

METROLOGÍA, MODULACIÓN Y PROPORCIÓN EN LA IGLESIA PRERROMÁNICA DE SANTA CRISTINA DE LENA (Asturias)

Lorenzo Arias Páramo
Universidad de Oviedo

La iglesia de Santa Cristina de Lena se encuentra situada en el concejo de Lena (Asturias) dentro de la parroquia de San Lorenzo de Folgueras. Tradicionalmente se la adscribe como inmediatamente posterior al Palacio de Santa María de Naranco construido bajo el reinado de Ramiro I (842-850) y obra cumbre del Arte Prerrománico Asturiano, o bien en los primeros años consecutivos al ascenso al trono de su sucesor Ordoño I (850-866). Las analogías de carácter estilístico que conserva con el Palacio de Ramiro I son patentes aunque se han introducido variaciones constructivas y artísticas que parecen confirmar que su ejecución obedece a un arquitecto vinculado al taller ramirense, pero no al propio arquitecto del Naranco.

El proyecto geométrico proporcional de la estructura arquitectónica de la iglesia de Santa Cristina de Lena se inscribe dentro de las invariantes de proporción y armonía que engloban a la totalidad de la Arquitectura Prerrománica Asturiana. Una constante en los estudios que hasta el momento estamos realizando en edificios de Prerrománico asturiano la constituye el empleo de un conjunto de reglas y de códigos, de unas relaciones métricas y de un sistema modular común. En otro momento hemos expuesto un avance de nuestra línea metodológica (ARIAS, 1992 a). Creemos que en su globalidad la Arquitectura Asturiana tiene su origen en la idea vitruviana de *taxis* (ordenación), empleando el concepto de *taxis* como aquel soporte normativo que hace posible la racional distribución de los diferentes espacios y miembros arquitectónicos. Soporte que organizará los diversos elementos del programa arquitectónico proyectado, articulando y distribuyendo geométrica y proporcionalmente, de acuerdo a recur-

sos jerárquicos sus componentes arquitectónicos y espaciales. Este soporte normativo está constituido por un sistema de ejes y líneas que conforman una retícula ortogonal, modular o matriz compositiva (ARIAS, 1992 a) las cuales organizan y distribuyen, de acuerdo con los principios de orden, ritmo y proporción los diversos elementos de la estructura corpórea arquitectónica, configurando finalmente la idea original de ordenación programática.

En la base de este control de la forma arquitectónica se encuentra la convicción, presente en la totalidad de la Arquitectura Prerrománica Asturiana, de que la configuración de unas composiciones armoniosas sólo se pueden garantizar cuando todos los elementos que conforman el conjunto arquitectónico están ajustados a relaciones inteligibles de tipo numérico que conservan una vinculación efectiva con el dimensionado de todo el edificio.

EL SISTEMA METROLÓGICO: LA UNIDAD DE MEDIDA

Para el cálculo de la unidad de medida se han procesado un conjunto de dimensiones fundamentales del edificio realizándose con la muestra de medidas obtenidas la media aritmética y la correspondiente desviación estándar de la totalidad de los valores. El resultado deducido se ha sometido con posterioridad a la prueba del «chi-cuadrado» obteniendo de esta forma el valor de 1 pes de 0,326 m. como unidad básica de medida empleada. Unidad métrica integrada dentro del sistema de medidas romano. Con este patrón metrológico es posible dimensionar el edificio en su totalidad. Obtenida la unidad básica de medidas se estudió seguidamente el trazado geométrico proporcional

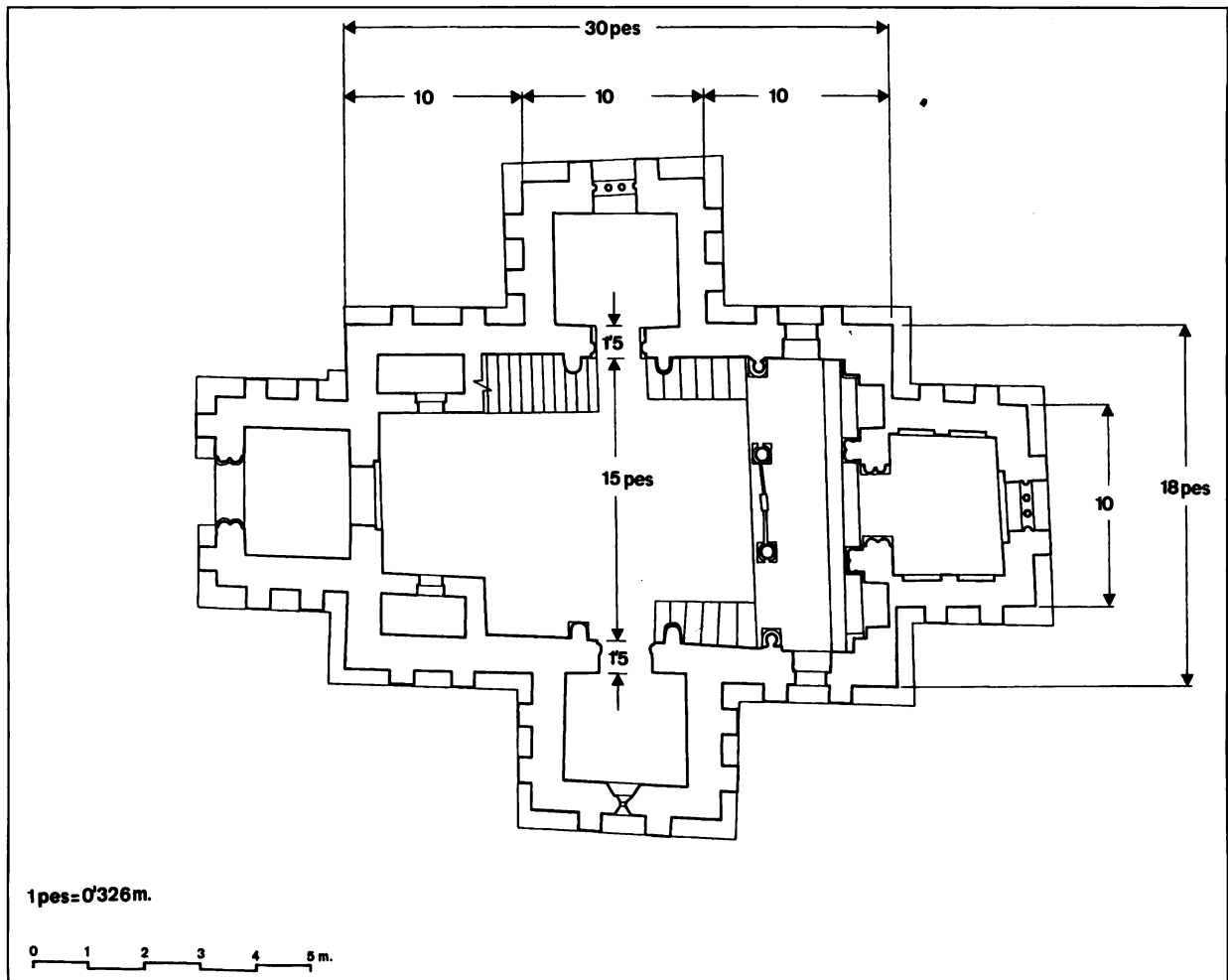


Figura 1. Santa Cristina de Lena. Medidas generales en pes romanos.

del edificio. La construcción geométrica proporcional debía quedar ajustada a las medidas originales constructivas permitiendo una restitución del trazado de proporción ideal del edificio.

En la figura núm. 1 se representan las principales medidas en *pes* de la planta de la iglesia de Santa Cristina. Las medidas generales del cuerpo central son de 30 *pes* de longitud y 18 *pedes* de ancho. Se puede conjeturar que haya sido utilizado como unidad de medición en el trazado el *cubitus* equivalente a 0,489 m y así su equivalencia será de 20 *cubitii* de longitud por 12 *cubitii* de ancho. En metros lineales estas dimensiones son 9,784 m de largo por 5,874 m de ancho respectivamente. Se puede observar que la división tripartita en 10 *pedes* define el ancho del dimensionado de las habitaciones anexas al cuerpo rectangular central, así como la distancia que conforma el resto del paramento a ambos extremos de las habitaciones: 10 *pedes* cada uno. La iglesia se puede

medir pues, enteramente en ambas unidades. El espesor de los muros es de 1,5 *pedes* equivalente a 1 *cubitus* y el ancho interior de la nave única de 15 *pedes*.

ANÁLISIS GEOMÉTRICO PROPORCIONAL

Este avance de medidas generales expuesto se deduce de la aplicación de un sistema de normas de composición y modulación el cual ha permitido ordenar los diferentes elementos espaciales mediante la agregación de formas geométricas. Con el empleo de las reglas expuestas en la figura núm. 3 se ha podido materializar la forma-programa proyectada originalmente. En el dibujo de la figura núm. 2 se puede observar el proceso geométrico al que se ha recurrido para configurar el dimensionado y la forma del cuerpo central del templo de Santa Cristina de Lena. El método está



Foto 1. Vista occidental de la iglesia de Sta. Cristina de Lena.

fundado en el sistema de proporción basado en la Escuadra de Pitágoras, en directa vinculación con el triángulo aritmético en el cual sus lados conservan la relación de proporción 3-4-5. Este sistema proporcional es empleado por el Taller o Escuela arquitectónica asturiana en la elaboración de sus proyectos edificatorios deviniendo así en un método regulador de las proporciones de uso habitual en la práctica constructiva. La importancia de este sistema se basa fundamentalmente en su facultad de dirigir la dirección de los trazados proyectuales arquitectónicos en concordancia con las relaciones aritméticas y la unidad de medida utilizadas por el arquitecto (ARIAS, 1992 a).

El Triángulo Pitagórico era empleado en la Antigüedad como método de agrimensura. Por medio de él se dibujaba un ángulo recto sobre el suelo dividiendo una cuerda en doce nudos cumpliéndose que $3+4+5=12$. En su obra *De Architectura*, Libro IX, Vitruvio describe expresamente el empleo de la Escuadra de Pitágoras: «Porque si se toman tres reglas, una larga de tres pies, otra cuatro, y la tercera cinco, adaptándolas de modo que se toquen unas a otras por sus extremidades en figura de triángulo se tendrá una escuadra perfecta».

El Triángulo Pitagórico recibe también el nombre de Triángulo aritmético al ser el cateto

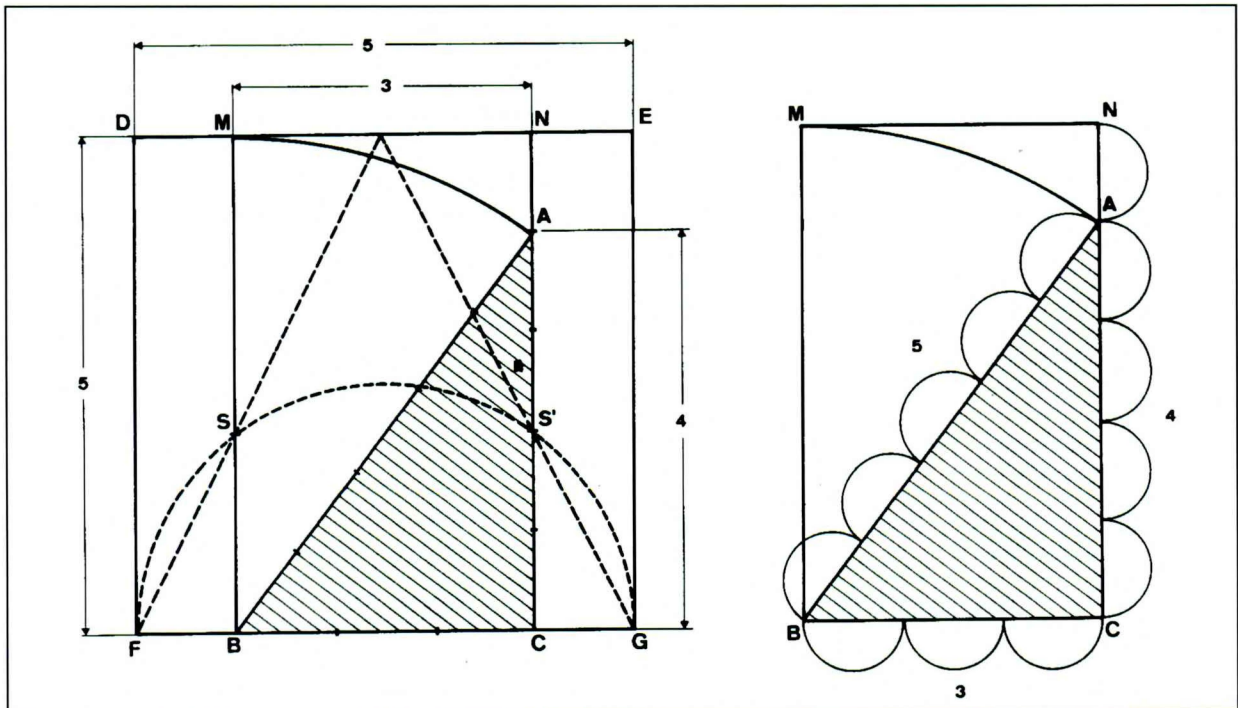


Figura 2. Construcción del triángulo pitagórico a partir de la figura del cuadrado.

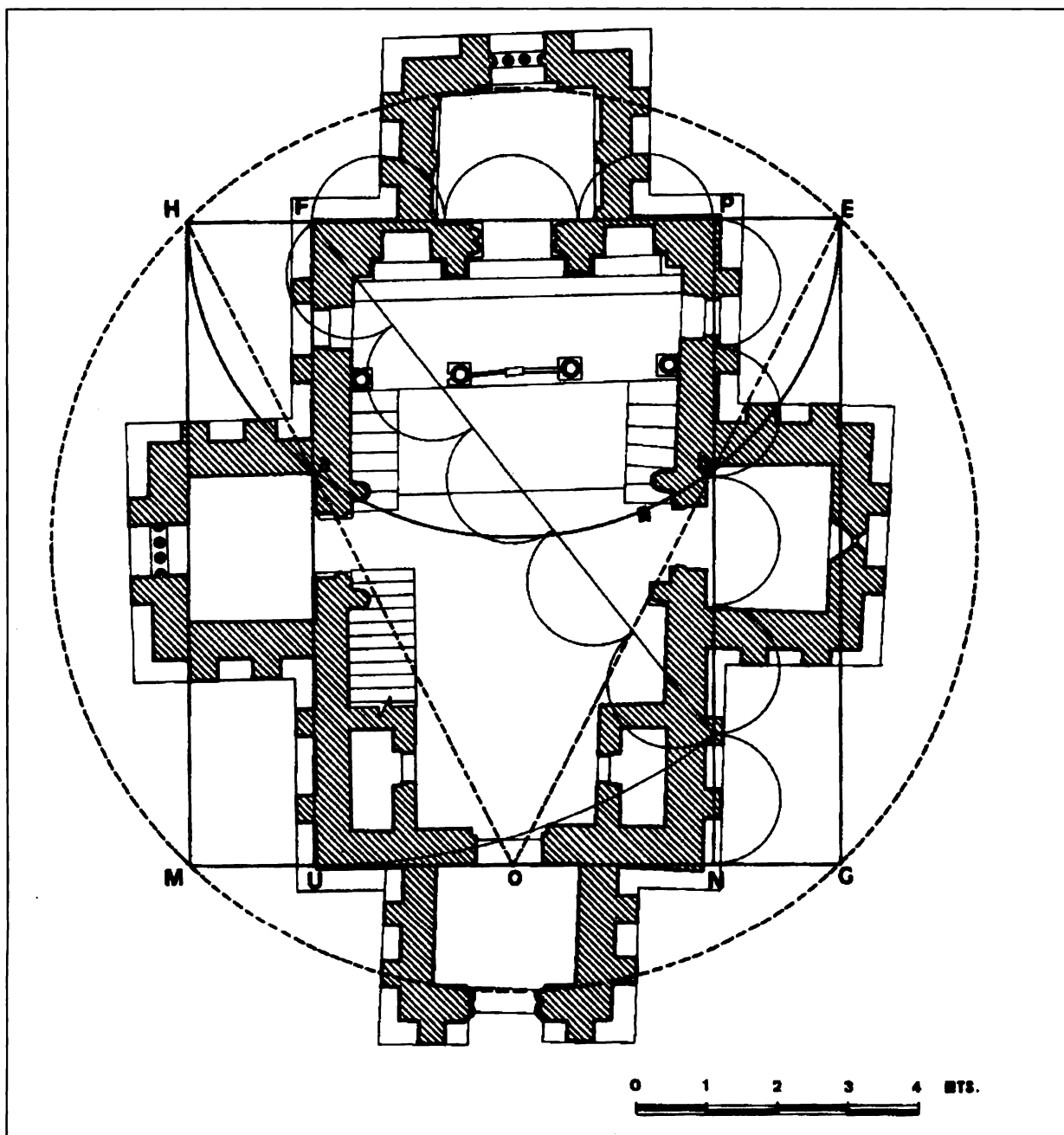


Figura 3. Santa Cristina de Lena. Construcción del rectángulo central de razón 1,666 a partir del cuadrado de 30 pedes de lado.

mayor media aritmética entre los lados 3 y 5. Entre los catetos del triángulo la relación existente es de $4/3=1,333$ y la de la diagonal y el cateto menor $5/3=1,666$.

El recurso al uso de la Escuadra de Pitágoras posibilita la formación de conjuntos de razones de proporción dirigidos por progresiones aritméticas a través de la utilización de formas geométricas sencillas, como el cuadrado, el doble cuadrado, el triángulo... Las mag-

nitudes obtenidas serán submúltiplos de la magnitud inicial y crearán entre ellas relaciones de proporción cuya característica más significativa es la comensurabilidad de sus dimensiones.

La utilización de estos sistemas de representación arquitectónica, sujetos a específicas normas de trazado modular y de proporción, facilitaban la «comunicación» entre el Arquitecto y el constructor. Este, con los instrumentos precisos de

agrimensura y plantillas materializaba sobre el terreno el proyecto original, trasladando fielmente la composición y modulación diseñadas mediante el recurso de la geometría euclidiana a partir de la construcción de figuras geométricas, las cuales delimitarán el perfil de los diversos espacios arquitectónicos proyectados. Las dimensiones definitivas que se fueran deduciendo podrían ser determinadas sucesivamente y reflejadas con precisión en la unidad de medida vigente en la región o en la que el arquitecto hubiera adoptado. Además, este sistema permitía la utilización de «patrones» o «modelos geométricos» en el empleo de posteriores proyectos de edificación. En este proceso no se recurría al uso de operaciones aritméticas representando un sistema fácil y seguro por lo que a la permanencia de las proporciones adoptadas se refiere (ARIAS, 1992 a).

EL SISTEMA DE PROPORCIÓN DE LA PLANTA

La Planta inicia su construcción a partir de la figura geométrica de un cuadrado de 30 *pedes* de lado, límites exteriores del edificio por sus lienzos oriental y occidental y coincidentes con los parámetros interiores de las habitaciones anexas a las fachadas del mediodía y septentrión. En la figura núm. 3 se representa este cuadrado H.E.M.G. de 30 *pedes* de lado y el proceso geométrico por el cual se obtiene el rectángulo F.P.U.N. de 30 *pedes* de lado y 18 *pedes* de ancho coincidente con los límites externos de las cuatro fachadas del cuerpo central rectangular de la iglesia. Se cumple así la relación pitagórica de 1,666 al establecer que $F.U/U.N=30/18=1,666$.

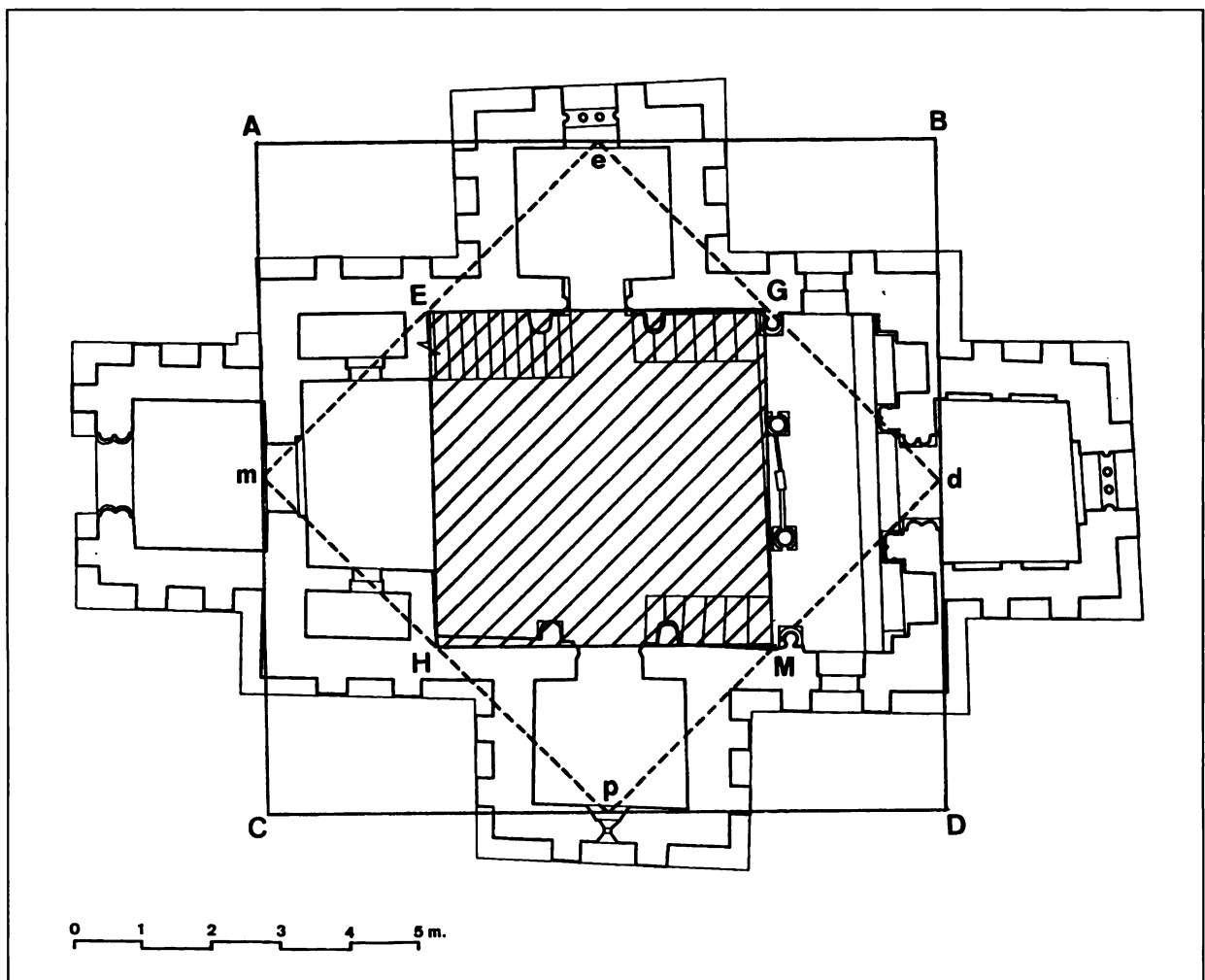


Figura 4. Santa Cristina de Lena. Aplicación del sistema geométrico proporcional pitagórico de la división por dos del área de un cuadrado inicial.

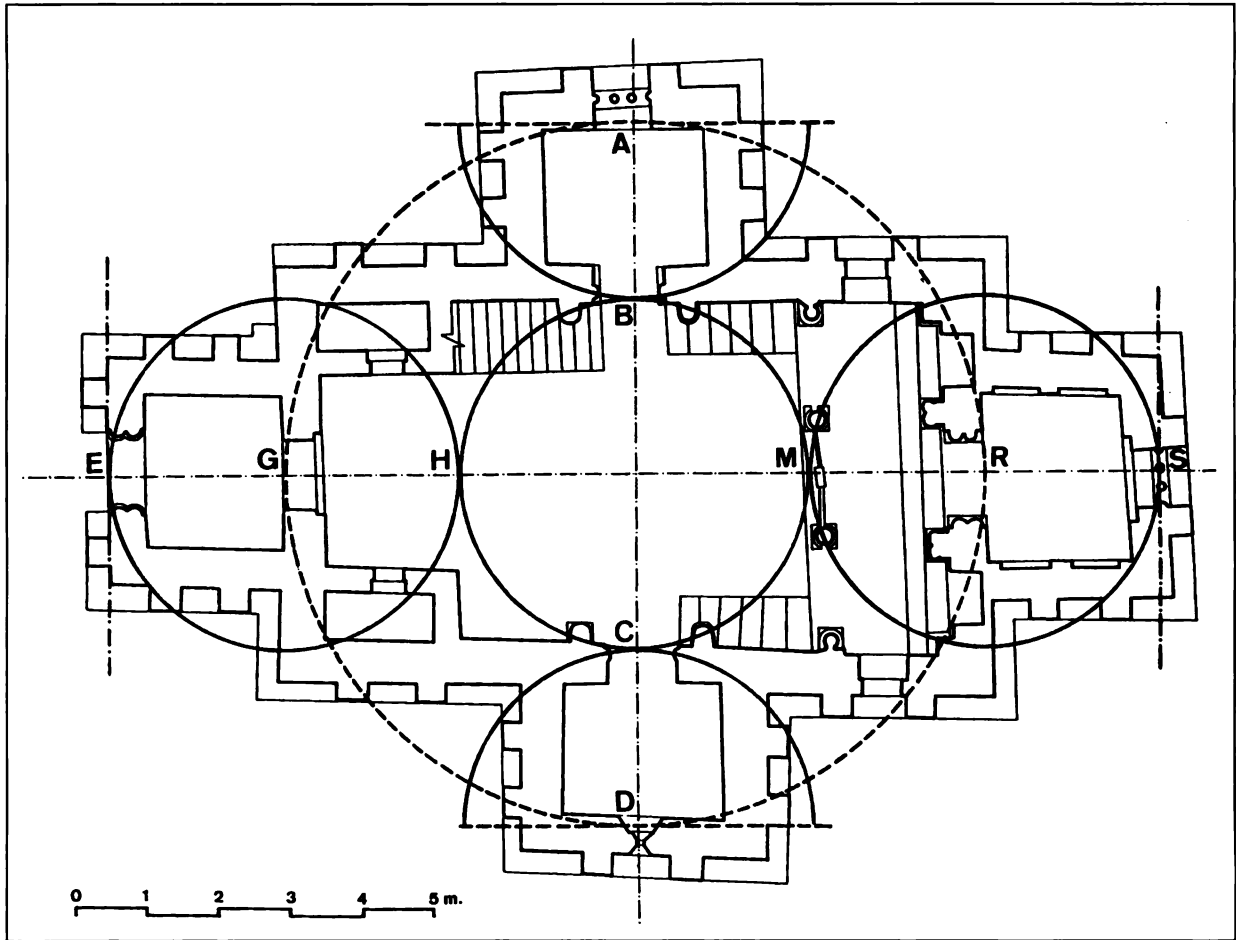


Figura 5. Santa Cristina de Lena. Obtención de las diversas unidades compositivas a partir del cuadrado central (representado aquí por el círculo B.C.H.M).

El núcleo común del trazado regulador aplicado originariamente al templo de Santa Cristina de Lena está constituido, pues, por la aplicación del Triángulo de Pitágoras 3-4-5, proceso de construcción que podemos estudiar en la figura núm. 2. El método se inicia a partir del cuadrado D.E.F.G. (idéntico proceso se puede seguir en el cuadrado ABCD) mediante la obtención de los puntos S.S' deducidos de la intersección de las diagonales del cuadrado con el semicírculo trazado a partir de uno de sus lados. De este modo obtenemos una relación directamente deducida del Triángulo de Pitágoras: $M.N/B.C=10/6=5/3=1,666$. En el dibujo se representa gráficamente en forma de semicírculos el cálculo proporcional basado en la Escuadra de Pitágoras.

Existe una clara identidad de proporción y armonía entre el trazado modular de Santa Cristina y la construcción del Palacio de

Alfonso II (figura 7) (construido entre 791 y 842) y el Palacio de Ramiro I (842-850). Ambas edificaciones constituyen los modelos actualmente existentes en los que se resuelve una aplicación casi mimética de los recursos geométricos de modulación y proporción empleados en Santa Cristina de Lena.

En la figura 4 se representa la construcción del cuadrado en el que sus vértices determinan armónicamente el espacio central E.G.H.M. de la nave del templo de Santa Cristina. Cada línea trazada de este cuadrado es fruto de un tratamiento organizativo previo ejecutado a partir del cuadrado A.B.C.D. de 30 *pedes* de lado. El método de construcción geométrico-proporcional aplicado aquí era muy extendido por los artistas y constructores medievales, y estaba basado en la duplicación y división por dos del área de un cuadrado. La aplicación de este método la encontramos en el Libro IX de *De*

Architettura de Vitruvio, en cuyo texto refiere su invención a Platón, quien desarrolla por este método su tesis de la inconmensurabilidad de los lados de dos cuadrados. El método de construcción se basa en la obtención de un cuadrado (E.G.H.M.) a partir de un cuadrado original exactamente la mitad de la superficie del cuadrado primigenio. El proceso se inicia uniendo los puntos centrales e.m.d.p de cada uno de los lados del cuadrado mayor A.B.C.D de 30 *pedes* de lado. El cuadrado inscrito que se obtiene a partir de este método de división por dos del área de un cuadrado es un cuadrado E.G.H.M. de 15 *pedes* de lado, el cual tiene una función de elemento centralizador compositivo muy importante. Dentro de los estudios que estamos realizando sobre las proporciones y modulación de la arquitectura prerrománica asturiana, este caso de Santa Cristina es ejemplar de la aplicación a los proyectos de diseño arquitectónico medieval del mundo de las ideas geométricas pitagórico-platónicas. La aplicación de este método garantiza una relación numérica racional en el dimensionado de todo el edificio. La superficie de este cuadrado así obtenido de 15 *pedes* de lado abar-

ca exactamente el dimensionado del ancho de la nave central por sus paramentos interiores norte y sur, y el ancho interior delimitado por el nivel superior del presbiterio situado en su sector oriental y la elevación de la tribuna situada a occidente.

Dentro de la composición en planta este «foco» cuadrangular E.G.H.M (figura núm. 4) representa el inicio del diseño de la nave central y la deducción modular de su superficie. Así, en la figura núm. 5 observamos el círculo de diámetro 15 *pedes* definido por los puntos B.H.M.C obtenidos merced a su intersección con los ejes de simetría vertical y horizontal. Este círculo, derivado del primigenio cuadrado, actúa a modo de célula alrededor de la cual se distribuyen figuras circulares que actúan como unidades compositivas definiendo modular y proporcionalmente límites específicos de la arquitectura del edificio. Se observa así la aplicación de un sistema de proporción ligado a la existencia de una concepción de la belleza y las reglas de los órdenes, de sus dimensiones, expresión última en realidad de un lenguaje arquitectónico cuyas raíces inmediatas se

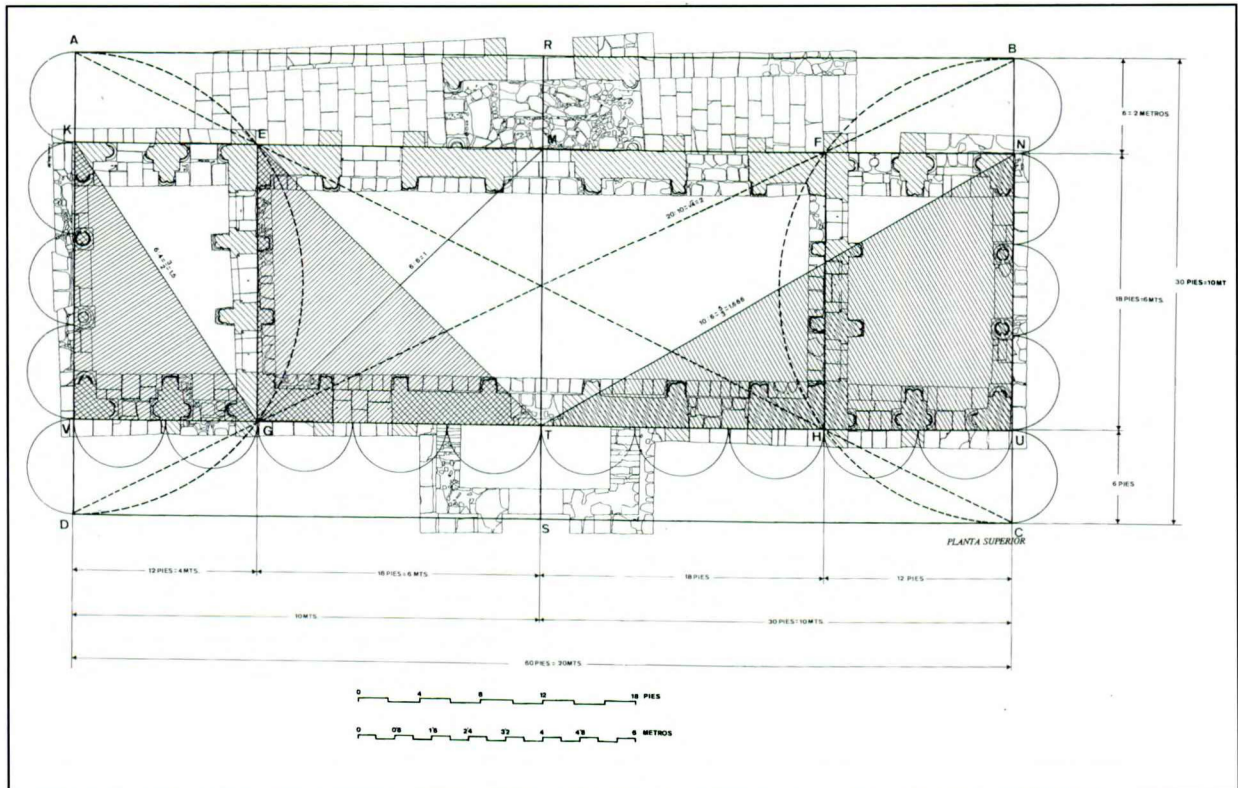


Figura 6. Palacio de Santa María de Naranco. Trazado geométrico proporcional a partir del método pitagórico del triángulo aritmético 3-4-5.

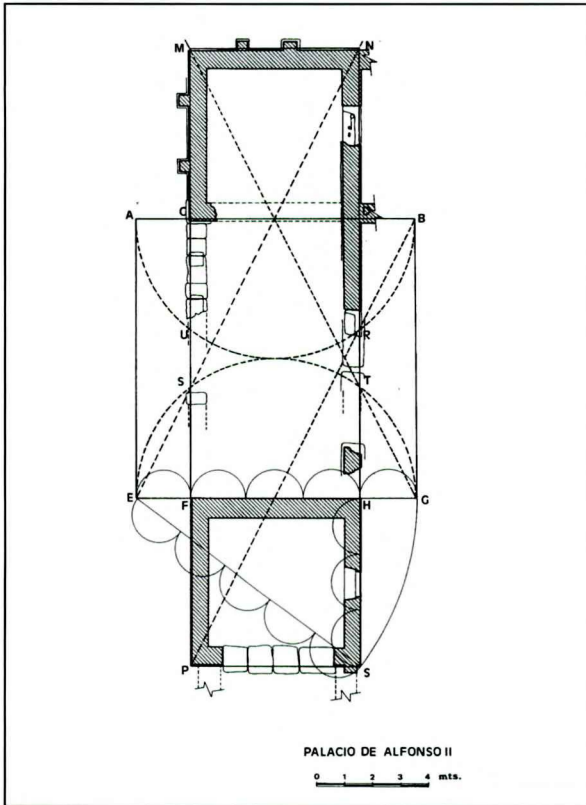


Figura 7. Palacio de Alfonso II. Trazado geométrico proporcional a partir del método pitagórico del triángulo 3-4-5.



Foto 2. Santa Cristina de Lena. Vista hacia el presbiterio. En primer término la arquería que configura el iconostasio.

encuentran en los preceptos vitruvianos. Así, el orden ahora obtenido no puede alterarse sin que se quiebre la armonía visual que se pretende introducir y con ello alterar profundamente la forma arquitectónica proyectada. Estas unidades compositivas que planifican y distribuyen de forma proporcional la superficie de la estructura de la iglesia de Santa Cristina definen geoméricamente los diferentes espacios delimitando tanto el contorno exterior del templo como su interior. Así, obtenemos el dimensionado del vestíbulo de acceso siendo equidistante el centro G de la circunferencia teórica del diámetro E.H. (figura núm. 5) con el límite occidental de la fachada exterior del templo. A su vez el límite exterior del vestíbulo viene definido por el extremo señalado con la letra E de la circunferencia. Esta coordinación modular se observa en el sector oriental del edificio al aplicarse el mismo sistema de proyectación introduciendo así una cualificada relación de simetría en la distribución espacial. El centro R de la circunferencia es coincidente con el extremo oriental de la fachada del templo, pero a su vez define

los límites del espacio de la capilla situada a oriente y la zona del presbiterio (medida M.R). El límite exterior de la fachada está definido por la letra S inscrita en la circunferencia. Conviene mencionar que el ancho de estas habitaciones anexas al rectángulo central que configura la nave única es de 10 *pedes*, es decir 1/3 de la longitud total del cuerpo central (figura 1). Las habitaciones abiertas al mediodía y a septentrión están determinadas en su perímetro y superficie por los mismos criterios de referencia geométrico-proporcional descritos. Obtenemos así un diseño proyectual para el conjunto de la iglesia de Santa Cristina que puede ser calificado de modélico en la distribución del espacio arquitectónico del prerrománico asturiano.

BIBLIOGRAFIA

- ARIAS PÁRAMO, Lorenzo; OLÁVARRI, G. Emilio, 1987. La proporción áurea en el Arte Asturiano: Santa María de Naranco. *Revista de Arqueología*, núm. 73. pp. 44-57. Madrid.

- ARIAS PÁRAMO, Lorenzo, 1988. San Miguel de Liño. Arte Prerrománico Asturiano (Estudio sobre la proporción de las pilastras de San Miguel de Liño). *Revista de Arqueología*, núm. 87, pp. 29-35. Madrid.
- ARIAS PÁRAMO, Lorenzo, 1992. Avance al estudio sobre la Geometría y Proporción en la Arquitectura Prerrománica Asturiana. *III Congreso de Arqueología Medieval Española*. Oviedo, 27 marzo - 1 abril, 1989. pp. 27-37. Oviedo.
- ARIAS PÁRAMO, Lorenzo, 1991. *Trazados previos en la pintura mural de la iglesia de San Julián de los Prados. Seguido de un estudio planimétrico de la iglesia de Santullano a escala 1:40*. Fundación Museo Evaristo Valle. Gijón.
- ARIAS PÁRAMO, Lorenzo, 1990. Trazados geométricos previos a la labra en el prerrománico asturiano: las celosías de la iglesia de Santa Cristina de Lena. *Archivo Español de Arqueología*, núm. 63. pp. 227-247. Madrid.
- ARIAS PÁRAMO, Lorenzo, 1992 a. Geometría y proporción en la Arquitectura Prerrománica Asturiana. El Palacio de Santa María de Naranco. *Madriditer Mitteilungen*, 34. pp. 282-307.
- ARIAS PÁRAMO, Lorenzo, 1992. Geometría y proporción en la Arquitectura Prerrománica Asturiana: la iglesia de San Julián de los Prados. *XXXIX Corso di Cultura sull'Arte Ravennate e Bizantina. Seminario Internazionale di Studi su: "Aspetti e problemi di archeologia e storia dell'arte della Lusitania, Galizia e Asturie tra Tardoantico e Medioevo"*. Ravenna, 6-12 Aprile 1992. pp. 11-62. Ravenna.
- ARIAS PÁRAMO, Lorenzo, 1992. Recursos geométricos de dibujo, composición y proporción en la pintura mural de la iglesia prerrománica de San Julián de los Prados (Oviedo). *Archivo Español de Arqueología*, Vol. 65. Madrid.
- CABALLERO ZOREDA, Luis, 1980. *La iglesia y el monasterio visigodo de Sta. María de Melque (Toledo), San Pedro de la Mata (Toledo) y Santa Comba de Bande (Orense)*. Excavaciones Arqueológicas en España. Madrid.
- CABALLERO ZOREDA, Luis, 1990. Una conjetura sobre la iglesia visigoda de San Pedro de la Nave (Zamora) en: *I congreso de Historia de Zamora 1988*. tomo 2, 317-355.
- GROS, P. 1976. Nombres irrationnels et nombres parfaits chez Vitruve, *MEFRA*, 88, 2, pp. 669-704.
- GRUNAUER, P. 1975. Entwurfsprinzip und Metrologie umayyadischer Wüstenschlösser. *Koldewey-Gesellschaft, Bericht über die 28. (19-23) Tagung*.
- HEITZ, Carol, 1976. Symbolisme et architecture. Les nombres et l'architecture religieuse du Haut Moyen Age. *Simboli e simbologia nell'alto medioevo*, Bd.1. Spoleto, pp. 387-420.
- HEITZ, Carol, 1963. Recherches sur les rapports entre l'architecture et liturgie à l'époque carolingienne. *Service d'Édition et Vente des Publications de l'Éducation Nationale*, pp. 80 ss. Paris.
- HEITZ, Carol, 1975. Vitruve et l'architecture du Haut Moyen Age. *SSCI*, XXII, 2.
- HEITZ, Carol, 1973. Mathématique et architecture, *Centro di Studi sulla Spiritualité medievale*, Todi.
- JIMÉNEZ, A., 1980. Análisis de una propuesta de reintegración de formas arquitectónicas, *Bol. Sem. Estudios de Arte y Arqueología*, 46.
- JIMÉNEZ, A., 1982. Relaciones métricas en Arquitectura. Análisis de tres propuestas. *Homenaje a Sáenz de Buruaga*, Madrid.
- JUNECKE, Hans, 1982. *Die Wohl bemessene Ordnung Pythagoreische Proportionen in der historischen Architektur*. Berlín.
- KEPES, G., 1966. *Module Symmetry, Proportion*. Studio Vista, London.
- KNELL, Heiner, 1983. Vitruvs metrologisches System, en *Coloquio Bauplanung und Bautheorie der Antike*. Disk 4. pp. 33-38. Berlín.
- KURENT, T., 1985. La coordinación modular de las dimensiones arquitectónicas, *Boletín del Museo Arqueológico Nacional*, 3, 1, Madrid.
- KURENT, T., 1979. The Vitruvian Symmetria means Modular sizes, *Lingüística*, 19.
- KURENT, T. - MUHIC, L., 1977. Vitruvius on module, *Acta archaeologica*, Ljubljana, 28.
- KURENT, T., 1964. The basic law of Modular Composition, *Modular Quarterly*.
- MORTET, Víctor, 1905. Note historique sur l'emploi de procédés matériels et d'instruments usités dans la géométrie pratique du moyen-âge. *Congrès International de Philosophie*. Genève.
- MORTET, Víctor, 1908. Recherches critiques sur Vitruve et son oeuvre. *Revue Archéologique*, XI, pp. 101-133.
- SCHOLFIELD, P.M., 1971. *Teoría de la proporción en la Arquitectura*, Barcelona.
- SENE, A., 1970. Un instrument de précision au service des artistes du Moyen Age: l'équerre, *Cahiers de Civilisation Médiévale*, T. XIII.
- SOUBIRAN, J. 1969. *Vitruve, De l'Architecture*, IX.
- TATARKIEWICZ, W. 1987. *Historia de seis ideas*. Madrid.
- VITRUVIO POLION, M., 1990. *De Architectura*, Libri X, testo latino a fronte. Pordenone.
- VITRUV-KOLLOQUIUM, 1984. Darmstadt, 17-18, Junio, 1982. Darmstadt.
- WITTKOWER, R. 1960. The Changing Concept of Proportion, *Daedalus*, pp. 201 ss.