

# MENSURA CAELI

Territorio, città,  
architetture, strumenti

Atti dell'VIII Convegno Nazionale  
della Società Italiana di Archeoastronomia (SIA)

A CURA DI  
MANUELA INCERTI

UnifePress

2010

## INDICE

Presentazione, <i>di Francesco Bertola</i>	p.	9
Introduzione, <i>di Manuela Incerti</i>		11
Prefazione. L'architettura e il cosmo nelle fonti, <i>di Manuela Incerti</i>		17
INTRODUZIONE AI LAVORI		
I. UNESCO Thematic Initiative <i>Astronomy and World Heritage</i> , <i>di Anna Sidorenko-Dulom</i>		37
II. Commissione Nazionale UNESCO per l'Italia. Gruppo di progetto <i>Cultura immateriale e diversità</i> . Convenzione per la protezione e la promozione delle espressioni della diversità culturale. Estratto del piano di attuazione, <i>di Silvana Rizzo</i>		43
III. Architettura, "segno" dell'Universo?, <i>di Emma Mandelli</i>		47
TERRITORIO, CITTÀ, ARCHITETTURE, STRUMENTI		
IV. <i>Opus Dei Project</i> . Orologi solari medioevali italiani. Un archivio per lo studio e la tutela del patrimonio gnomonico medioevale in Italia, <i>di Mario Arnaldi</i>		55
V. <i>In forma dunque di candida rosa</i> . Un disegno gotico per Firenze, <i>di Maria Teresa Bartoli</i>		63
VI. Geometrie per il disegno della terra e del cielo, <i>di Paolo Bertalotti, Mauro Luca De Bernardi, Izabel Alcolea e Maria Chiara Bonora</i>		75
VII. Rappresentazione e comunicazione del Palazzo della Ragione di Padova e del suo ciclo astrologico, <i>di Malvina Borgherini e Emanuele Garbin</i>		94
VIII. Gnomonica e architettura a Roma nel XVII secolo, <i>di Cristina Cåndito</i>		103
IX. Roccabruna: un'architettura adrianea a immagine del cielo, <i>di Giuseppina Enrica Cinque e Elisabetta Lazzeri</i>		116

X.	Where the earth meets the sky: the Roden Crater project by James Turrell, <i>di Agostino De Rosa</i>	131
XI.	La dodicesima parte del cielo: da Schifanoia alla <i>Ferrariae novae restauratio</i> , <i>di Manuela Incerti</i>	161
XII.	Padre Maignan e l'orologio catottrico di Trinità dei Monti. Identificazione delle località ordinate per latitudine presenti nel quadrante, <i>di Nicoletta Lanciano e Emanuele Bellucci</i>	181
XIII.	Archaeoastronomy and landscape archaeology as clues for a new interpretation of Machu Picchu, <i>di Giulio Magli</i>	190
XIV.	Tell Arad (zone H e M) e Bab edh-Dhra' (Charnel House A44): la geometria di alcuni edifici E.B.A. Lo squadro numerico, la composizione armonica e l'unità di lunghezza, <i>di Marcello Ranieri e Andrea Polcaro</i>	202
XV.	La misura del tempo nel chiostro romanico di Sant Cugat, <i>di Adriana Rossi</i>	214
XVI.	Il tempio e le stelle. Analisi dell'orientamento di templi e santuari delle popolazioni parlanti la lingua osca, <i>di Francesco Ruggieri e Mario Pagano</i>	229
XVII.	Misura del ritardo accumulato dalla rotazione terrestre, $\Delta UT1$ , alla meridiana clementina della basilica di Santa Maria degli Angeli in Roma, <i>di Costantino Sigismondi</i>	240
XVIII.	Il santuario dell'età del Bronzo di Trinitapoli. Il Calendario di Pietra, <i>di Anna Maria Tunzi, Mariangela Lo Zupone, Elio Antonello, Vito Francesco Polcaro e Francesco Ruggieri</i>	249
	ASTRONOMIA CULTURALE	
XIX.	Le stelle delle Orse e Arturo, <i>di Elio Antonello</i>	261
XX.	Il cielo del <i>Samarangana Sutradhara</i> . Trattato indiano sull'architettura degli inizi del sec. XI, <i>di Annamaria Dallaporta e Lucio Marcato</i>	267

XXI.	Nuove, antiche sorprese geologiche al di là delle (prime) Colonne d'Ercole, <i>di Sergio Frau</i>	275
XXII.	Mito e razionalità nel cielo di Ovidio, <i>di Elena Francesca Ghedini e Isabella Colpo</i>	280
XXIII.	Il ruolo della statistica nell'archeoastronomia, <i>di Vito Francesco Polcaro</i>	307
XXIV.	Uno straordinario cielo stellato di Piero della Francesca. Il <i>Sogno di Costantino</i> in S. Francesco ad Arezzo, <i>di Vladimiro Valerio</i>	318
STORIA DELLA SCIENZA		
XXV.	Kepler e le sue misconosciute leggi di partenza, <i>di Francesco Castaldi</i>	333
XXVI.	Il calendario runico conservato nel Museo Missionario Etnologico dei Musei Vaticani, <i>di Massimo Ricci, Silvia Listorti e Nicoletta Lanciano</i>	342
SESSIONE POSTER		
XXVII.	Analisi dei moti propri stellari e forma delle costellazioni, <i>di Elio Antonello</i>	353
XXVIII.	La rivoluzione del ciclo zodiacale. La simbologia olistica e l'archeoastronomia, <i>di Teodoro Brescia</i>	357
XXIX.	<i>In hoc signo vinces</i> , <i>di Bruno Carboniero e Fabrizio Falconi</i>	364
XXX.	Primstaff. I calendari runici del Museo Astronomico e Copernicano di Roma e di S. Geneviève a Parigi, <i>di Silvia Listorti, Massimo Ricci e Nicoletta Lanciano</i>	369
XXXI.	La supernova del 1054 a Bisanzio, <i>di Giovanni Lupato</i>	376
XXXII.	Chi l'ha vista? Cas A, un resto di supernova inspiegato, <i>di Andrea Martocchia e Vito Francesco Polcaro</i>	384
	Gli autori	389

## PREFAZIONE

### L'ARCHITETTURA E IL COSMO NELLE FONTI

Il vivace dibattito internazionale scaturito dal contributo di Schaefer (2006) in merito all'attendibilità dei risultati archeoastronomici ha sollecitato la necessità di trovare nella ricerca riscontri positivi a quattro tematiche: (1) la significatività statistica degli allineamenti, (2) le evidenze archeologiche dell'intenzionalità, (3) le evidenze etnografiche relative ai desideri e alle conoscenze dei costruttori, e (4) le motivazioni astronomiche in rapporto all'utilità di alcuni presunti allineamenti. Il presente lavoro, insieme ad alcuni altri<sup>1</sup>, si colloca all'interno di questo dibattito, individuando nelle conoscenze possedute dagli antichi costruttori in relazione al cielo e alle sue leggi le essenziali evidenze etnografiche.

Le fonti che riferiscono sulle tecniche utilizzate nel passato per progettare architetture e città anche in rapporto con il cielo sono state spesso argomento di ricerca.

Il *De architectura* di Vitruvio è certamente la testimonianza più significativa che documenta l'attenzione con cui gli antichi costruttori dell'occidente guardavano la volta celeste. Vitruvio include l'astronomia tra le discipline che, congiuntamente alle cognizioni pratiche, sono necessarie alla formazione professionale dell'architetto. È opportuno che l'architetto «[...] abbia una istruzione letteraria, che sia esperto nel disegno, preparato in geometria, che conosca un buon numero di racconti storici, che abbia seguito con attenzione lezioni di filosofia, che conosca la musica, che abbia qualche nozione di medicina, che conosca i pareri dei giuristi, che abbia acquisito le leggi dell'astronomia» (I 1, 3)<sup>2</sup>.

I contenuti delle nove discipline vengono subito dopo esposti brevemente (I 1, 4-10) attraverso i loro caratteri, finalità e interrelazioni.

La conoscenza del cielo, unitamente all'ottica (che è parte della geometria), è necessaria affinché l'illuminazione all'interno degli edifici sia correttamente progettata<sup>3</sup>. La scienza medica non può prescindere dalla cognizione dell'inclinazione dell'asse terrestre che determina le differenti zone climatiche. Concordanze astrali e accordi musicali, quadrati e triangoli

<sup>1</sup> Si veda in proposito il secondo capitolo di S.C. McCluskey, *An Archaeoastronomical Investigation of Church Orientations, and Medieval Knowledge of Space and Time* (in corso di stampa). Ringrazio il prof. McCluskey per il prezioso confronto su questi temi e per avermi messo a disposizione i suoi lavori inediti. Si veda in questo volume anche il contributo di V.F. Polcaro sulla statistica nell'archeoastronomia.

<sup>2</sup> Cfr. GROSS (1993, p. 15, I 3).

<sup>3</sup> «[...] grazie all'ottica, negli edifici la luce viene fatta arrivare correttamente attraverso l'esposizione a zone del cielo ben precise» (I 1, 4).

trovano, nel tema dell'accordo, un argomento di discussione comune tra astronomi e musicisti (I 1, 16). «Con lo studio infine dell'astronomia si acquisiscono le nozioni di oriente, occidente, mezzogiorno, settentrione, e ancora il sistema delle leggi del cielo, l'equinozio, il solstizio, il corso degli astri; se non si posseggono tali cognizioni, non sarà possibile comprendere il principio teorico degli orologi» (I 1, 10).

Vitruvio traccia così un progetto formativo di carattere enciclopedico in cui i settori del sapere sono tra loro connessi e comunicanti; ammettendo tuttavia che le competenze richieste all'architetto necessariamente non possono essere altissime, bensì medie (I 1, 17), «[...] in modo da non essere preso alla sprovvista qualora ci fosse il bisogno di esprimere una valutazione e un giudizio relativamente a questi settori e a queste tecniche».

La rilevanza assegnata all'astronomia nella formazione professionale è confermata da un importante passaggio individuabile nella seconda suddivisione delle *attività dell'architettura*<sup>4</sup>. Secondo Vitruvio la *gnomonica* costituisce, insieme alla *costruzione di edifici* (libri I-VII) e alla *meccanica* (libro X) (I 3, 1), una delle tre parti dell'architettura e, dunque, anche della stessa struttura del trattato<sup>5</sup>. Proprio il IX libro è interamente dedicato all'astronomia e, in particolare, all'arte di costruire strumenti di misura del tempo. Le citazioni di argomenti astronomici tuttavia sono ampiamente diffuse all'interno del trattato soprattutto in rapporto a due problematiche progettuali: la scelta dell'orientamento e la qualità dell'illuminazione interna dei locali.

La prima delle due questioni è discussa anche attraverso il tema dell'edificazione delle mura cittadine relazionando le condizioni ambientali (naturali e artificiali) alla salute degli abitanti (I 4, 1). Vitruvio, raccomandando di non orientare le città marine verso il mezzogiorno o l'occidente, anticipa contestualmente alcuni argomenti relativi all'orientamento degli edifici (I 4, 2) ripresi poi nel libro VI.

Alle indicazioni sulla cinta muraria seguono le riflessioni sull'andamento del tessuto urbano. «Dopo la costruzione della cinta muraria, è la volta di ripartire all'interno delle mura le aree edificabili e di orientare strade principali e vicoli in rapporto alle zone dei cielo. Tale orientamento sarà corretto se si avrà cura di non lasciare entrare i venti nei vicoli [...]» (I 6, 1). In questo caso le conoscenze astronomiche sono utilizzate per individuare le direzioni dei venti (FIG. 1). Vitruvio descrive il metodo detto oggi *del cerchio indiano*<sup>6</sup> attraverso cui si disegnano le linee *meridiana* ed *equinoziale*

<sup>4</sup> La prima più nota suddivisione è in I 2, 1.

<sup>5</sup> A causa dell'assenza di manuali di architettura antichi, oltre quello vitruviano, è impossibile verificare la diffusione di questa definizione. Si veda: E. Romano nell'introduzione al IX libro del *De architectura* (GROSS 1993, p. 1193); è riportata la citazione di Galeno secondo cui nell'architettura rientrano le *katagraphai* di orologi e clessidre.

<sup>6</sup> Si tratta del metodo più antico e più semplice per tracciare la direzione est-ovest. Si veda ROMANO (1992, pp. 37-38).



quali punto di partenza per definire le direzioni dei 16 venti da lui ricordati (I 6, 6-7 e 12-13). La definizione di un orientamento si basa sull'analisi del movimento dell'ombra di uno gnomone e non sull'osservazione diretta della posizione del Sole sull'orizzonte. Infisso nel terreno uno gnomone è tracciata una circonferenza con centro nel piede dello gnomone. Occorre individuare le intersezioni dell'ombra in movimento con la circonferenza e, puntando il compasso in questi due punti, è necessario tracciare gli archi di circonferenza che, attraverso le loro due intersezioni, consentono di determinare la direzione nord-sud.

In funzione della descrizione dei venti sono nominate la direzione equinoziale e quelle solstiziali (I 6, 5): *ab oriente aequinoctiali, ab occidente aequinoctiali, ab occidente hiberno* (dalla direzione opposta al sorgere del Sole al solstizio invernale), *ab oriente hiberno* (dalla direzione opposta al tramonto del Sole al solstizio invernale)<sup>7</sup>.

La costruzione degli edifici sacri è affrontata nel libro IV. Secondo la tradizione a cui Vitruvio si riferisce<sup>8</sup>, il fronte dei templi deve essere orientato verso occidente (IV 5, 1-2) mentre le are verso oriente (IV 9, 1). Nel brano si affronta il tema dell'orientamento dal punto di vista del rito, senza fornire dettagli sull'accuratezza della misura e su eventuali simbologie. L'officiante salendo all'altare per compiere il sacrificio, guarderà verso oriente avendo davanti la facciata del tempio, la statua della divinità e il settore est del cielo. Questa posizione nello spazio rafforza la sovrapposizione simbolica tra la levata del Sole e il simulacro della divinità. Si tratta di una indicazione che non prevede diversificazioni in relazione alla tipologia, alla latitudine o al clima.

Congiuntamente alla "dimensione orizzontale" Vitruvio non trascura di nominare quella "verticale" attraverso il rapporto con il cielo. Nel primo libro (I 2, 5), nell'ambito dell'enunciazione teorica del sesto principio dell'arte edificatoria, il *decor*, è richiamata la forma ipetrale del tempio<sup>9</sup>. Il bell'apparire di un'opera priva di difetti si basa su un calcolo preciso e sul rispetto della *statio* intesa come «concordanza della struttura architettonica col significato della divinità e col luogo»<sup>10</sup>. Conformemente a questo aspetto è edificato il tempio a cielo aperto, o ipetrale, riservato a divinità quali

<sup>7</sup> Le direzioni astronomiche sono ricordate in I 1, 10; I 6, 4; I 6, 9; II 3, 2; IV 5; VII 13, 2 e in numerosi passi del capitolo 9. Nel paragrafo I 6, 9 V. ricorda che il calcolo della circonferenza terrestre è stato realizzato da Eratostene attraverso il corso del Sole, misurando le ombre di uno gnomone all'equinozio (solstizio in realtà).

<sup>8</sup> A meno di alcune puntuali eccezioni. Si vedano note 188-191 in GROSS (1993, pp. 484-485).

<sup>9</sup> *Decor autem est emendatus operis aspectus probatis rebus compositi cum auctoritate. Is perficitur statione, quod graece θεματισμοι (thematismó) dicitur, seu consuetudine aut natura. Statione, cum Joui Fulguri et Caelo et Soli et Lunae aedificia sub divo hypaethraque constituerunt; horum enim deorum et species et effectus in aperto mundo atque lucenti praesentes videmus.* Si veda in proposito TOSI (1991).

<sup>10</sup> FERRI (1960, p. 59); FERRI (1966, p. 475).

Giove Folgore, Cielo o Luna: «infatti le sembianze e le manifestazioni di queste divinità sono visibili ai nostri occhi all'aria aperta e alla luce del Sole» (I 2, 5). Si tratta di un modello architettonico<sup>11</sup> che traduce un'esigenza rituale attestata anche da Varrone (*De lingua latina* V 66) e da Ovidio (*Fasti* II v. 667-672) che ricorda il tempio Capitolino di Juppiter Optimus Maximus in cui risiedeva, secondo la tradizione, il dio dei "confini" Terminus. Il suo rifiuto di cedere il posto all'ara di Juppiter (con cui convisse), ribadì al mondo romano la sacralità e l'inamovibilità dei confini. Terminus dimorava all'aperto perché una apertura praticata nel tetto del tempio consentiva alla divinità di avere sopra di sé solamente il cielo stellato<sup>12</sup>.

La planimetria del tempio ipetrale (III 2, 8) presenta, rispetto alle altre tipologie descritte, una composizione più complessa degli spazi e, soprattutto, un diverso schema della cella. L'area centrale è a cielo aperto, delimitata da un doppio ordine di colonne distanziate dalle pareti da una ampiezza pari al portico di un peristilio. Ha porte a doppio battente e, contrariamente alle restanti tipologie, vi si può accedere sia dal pronao che dal postico orientato verso il sorgere del Sole. La precisa descrizione delle possibili proporzioni dello spazio e del doppio sistema di aperture (orizzontale e verticale) rimanda a ben definite qualità luminose dello spazio interno e, dunque, al suo naturale rapporto con il movimento quotidiano degli astri: levata, tramonto, passaggio in meridiano.

Nel V libro, invece, il rapporto simbolico tra geometrie celesti e geometrie progettuali è citato a proposito della figura planimetrica del teatro in relazione al dodecagono utilizzato dagli astrologi per fare i calcoli «sui dodici segni celesti sulla base dell'accordo musicale degli astri» (V 6, 1).

L'apertura del VI libro si sofferma sulla necessità di progettare le abitazioni private prestando grande attenzione alle caratteristiche delle regioni terrestri e al loro rapporto con lo zodiaco e il corso del Sole (VI 1, 1)<sup>13</sup>. L'esposizione, condotta attraverso una estesa analisi tipologica dei locali generalmente presenti all'interno delle private abitazioni, rimarca le qualità climatiche e ambientali (temperatura, umidità, mufte, calore, salubrità, luce...) ottenute grazie ad un corretto orientamento. Anche per i locali delle abitazioni di campagna occorre riflettere attentamente sugli orientamenti

<sup>11</sup> Sul tema della luce in Vitruvio e in particolare su questa tipologia di templi si veda BETTINI (in corso di stampa).

<sup>12</sup> *Quid, nova cum fierent Capitolia? Nempe deorum cuncta Iovi cessit turba locumque dedit; Terminus, ut veteres memorant, inventus in aede restitit et magno cum Iove templa tenet. nunc quoque, se supra ne quid nisi sidera cernat, exiguum templi tecta foramen habent.* Ovidio, *Fasti* II vv. 667-672.

<sup>13</sup> «Pertanto come la costituzione del mondo è fondata per natura in rapporto all'ambito della terra sull'inclinazione del cerchio dello zodiaco e sul corso del Sole con peculiarità diverse, allo stesso modo altresì sembra che le costituzioni degli edifici debbano essere disposte in rapporto ai caratteri delle regioni e alle varietà del cielo» (VI 1, 1).



possibili (VI 6, 1-5)<sup>14</sup>, così come fanno gli agricoltori. In questa occasione Vitruvio indica come metodo pratico, per valutare la quantità di luce che probabilmente entrerà in un locale, il traguardare con una corda l'ostacolo visivo (VI 6, 6-7)<sup>15</sup>.

Le conoscenze specifiche sull'astronomia sono contenute nel IX libro che si apre con una lunga *praefatio* caratterizzata da ampi riferimenti letterari e scientifici. L'arte di calcolare un oroscopo e i calendari astronomici sono le due possibili applicazioni pratiche dell'astronomia spiegata da Vitruvio nei primi 6 capitoli del libro. La trattazione di universo, asse del mondo, poli, zodiaco, pianeti, Luna, Sole e sfera celeste trova la sua conclusione in un breve *excursus* sulla storia dell'astronomia.

I capitoli 7 e 8 sono dedicati ai problemi di misurazione del tempo, nel settimo sono affrontati temi di gnomonica, cioè dell'arte di costruire orologi solari. «Solevano gli antichi conoscere le parti del giorno, e le hore dalle lunghezze delle ombre gettate nel piano da gli stili in quello drizzati, e quella cognitione Gnomonica dal Gnomone denominarono. Perché il Gnomone dimostratore delle ombre drizzato a squadra, cioè ad anguli giusti sopra alcun piano dava inditio per via di ombre delle hore, perché d'intorno al Gnomone erano disegnate diverse ombre in diversi tempi dell'anno, e in diverse hore del giorno. Questa designatione era chiamata da gli antichi, Analemma, [...]»<sup>16</sup>.

I traduttori del testo latino hanno sempre concluso, per ciò che concerne il significato del termine "analemma", trattarsi di *una proiezione dall'alto del movimento del Sole, sul piano del meridiano* (dal greco *ana* nel senso di "dall'alto verso il basso") e cioè una proiezione ortografica<sup>17</sup>. Vitruvio espone il suo metodo geometrico (FIG. 2.) scegliendo come località Roma e premettendo, prima di ogni altra considerazione, che per tracciare l'analemma occorre conoscere la latitudine del luogo. Nel mondo romano la misura della latitudine era sostituita dal rapporto fra l'altezza dello gnomone e la lunghezza della sua ombra proiettata su un piano orizzontale all'ora

<sup>14</sup> Sulle problematiche dell'orientamento nell'edilizia agricola si vedano: Varrone *De re rustica*; Catone *De agricultura*; Colummella *De re rustica*, cfr. GROSS (1993, nn. 192-208 al libro 6).

<sup>15</sup> L'operazione è molto simile a quella annotata da Villard de Honnecour nel suo taccuino (foglio 40) in merito alle operazioni di rilevamento.

<sup>16</sup> Vitruvio, *I dieci libri dell'architettura*, tradotti e commentati da BARBARO (1567, l. IX, cap. VIII, p. 398).

<sup>17</sup> «L'analeme est la description de la sphère sur un plan. On y trace les sections des différents cercles, tels que les parallèles diurnes et tout ce qui peut faciliter la science des ombres et de cadrans. Cette description se fait par des perpendiculaires abaissées sur le plan; ce qui lui a fait donner par le modernes le nom de projection orthographique. Le mot *analeme* signifie à peu près la même chose que *lemme*; l'analeme est pou les constructions graphiques, ce que le *lemme* est pour le démonstrations géométriques; c'est une figure subsidiaire où l'on prend ce qui peut abrèger et faciliter la construction de la figure principale». DELAMBRE (1817, p. 458).

sesta (mezzogiorno) del giorno degli equinozi<sup>18</sup>. L'esposizione del procedimento grafico non è completa. Vitruvio infatti non risolve interamente la descrizione ricordando però che, per terminare il disegno, occorre tracciare le linee delle ore sia nei solstizi, che negli equinozi, che di mese in mese. Con l'analemma sarà così possibile realizzare qualsiasi tipo di orologio che, in ogni caso, sarà caratterizzato dalla divisione in 12 parti uguali del giorno, per qualsiasi mese dell'anno.

Nel complesso è possibile ritenere che gli argomenti astronomici esposti da Vitruvio nel trattato, pur non affrontati sempre in modo rigoroso e compiuto, siano una prova sufficiente a indicare l'esistenza di problemi di progettazione architettonica nel suo rapporto con il cielo: orientamento rispetto alle direzioni astronomiche equinoziali e solstiziali, controllo dell'illuminazione interna e geometrie di base per la costruzione di orologi solari, unitamente ai relativi contenuti simbolici.

Analoghe nozioni di carattere astronomico, elementari ma indispensabili per il buon progettare, sono contenute nel *Liber artis architectonicae* di Marcus Ceterius Faventinus (III sec. d.C.). Di Vitruvio, espressamente citato, sono molto sinteticamente ripresi: la teoria dei venti, la Torre dei venti di Atene (cap. 2), l'orientamento nella casa rurale (cap. 13) e urbana (cap. 14), la progettazione degli orologi solari (cap. 29) attraverso la descrizione di un quadrante piano (*pelecinum*), di uno emisferico (*hemiciclyon*) e di uno doppio (*horologio duplex*). Le argomentazioni, tuttavia, non affrontano il problema della tecnica pratica mediante cui è possibile individuare le direzioni astronomiche e presentano numerose imprecisioni nella trattazione gnomonica<sup>19</sup>.

La *Constitutio limitum* di Hyginus Gromaticus<sup>20</sup> è un'ulteriore fonte primaria inerente le operazioni di misurazione e di suddivisione del territorio in età romana. Così come altri popoli antichi, i Romani si preoccuparono di posizionare correttamente, rispetto al percorso del Sole sulla volta celeste, non solo le città e gli edifici ma anche il territorio. Lo scritto testimonia come, per l'agrimensore, fosse di fondamentale importanza riuscire ad orientarsi rispetto alle direzioni cardinali. Tra le strumentazioni disponibili vi erano probabilmente anche meridiane portatili, così come ha dimostrato il ritrovamento di un esemplare in avorio nella bottega di Verus, agrimensore pompeiano.

<sup>18</sup> Quando il Sole si trova nella costellazione dell'ariete e della bilancia. Sulla descrizione del procedimento si veda: INCERTI (1999, pp. 80-89).

<sup>19</sup> TONEATTO (1995); CAM (2001 e 2002); PLOMMER (1973).

<sup>20</sup> Sulle ipotesi di datazione (I-II sec.) e la tradizione manoscritta si veda GUILLAUMIN (2005, pp. 65-72). Le traduzioni dei brani sono a cura dell'autrice e riferibili a GUILLAUMIN (2005).

Secondo Hyginus la più importante operazione dell'arte gromatica è la definizione dei *limites*, cioè l'allineamento della croce di fondazione secondo i due assi est-ovest e nord-sud (corso del Sole e asse del mondo)<sup>21</sup>. L'origine del sistema è nella scienza degli aruspici etruschi che divisero il cielo in quattro parti secondo l'andamento del Sole. L'antica cerimonia è descritta già da Tito Livio<sup>22</sup> a proposito dell'incoronazione di Numa Pompilio: l'intersezione tra i due assi tracciati nel cielo e, per estensione, il punto di stazione dell'aruspice, è il *templum*. I termini *tempo* e *tempio* trovano dunque la radice del loro significato nella disciplina dei gromatici più antichi.

Sull'orientamento cardinale dei *limites* Hyginus si ricollega alla tradizione arcaica degli edifici sacri: gli antichi architetti<sup>23</sup> hanno scritto infatti che i templi guardano solitamente verso l'occidente (I 21); in seguito hanno tuttavia deciso di ruotare i monumenti religiosi verso la parte del cielo da cui la terra raccoglie la luce (oriente, FIG. 3.).

Subito dopo però scopriamo che molte volte fu commesso l'errore di seguire la direzione data dal sorgere o dal tramontare del Sole sull'orizzonte. «Molti, ignoranti di cosmologia, hanno seguito il corso del Sole, cioè il suo sorgere e il suo tramontare [...]. Dopo aver messo in posizione la groma secondo gli auspici, presente forse anche il fondatore stesso (di una colonia), hanno preso gli orientamenti il più accuratamente possibile secondo il sorgere del Sole tracciando i *limites* nelle due direzioni, ma in questo modo il loro *cardo* non ha potuto corrispondere con l'ora sesta (mezzogiorno)» (I 22)<sup>24</sup>. L'orientamento verso la levata del Sole, la volontà di non conservare parallelismo con la centuria più vicina, la scelta di seguire la direzione in lunghezza del territorio, insieme alla rotazione di 90° tra *cardo* e *decumano*, sono le eccezioni possibili alla corretta teoria pianificatoria enunciata da Hyginus.

Esaminando gli "errori" possibili per l'origine del sistema di tracciamento dei *limites*, apprendiamo che alcuni hanno utilizzato la direzione data dai punti di levata e tramonto del Sole, per ignoranza sulle relazioni tra il corso dell'astro e la natura geografica del luogo (latitudine). In altri casi, coscienti del proprio sbaglio, hanno deciso di trascurarlo, accontentandosi così di direzioni valide, dunque, solo per quel luogo.

<sup>21</sup> Secondo Hyginus il nord è a destra, il sud a sinistra, l'ovest davanti e l'est dietro.

<sup>22</sup> *Augur ad laevam eius capite velato sedem cepit, dextra manubaculum sine nodo aduncum tenens quem lituum appellarunt. Inde ubi prospectu in urbem agrumque capto deos precatus regiones ab oriente ad occasum determinavit, dextras ad meridiem partes, laevas ad septentrionem esse dixit; Ad Urbe condita I IV, 18.* Sulla tradizione etrusca nei trattati degli agrimensori romani si vedano: MARTINES (1976); FROTHINGHAM (1917).

<sup>23</sup> Si riferisce alla tradizione citata da Vitruvio.

<sup>24</sup> *Multi ignorant mundi rationem solem sunt secuti, hoc est ortum et occasum, quod is semel comprehendere ferramento non potest. Quid ergo? Posita auspicaliter groma, ipso forte conditore praesente, proximum vero ortum comprehenderunt, et in utramque partem limites emisissent, quibus kardo in horam sextam non convenerit.* Hyginus Gromaticus, *Constitutio limitum*, I 22. GUILLAUMIN (2005, p. 82). La citazione è in DILKE (1979, p. 25).

Nell'ambito delle operazioni di centuriazione Hyginus ricorda che questa condizione locale può mutare rapidamente a causa delle relazioni prospettiche tra punto di stazione e eventuali ostacoli sull'orizzonte quali, ad esempio, le montagne. In una significativa miniatura, contenuta in uno dei più antichi manoscritti del *Corpus Agrimensorum*, troviamo illustrato l'errore (FIG. 4.): «Se il *cardo* o il *decumano* hanno la loro origine non lontano da una montagna, come può il loro corso essere misurato correttamente, dato che il Sole è tramontato sopra la groma ma ancora splende sull'altro lato della montagna e illumina ancora la piana nella zona più lontana?» (VII 6).

Il primo metodo utilizzato da Hyginus per determinare la linea meridiana, analogamente a Vitruvio, si basa su concetti elementari di gnomonica, «arte sublime e divina», e dunque sull'osservazione dell'ombra in movimento (VIII 1). Dopo la definizione dei cinque circoli celesti (settrionale, solstiziale, equinoziale, brumale, australe), è richiamata la durata del giorno (24 ore temporarie). Il punto di partenza dei *limites* è la linea meridiana (ombra all'ora sesta) rispetto alla quale si traccia la perpendicolare per la direzione est-ovest. «Per prima cosa disegneremo un circolo sul terreno, con andamento piano, e nel suo centro metteremo uno gnomone di cui l'ombra, ad un dato momento, entrerà nel cerchio: questo metodo è il più sicuro per prendere la linea dell'oriente e dell'occidente. Noi osserveremo come l'ombra si accorcia a partire dalla levata del Sole. In seguito, quando l'ombra raggiungerà il circolo, segneremo il punto sulla circonferenza. Allo stesso modo osserveremo l'ombra quando uscirà dalla circonferenza. Avendo contrassegnato i due punti sulla circonferenza, l'ingresso e l'uscita dell'ombra, tratteremo una linea retta passante per questi due punti e su questa segneremo il punto medio. Per questo punto occorrerà tracciare una linea passante anche per il centro del cerchio. Per mezzo di questa retta quindi tratteremo il nostro *cardo*, da questa noi faremo partire ad angolo retto i *decumani*» (IX 1-5)<sup>25</sup>.

Il secondo metodo che Hyginus espone per la definizione di un orientamento cardinale è stato indagato da Neugebauer nel 1975<sup>26</sup>. Il procedimento geometrico, particolarmente complesso, prende in esame tre punti estremi dell'ombra di uno gnomone verticale.

Tra gli altri trattati dei gromatici anche il *De limitibus*<sup>27</sup> di Sextus Iulius Frontinus (circa 30-circa 104 d.C.) affronta il tema dell'orientamento degli assi principali. In maniera molto più concisa vengono ricordati i rife-

<sup>25</sup> Fig. 2d e 2e in DILKE (1967).

<sup>26</sup> Il procedimento, descritto da Neugebauer, è stato elaborato sulla base degli scritti di Al-Birūni, più comprensibili rispetto al testo di Hyginus. La fonte primaria è, comunque, Diodoro di Alessandria, astronomo del I sec. a.C.: NEUGEBAUER (1975, parte 2, pp. 841-842; parte 3, pp. 1376-1377). Il grafico e la spiegazione sono presenti anche in GUILLAUMIN (2005, pp. 240-241); una miniatura è in fig. 2f DILKE (1967, pp. 17-19).

<sup>27</sup> GUILLAUMIN (2005, pp. 157-161).



rimenti storici (III 1), gli errori di tracciamento (III 5 e 12), ma non vi si trova la descrizione del procedimento diretto di individuazione della linea meridiana.

### 1. *Vitruvio e il quadrivium nella formazione dell'architetto medioevale*

L'attenzione per l'astronomia degli antichi costruttori è nota anche da altre fonti. Nell'VIII libro delle *Synagoge*, Pappi Alexandrini (IV sec. d.C.) attribuisce il nome di *mechanicus* all'architetto e, seguendo la strada del *De architectura* di Vitruvio, rammenta nel prologo la necessità di affiancare agli studi teorici di architettura quelli pratici (carpenteria, costruzioni...). Accanto alla geometria, l'aritmetica e la fisica, la formazione dell'architetto prevede anche l'astronomia utilizzata per definire gli orientamenti<sup>28</sup>.

Da alcune sporadiche notizie riportate in saggi di carattere storico sappiamo che, molto probabilmente, l'allievo architetto nell'ambito della cultura bizantina doveva affrontare gli studi del *quadrivium*, cioè aritmetica, astronomia, geometria e musica<sup>29</sup>. Anche se non è possibile conoscere il livello di approfondimento delle discipline nella formazione, probabilmente erano trasmesse nozioni di carattere generale utili alle semplici esigenze già individuate da Vitruvio nel suo trattato.

Tra il IV e il X secolo Calcidio, Macrobio, Marziano Capella, Boezio, Cassiodoro, Isidoro di Siviglia, Beda il Venerabile, Scoto Eriugena ed altri, furono gli autori di una importante serie di trattati latini. Merito di questa fase della cultura scientifica è aver dato una certa struttura alle varie discipline condensando nel *quadrivium* il nucleo superstite dell'antica cultura scientifica.

L'insegnamento delle quattro discipline è già presente nella scuola carolingia coordinata da Alcuino (735-804)<sup>30</sup> che diresse la sua attenzione anche verso la musica, l'astronomia e l'astrologia<sup>31</sup>. Grazie allo straordinario

<sup>28</sup> DOWNEY (1946-1948 e 1948); MEEK (1952).

<sup>29</sup> Sulla formazione dell'architetto durante i 1000 anni del Medioevo si vedano: FROTHINGHAM (1909); MEEK (1952); BRIGGS (1927); VENDITTI (1967); VAGNETTI (1980); KOSTOF (1977).

<sup>30</sup> Si veda CENTRO ITALIANO DI STUDI SULL'ALTO MEDIOEVO (1972); LEONARDI (1981, pp. 459-496); FROVA (1974).

<sup>31</sup> HÄGERMANN (2004, p. 198); BERLINSKI (2003, p. 116); EASTWOOD (2002 e 2007). Nella scuola cattedrale di Laon il manuale di insegnamento di Martin of Laon (Laon BM 468, f. 9<sup>r</sup>, s. IX 3/4): *Phisica autem in quattuor divisiones partitur, id est arithmetiam, geometricam, musicam, astronomiam quibus adhaerent astrologia, et medicina, et etiam minores artes [mechanicas] quas aratores, et fullones, et cimentarii exercent*. Più avanti, f. 9<sup>v</sup>: *Astronomia id est astrorum lex. Astrologia, astrorum verbum. Inter astronomiam et astrologiam hoc differt quod astronomia ad certam rem pertinet, astrologia ad certam et incertam. Ad incertam enim pertinet dum in stellis auguriatur*. EASTWOOD (2007, p. 15). Sul tema dell'astrologia si veda *ibid.* pp. 16-17.

interesse di Carlo Magno per l'arte, anche l'architettura trova significativi e profondi sviluppi legati alla riforma culturale basata sullo studio delle sette arti liberali<sup>32</sup>.

I codici gromatici rientrano in quel vasto patrimonio di letteratura antica tramandata in età carolingia e ottoniana. A questo proposito gli studi di Toneatto (1994-1995) rendicontano sull'ampia tradizione manoscritta classificata in tre classi a partire dal codice Arceriano (A e B) datato V-VI secolo.

Una citazione delle due direzioni tracciate dagli agrimensori è contenuta nelle *Etimologie* di Isidoro di Siviglia (circa 560-636) che, nel libro 15 (*Degli edifici e dei campi*), ne ricorda l'andamento mutuamente perpendicolare relazionato alle direzioni del cielo<sup>33</sup>. L'autore, pur non essendo architetto, ricorda anche la necessità di orientare correttamente gli edifici sacri in funzione dei gesti rituali che devono essere compiuti in sintonia con il cielo e i suoi astri (XV 4, 7).

Il trattato di Hyginus era anche nella conoscenza di Gerberto (papa Silvestro, ca. 950-1003), come si evince dal libro sulla Geometria. Nel cap. XCIII è descritta la logica di tracciamento della croce principale *cardo-decumanus*, mentre nel cap. XCIV è la descrizione del metodo geometrico di individuazione della linea meridiana attraverso l'ombra di uno gnomone<sup>34</sup>.

L'analisi sistematica di C.H. Krinsky (1967) sulle testimonianze documentali, dirette o indirette, relative ai manoscritti di Vitruvio ha messo in evidenza come questi furono nella disponibilità di alcuni dei più importanti studiosi carolingi. A tal proposito è possibile elencare Eginhard, biografo di Carlo Magno (come si desume dalla sua lettera del 14 marzo 940 al discepolo Vussin, allievo della scuola carolingia di Fulda)<sup>35</sup>, Alcuin of York (735-804), Hrabanus Maurus (780 ca.-856). Copie del *De architectura* erano inoltre nelle biblioteche medioevali di Reichenau, Murbach, Gorze (Tirolo del sud), Bamberg, Regensburg, Fulda, Melk. Tra le testimonianze indirette più antiche del trattato vitruviano è inoltre una lettera di Cassiodoro del 511.

Solo pochi edifici totalmente integri ci sono giunti per i decenni a cavallo del XI secolo, e le testimonianze documentali scritte superstiti sono spesso di difficile datazione. In ogni caso, nel XI secolo, manoscritti di Vitruvio esistevano a Toul e nei Paesi Bassi. Nel XII secolo il testo era conosciuto a Rouen, Cluny, Montecassino. Entro la metà del XV secolo, il trattato

<sup>32</sup> FROTHINGHAM (1909, p. 67).

<sup>33</sup> *Limites maximi in agris duo sunt: cardo et decumanus. Cardo, qui a septentrione directus a cardine caeli est; nam sine dubio caelum vertitur in septentrionali orbe. Decumanus est qui ab oriente in occidentem per transversum dirigitur, qui pro eo quod formam X faciat decumanus est appellatus.* Isidoro di Siviglia, *Etimologie o Origini* XV 4.

<sup>34</sup> Il metodo, uguale a quello di Hyginus, è in J.P. Migne, *Patrologia Latina*, t. CXXXIX, coll. 151-152, capp. XCIII-XCIV.

<sup>35</sup> Su questi e i prossimi riferimenti si veda anche HEITZ (1975, pp. 726-727).



era disponibile non solo in Italia ma anche in parecchi centri inglesi, così come in Spagna e in Polonia.

Fra gli uomini istruiti del Medioevo che hanno conosciuto Vitruvio, attraverso tutti i dieci libri o solo loro frammenti, C.H. Krinsky elenca: Hermann the Paralytic of Reichenau (Reichenau 1013-1054), Hugo of St. Victor (1096-1141)<sup>36</sup>, Gervase of Melkley (inizio XIII sec.), Vincent of Beauvais (1190 ca.-1264), William of Malmesbury (1180 ca.-1243 ca.), Theoderich of St. Trond, Petrus Diaconus (1107 ca.-1159), Albertus Magnus (1206-1280), forse Filippo Villani (1280-1348), Jean de Montreuil, canonico di Rouen e segretario di Carlo VI, Petrarca (1304-1374), Boccaccio (1313-1375), Giovanni Dondi (1330-1388), Domenico di Bandino, Nicola Acciaiuoli (in uno scritto datato 1359, lascia per testamento i suoi libri alla biblioteca di san Lorenzo). In generale tra gli studiosi medioevali che potevano essere a conoscenza di Vitruvio, o dei suoi insegnamenti, possono essere collocati anche coloro che in Firenze avevano a disposizione la *Mappae clavicola*, Bernward di Hildesheim (960-1020), San Tommaso d'Aquino, il cerchio degli uomini istruiti alla corte di Federico II, gli architetti del secolo XIV della Cattedrale di Milano.

Delle 78 copie manoscritte censite del *De architectura* ben 39 sono conservate in Italia. Tra queste solo 1 reperto è datato prima del X secolo, 3 mss. nell'XI secolo, 3 mss. nell'XII secolo, 4 mss. nel XIII secolo, 4 mss. nell'XIV secolo. L'esistenza di un numero ancora consistente di manoscritti e di fonti indirette autorizza, in conclusione, ad ipotizzare la diffusione del trattato e dei suoi argomenti anche all'interno dei percorsi di formazione professionale dell'architetto in età medioevale.

## 2. Dalle fonti alle evidenze materiali

Durante tutto il Medioevo, con particolarismi differenti in relazione ai secoli e ai contesti regionali, la struttura del sapere permane dunque fondata sulle *7 arti liberali*. Come è stato ricordato, al di là dei trattati inerenti l'arte di costruire, i quadri d'insieme tracciati sulla formazione degli apprendisti-architetti riportano, molto frequentemente, la presenza delle discipline del *quadrivium* e, dunque, anche dell'astronomia.

Studi specialistici hanno dimostrato come le evidenze testuali precedentemente analizzate trovino significativi riscontri nelle *evidenze materiali*, quali la tradizione iconografica, l'uso di particolari tecniche costruttive, geometrie, misure, rapporti numerico-proporzionali<sup>37</sup> e, infine, anche qualità archeoastronomiche.

<sup>36</sup> Nel *Didascalicon de studio legendi* (III 2) è presente un riferimento a Vitruvio.

<sup>37</sup> Si vedano in proposito HEITZ (1975, pp. 740-742); VON SIMSON (1952).

A questo proposito, anche il successo dell'iconografia allegorica delle 7 discipline, avviata da Marziano Capella nel V sec., è prova della reale diffusione della visione enciclopedica della conoscenza nonché della volontà di celebrarla pure in ambito architettonico. La descrizione delle donne che personificarono le 7 discipline di Capella, unitamente all'interpretazione dei commentatori medioevali del IX-XII secolo, ispirò miniatori, pittori e scultori attivi nei più importanti cantieri medioevali<sup>38</sup>. Raffigurazioni delle sette Arti liberali (tra cui ovviamente l'astronomia), sono state scolpite nelle cattedrali di Auxerre, Chartres, Clermont, Laon (sculture 1160-1230, vetrate 1200-1210), Saint Omer, Sens, Soissons, Rouen, Saint-Rémy in Reims, Saint-Irénée in Lione, Friburgo. In Italia si ricordano invece i rilievi delle arti sul campanile del duomo di Firenze (Andrea Pisano, 1337), la tomba di Roberto di Angiò a Napoli (Giovanni e Pacio Bertini fra il 1343 ed il 1345), la cappella spagnola di S. Maria Novella a Firenze (Andrea Bonaiuti, 1367-1369), il pulpito della cattedrale di Siena (Nicolò Pisano, 1260), il pulpito della cattedrale di Pisa (Giovanni Pisano, 1301), la fonte di Piazza Municipio a Perugia (Nicolò e Giovanni Pisano, 1277-1278), i capitelli delle arcate del Palazzo Ducale di Venezia (decenni centrali del XIV secolo)<sup>39</sup>.

Massimo interesse può dunque oggi essere riservato anche alle qualità archeoastronomiche dell'architettura storica, in quanto evidenze materiali capaci di testimoniare, attraverso le peculiarità della forma architettonica, la complessità di saperi e competenze messe in campo dall'architetto nella formalizzazione del suo pensiero.

La ricerca degli ultimi anni ha reso disponibili i dati di un certo numero di rilievi e studi archeoastronomici relativi ad architetture medioevali prevalentemente di carattere religioso<sup>40</sup>. Si tratta di ricerche molto complesse e delicate che si devono porre il problema dell'autenticità e *dell'evidenza dell'intenzionalità astronomica, delle evidenze etnografiche relative ai desideri e alle conoscenze dei costruttori, delle motivazioni astronomiche in merito all'utilità di alcuni presunti allineamenti, e infine, della significatività statistica degli allineamenti* (Schaefer 2006).

La vastità del periodo storico, l'ampiezza e la diversificazione degli ambiti culturali debbono necessariamente far procedere con grande cautela e rigore, affinché sia presto possibile applicare ai dati omogenei per periodo, tipologia, committenza, maestranze ecc., l'analisi statistica<sup>41</sup>. L'ob-

<sup>38</sup> Sulle prime rappresentazioni delle arti liberali si veda RAMELLI (2001, pp. 1063-1064).

<sup>39</sup> FRUGONI (1991, pp. 529-534).

<sup>40</sup> Sui rapporti architettura-astronomia in età medioevale attraverso le evidenze materiali si vedano alcuni contributi negli ultimi Congressi Internazionali (SEAC) e Nazionali (SIA). Si vedano, inoltre, in particolare: SCHIBILLE (2009); ROMANO (1992); MCCLUSKEY (2006 e in corso di stampa) così come l'ampio numero di casi esaminati dall'autrice a partire dal 1997, qui non citati per brevità.

<sup>41</sup> Come per MCCLUSKEY (2006).

biettivo finale di queste ricerche trova nell'attività del Working Group *Astronomy and World Heritage* (formato da membri UNESCO, ICOMOS, IUI ed esponenti degli Stati Parti) partner ideale per ampliare l'orizzonte conoscitivo, e operare per la salvaguardia e la promozione dei beni architettonici di interesse astronomico, oggi in parte ancora inesplorati.

### *Riferimenti bibliografici*

- ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI (2001), *L'Uomo antico e il Cosmo*, Atti del III Convegno Internazionale di Archeologia ad Astronomia, Accademia Nazionale dei Lincei, Roma 15-16 maggio 2000, Accademia Nazionale dei Lincei, Roma.
- AVENI A., ROMANO G. (1994), *Orientation and Etruscan Ritual*, «Antiquity», 68, pp. 545-563.
- BARBARO D. (ed.) (1567), *Marco Vitruvio Pollione. I dieci libri dell'architettura*, Francesco de' Franceschi, Venezia.
- BERLINSKI B. (2003), *The Secrets of the Vaulted Sky: Astrology and the Art of Prediction*, Harcourt, Harcove.
- BETTINI S. (in corso di stampa), *Teorie sulla luce nell'architettura antica e del Quattrocento*, «Annali di architettura. Rivista del Centro del Centro Internazionale di Studi di Architettura Andrea Palladio», 22.
- BRIGGS M.S. (1927), *The architect in History*, Clarendon Press, Oxford.
- BROWN F.E. (1963), *Vitruvius and the Liberal Art of Architecture*, «Bucknell Review», 11, pp. 99-107.
- CAM M.T. (éd.) (2001), *Marcus Cetius Faventinus. Abrège d'architecture privée*, Cam, Paris.
- CAM M.T. (2002), *M. Cetius Faventinus concordance: documentation bibliographique, lexicale et grammaticale*, Hildesheim, New York.
- CASTELLI P. (1978), «*Caeli enarrant*»: *astrologia e città*, in R. Martinelli – L. Nuti (a cura di), *Le città di Fondazione*, Atti del II Convegno Internazionale di Storia urbanistica, Lucca, 7-11 settembre 1977, CISCU-Marsilio editori, Venezia, pp. 172-193.
- CENTRO ITALIANO DI STUDI SULL'ALTO MEDIOEVO (1972), *La scuola nell'Occidente latino nell'Alto Medioevo*, Settimane di studio del Centro italiano di studi sull'alto Medioevo, 15-21 aprile 1971, vol. XIX, Centro Italiano di Studi sull'Alto Medioevo, Spoleto.
- CENTRO ITALIANO DI STUDI SULL'ALTO MEDIOEVO (1975), *La cultura antica nell'occidente latino dal VII all'XI secolo*, Settimane di studio del Centro italiano di studi sull'alto Medioevo, 18-24 aprile 1974, vol. XXII, Centro Italiano di Studi sull'Alto Medioevo, Spoleto.
- DELAMBRE M. (1817), *Histoire de l'astronomie ancienne*, Imprimeur-libraire pour les Sciences, Paris.
- DILKE O.A.V. (1967), *Illustrations from Roman Surveyors' Manuals Author(s)*, «Imago Mundi», 21, pp. 9-29.

- DILKE O.A.V. (1979), *Gli agrimensori di Roma antica. Teoria e pratica della divisione e dell'organizzazione del territorio nel mondo antico*, Edizioni Edagricole, Bologna.
- DOWNEY G. (1946-1948), *Byzantine Architects: Their Training and Methods*, «Byzantion», 18, pp. 99-118.
- DOWNEY G. (1948), *Pappus of Alexandria on Architectural Studies*, «Isis», 38, pp. 197-200.
- EASTWOOD B. (2002), *The revival of planetary astronomy in Carolingian and post-Carolingian Europe*, Ashgate, Aldershot Burlington.
- EASTWOOD B. (2007), *Ordering the heavens: Roman astronomy and cosmology in the Carolingian renaissance*, Brill, Leinden-Boston.
- EASTWOOD B., GRASSHOFF G. (2004), *Planetary diagrams for roman astronomy in Medieval Europe, ca. 800-1500*, Transactions of the American Philosophical Society, Philadelphia.
- FERRI S. (1960), *Vitruvio. Architettura (dai libri I-VII)*, In aedibus Palombi, Roma.
- FERRI S. (1966), *s.v. statio*, in *Enciclopedia dell'arte antica classica e orientale*, vol. VII, p. 475.
- FROTHINGHAM A.L. (1909), *The Architect in History, the architect during the dark age I-II*, «The architectural record», 25, pp. 79-92 e 281-303.
- FROTHINGHAM A. L. (1917), *Ancient Orientation Unveiled, II*, «American Journal of Archaeology», 21/2, pp. 187-201.
- FROVA C. (1974), *Istruzione e educazione nel Medioevo*, Loescher, Torino.
- FRUGONI C. (1991), *Arti Liberali*, in *Enciclopedia dell'arte medievale*, vol. II, Istituto della Enciclopedia italiana, Roma, pp. 529-534.
- GROSS P. (a cura di) (1997), *Marco Vitruvio Pollione. De Architectura*, Einaudi, Torino.
- GUILLAUMIN J.Y. (éd.) (2005), *Les arpenteurs romains. Hygin le Gromaticus Frontin*, Les Belles Lettres, Paris.
- HÄGERMANN D. (2004), *Carlo Magno: il signore dell'Occidente*, trad. di G. Albertoni, Einaudi, Torino.
- HEITZ C. (1975), *Vitruve et l'Architecture du Haut Moyen Âge*, in *La Cultura Antica nell'Occidente Latino dal VIUI all'XI secolo*, Settimane di Studio del Centro Italiano di Studi sull'Alto Medioevo, vol. XXII, Centro Italiano di Studi sull'Alto Medioevo, Spoleto, pp. 725-757.
- INCERTI M. (1999), *Il disegno della luce nell'architettura cistercense*, edizioni Certosa cultura, Firenze.
- INCERTI M. (2001), *Solar geometry in Italian Cistercian architecture*, «Archeoastronomy: The Journal of Astronomy in Culture», 16, pp. 3-23.
- KOSTOF S. (1977), *The Architect in the Middle Ages, East and West*, in S. Kostof (ed.), *The Architect: Chapters in the History of the Profession*, Oxford University Press, New York-Oxford, pp. 59-95.
- KRINSKY C.H. (1967), *Seventy-Eight Vitruvius Manuscripts*, «Journal of the Warburg and Courtauld Institutes», 30, pp. 36-70.



- LEONARDI C. (1981), *Alcuino e la scuola palatina: le ambizioni di una cultura unitaria*, in *Nascita dell'Europa ed Europa Carolingia: un'equazione da verificare*, CISAM, Spoleto, pp. 459-496.
- MACDONALD W.L. (1977), *Roman Architects*, in S. Kostof (ed.), *The Architect: Chapters in the History of the Profession*, Oxford University Press, New York-Oxford, pp. 28-58.
- MARTINES G. (1976), «*Gromatici Veteres*» tra antichità e medioevo, in *La città: immagini e documenti*, Bulzoni, Roma, pp. 3-24.
- MCCLUSKEY S. (1998), *Astronomies and Culture in Early Medieval Europe*, Cambridge.
- MCCLUSKEY S. (2006), *The Orientations of Medieval Churches: a Methodological Case Study*, in T.W. Bostwick – B. Bates (eds.), *Viewing the Sky Through Past and Present Cultures: Selected Papers from the Oxford VII International Conference on Archaeoastronomy*, Pueblo Grande Museum Anthropological Papers nr. 15, Phoenix (AZ).
- MCCLUSKEY S. (in corso di stampa), *Roman Methods of Astronomical Orientation*, in Id. (ed.), *An Archaeoastronomical Investigation of Church Orientations and Medieval Knowledge of Space and Time*.
- MEEK H.A. (1952), *The Architect and His Profession in Byzantium*, «*Journal of the Royal Institute of British Architects*», 59, pp. 216-220.
- NEUGEBAUER O. (1975), *A history of ancient mathematical astronomy*, Springer, Berlin.
- PLOMMER H. (1973), *Vitruvius and later Roman building manuals*, Cambridge University press, Cambridge.
- RADDING C.M., CLARK W.W. (1997), *Architettura e sapere nel Medioevo: costruttori e maestri tra romanico e gotico*, trad. di M. Parizzi, Vita e pensiero, Milano.
- RAMELLI I. (a cura di) (2001), *Influssi e fortuna delle Nozze di Filologia e Mercurio di Marziano Capella*, Bompiani, Milano.
- ROMANO G. (1992), *Archeoastronomia italiana*, Cleup, Padova.
- ROMANO G. (1995), *Orientamenti ad sidera. Astronomia, riti e calendari per la fondazione di templi e città*, Edizioni Essegi, Ravenna.
- RYKWERT J. (1981), *L'idea di città*, Einaudi, Torino.
- SCHAEFER B.E. (2006), *Case Study of Three of the Most Famous Claimed Archaeoastronomical Alignments in North America*, in T.W. Bostwick – B. Bates (eds.), *Viewing the Sky through Past and Present Cultures*, Oxford VII International Conferences on Archaeoastronomy, Pueblo Grande Museum Anthropological Papers nr. 15, Phoenix (AZ), pp. 27-56.
- SCHIBILLE N. (2009), *Astronomical and Optical Principles in the Architecture of Hagia Sophia in Constantinople*, «*Science in Context*», 22/1, pp. 27-46.
- SHELBY L.R. (1972), *The Geometrical Knowledge of Mediaeval Master Masons*, «*Speculum*», 47/3, pp. 395-421.
- VON SIMSON O.G. (1952), *The Gothic Cathedral: Design and Meaning*, «*The Journal of the Society of Architectural Historians*», 11/3 (Oct.), pp. 6-16.

- TONEATTO L. (1994-1995), *Codices artis mensoriae: i manoscritti degli antichi opuscoli latini d'agrimensura (V-XIX sec.)*, Centro italiano di studi sull'alto Medioevo, Spoleto, 3 voll.
- TONEATTO L. (1995), *Tradizione indiretta: appendici, bibliografia, indici*, Centro italiano di studi sull'alto Medioevo, Spoleto.
- TOSI G. (1991), *Architettura e astronomia nel "De Architectura" di Vitruvio*, in M. Fano Santi (a cura di), *Archeologia e Astronomia*, Colloquio internazionale, Venezia 1989, Giorgio Bretschneider editore, Roma, pp. 74-82.
- VAGNETTI L. (1980), *L'architetto nella storia d'occidente*, Cedam, Padova.
- VENDITTI A. (1967), *Architettura bizantina nell'Italia meridionale*, Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli.
- ZAITSEV E.A. (1999), *The Meaning of Early Medieval Geometry: From Euclid and Surveyors' Manuals to Christian Philosophy*, «Isis», 90/3, pp. 522-553.

FIG. 1. La rosa dei venti di Vitruvio nell'edizione del *De Architectura* di Cæsare Cæsariano (1521)

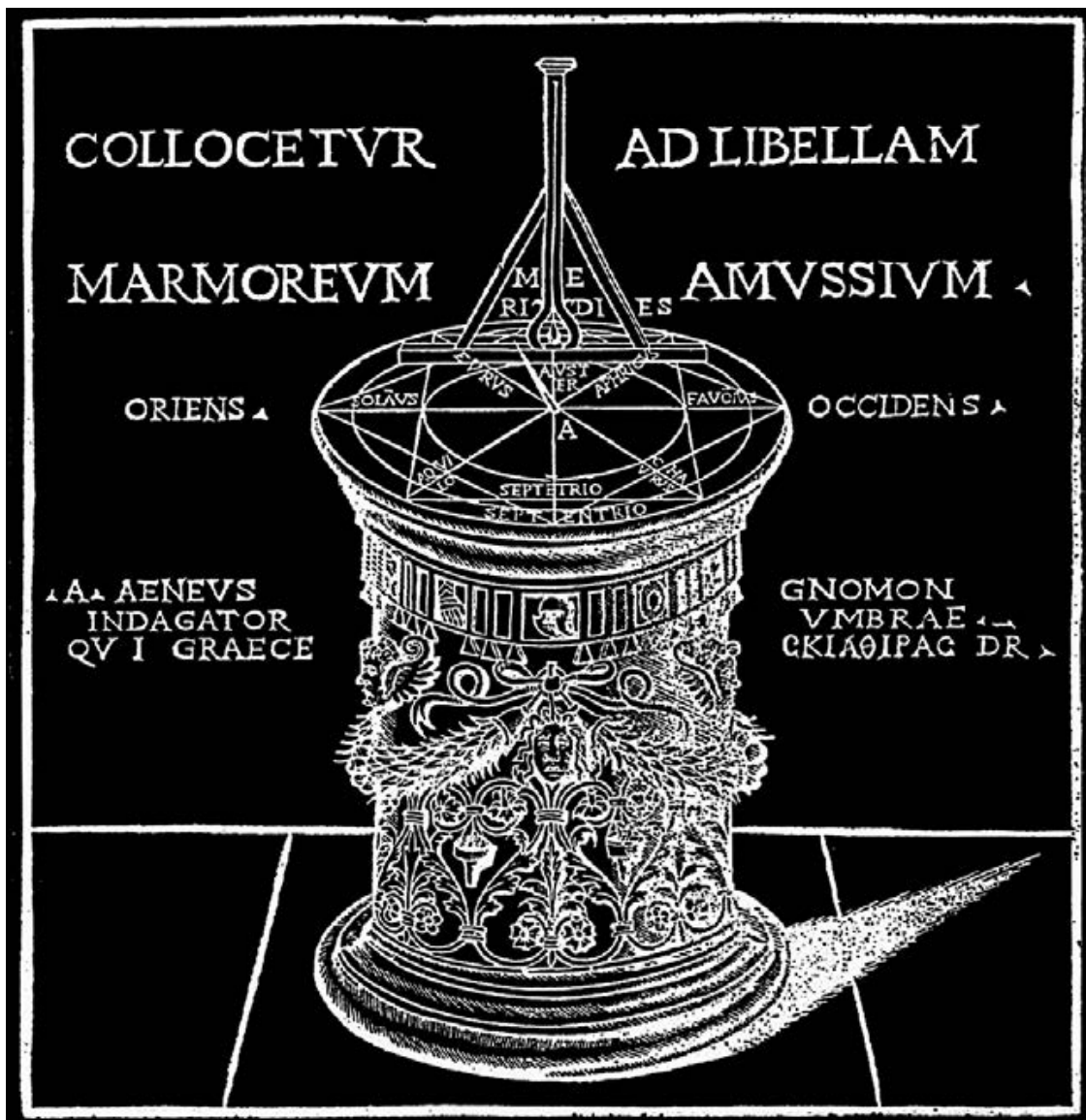




FIG. 2. L'Analemma di Vitruvio per la latitudine di Roma nell'edizione del De Architectura di Cæsare Cæsariano (1521)

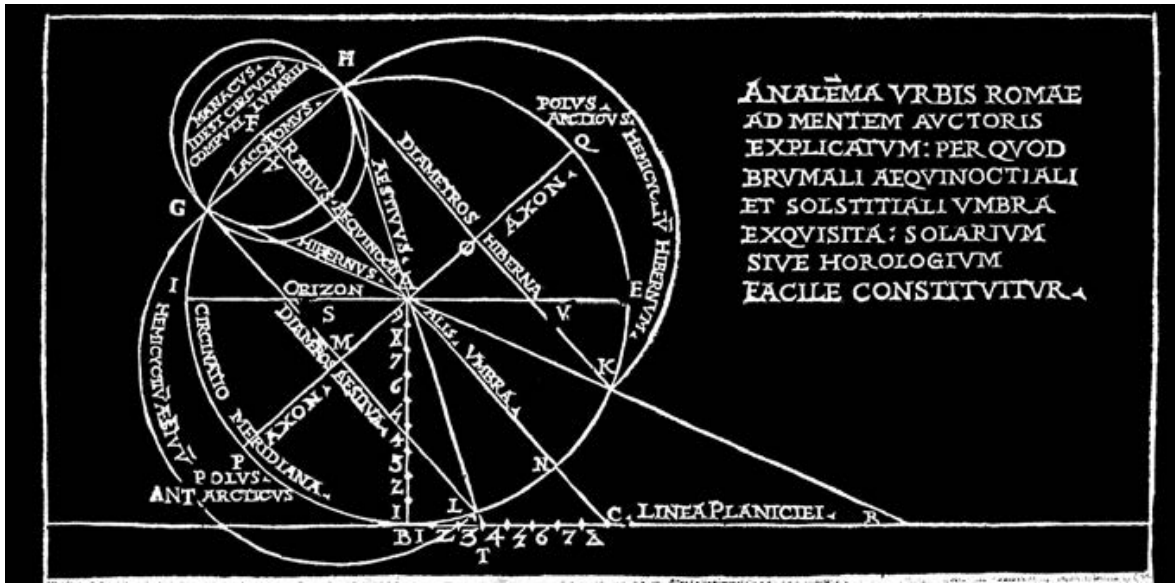


FIG. 3. La miniatura è tratta dalla fig. 2a di Dilke (1967)

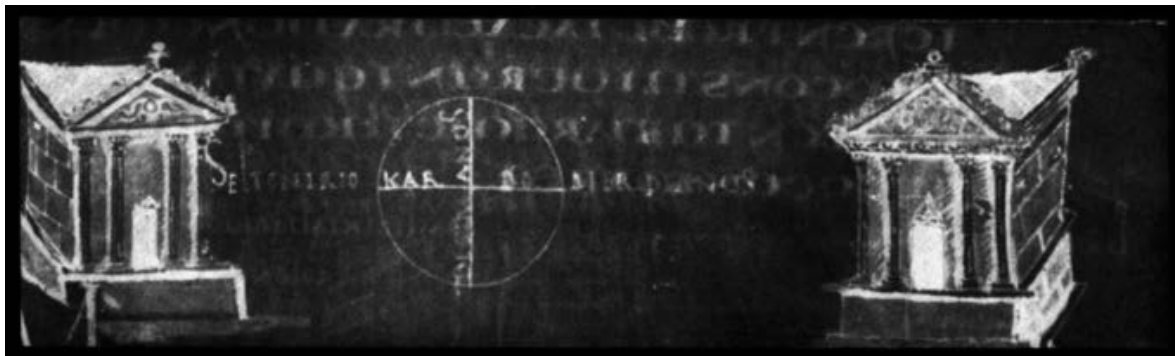
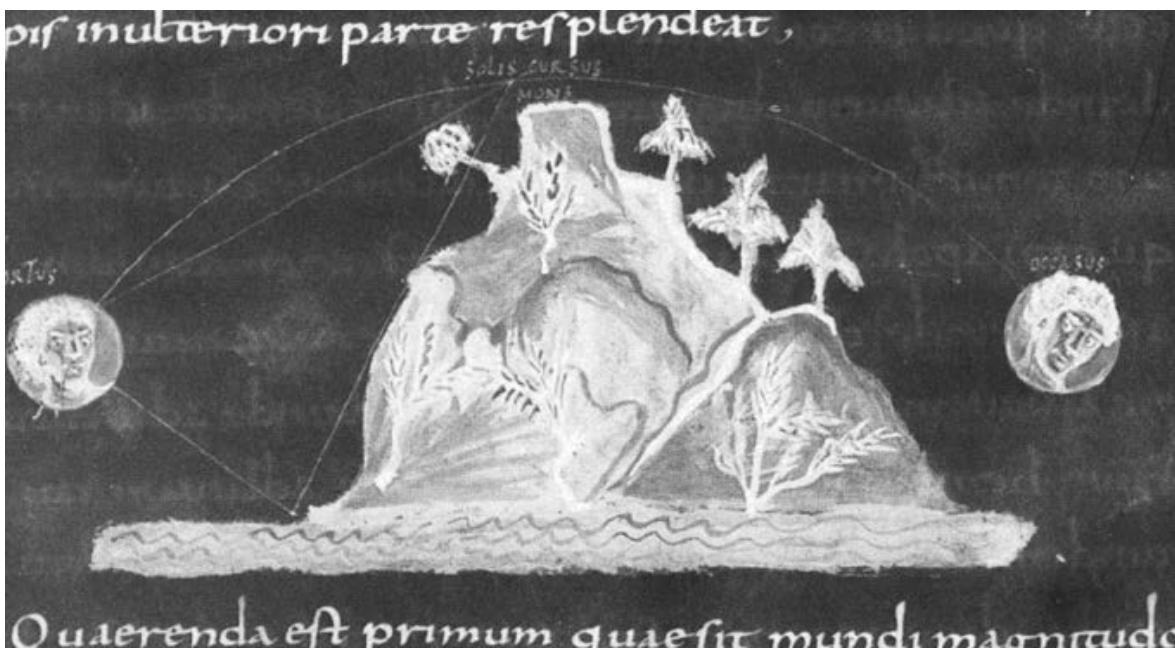


FIG. 4. La miniatura è tratta dalla fig. 2b di Dilke (1967)



## *Ringraziamenti*

Il mio sentito ringraziamento per la preziosa collaborazione ai membri del comitato scientifico e, in particolare, ad Anna Sidorenko-Dulom (UNESCO, WHC), Elena Francesca Ghedini (consigliere culturale del Ministro dei Beni Culturali), Silvana Rizzo (coordinatrice del Gruppo di progetto UNESCO *Cultura Immateriale e Diversità*).

La mia gratitudine a tutti i colleghi delle Facoltà di Architettura che hanno accolto l'invito a riflettere su questo ambito di ricerca e, segnatamente, ad Emma Mandelli che ha assunto l'onere di aprire i lavori proponendo logiche e strumenti propri dell'architetto, reale artefice delle opere studiate.

Sono riconoscente, inoltre, a tutti gli studiosi che hanno portato il loro contributo, molti dei quali sono membri della Società Italiana di Archeoastronomia. Sono grata a Paolo De Bernardis che, con il suo autorevole e raffinato intervento, ha concluso i lavori.

Il successo delle giornate è dovuto al supporto scientifico e organizzativo della SIA e del suo Presidente Elio Antonello, ma anche al sostegno dell'Ateneo Ferrarese, che ha inserito la stampa degli atti tra le prime iniziative della University Press, del Prorettore Valeria Ruggero, di Gianni Fiorentini (Presidente IUSS), di Graziano Trippa (Preside della Facoltà di Architettura) e di Roberto di Giulio (Direttore del Dipartimento di Architettura).

### *Coordinatore scientifico*

Manuela Incerti (Dipartimento di Architettura, Ferrara)

### *Comitato Scientifico*

*Astrofisica:* Elio Antonello (Presidente SIA, INAF - Osservatorio Astronomico Brera, Milano), Francesco Bertola (Dipartimento di Astronomia, Padova, Accademico Linceo), Roberto Buonanno (Presidente Società Astronomica Italiana, Università Tor Vergata, Roma), Giovanni Fiorentini (Dipartimento di Fisica, Direttore Istituto Universitario Studi Superiori, Ferrara), Isabella M. Gioia (IAU Representative, INAF, Bologna), Francesco Polcaro (INAF - Istituto Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica, Roma).

*Archeologia:* Elena Francesca Ghedini (Direttore Dipartimento di Archeologia, Padova), Paola Moscati (Archeologia, CNR), Silvana Rizzo (Commissione Nazionale UNESCO).

*Storia:* Marco Bertozzi (Filosofia, Università di Ferrara), Giordana Mariani Canova (Storia, Università di Padova).

*Architettura:* Emma Mandelli (Università di Firenze, Direttore Scuola Nazionale di Dottorato in Scienze della Rappresentazione e del Rilievo), Manuela Incerti (Coordinatore Centro Astronomia e Patrimonio Culturale, Università di Ferrara), Graziano Trippa (Preside della Facoltà di Architettura di Ferrara).