZA, J. C. Nuevas hipótesis sobre las Huelgas de Burgos. Escenografía funeraria de Alfonso X para un proyecto inacabado de Alfonso VIII y Leonor de Plantagenêt. *Goya*, nº 316-317, pp. 21-44, Enero-Abril 2007. Madrid, 2007).

6 / El trabase norte-sur de recursos humanos se fomentaría por el hecho de que, según R. Cómez, los salarios de la construcción en Andalucía y Extremadura eran más altos que los del área de Toledo al Duero (CÓMEZ RAMOS, R. *Los constructores de la España medieval*. Universidad de Sevilla. Sevilla, 2001, pp. 73 y 129).

7 / CÓMEZ RAMOS, R., op. cit., pp. 2001, pp. 69-71.

8 / HERNÁNDEZ JIMÉNEZ, F. El codo en la Historia Árabe de la

tría del solar, incorporación de alminar, etc.), y sólo se le aplican algunas variaciones formales en su fachada principal de los pies, ábsides, portadas, etc. Pese a esto, la homogeneidad del resultado apunta a la intervención de un reducido grupo de maestros.

Pero desgraciadamente, la carencia documental sobre las fábricas nos priva de cualquier dato cierto: no tenemos trazas, datos sobre autorías, libros de cuentas de la obra, informes periciales, etc.; esto ha abocado tradicionalmente a la historiografía al terreno de la hipótesis. En La Magdalena se dio por cierta la presencia del cantero real, una teoría puesta hoy en crisis, admitiéndose tan sólo la intervención genérica de artífices cristianos. Para R. Cómez **4** las afinidades formales (principalmente en las portadas) apuntan a que la mayoría de las parroquias que nos han llegado se deben tan sólo a dos maestros: el llamado *maestro de 1248* intervendría en La Magdalena y Santa Marina, para luego marchar a Jerez en 1264 (trabajando en S. Dionisio y S. Lucas) y posteriormente a Sevilla, donde difundiría los tipos cordobeses; también, el *maestro de 1260*, que dejaría su huella en Santiago, S. Lorenzo, S. Pedro, S. Nicolás y S. Miguel.

También se han establecido vínculos más allá del ámbito andaluz. Así, es unánimemente admitida una influencia desde el mismo corazón de Castilla, ejercida por maestros formados en los talleres de *Las Huelgas* y la catedral burgalesa. La propia resolución de la planta, con capillas absidiales contiguas, o la formalización de algunos elementos y motivos decorativos, junto con un indudable aire cisterciense, apuntan al vínculo con el complejo monacal; también el ca-

racterístico *nervio de espinazo* de las bóvedas ojivales de la catedral o algún otro goticismo, constituyen préstamos casi expresos de esta fábrica burgalesa.

Aunque es arriesgado suponer una participación de los importantes maestros que dirigieron estas obras, con las que además media cierta distancia temporal **5**, sus formas tuvieron marcada influencia en infinidad de edificios peninsulares del doscientos y aún del trescientos, evidenciando la diáspora de los artesanos formados en sus talleres. Con ellos podría viajar, y es obligada su consideración, la unidad de medida local, la vara burgalesa. Pese a la dificultad para conocer la equivalencia de las unidades de la época, ésta se puede determinar con exactitud como 83,59 cm.; con el tiempo sería la *vara castellana*, la medida oficial de los reinos hispánicos tras innumerables intentos unificadores.

Junto a las cuadrillas de canteros itinerantes o trabajadores venidos ex-profeso para alguna obra, quizás incentivados por la diferencia de salarios **6**, hay que suponer la participación de los artífices locales, cristianos o incluso musulmanes. Éstos se documentan en la construcción medieval castellana, a veces en conjunción con canteros cristianos y R. Cómez **7** sostiene que pudieron intervenir en las fábricas cordobesas, dadas algunas semejanzas como el aparejo a soga y tizón. Esto introduce en el debate las unidades islámicas, mal conocidas y heterogéneamente aludidas en los escritos antiguos. Tan sólo los llamados *codos rassasi* (58,93 cm) y *mamuni* (47,14 cm), fueron detectados en Córdoba y meticulosamente cuantificados hace ya tiempo por Félix Hernández **8**.

1. Iglesias parroquiales de La Magdalena, Sta. Marina y S. Lorenzo (de arriba a abajo).



Mezquita Mayor de Córdoba. Contribución al estudio del monumento. *Al-Mulk. Anuario de Estudios Arabistas*, nº 2. Años 1961-62, pp. 44-52. Real Academia de Córdoba. Córdoba, 1962.

9 / Por disposición de Alfonso X de 1263, se obliga al trabajo en la Catedral a *moros añaiars (carpinteros) et albanies et serradores*; así consta en el *Libro de las Tablas*. Posteriormente, en 1275 el infante D. Fernando autoriza al trabajo de *Famet e a Cahet* en la obra de Santa María; y tiempo después se sabe del *maestro Mahomad, cantero*, al que en 1348 llamaba Alfonso XI de Castilla para que interviniese en la construcción del nuevo Alcázar de Córdoba (ORTI BELMONTE, M. A. El Fuero de Córdoba y las clases sociales en la ciudad. Mudéjares y judíos

en la Edad Media. *Boletín de la Real Academia de Córdoba*, nº 70. Año 1954, pp. 5-92. Córdoba, 1954).

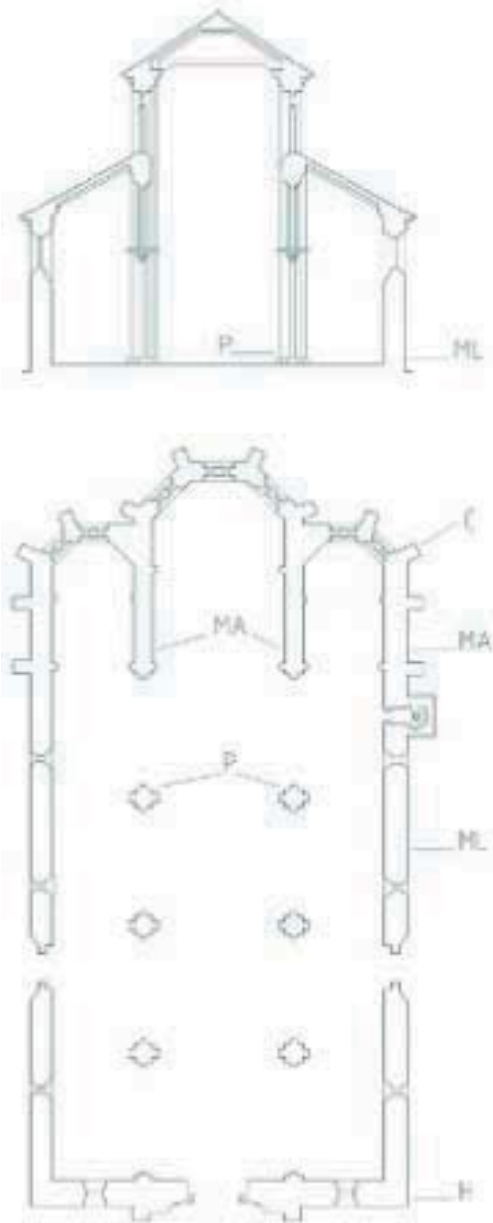
10 / Por ejemplo los datos de H. Karge para la catedral de Burgos evidencian las diferencias, incluso con los más grandes edificios cristianos: la altura de las piezas (e hilada) está entre 26 y 34 cm en la zona de la cabecera y entre 33 y 39 cm. en el transepto y cuerpo longitudinal; y las longitudes entre 50 y 58 cm, llegando excepcionalmente a 1 metro en algunos sillares de la cabecera. Sobre la evolución del tamaño de los sillares en la construcción hispánica pueden verse los estudios de A. Graciani (KARGE, H. *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, 1995, p. 84. También, GRACIANI GARCÍA, A. (ed.). *La técnica de la arquitectura medieval*. Universidad de Sevilla. Secretariado de publicaciones. Sevilla, 2000, p. 230.

11 / JORDANO BARBUDO, M. A. *Arquitectura medieval cristiana en Córdoba*. Servicio Publicaciones de la Universidad de Córdoba. Córdoba, 1996, p. 34, 82, 107 y 130.

12 / VELÁZQUEZ BOSCO, R. 1912. *Medina Azzahra y Almiriya*. Junta para ampliación de estudios e investigaciones científicas. Madrid, 1912, p. 26. También, LÓPEZ CUERVO, S. 1983. *Medina Al-Zahra. Ingeniería y formas*. MOPU. Madrid, 1983 p. 53.

13 / VÁZQUEZ LESMES, J. R. 1978. Monasterio y Colegiata de San Hipólito de Córdoba (1343-1399). *Actas del I Congreso de*



2. Planta y sección transversal de una iglesia medieval "tipo" cordobesa.

Se marcan los elementos a estudiar:
H – Hastial, ML – Muro nave lateral,
MA – Muro absidial, C – Contrafuerte
absidial y P – Pilar.

Entre los integrantes de la aljama de nuestra ciudad consta expresamente la dedicación a albañil, quedando reflejo documental de la escasez que provocó la masiva emigración al reino granadino a raíz de la tregua de 1304 entre Fernando IV y Muhammad III. Sabemos que intervinieron en el Alcázar, en los muros de la ciudad o en la Mezquita-Catedral, aquí forzosamente y tan sólo dos días al año; otras veces el incentivo fue la exención de tributo, como los que en 1280 trabajaban en las obras de las iglesias 9. Sin embargo los estudios demográficos y socioeconómicos de la época no detectan una amplia base poblacional musulmana, y el colectivo no desempeñó un papel importante en la sociedad del momento. Esto arroja dudas sobre ciertas características islámicas de los primeros edificios cristianos del sur, siendo necesarias otras causas más allá de la so-corrida adscripción de *mudéjar*.

En Córdoba aparece también otra variable, derivada de los parecidos dimensionales entre los sillares cristiano e islámico. La construcción de los contenedores parroquiales siguió las tradiciones locales, que desde época romana formalizaba para los edificios de importancia muros de sillería con la arenisca extraída de las estribaciones de la sierra, una práctica que la edificación islámica asumió, reduciendo el formato utilizado. Éste, sin embargo, se mantendrá con escasas diferencias, para las obras cristianas de los siglos XIII y XIV, resultando inusualmente grande en el contexto peninsular, donde prosiguió la tendencia reductora iniciada siglos antes 10.

Los muestreos en los muros de S. Miguel, S. Lorenzo, Santa Marina y S. Ni-

colás de la Villa aportados por Jordano 11, comprobados y ampliados también con S. Pedro, Santiago y S. Andrés para este trabajo, establecen como frecuentes para las sogas los 100-110 cm. (oscilando generalmente en un intervalo entre 78 y 113 cm.), para los tizones 20-21 cm. (intervalo 17-30 cm.) y como altura de sillares (o de hilada) 40-41 cm. (intervalo 32-43 cm.). Paralelamente, los autores 12 que estudian la producción islámica local establecen como habituales 70-120 cm. para las sogas, 20-25 cm para los gruesos del tizón, y 35-42 cm. para la altura de la pieza; se trataría pues de órdenes de valor prácticamente coincidentes. Esto apunta a que gran parte de los sillares proveyeran de los grandes edificios del califato; no mucho después, a mediados del XIV, tenemos bien documentado el caso de la cabecera de la colegiata de S. Hipólito, que se abastece de la vieja ciudad palatina de Medina Azahara, conocida entonces como *Córdoba la Vieja* 13. Otras veces podrían haber sido las propias mezquitas de barrio, que se demontan para reocupar sus solares.

Este material de acarreo fomentaría que el aparejo más frecuente en las iglesias sea el de sogas y tizón, aunque esto no hace imprescindible la intervención de maestros islámicos, pese a que incluso se hayan documentado algunos casos 14. Estamos, ante todo, con una acentuada característica local 15, pero que se plasma de manera diferente en los muros islámico y cristiano bajomedieval. El primero es macizo y con la sogas alternado con dos o más tizones 16, aspecto éste que en las fábricas parroquiales es ocasional. Aquí la duplicidad se da tan sólo en las esquinas, como manifestación de la pareja de sillares



Historia de Andalucía, 1978, 1: 147-61. Córdoba: Cajasur.

14 / La Torre-fortaleza del Carpio (entorno a 1325-1328), cerca de Córdoba, tiene un característico arranque en sillares a sogá y tizón, y es una excepción bien documentada: allí trabajaron *maese Mahomad, Juan Martínez y Yuceff el carpintero*, junto al obrero cristiano *Ruy Gil* (MUÑOZ VÁZQUEZ, M. Documentos inéditos para la Historia del Alcázar de Córdoba de los Reyes Cristianos. *Boletín de la Real Academia de Córdoba, n.º 72. Año 1955, 69-88.* Córdoba, 1955. También, MUÑOZ VÁZQUEZ, M. Historia del Repartimiento Urbano de Córdoba. *Boletín de la Real Academia de Córdoba, n.º 81. Año 1961, 71-94.* Córdoba, 1961).

15 / El aparejo a sogá y tizón tiene antecedentes en Córdoba ya

en época romana y siguió usándose en el amplio período islámico, primero, y en el bajomedieval cristiano, después. En cambio no se detecta en otras iglesias del alfoz cordobés, ni en las de Sevilla, Úbeda o Baeza; tampoco en los edificios castellanos más importantes del momento, con una simple traba de juntas verticales alternantes (JIMÉNEZ MARTÍN, A. La primera cantera andalusí. *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la construcción, Vol. II, pp. 549-555.* Sevilla, 2000).

16 / En la edificación islámica local el tizón no suele ser único, detectándose principalmente en la primera arquitectura emiral (DE LOS SANTOS, S. La Ermita de San Bartolomé o Capilla del Hospital del Cardenal Salazar (cont.). *Boletín de la Real Academia de*

Córdoba, n.º 30. Año 1931, pp. 33-48. Córdoba, 1931).

17 / Los testigos extraídos en S. Pedro para el estudio técnico de Vorsevi, S.A. detectan dos hojas pétreas de 40 cm. cada una, dimensión que adopta también el relleno interior (VORSEVI, S. A. *Estudio de la iglesia de S. Pedro de Córdoba* (inédito), pp. 14 y 42, Sevilla, 1991).

18 / GARCIA ORTEGA, A. J. y RUIZ DE LA ROSA, J. A., op. cit. pp. 100-107.

19 / GARCIA ORTEGA, A. J. Las parroquias medievales cordobesas. Su traza a la luz de Villard", *EGA, n.º 7, p. 27-35.* Valencia, 2002. También, GARCÍA ORTEGA, A. J. *Traza de la planta en el modelo parroquial cordobés bajomedieval*, tesis doctoral inédita. Dpto. de Expresión Gráfica Arquitectónica. Universidad de Sevilla, 2008.



3. Aparejo a sogá y tizón habitualmente utilizado.

que conforman cada uno de los dos paramentos de un muro de tres fases, cuyo interior es un pobre relleno de mampostería, mortero o cascotes **17** (Fig. 3).

En esto siguen, en definitiva, una técnica habitual en las construcciones cristianas norpeninsulares, que ha sufrido tan sólo un *cambio epidérmico* inducido por unas piezas muy características por su tamaño y alargadas proporciones, un preciado material ya trabajado y listo para su colocación.

Igualmente la construcción de otros elementos estructurales, está respondiendo a las mismas técnicas, que bien podríamos encontrar en iglesias, monasterios o catedrales castellanas (Fig. 4). Los pilares, cuadrados con semicolumnas en la dirección de la arcada y pilastras en la ortogonal, se construyen como una cáscara de sillería despiezada por hiladas horizontales, y que también aloja un relleno (Fig. 5). Tanto en este caso, como en el de los contrafuertes, el paramento de piedra será ahora más delgado, obtenido con un solo sillar, y al menos para los primeros se ha podido comprobar que las piezas no tienen talla interior (Fig. 6).

Estos aspectos constructivos, y también el hecho de tratarse de una tipología intrínsecamente cristiana, apuntan a que estas fábricas las dirigieron maestros castellanos, locales o foráneos. De ser así, los criterios de dimensionamiento atenderían a la costumbre gótica, como ha quedado de manifiesto en el trabajo anterior **18**. Para ello se asistirían de algún sistema metrológico al uso en los reinos del norte, posiblemente el de la vara burgalesa, como se va a poder comprobar.

Los indicios de la metrología

Algunas investigaciones sobre el trazado de las plantas parroquiales han permitido establecer hipótesis fundadas sobre sus mecanismos de composición y control formal, así como estimar los patrones métricos utilizados en cada una **19**. Detrás de todos ellos está la vara burgalesa, casi siempre utilizada expresamente, algo coherente con los vínculos que insistentemente se han establecido a nivel arquitecto-

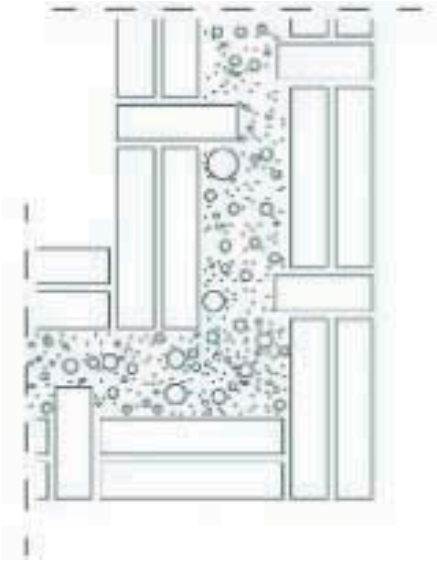
20 / Los estudios de E. Sunderland sobre los templos abaciales de Charlieu y Anzy-le-Duc (s. XI) demuestran el dimensionamiento del grueso del muro de ambos en cuatro pies. Éste valor, a su vez, constituye el módulo o gran unidad que genera la planta general del edificio. Se trata de un proceder también detectado en el gótico hispano. Así, por ejemplo, un trabajo de J. Carrasco y A. Millán explica los espesores constructivos de los templos catalanes de la época a partir de la unidad de medida que interviene en las dimensiones generales (SUNDERLAND, E. R. More Analogies between Charlieu and Anzy-le-Duc. *J.S.A.H.*, vol XVI, N° 3, Octubre 1957, 16-21. También, CARRASCO HORTAL, J. y MILLÁN GÓMEZ, A., op. cit.).

21 / RUIZ DE LA ROSA, J. A. *Traza y simetría de la Arquitectura*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla, 1987, pp. 263-344.

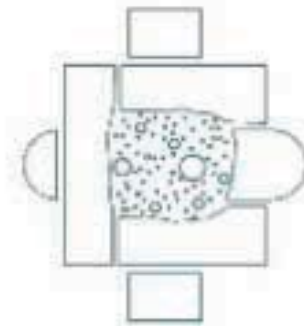
22 / Sobre el sistema metrológico, múltiplos y submúltiplos, de la vara castellana: DE SOPRANIS FAVRAUD, F. S. Las medidas castellanas en las reglas de trazado. *Revista Nacional de Arquitectura*, n° 49-50. Enero-Febrero 1946. Año V, 15-8. Dirección General de Arquitectura. Madrid, 1946.

23 / LECHLER L. *Unterweisung*, 1516, ms copia en Colonia Stadbibliothek. Traducción August Reichensperger, Leipzig, 1856, fol 51v.

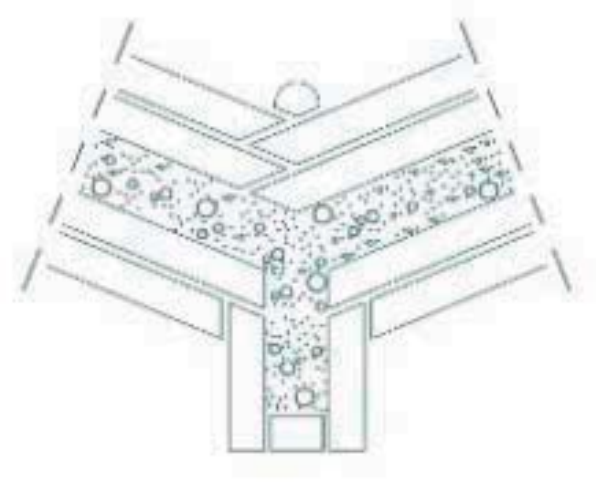
4. Soluciones constructivas “tipo” de elementos estructurales: muros (con la resolución de esquina), pilares y contrafuertes de los ábsides.



MURO



PILAR



CONTRAFUERTE

nico con los talleres de Las Huelgas y catedralicio de la ciudad castellana.

Parece lógico que cada respectiva *vara de medir* hubiera servido para la totalidad de la fábrica, implicándose íntimamente en la formalización de los elementos constructivos **20**. Entre ellos, vamos a intentar interpretar dimensionalmente sólo los que conformaban los arranques del edificio, pilares, muros y contrafuertes absidiales, en definitiva los que el maestro debía definir imprescindiblemente para diseñar la *traza* y plantearla en el terreno (se señalan en la anterior figura 2). El estudio testea si en ellos se aplica el patrón métrico detectado para cada edificio, que es el siguiente: 83,59 cm. o la *vara burgalesa* tal cual en S. Miguel, S. Nicolás, Sta. Marina, S. Lorenzo y S. Pedro; 89,04 cm. para Santiago, aunque también está operando el valor anterior; y 69,75 cm. para La Magdalena, traducible también como

el *paso* ó *5/6* varas burgalesas. También, para intentar valorar el grado de participación islámica, se comprobará la concordancia con los codos *ras-sasi* (58,93 cm) y *mamuni* (47,14 cm.).

Para el análisis debe partirse del bajo nivel de conocimientos teóricos del constructor medieval: a nivel gráfico manejaría irreflexivamente trazados geométricos, desconociendo sus fundamentos últimos, y con los números acudiría a los más sencillos y bajos. En esto el sistema metrológico al uso podría ser de gran ayuda, los múltiplos y submúltiplos preestablecidos venían a resolver de manera implícita operaciones y relaciones sencillas **21**.

Dado el orden de valor de los elementos estudiados, serían de aplicación los submúltiplos mayores: *paso* (*5/6* de vara o tres medios pies), *mitad*, *pie* (tercio) y *palmo* (cuarto), que en el caso de la vara de Burgos vienen a ser respectivamente 69,75 cm., 41,79 cm.,

27,86 cm. y 20,90 cm.; los inferiores (dedo, pulgada...), además de inapropiados, introducirían en el estudio aspectos difíciles de valorar (precisión de ejecución, anomalías por deterioro de la piedra, etc.) **22**. Por último, consideraremos también otro recurso habitual en la época, el manejo del irracional *raíz de dos*, implícito en los trazados geométricos (diagonal del cuadrado) o en relaciones numéricas aproximadas e inmediatas (como la *7/5* de Lechler **23**); aplicada esta mayoración a la vara burgalesa obtenemos 118,21 cm (Fig. 7).

Siguiendo los criterios del trabajo anterior, en cada iglesia se mide la sección típica de los elementos estructurales, sin considerar su despiece interior, y se toman los valores medios de elementos repetitivos: para los contrafuertes se incluye el espesor embebido en el muro, y en los pilares interesará principalmente el núcleo central



24 / Las de la semicolumna no han podido interpretarse, estudiándose tan sólo la dimensión total de la cara a la que se adosan.

25 / Excepto en S. Nicolás, S. Lorenzo y La Magdalena, que adoptan prácticamente el valor de los muros laterales del evangelio y la epístola; no obstante el muro del hastial sí que supera a todos ellos.

cuadrado, aunque también se tomen las medidas parciales que resultan del adosado de pilastras 24. En los muros se distingue entre el del hastial principal, los de los costados del evangelio y epístola, y los separadores de los ábsides, tomando el valor más representativo tras realizar distintas mediciones. Los datos obtenidos para cada iglesia se reflejan en la figura 8, incluyendo las propuestas de interpretación metrológica a partir del patrón dimensional previamente detectado en cada una, mayoritariamente relacionado con la vara burgalesa. En cambio los codos islámicos, salvo coincidencias esporádicas, no van a dar una explicación general de los elementos.

Puede observarse que muchos de los lienzos murales se ajustan a una vez y media del patrón métrico del edificio, la propia vara castellana o el submúltiplo del *paso* en el caso de La Magdalena. El criterio es sobrepasado con frecuencia por el muro piñón, su espesor se acerca frecuentemente a los 150 cm., no admitiendo una interpretación inmediata. En cambio elementos más cargados como los muros separadores de los ábsides se reducen casi sistemáticamente respecto a los del resto del edificio 25; en algunos casos su valor ronda los 118 cm., que es interpretable como la vara burgalesa multiplicada por *raíz de dos*, y en otros los 111 cm. o *cuatro pies*.

El espesor más habitual, entorno a 125 cm., no tiene fácil explicación a partir de los codos islámicos. Además, incluso la incidencia del propio formato del sillar de acarreo queda atenuada por la técnica del muro de dos hojas y relleno, que permite decidir libremente el espesor total. Tan sólo en

5. Pilar (S. Lorenzo).



6. Contrafuertes de la capilla mayor (S. Lorenzo).



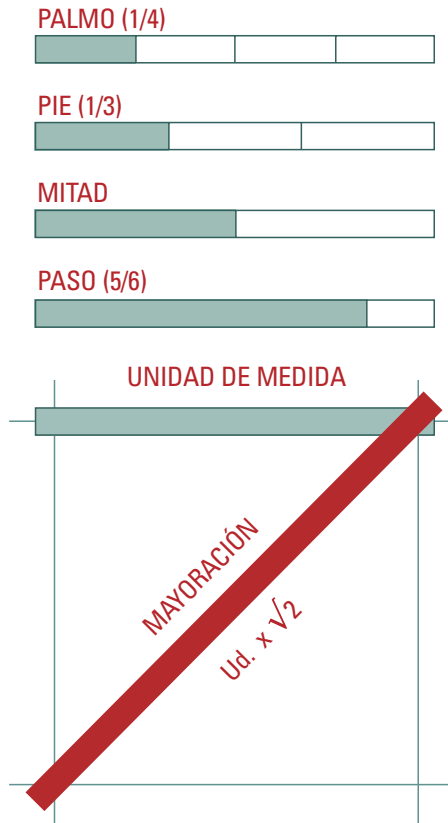
26 / La piedra pudo salir de la cantera en su tamaño *neto* o final, por lo que atendería a los múltiplos o submúltiplos de unidades islámicas. Los análisis de F. Hernández para la aljama cordobesa y sus alminares, detectan que el muro, de dos codos, se construye como una pareja de sillares contiguos, cada uno con una anchura de un codo *rassasi* o *mamuni*, según el caso. Sin embargo, la evolución de los despieces de época islámica a la vez que aumenta el número de sillares atizonados, reduce esta anchura de las piezas; esto justificaría que el espesor de los sillares integrados en los edificios cristianos se asemeje más bien a medio codo *mamuni* (23,07 cm) (HERNÁNDEZ JIMÉNEZ, F., op. cit., pp. 11 y 32-52. HERNÁNDEZ JIMÉNEZ, F. *El alminar de 'Abd Al-*

la obtención de cada paramento con dos piezas contiguas, tendríamos eco de las unidades islámicas, usadas quizás para dar formato al sillar 26.

En los pilares se advierten dos tipos: aisladamente, el de S. Lorenzo cuyo núcleo cuadrado coincide también con una vez y media del patrón métrico, o tres medias varas; y los que pudieran adaptarse a la más complicada de media vara y dos pies, pero que en definitiva constituye la anchura de la pilastra adosada (1/2 vara) y los dos espacios laterales restantes (un pie a cada lado, en vez 1/2 vara como en el anterior tipo). Éste último es el caso tanto de S. Miguel, S. Nicolás, Santa Marina y S. Pedro –que aplican la vara castellana– como de La Magdalena o Santiago 27, que se apoyan en sus respectivos patrones métricos para producir la misma modulación. En este tipo mayoritario, la explicación con las unidades islámicas arroja valores inferiores para el codo *mamuni* ($47,14 \times 2 = 94,28$ cm.) y superiores para el *rassasi* ($58,93 \times 2 = 117,86$ cm.).

Entre los contrafuertes absidiales, sólo son metrológicamente interpretables los que la dimensión menor, el ancho del estribo, se corresponde con el patrón dimensional del edificio; esto se da tan sólo en La Magdalena (70 cm.), S. Lorenzo (84 cm.) y Santa Marina (84 cm.), siendo los dos últimos el valor de la vara burgalesa. En ambos concurre también otra circunstancia de interés, la sencilla relación dupla que guardan este ancho y la longitud total del elemento, incluyendo la parte embebida en el muro. La equivalencia con las unidades islámicas sería en el primer caso aceptable a partir del codo *mamuni* (ancho de un codo y medio: 70,71 cm.; y longitud de cua-

7. Submúltiplos de varas medievales y mayoración gráfica.



tro: 188,56 cm.), aunque en el otro los valores más aproximados se exceden (1,5 y 3 codos *rassasi* son 87 y 174 cm.).

En las anchuras de otros estribos encontramos interpretaciones más discutibles, quizás la de S. Miguel (70 cm.) fuera asimilable al *paso* de la vara burgalesa (entorno a 69,75 cm.) o de nue-

Rahman III en la Mezquita Mayor de Córdoba. Génesis y repercusiones. Patronato de la Alhambra. Granada, 1975, pp. 40-4. TORRES BALBÁS L. *Arte Hispanomusulmán. Hasta la caída del califato de Córdoba.* Menéndez Pidal, Ramón (dir.). *Historia de España. España musulmana 711-1031, 333-788.* Instituciones y arte. Espasa Calpe. Madrid, 1973).

27 / El caso de Santiago es en cierto modo singular: el doble patrón métrico que generó la trama general indujo que la vara castellana fuera el referente para los muros y el específico que determinó las anchuras de las naves (89,04 cm.) lo fuera para los pilares.

vo un codo y medio *mamuni* (70,71 cm.). Un caso excepcional es el de la parroquia de S. Pedro, sus estribos arrancan con una gran dimensión en anchura, entorno a los 106 cm., derivada de la solución constructiva de adicionar sillares para obtener un elemento macizo; luego, tras una sencilla moldura, adopta el valor de la vara de Burgos.

Toma el espesor del muro del coro...

Los criterios de diseño detectados consiguen interpretar adecuadamente la dimensión total del elemento, sin que exista aparentemente una influencia significativa del despiece constructivo. Utilizándose de manera sistemática perímetros de sillería confinando un relleno poco cualificado, se obtienen elementos constructivos aplicables dentro de cierto rango. Como se puede comprobar por las abundantes coincidencias entre edificios, no siempre era necesario sobredimensionar ante incrementos de luces o cargas.

La *justa medida* de cada elemento resultará de aplicar números sencillos al patrón de la obra, casi siempre la propia vara de Burgos, o a sus submúltiplos más inmediatos. Esto refuerza los vínculos que tradicionalmente se han postulado desde la historiografía con los talleres de esta ciudad castellana. En cambio, las concordancias con las unidades islámicas son aisladas y menos aproximadas, debilitando la hipótesis de que maestros islámicos hubieran tenido una intervención importante. Ni siquiera el más que probable reaprovechamiento del sillar de los grandes edificios del califato, parece condicionar el dimen-



8. Dimensiones de los pilares, muros y contrafuertes y su interpretación metrológica según el patrón métrico (P / P' / P'') detectado en cada edificio.

	PIEDR PUNTEI	CONTRAFUERTE ABONAL	CRISTAL PVAL	HURDINAVER	HURDINAVER
STA. MARINA P = 8257 cm			e=125 15 P = 123,86 cm	e=125 15 P = 123,86 cm	e=125 15 P = 123,86 cm
SANTIAGO P = 8257 cm P' = 8254 cm			e=125 15 P = 123,86 cm	e=125 15 P = 123,86 cm	e=125 15 P = 123,86 cm
S. PEDRO P = 8257 cm			e=125 15 P = 123,86 cm	e=125 15 P = 123,86 cm	e=125 15 P = 123,86 cm
S. NICOLAS P = 8257 cm			e=125 15 P = 123,86 cm	e=125 15 P = 123,86 cm	e=125 15 P = 123,86 cm
LA MAGDALENA P' = 8275 cm			e=125 15 P = 123,86 cm	e=125 15 P = 123,86 cm	e=125 15 P = 123,86 cm
S. PEDRO P = 8257 cm			e=125 15 P = 123,86 cm	e=125 15 P = 123,86 cm	e=125 15 P = 123,86 cm
S. LORENZO P = 8257 cm			e=125 15 P = 123,86 cm	e=125 15 P = 123,86 cm	e=125 15 P = 123,86 cm

sionamiento otorgado a cada elemento. Para éste, además, se contaba con la libertad que otorgaba la potencia variable del relleno interior.

La buena explicación que se obtiene de las secciones estructurales, a partir del mismo patrón métrico detectado en el control formal de cada planta,

ratifica la unicidad de criterio a la hora de formalizar la *traza* del edificio. Ya lo decía Lechler ([1516] 1856) en el folio 44 de su *Unterweisung*: “*Toma el espesor del muro del coro, sea grande o pequeño (...), así hallaras todas las plantillas...*”. Y esto no sólo para las principales piezas del esqueleto

28 / GARCIA ORTEGA, A. J. y RUIZ DE LA ROSA, J. A., op. cit., p. 106.
29 / CABEZAS GELABERT, L. *Ichnographia*, la fundación de la arquitectura. *EGA*, nº 2, pp. 82-94. Valladolid, 1994. También, GENTIL BALDRICH, J. M. *Traza y modelo*. Universidad de Sevilla. Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción. Sevilla, 1998, pp. 86-8.

gótico, sino también para las dimensiones de los espacios; así, por ejemplo, el cantero alemán obtenía el muro de la capilla mayor como la décima parte de la luz a salvar.

En nuestro caso las recetas son otras, pero el patrón métrico del edificio se trasluce como una herramienta aún más potente que las relaciones de proporción entre elementos o luces a salvar, que no siempre se ajustan a valores enteros 28; el constructor gótico le otorga la máxima validez y lo aplica en la totalidad de la planta, sus espacios y la sección típica de los elementos que los conforman. Todo esto convierte en prácticamente iguales a La Magdalena, modesta y pequeña, y las mayores del grupo, Sta. Marina o S. Pedro; son tan sólo cambios de escala debidos al referente métrico adoptado para la planta del edificio, a partir de éste todos los miembros se generan igual.

El diseño de la planta, por sí, quedara dotado de toda la potencialidad para generar el complejo organismo arquitectónico. Resolviéndolo según las reglas establecidas, la fábrica siempre será viable, incluso en el complejo caso de integración de alminares como en Santiago y S. Lorenzo. En la ejecución entrarán luego otros factores en juego: estructurales, formales, medios y proceso constructivo, periodos de inactividad o imprevistos, etc.; todos serán salvables con una buena *traza*. La antigua *ichnographia* vitruviana, uno de sus tres grandes modos para pensar la arquitectura 29, se convierte en la época medieval en el único que encierra el proyecto. A partir de la concreción de ésta, levantar el edificio sería ya

cuestión de oficio.



1 / GARCÍA ORTEGA, A. J. y RUIZ DE LA ROSA, J. A. Diseño estructural en el primer gótico andaluz (I): Reglas y proporción. *EGA*, nº 14, pp. 100-107. Valencia, 2009.

2 / On the undeniable relationship between the Gothic master (origin, education, etc.) and his architectural work, see CARRASCO HORTAL, J. y MILLÁN GÓMEZ, A. *La estructura gótica catalana: Sobre los conceptos de medida y espacio. El problema de la forma de la cubierta*. Fecsa-Endesa. Barcelona, 2006, pp. 20-23.

3 / The other parish churches were lost, others were erected later after the medieval period or some others reused a mosque for a long time. The floors of the studied churches can be found at: GARCÍA ORTEGA, A. J. y RUIZ

DE LA ROSA, J. A., op. cit. p. 104.

4 / CÓMEZ RAMOS, R. *Las empresas artísticas de Alfonso X el Sabio*. Excma. Diputación Provincial de Sevilla.

Sevilla, 1979, pp. 98-9.

5 / The Córdoba's parish churches could not be initiated before the late thirteenth century. At such timing, the Burgos' constructive works had already built the vaults, and the buildings were substantially completed. Recent research on *Las Huelgas* church imply its inception in the early thirteenth century (PALOMO FERNÁNDEZ, G. y RUIZ SOUZA, J. C. Nuevas hipótesis sobre las Huelgas de Burgos. Escenografía funeraria de Alfonso X para un proyecto inacabado de Alfonso VIII y Leonor de

Plantagenêt. *Goya*, nº 316-317, pp. 21-44, Enero-Abril 2007. Madrid, 2007).

6 / The workers' mobility would be encouraged, because wages in *Andalucía* and *Extremadura* were higher than in the area between *Toledo* and the *Duero* River (CÓMEZ RAMOS, R. *Los constructores de la España medieval*. Universidad de Sevilla. Sevilla, 2001, pp. 73 y 129).

7 / CÓMEZ RAMOS, R., op. cit., pp. 2001, pp. 69-71.

8 / HERNÁNDEZ JIMÉNEZ, F. El codo en la Historia Árabe de la Mezquita Mayor de Córdoba. Contribución al estudio del monumento. *Al-Mulk. Anuario de Estudios Arabistas*, nº 2. Años 1961-62, pp. 44-52. Real Academia de Córdoba. Córdoba, 1962.

STRUCTURAL DESIGN IN THE FIRST ANDALUSIAN GOTHIC (II): MASTERS AND MEASURES

by Antonio Jesús García Ortega and José Antonio Ruiz de la Rosa

The Gothic construction was essential to establish the exact size of all the building's elements. For this, the empirical rules were used and some simple ratios, in conjunction with metrology. It impinged on the metrical pattern, which is established for each building, the measuring stick or *virga*. Its importance should not be questioned, despite the difficulties to understand and assess the impact of the medieval multiple units. In the first Gothic buildings in Andalusia, Cordovan parish churches are a large group, homogeneous and well preserved, allowing further investigation. This is a particular case, but very significant, about how a simple architectural model is used to build many churches. They have great similarities between them (figure 1), despite its peculiarities. This allows studying a single aspect of design or dimensioning in many buildings with identical space-time coordinates, something that is essential to set up reliable hypotheses about the opaque structural dimensioning criteria in the Gothic period.

Previous studies about these buildings have dealt with their proportions or dimensions in relation to distance, height and slenderness. They have shown strong links between the churches of the late thirteenth century, and have also demonstrated simple rules whose application was not confined to Córdoba¹.

Incorporating some interesting constructive data and with the aid of dimensional analysis, the aim is now to extend the study to the difficult question of metrology. This aspect is closely linked to the churches' builders and their graphic, numeric and metrology skills².

Inquiring about the builders

All Cordovan churches adopted a same basilica plan with three apsidal chapels. This allowed, by varying only the ships' length, to construct buildings of different sizes (figure 2). Thus, the churches called *La Magdalena*, *S. Lorenzo*, *S. Pedro*, *Santiago*, *Sta. Marina*, *S. Miguel* and *S. Nicolás* were built. These would be the headquarters for seven of the fourteen parish areas, established in the city after the Castilian conquest³. The architectural typology allowed to solve each case (geometry of the site, incorporating minaret, and so on), only with some variations in the gable end's facade, apses, frontispieces, etc. Despite this, the homogeneous result suggests the involvement of a small group of masters.

Unfortunately, there are no historical documents on the buildings: we have no trace, data on authorship, books of the work's account, expert reports, etc. This

has traditionally required to hypothesize on these issues. For instance, in *La Magdalena*, it was assumed the intervention of the Royal Stonemason, a theory still disputed today, since only the involvement of Christian artisans is accepted. Because of formal affinities (mostly in the frontispieces), R. Cómez⁴ suggests that most of the remaining parish churches should be attributed to only two masters: the so-called *master from 1248* would take part in *La Magdalena* and *Santa Marina*, going to Jerez in 1264 (where he worked at *S. Dionisio* and *S. Lucas*) and then to Seville, where he would spread the Cordovan architectural typologies. There was also the *master of 1260*, working in *Santiago*, *S. Lorenzo*, *S. Pedro*, *S. Nicolás* and *S. Miguel*.

Some links have also been established outside of Andalusia. Thus, an influence from the center of Castile is unanimously accepted, being exercised by masters trained in the work of *Las Huelgas'* monastic church and in the Burgos' Cathedral. The adjacent apse chapels, some elements and decorative motifs, along with an undeniable Cistercian aspect, point to a link with the monastic complex; also the vaults' spine nerve of the cathedral or some Gothicism indicate an specific influence of such construction.

We can not assume the implication of the important masters who directed the earlier Burgos' works⁵. However, their forms influenced countless peninsular buildings of the thirteenth and fourteenth centuries, which suggests the artisans' dispersion being trained in their constructions. They could carry with them the local unit of measurement, the Burgos' stick. Despite the difficulty to determine the medieval units' equivalence, we know that the Burgos' stick equals 83.59 cm. Over time, the yardstick would be known as the Castilian stick, being the Hispanic kingdoms' official measure after innumerable unifying attempts.

Alongside the roving teams of stonemasons or workers who came specifically for some works, perhaps stimulated by higher wages, we must assume the participation of local craftsmen, Christians or Muslims⁶. These are documented in Castilian medieval construction, sometimes in conjunction with Christian stonemasons. In fact, R. Cómez⁷ claims that they could take part in the Cordovan constructions, as implied by some similarities in the stonework; that is, an ashlar placed alongside followed by a transversal one. This calls for the presence of Islamic units, yet poorly understood and unevenly alluded in ancient writings. In fact, only the so called *rassasi elbow* (58.93 cm) and *mamuni elbow* (47.14 cm) were detected in Córdoba and meticulously quantified long ago by Félix Hernández⁸.

The bricklayers were members of the Cordovan Muslim population. There are historic documents that tell about bricklayer's shortages, which led to its massive emigration to the kingdom of Granada, after the truce

of the year 1304, between Ferdinand IV and Muhammad III. We know that they worked at the Alcazar, on the city's wall, or in the cathedral, here forcibly and only two days a year. Other times they worked encouraged by exemptions of tax, such as those who were involved in the parish churches' works in 1280⁹. However, the demographic and socioeconomic studies of the time did not detect a large Muslim community, and the group did not play an important role in society of the time. This casts doubts on certain Islamic characteristics of the early southern Christians buildings, rashly described as *mudéjares*.

In Córdoba, there is another important issue, derived from dimensional similarities between Christian and Islamic ashlar. The parish churches' construction supported local traditions, as since Roman times, stonework with sandstone extracted from the foothills were used. This practice was taken over by Islamic building, reducing the stones' size. This size, however, is substantially like that of Christian works of the thirteenth and fourteenth centuries, which paradoxically is unusually large in the peninsula context, where it continued to shrink the ashlar's size¹⁰.

The walls of *S. Miguel*, *S. Lorenzo*, *Santa Marina* and *S. Nicolás de la Villa* have been measured by Jordano¹¹, and their values have been tested for this work. Also, measurements have been taken from the walls of *S. Pedro*, *Santiago* and *S. Andrés*. Analyzed all these values, the most common ashlar's lengths are 100-110 cm (ranging between 78 and 113 cm), the thicknesses being between 20-21 cm (range of 17-30 cm) and the blocks' height having 40-41 cm (range of 32-43 cm). In parallel, the authors¹² who study the local Islamic construction set as usual 70-120 cm for the ashlar's length, 20-25 cm for the thickness and 35-42 cm for the piece's height. Thus, they are practically the same values. This suggests that many stones were taken from the great buildings of the Caliphate stage. Thus, the records of the mid fourteenth century demonstrates it for the collegiate church's head of *S. Hipólito*. For the church's construction, ashlar were used from the old Palatine city of *Medina Azahara*, then known as *Córdoba la Vieja*¹³. Sometimes the ashlar could have been taken from the neighborhood mosques, which were dismantled to reuse their yards.

This spoliation material explains that the most common stonework was an along ashlar alternating with a transversal one. This does not imply the involvement of Islamic masters, although some cases have been documented¹⁴. This is primarily a local feature¹⁵, differently materialized in the Islamic and late medieval Christian walls. The first is solid, with the along ashlar alternating with two or more transversal ashlar¹⁶. However, in the parish buildings the transversal ashlar is unique, doubled just in the corners, because the couple of blocks that make up each one of the two walls of a tripartite phase wall.

9 / In 1263 Alfonso X forced to work in the Cathedral to “*moros añaiaras (carpinteros) et albanies et serradores*”, as is indicated in the *Libro de las Tablas*. Subsequently, in 1275 the *Infante D. Fernando* allowed to work to *Famet e a Cahet* in the Santa Maria’s construction. Finally, in 1348 the master Muhammad, stonecutter was appointed by Alfonso XI to build the new Córdoba’s royal palace castle (ORTI BELMONTE, M. A. El Fuero de Córdoba y las clases sociales en la ciudad. Mudéjares y judíos en la Edad Media. *Boletín de la Real Academia de Córdoba*, nº 70. Año 1954, pp. 5-92. Córdoba, 1954).

10 / For example, H. Karge’s data on the Burgos’ Cathedral showing the differences with the Christian largest

In this type of wall there is an interior part of masonry, mortar or rubble¹⁷ (figure 3). In this regard, they seconded the Christian buildings’ standard technique in the north. This technique is modified partially in the Christian walls’ construction, due to the use of very large and long ash-lars, a precious carving material being ready for placement. Similarly, the construction of structural elements uses the same techniques, and can also be detected in churches, monasteries and cathedrals of Castile (figure 4). The pillars are squared, with leaned semicolumns and pilasters. These are constructed with a masonry perimeter exploded by horizontal rows, bordering a filling (figure 5). Both in this case, as in the buttresses, the stone’s facing is now slimmer, obtained with a single ashlar. It has no interior carving (figure 6).

These constructive aspects, as well as the Christian architectural typology, suggests that these buildings were designed by Castilian master, being local or foreign. Then, the sizing’s criteria would follow the Gothic norms, as has been shown in a previous study¹⁸. For all this work, such masters should have used some metrology system being used in the kingdoms of the north, possibly the Burgos’ stick, as demonstrated afterwards.

The metrology’s evidences

Previous research about the parochial floors’ tracing have established assumptions about their design. Also, it has been possible to assume the metric patterns used in each building¹⁹. All of them are related with the Burgos’ stick, which is used almost explicitly. This is consistent with the architectural linkages detected on the *Las Huelgas*’ church and the Burgos’ Cathedral. The same yardstick would be used in all of the construction of every church, dimensioning with it all construction elements²⁰. Among them, we study the pillars, walls and apse buttresses. The master should define them in order to design the trace and draw it on the ground (figure 2). We study them using the metric pattern detected for each building: the Burgos’ stick (83.59 cm) in *S. Miguel*, *S. Nicolás*, *Sta. Marina*, *S. Lorenzo* and *S. Pedro*; the value of 89.04 cm in *Santiago*, although also it also used the Burgos’ stick; and the value of 69.75 cm in *La Magdalena*, equivalent to a *step* or 5/6 of the Burgos’ stick. We also study the metrological suitability with *rassasi* elbow (58.93 cm) and *mamuni* elbow (47.14 cm) to try to assess the degree of Islamist participation.

In our analytical studies we consider the medieval builder as having a low level of theoretical knowledge. He handled thoughtlessly geometrical designs, ignoring fundamentals, and simple and low numbers. The metrology system could help a lot in such scenario, because the unit of measure’s decimal multiples implicitly solved the math operations and the simple relations between numbers²¹.

buildings: the height of the pieces is between 26 and 34 cm in the church’s head and between 33 and 39 cm in the transept and aisles; and the lengths are between 50 and 58 cm, exceptionally reaching one meter in some header’s ash-lars. Concerning the stones’ evolution in Hispanic building, see the A. Graciani’s studies (KARGE, H. *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, 1995, p. 84. GRACIANI GARCÍA, A. (ed.). *La técnica de la arquitectura medieval*. Universidad de Sevilla. Secretariado de publicaciones. Sevilla, 2000, p. 230).

11 / JORDANO BARBUDO, M. A. *Arquitectura medieval*

Large values would apply in the constructive elements studied: the *step* (5/6 yardsticks or three half feet), *half*, *foot* (third) and *palmer* (fourth). These correspond to 69.75 cm, 41.79 cm, 27.86 cm and 20.90 cm, respectively, in the case of the Burgos’ stick²². The small values (finger, inch, etc.) are inappropriate and difficult to study in our case (for constructive implementation issues, the stone’s deterioration, etc.). Finally, we consider another common issue in Gothic: the managing of the irrational number *root of two*. This is implicit in the geometrical designs (square diagonal) or in the approximate numerical ratios (such as the 7/5 proposed by Lechler²³). This irrational value applies to Burgos’ stick, obtaining a value of 118.21 cm (figure 7). The structural elements’ typical section is measured in each church, ignoring its internal cutting, and we consider for analysis the arithmetic mean of the values. In the buttresses, it is considered the total length (including the portion inside the wall), and the pillars are mainly interesting due to their squared core, although we measure the pilasters as well²⁴. In the walls we differentiate between the gable end, the side walls of the nave, and apse walls. In each type we take the most representative value after carrying out different measurements. The data obtained are reflected in figure 8, which also includes proposals for metrological interpretation from the each building’s metric pattern, which is mostly related to the Burgos stick. Instead, the Islamic elbows will not give a general explanation of the construction elements, except for sporadic coincidences. Many walls’ thickness are one and a half times the building’s metric pattern: the Burgos’ stick, or the sub-multiple *step* in the *La Magdalena*’s case. This thickness is often surpassed in the case of the gable end’s wall, which measures about 150 cm, a value that has not immediate interpretation. Instead, the most loaded construction elements, such as the apses’ separation walls, are reduced systematically from those in the rest of the building.²⁵ In some cases, its value is around 118 cm, obtained by multiplying the Burgos’ stick by the *root of two*, and in other cases its thickness is 111 cm, or *four feet*.

The most common thickness, around 125 cm, has not an easy explanation from Islamic elbows. The influence of the spoliation ashlar’s format is attenuated by the use of the tripartite wall, which allows to freely decide the total thickness. The Islamic units, implicit in the ashlar format, only affect to each of the facing’s thickness, obtained with two adjacent ash-lars²⁶. There are two metrological types of pillars: first, the *S. Lorenzo*’s type, whose square core measures a metric pattern and a half, or three half yardsticks. On the other side, those pillars whose square core’s flank measures a half yardstick and two feet. This value results from the leaned pilasters’ width (half yardstick) and the two remaining lateral spaces (one foot on each

crisiana en Córdoba. Servicio Publicaciones de la Universidad de Córdoba. Córdoba, 1996, p. 34, 82, 107 y 130.

12 / VELÁZQUEZ BOSCO, R. 1912. *Medina Azzahra?? y Alamiyriya*. Junta para ampliación de estudios e investigaciones científicas. Madrid, 1912, p. 26. También, LÓPEZ CUERVO, S. 1983. *Medina Al-Zahra. Ingeniería y formas*. MOPU. Madrid, 1983 p. 53.

13 / VÁZQUEZ LESMES, J. R. 1978. Monasterio y Colegiata de San Hipólito de Córdoba (1343-1399). *Actas del I Congreso de Historia de Andalucía, 1978, 1: 147-61*. Córdoba: Cajasur.

14 / The *El Carpio’s Tower* (1325-1328), near *Córdoba*, has a distinctive Islamic wall of ash-lars, and it is a well-

side, rather than a half yardstick as the previous type). The latter is the *S. Miguel*, *S. Nicolás*, *Santa Marina* and *S. Pedro*’s case (in which the Castilian stick is applied), as well as the *La Magdalena* and *Santiago*’s case²⁷(which use their respective metric patterns). In this case, the explanation with Islamic units is not possible, since its implementation gives lower values if we use the *mamuni* elbow (47.14 x 2 = 94.28 cm) and above with the *rassasi* elbow (58.93 x 2 = 117.86 cm). The apsidal buttresses only are metrologically interpretable if its width fits with the metric pattern. This occurs only in *La Magdalena* (70 cm), *S. Lorenzo* (84 cm) and *Santa Marina* (84 cm), the last two corresponding to the value of the Burgos’ stick. In both of them, there are a double relationship between the width and the total length of the element (including the portion embedded in the wall). The equivalent with the Islamic units is acceptable in the first case, by applying the *mamuni* elbow (width of one and a half elbows: 70.71 cm; and length of four elbows: 188.56 cm), although in the other case the most approximate values are excessively bigger (1.5 and 3 *rassasi* elbows are 87 and 174 cm).

The metrological performances over the other buttresses’ width are more debatable. Perhaps the buttresses’ width of *S. Miguel* (70 cm) can be likened to the *step* of the Burgos stick (69.75 cm) or a *mamuni* elbow and a half (70.71 cm). The *S. Pedro* church is an exceptional case, because inferiorly buttresses have a great width, around 106 cm. This width stems from the constructive resolution: multiple adjacent ash-lars to obtain a solid element. On the upper side, separated by a simple molding, the width is one Burgos’ stick.

Use the choir’s wall thickness...

The construction elements’ total size can be interpreted properly with related design criteria, and we can not detect any significant influence of constructive cutting. The perimeters of stonework are used consistently, enclosing poor quality filling. In this way, constructive elements are obtained, which are applicable within a certain range. It was not always necessary to oversize to increase stretches or charges, as we can see by the comparison between buildings. The construction elements’ exact measure is obtained by applying simple numbers to the building’s metric pattern, which usually is the Burgos’ stick or its sub-multiples. This reinforces the bonds that historically have been postulated with the Castilian city’s constructive unions. In contrast, the Islamic masters have not had a major intervention, since the concordances with Islamic units are sporadic and inaccurate. The spoliated Islamic ash-lars did not influence in the constructive elements’ size, as it is possible to vary the inside filling’s thickness.

There is a common criterion for designing the entire building, using the same metrical pattern as for the structural section dimensions and for the floor’s trace.



documented exception: *maesse Mahomad, Juan Martínez and Yuceff 'el carpintero'* and the Christian worker *Ruy Gil* worked there (MUÑOZ VÁZQUEZ, M. Documentos inéditos para la Historia del Alcázar de Córdoba de los Reyes Cristianos. *Boletín de la Real Academia de Córdoba*, nº 72. Año 1955, 69-88. Córdoba, 1955. También, MUÑOZ VÁZQUEZ, M. Historia del Repartimiento Urbano de Córdoba. *Boletín de la Real Academia de Córdoba*, nº 81. Año 1961, 71-94. Córdoba, 1961).

15 / The stonework constructs with an ashlar placed alongside followed by a transversal one has a precedent in Córdoba since Roman times and it was still used during Christian and Islamic periods. However, it is not detected

The German stonemason L. Lechler wrote on page 44 of his book *Unterweisung* (1516): "Use the thickness of the choir's wall, and in this way you will find all the templates...". Thus, we obtain the Gothic framework's main pieces and the spaces' dimensions. For example, the German stonemason got the chapel's wall as a tenth of the space's width.

In our case, the rules used are different. The building's metrical pattern is a powerful system, more useful than the relations of proportion or the spaces' size. These parameters usually do not conform to integer values²⁸. The Gothic builder gives the highest validity to metrical pattern and he assigns it to the entire building's floor, its spaces and the constructive elements' design. This allows to consider practically the same the Magdalena, a modest and small building, and the largest churches in the group, S. Marina or St. Peter; their differences should be seen as a simple change of scale, motivated by the different metrical pattern adopted for the building's floor. Once this pattern is established, all the constructive elements are generated the same way in all buildings.

The floor's design contains all the potential to generate the architectural complex organism. If the plant is formalized by the rules, the building will always be available, even with integrated minarets in the *Santiago* and *S. Lorenzo* churches. Other factors are considered in the subsequent building's execution: structural issues, artistic aspects, media and construction process, downtime, unexpected incident, and so on; all these factors are solvable with a good design of the floor. The Vitruvian's old *ichnographia*, one of his three great ways to design the architecture, becomes the only medieval projecting mechanism²⁹. Since the drawing's completion, building's erection would be as a trade's matter.

FIGURES

FIG. 1. Parochial churches: *La Magdalena, Sta. Marina* and *S. Lorenzo* (downward)

FIG. 2. Cordovan Typical church's floor and transversal section. The studied elements are indicated: H – Gable end's wall, ML – Aisle's wall, MA – Apse's wall, C – Buttress y P – Pillar.

FIG. 3. Used stonework.

FIG. 4. Structural elements' typical constructive solutions: walls (with the corner's resolution), pillars and apse's buttresses.

FIG. 5. Pillar (*S. Lorenzo* church).

FIG. 6. Major chapel's buttresses (*S. Lorenzo* church).

FIG. 7. Medieval yardsticks' partitions and graphical increase.

FIG. 8. Pillars', walls' and buttresses' dimensions and their metrological interpretation according to the building's metrical pattern (P/P'/P'').

either in other churches in the *Córdoba's* province, neither in *Sevilla, Úbeda* or *Baeza*. It does not exist either in Castilian contemporaries buildings, those are constructed with a simple bond (JIMÉNEZ MARTÍN, A. La primera cantera andalusí. *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la construcción*, Vol. II, pp. 549-555. Sevilla, 2000).

16 / The transversal ashlar is usually not unique in the local Islamic construction. Some examples of unique transversal ashlar can be found in the first Emirate architecture (DE LOS SANTOS, S. La Ermita de San Bartolomé o Capilla del Hospital del Cardenal Salazar (cont.). *Boletín de la Real Academia de Córdoba*, nº 30. Año 1931, pp. 33-48. Córdoba, 1931).

17 / The samples taken in *S. Pedro* church detect two stone walls of 40 cm each. The interior padding is also of similar thickness (VORSEVI, S. A. *Estudio de la iglesia de S. Pedro de Córdoba* (inédito), pp. 14 y 42, Sevilla, 1991).

18 / GARCÍA ORTEGA, A. J. y RUIZ DE LA ROSA, J. A., op. cit. pp. 100-107.

19 / GARCÍA ORTEGA, A. J. Las parroquias medievales cordobesas. Su traza a la luz de 'Villard', *EGA*, nº 7, p. 27-35. Valencia, 2002. También, GARCÍA ORTEGA, A. J. *Traza de la planta en el modelo parroquial cordobés bajomedieval*, tesis doctoral inédita. Dpto. de Expresión Gráfica Arquitectónica. Universidad de Sevilla, 2008.

20 / E. Sunderland's studies about Charliou and Anzy-le-Duc churches (XI century) show that the wall is four feet thick. This value, in turn, is the metric pattern that generates the building's floor. These criteria also operate in the Hispanic Gothic. For example, a J. Carrasco's and A. Millán's study discusses the Catalans temples' constructive thickness. These authors base their arguments on the building's general metrical pattern (SUNDERLAND, E. R. More Analogies between Charliou and Anzy-le-Duc. *J.S.A.H.*, vol XVI, Nº 3, Octubre 1957, 16-21. También, CARRASCO HORTAL, J. y MILLÁN GÓMEZ, A., op. cit.).

21 / RUIZ DE LA ROSA, J. A. *Traza y simetría de la Arquitectura*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla, 1987, pp. 263-344.

22 / About the metrology system based on the Castilian stick, see: DE SOPRANIS FAVRAUD, F. S. Las medidas castellanas en las reglas de trazado. *Revista Nacional de Arquitectura*, nº 49-50. Enero-Febrero 1946. Año V, 15-8. Dirección General de Arquitectura. Madrid, 1946.

23 / LECHLER L. *Unterweisung*, 1516, ms copia en Colonia Stadbibliothek. Traducción August Reichensperger, Leipzig, 1856, fol 51v.

24 / The half-column's measures have not been interpreted, so that we only study the pillar's total size.

25 / The *S. Nicholas*, *S. Lorenzo* and *La Magdalena's* walls are not reduced. Its thickness is equal to the aisles' walls. However, the gable end's wall surpasses all of them.

26 / The stone could be extracted from the quarry in its net size, so that its final size would derive from Islamic measure units. F. Hernandez's studies detect that the Cordovan Great Mosque's wall, two elbows thick, is constructed with two adjacent ashlars. Each ashlar's width would be one elbow (*rassasi* or *mamuni*, as appropriate).

However, the Islamic stoneworks' evolution meant increasing the number of transversal ashlars, reducing the blocks' width; this would justify the Christians ashlar's thickness, preferably equivalent to a half *mamuni* elbow (23.07 cm) (HERNÁNDEZ JIMÉNEZ, F., op. cit., pp. 11 y 32-52. HERNÁNDEZ JIMÉNEZ, F. *El alminar de 'Abd Al-Rahman III en la Mezquita Mayor de Córdoba*. Génesis y repercusiones. Patronato de la Alhambra. Granada, 1975, pp. 40-4. TORRES BALBÁS L. *Arte Hispanomusulmán*. Hasta la caída del califato de Córdoba. *Menéndez Pidal, Ramón (dir.)*. Historia de España. España musulmana 711-1031, 333-788. Instituciones y arte. Espasa Calpe. Madrid, 1973).

27 / The Santiago church's case is somewhat unique, since two metrical patterns are involved in the overall design. The Castilian stick (83.59 cm) was the walls' metric pattern and the value of 89.04 cm was used for the pillars' dimension.

28 / GARCÍA ORTEGA, A. J. y RUIZ DE LA ROSA, J. A., op. cit., p. 106.

29 / CABEZAS GELABERT, L. *Ichnographia*, la fundación de la arquitectura. *EGA*, nº 2, pp. 82-94. Valladolid, 1994. También, GENTIL BALDRICH, J. M. *Traza y modelo*. Universidad de Sevilla. Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción. Sevilla, 1998, pp. 86-8.

1 / GIMÉNEZ CRUZ, A.: *La España pintoresca de David Roberts. El viaje y los grabados del pintor*, Málaga 2002.

2 / BALLANTINE, J.: *The life of David Roberts R. A.*, Edinburgh 1866.

3 / SIM, K.: *David Roberts R. A., 1796-1864. A Biography*, London 1984.

4 / GUIETERMAN, H. / LLEWELLYN, B.: *David Roberts*, Phaidon Press and Barbican Art Gallery, London 1986.

THE VIEWS OF SPAIN BY DAVID ROBERTS, PAINTER OF LANDSCAPES AND ARCHITECTURE, AROUND 1833

by Antonio Gámiz Gordo

David Roberts (*fig. 1*) was a Scottish painter who travelled around Spain between December 1832 and September 1833, sketching numerous views of cities and monuments, especially of Andalusia, which he largely reworked after his return to England. These views, of exceptional quality and predating the advent of photography, provide graphic information of enormous interest for a greater understanding of our landscape and architectural heritage, much of it either vanished or transformed.

Thanks to Roberts' drawings, water-colours and oils, which were hugely successful when published as lithographs and engravings, the educated European public of the 19th century had access to views of places which in the pre-photography age were little known. In addition, Roberts exercised a notable influence over some important painters, especially Jenaro Pérez Villa-amil, the foremost landscape painter of his day.

A recent book by Antonio Giménez Cruz¹ reconstructs Roberts' travels in Spain, without studying the views, using the writings of contemporaries and around sixty letters which have survived, many of them published by the first biographer of the painter James Ballantine (1866)². There exist in addition two important books on Roberts, the biography by Katharine Sim³ (1984), and the catalogue of a London exhibition (1986) in which Helen Guiterman y Briony Llewellyn⁴ sought to bring together the prolific work from Roberts' travels in Scotland, England, France, Belgium, Holland, Germany, Spain, India, the Near East and Italy. A list is provided there of Roberts' original views of Spain, which are here sequenced and commented on together with other works which have been traced. Those views published as lithographs or engravings are also taken into account.

The present article therefore offers a brief estimation of David Roberts' graphic work in Spain, and aims to identify and evaluate numerous views not easily traceable, which are scattered in museums, private collections, or in publications that were often reedited and plagiarized. It is hoped that in future these references can be expanded and that new research may throw fresh light on the enormous graphic legacy and each one of the landscapes and monuments recorded by an artist who is today among the greatest painters of the nineteenth century to be found in the recent extension of Madrid's Prado Museum (*fig.5 y 10*).