

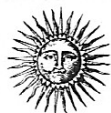
Atti del X Convegno SIA

SOCIETÀ ITALIANA DI ARCHEOASTRONOMIA

*Trinitapoli, Parco Archeologico degli Ipogei
22-23 Ottobre 2010*

a cura di

Elio Antonello



LA CITTÀ DEL SOLE

INDICE

Presentazione	p. 1
Elio Antonello, Vito F. Polcaro, Anna M. Tunzi, Mariangela Lo Zupone, <i>Buche cultuali e stelle</i>	3
Riccardo Balestrieri, <i>L'orientamento delle chiese romaniche in Liguria. I. Metodi</i>	15
Ettore A. Bianchi, <i>Storiografia e astronomia in Berosso da Babilonia (III secolo avanti Cristo)</i>	31
Enrico Calzolari, Vincenzo Di Benedetto, <i>L'allineamento equinoziale di 'Pian Brès' nel territorio di Andrate (Torino)</i>	49
Cristina Cåndito, <i>Strumenti per la misurazione della terra e del cielo tra XVI e XVII secolo</i>	59
Francesco Castaldi, <i>La precisione nelle coordinate astronomiche prima del telescopio</i>	71
Silvia Cernuti, <i>Sull'identificazione di asterismi e costellazioni</i>	85
Mario Codebò, Henry De Santis, <i>Indagine archeoastronomica relativa all'orientamento degli ingressi di alcune sepolture del periodo Hafit nel Sultanato di Oman</i>	95
Marina De Franceschini, Giuseppe Veneziano, <i>Archeoastronomia nella Villa Adriana di Tivoli</i>	105
Luciana De Rose, <i>Il volo della tartaruga</i>	121

Adriano Gaspani, <i>Criteria astronomicamente significativi nella costruzione delle cloighteach altomedioevali irlandesi</i>	133
Domenico Ienna, <i>Integrazione tra culture e apporti individuali nella denominazione mitopoietica 'globalizzata' di stelle e costellazioni</i>	155
Manuela Incerti, <i>Modelli e fonti astronomiche nel rinascimento ferrarese: la Certosa e il De Sphaera estense</i>	173
Nicoletta Lanciano, Jody Morellato, <i>Il regolo lunare di Palazzo Spada, Roma. Indagine su un errore</i>	187
Leonardo Magini, <i>The astronomical foundations of the Romulean calendar, its relationship with the Numan calendar and the slippage of the winter solstice: an hypothesis</i>	199
Vito Francesco Polcaro, <i>Alcor, la Volpe e il 'Signore che Uccide'</i>	207
Marcello Ranieri, <i>Le diagonali e gli orientamenti archeoastronomici</i>	213
Adriana Rossi, <i>Il rilievo della porta dello zodiaco</i>	227
Eva Spinazzé, <i>Spazio e luce nelle architetture sacre. L'orientazione delle chiese monastiche benedettine medioevali nel Veneto</i>	243
Maria Luisa Tuscano, <i>Riflessioni sulla valorizzazione museale degli Strumenti Astronomici extra moenia</i>	261

Archeoastronomia nella Villa Adriana di Tivoli*

Marina De Franceschini¹, Giuseppe Veneziano²

¹*mdfmdf28@libero.it sito web: www.villa-adriana.net*

²*Osservatorio Astronomico di Genova, vene59@libero.it*

Abstract. Hadrian's Villa near Tivoli, Rome, built by Emperor Hadrian starting from 117 A.D., is the most important ancient Roman Villa, one of the highlights of Roman architecture. Archaeoastronomy is a brand new field of research in this remarkable archaeological site. The authors discovered that the Accademia Esplanade (the Acropolis of the Villa) and its buildings (Accademia and Roccabruna) are oriented on the solstitial axis linking the sunrise of winter solstice to the sunset of summer solstice. Special light effects are occurring in those two buildings on both solstices. In the Accademia, the rays of the Sun illuminate a series of axial rooms, creating peculiar light spots on the walls of the so called Temple of Apollo. In Roccabruna, a special window creates a slot of light inside the domed vault of its main hall, as was discovered by the American architects Robert Mangurian and Mary-Ann Ray back in 1988. Archaeoastronomy led to a new interpretation of the function and meaning of the two buildings and of the Esplanade as the Sacred area of the Villa, as explained in the book by De Franceschini and Veneziano (2011).

1. Archeologia e Archeoastronomia nella Villa Adriana di Tivoli (di M. De Franceschini)

1.1. Introduzione

La Villa Adriana di Tivoli è la più imponente e complessa villa imperiale romana che si sia conservata. Vasta più di Pompei (da 80 a 120 ettari), fu edificata dall'imperatore Adriano a partire dal 117 d.C., ed è composta da una quarantina di edifici monumentali e scenografici, circondati da parchi e giardini (v. il sito web www.villa-adriana.net). Ha una serie di spianate artificiali che formano degli insiemi a sé stanti, con muri di contenimento, giardini, edifici, e vi sono punti d'accesso sorvegliati che creano percorsi

* Il presente articolo è una versione ridotta del piccolo opuscolo stampato che è stato distribuito al Convegno SIA di Trinitapoli, il 22-23 ottobre 2010.

obbligati per passare da un livello all'altro. La Spianata dell'Accademia è la vera e propria Acropoli della Villa, apparentemente inaccessibile, e ancor oggi vi si arriva con un percorso tortuoso e dissimulato: un sentiero costeggia l'attuale Museo e conduce a Roccabruna, la cui rampa permetteva di salire alla Spianata stessa, e di accedere agli edifici che vi sorgevano: Accademia, Mimizia e Odeon.

1.2. L'Accademia

Si trova tuttora in proprietà privata, nella Tenuta Palazzo dei signori Bulgarini, che con grande disponibilità e cortesia consentono l'accesso agli studiosi¹. Resta in piedi il 40% circa, il resto è crollato, e per ricostruirlo ci si basa sulla pianta di Herman Winnefeld², che a sua volta copia quella di Giovan Battista Piranesi del 1781³. L'Accademia (Figura 1) ha un vasto portico interno con giardino (AC7-8)⁴, sul quale si aprivano numerosi ambienti. A nord è il padiglione d'ingresso detto Belvedere (AC1), vicino al quale sono sopravvissuti tre ambienti (AC9-10-11) attualmente usati come fienile. A est del portico centrale (AC7-8) si aprivano altri ambienti monumentali, che formavano una 'fuga di sale' orientata grosso modo da nord-ovest a sud-est. Partendo da nord, vi sono due corti porticate quadrangolari (AC41 e AC60) che davano accesso al cosiddetto Tempio di Apollo (AC78) (Figura 2), che descriveremo più avanti. Poi vi era la 'Zooteca'⁵ (AC88) col lato meridionale ricurvo, al centro del quale una porta dava accesso all'ultimo ambiente assiale (AC89) che concludeva la 'fuga di sale'. A est del Tempio di Apollo, l'ambiente AC79 era il più lussuoso dell'edificio, completamente rivestito di marmi fino al soffitto; il vestibolo AC76 collegava il Tempio col portico centrale.

¹ Si ringraziano la signora Daniela Bulgarini ed i figli Francesca e Andrea per avere consentito il rilievo e lo studio degli edifici nella loro proprietà.

² Winnefeld (1895), tav. X.

³ Piranesi (1781), tav. III.

⁴ La numerazione degli ambienti è quella del nostro Progetto Accademia, che, a partire dal 2005, ha studiato e rilevato l'edificio. Si veda il sito web: www.villa-adriana.net, 'Progetto Accademia'.

⁵ Nome coniato nel Cinquecento da Pirro Ligorio, secondo il quale nella Zooteca si tenevano gli animali destinati ai sacrifici nel vicino Tempio di Apollo.

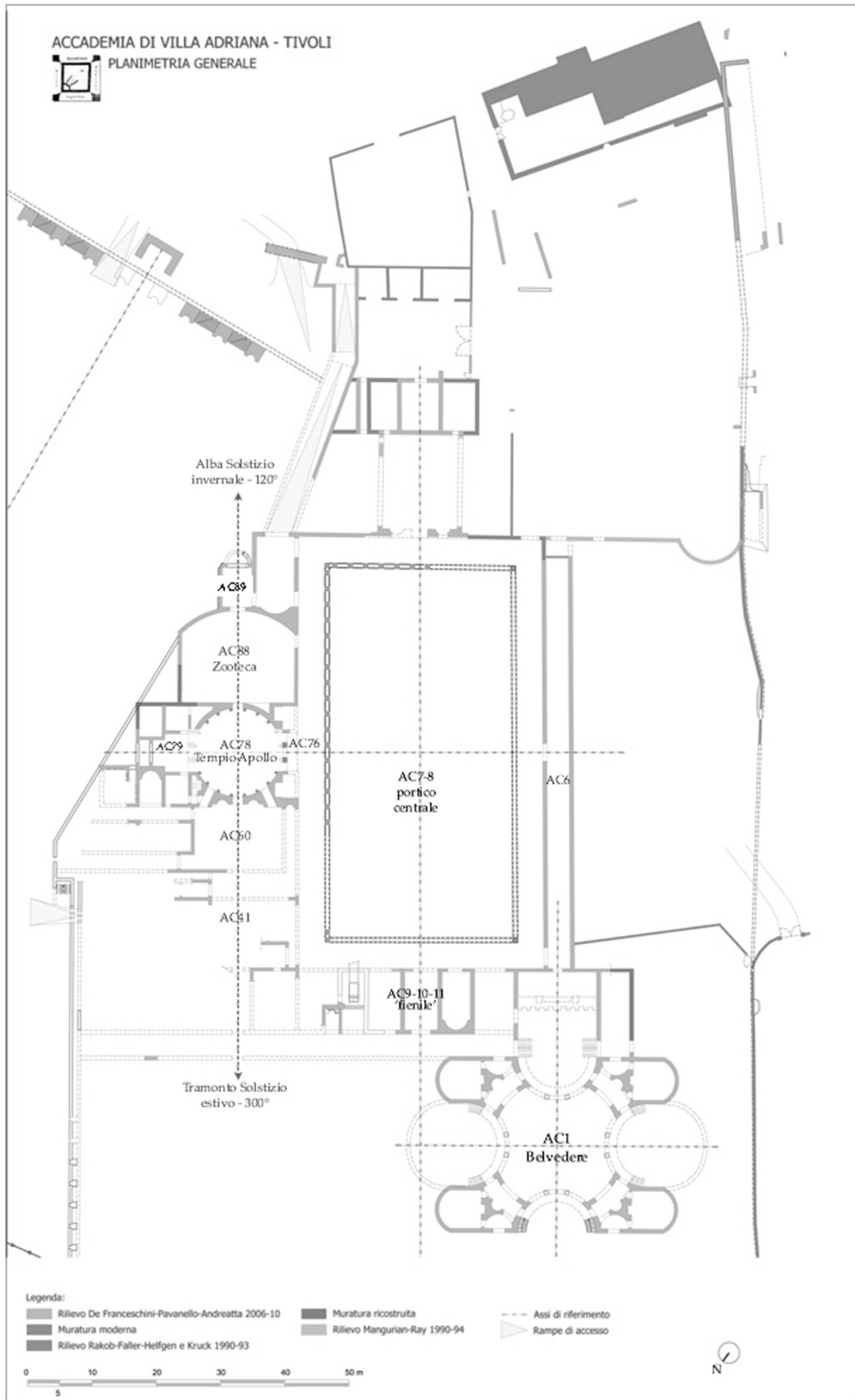


Fig. 1. Pianta dell'Accademia con gli assi solstiziali (rilievo De Franceschini-Pavanello-Andreatta 2006-2010).



Fig. 2. Il Tempio di Apollo all'Accademia nello stato attuale (foto: M. De Franceschini).

Orientamento astronomico e fenomeni luminosi dell'Accademia. Mentre per Roccabruna si erano già avanzate ipotesi che fosse un 'osservatorio astronomico', nel caso dell'Accademia nessuno aveva pensato a un possibile orientamento astronomico: è una scoperta partita dalla casuale osservazione di un pannello del Tempio di Apollo perfettamente illuminato dal Sole, fatta dall'autrice l'11 giugno 2006, una decina di giorni prima del solstizio estivo.

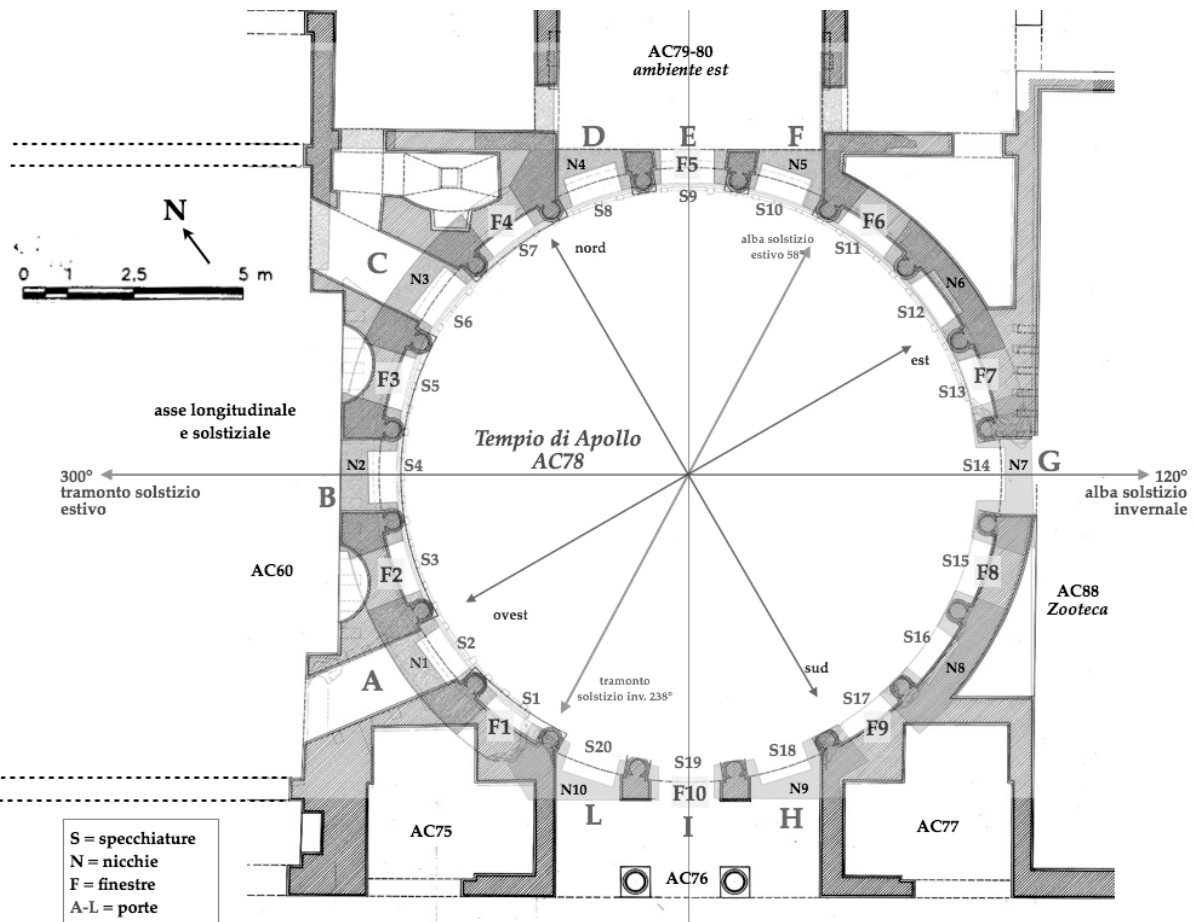


Fig. 3. Pianta del Tempio di Apollo con gli orientamenti solstiziali (elaborato dal rilievo Rakob 1992, inedito).

L'orientamento della 'fuga di sale' dell'Accademia (v. piante in Figura 1 e 3) coincide con l'asse solstiziale, cioè con la linea ideale che unisce il punto dove il Sole sorge all'alba del solstizio invernale (a sud-est) con quello dove tramonta durante il solstizio estivo (a nord-ovest). L'edificio è stato progettato in modo tale che, stando al centro di una qualsiasi delle porte di tale 'fuga di sale', nei giorni del solstizio invernale si possa ancor oggi vedere la luce che entra all'alba dalla porta esterna dell'ambiente AC89, attraversando via via la Zooteca AC88, il Tempio di Apollo AC78 e le due corti porticate AC60 e AC41 che lo precedevano a nord-ovest. Viceversa, nei giorni del solstizio estivo, un osservatore posto nell'ambiente AC89 può tuttora vedere il Sole tramontare sul lato opposto, con i raggi che attraversano d'infilata le porte di quegli stessi ambienti, ma in ordine inverso. Fulcro di questi effetti luminosi è il Tempio di Apollo (Figura 2 e 3), la sala circolare più monumentale del complesso: ha un diametro di m 13,85 (circa 46 piedi romani⁶). Il piano inferiore aveva venti specchiature (ne restano tredici) fiancheggiate da colonnine; quello superiore aveva dieci finestre alternate a dieci nicchie per statue (restano sette finestre e sei nicchie). Per quanto riguarda la copertura, gli studiosi antiquari hanno sempre pensato a una cupola⁷.



Fig. 4. 19 dicembre 2009 (giorni del solstizio invernale): il Sole entra all'alba nell'ambiente AC89 (foto G. Veneziano).



Fig. 5. 20 giugno 2010 (giorni del solstizio estivo) il Tempio di Apollo con due macchie di luce che si muovono sui pannelli e poi raggiungono la porta centrale della 'Zooteca' (foto G. Veneziano).

⁶ Un piede romano equivale a 29,6 cm.

⁷ Ligorio (1550); Contini (1668); Piranesi (1781); Penna (1836); Canina (1856); Kähler (1950).

Solstizio d'inverno. Il 19 dicembre del 2009 (giorni del solstizio invernale) G. Veneziano ha fotografato i fenomeni luminosi all'alba: come previsto, il Sole sorge dalla porta esterna dell'ambiente AC89 e attraversa d'infilata la 'fuga di sale'. Nell'immagine (Figura 4) il Sole è ripreso dalla Zooteca AC88, ed è visibile da tutte le porte assiali.



Fig. 6. Lama di luce al tramonto, sopra la porta della 'Zooteca' nei giorni del solstizio estivo del 2010 (foto G. Veneziano).

Solstizio d'estate. Il 20 giugno 2010 (giorni del solstizio estivo) i fenomeni luminosi si sono rivelati più complessi del previsto. All'inizio delle nostre osservazioni il Sole è entrato da una delle finestre del piano superiore, illuminando l'ultima specchiatura superstite in basso, proprio come era avvenuto nel 2006. Ma, dopo pochi minuti, è comparsa una seconda macchia di luce – più sottile – che nel 2006 non si era vista (Figura 5). Ciò avviene solo durante il solstizio estivo, quando il Sole tramonta nel punto più a nord-ovest del suo percorso. Le due macchie luminose hanno quindi cominciato a spostarsi gradualmente da sinistra verso destra. Al momento del tramonto rimane una sola lama di luce: il Sole entra dalla porta nord-ovest del Tempio di Apollo, e illumina sul lato

opposto la porta fra la 'Zooteca' AC88 e l'ambiente assiale AC89 (Figura 6), raggiungendo la sua porta esterna, con un percorso opposto a quello del solstizio invernale. Purtroppo resta in piedi solo la metà nord-est del Tempio ma è probabile che anche all'alba del solstizio invernale vi fosse una doppia macchia di luce sulle pareti, cosa che potrà essere verificata con un modellino tridimensionale o una simulazione al computer.

1.3. Roccabruna

Sorge all'estremità settentrionale della Spianata dell'Accademia: resta solo il piano inferiore, con tre facciate precedute da un portico del quale si vedono ancora gli attacchi e le fondazioni sul terreno; il quarto lato a sud-est è addossato al muro di contenimento della Spianata stessa. A lato dell'edificio è una rampa in muratura sostruita da archi, che dava accesso alla Spianata dell'Accademia (Figura 7). Al piano inferiore è un'ampia sala circolare (RB6), del diametro di 9,5 m, con una cupola della stessa

altezza; ha nicchie rettangolari e semicircolari alternate (Figura 8); quella di fronte alla porta d'ingresso ha un'abside per una statua. In alto, sopra le nicchie rettangolari si notano quattro piccole feritoie nella cupola: sono il punto di arrivo di cinque condotti passanti, che partono dalle facciate e attraversano l'intero spessore della muratura (Figura 9).

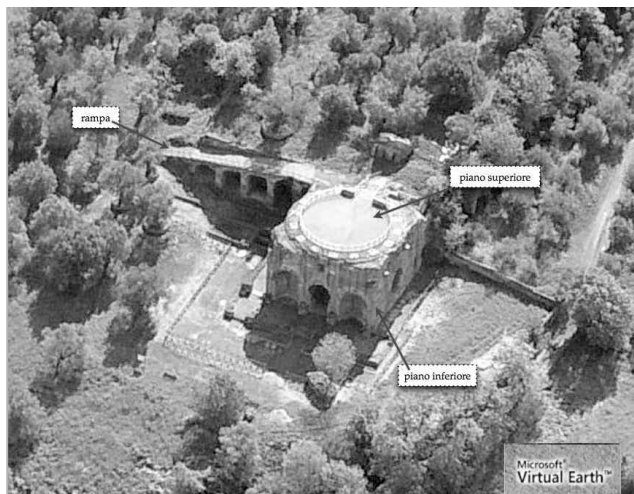


Fig. 7. Veduta aerea di Roccabruna (©Microsoft Virtual Earth).

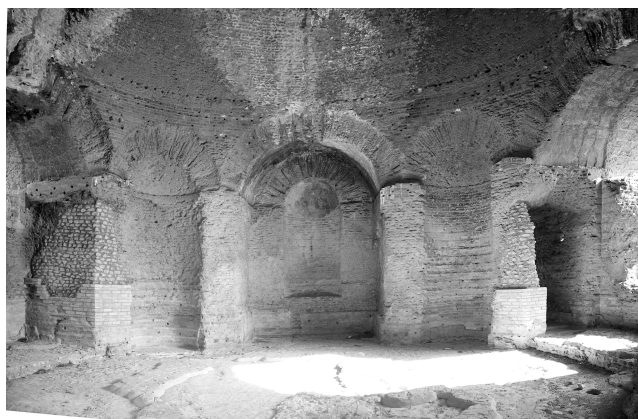


Fig. 8. Roccabruna veduta della sala a cupola RB6 (foto M. De Franceschini).

calcolata in m. 6,50 (equivalgono a 22 piedi romani). La cella del tempietto era ottagonale, con quattro lati più lunghi nei quali si aprivano la porta principale e tre finestre, e quattro lati obliqui più corti, con all'interno nicchie rettangolari.

I primi tre condotti A-B-C si aprono sulle facciate principali dell'edificio, gli altri due D-E sono a sud-est, ai due lati della scala d'accesso al tempietto. Il corridoio RB7 conduceva alla latrina circolare (RB8), alla quale ne corrisponde una uguale e simmetrica sul lato opposto (RB8bis) dove nel Settecento i padri Gesuiti ricavarono senza saperlo una cappella votiva. Il corridoio RB9 portava agli ambienti RB10-11 che sostruivano la scala situata al piano superiore, che un tempo dava accesso al tempietto che vi sorgeva. Il piano superiore è raso al suolo: oggi è una terrazza-belvedere, ma in origine vi era un tempietto circolare (pianta in Figura 10), che è stato ricostruito da Lugli e Bonelli⁸: aveva sedici colonne d'ordine dorico del diametro di m. 0,70-0,80; la loro altezza è stata

⁸ Lugli (1940), pp. 265-266.

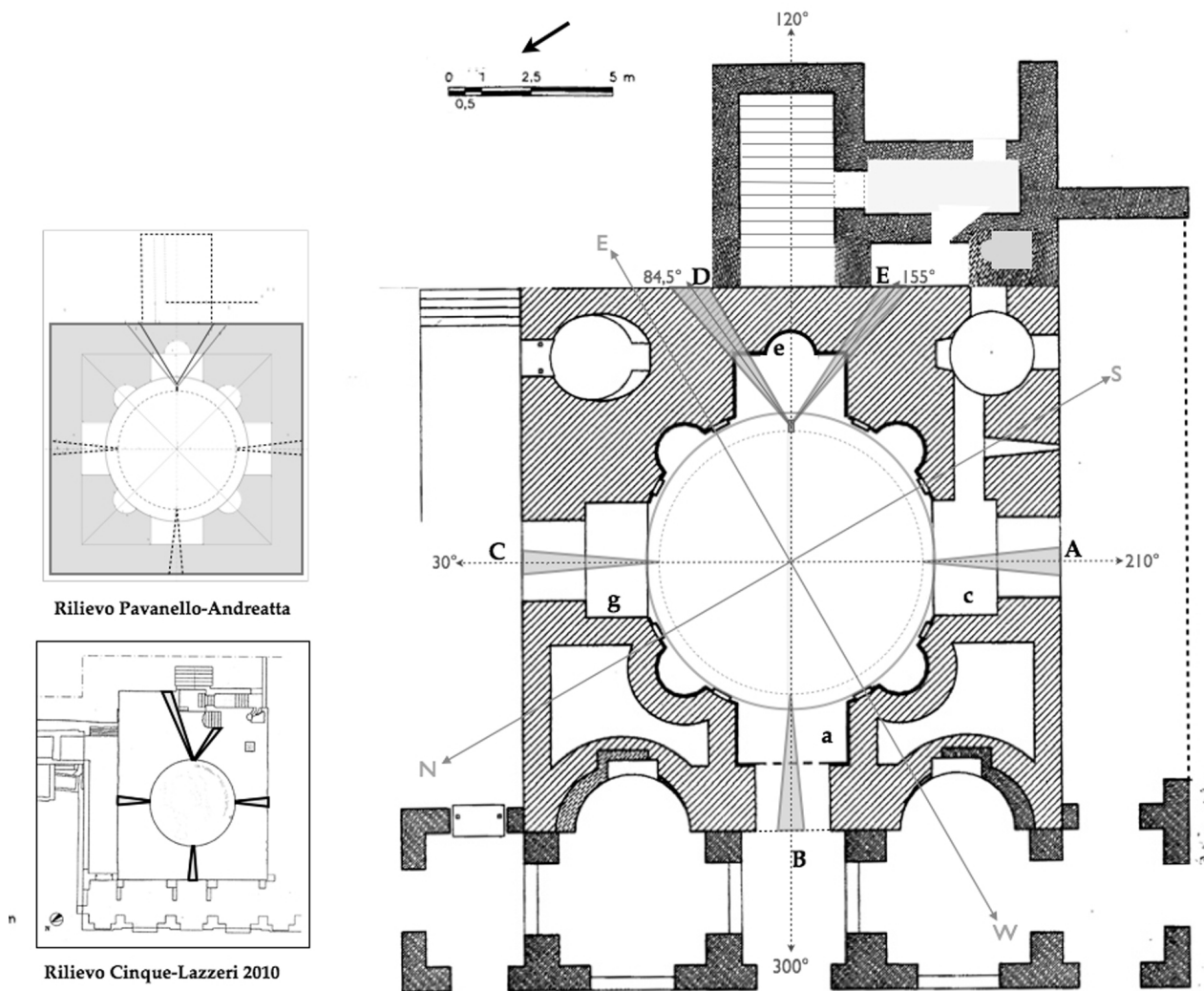


Fig. 9. Pianta di Roccabruna con gli azimut dei cinque condotti passanti (elaborata dal rilievo dell'architetto Sergio Sgalambro, Soprint. Archeol. del Lazio). Nei riquadri la posizione dei condotti passanti dei rilievi Pavanello-Andreatta (corretta) e Cinque, Lazzeri (2010, errata).

Orientamento astronomico e fenomeni luminosi di Roccabruna. Successivamente alle prime osservazioni, l'autrice era venuta a conoscenza di Roccabruna, e di un'armilla sospesa all'interno della sua cupola, durante il Primo Incontro Internazionale "Rileggere l'Antico" (Roma, dicembre 2004⁹). Castellani (2006) aveva escluso che l'edificio fosse orientato verso il tramonto dell'11 agosto (*Dies Imperii* di Adriano)¹⁰, e aveva scritto: "La direzione cui è rivolto l'edificio di Roccabruna non trova riscontro nella topografia dei luoghi, confortando forse l'ipotesi di un orientamento sul tramonto del sole al solstizio estivo",

⁹ Gli Atti dell'Incontro non sono stati ancora pubblicati.

¹⁰ Castellani (2006), p. 18.

e concludendo che quest'ultima è “forse l'unica ipotesi accettabile”¹¹, senza peraltro svilupparla. Durante l'8° Convegno di Archeoastronomia della SIA (*Mensura Caeli*, Ferrara, 2008) Giuseppina Cinque ed Elisabetta Lazzeri hanno ripresentato l'ipotesi di una gigantesca armilla sospesa come un lampadario dentro la cupola di Roccabruna.

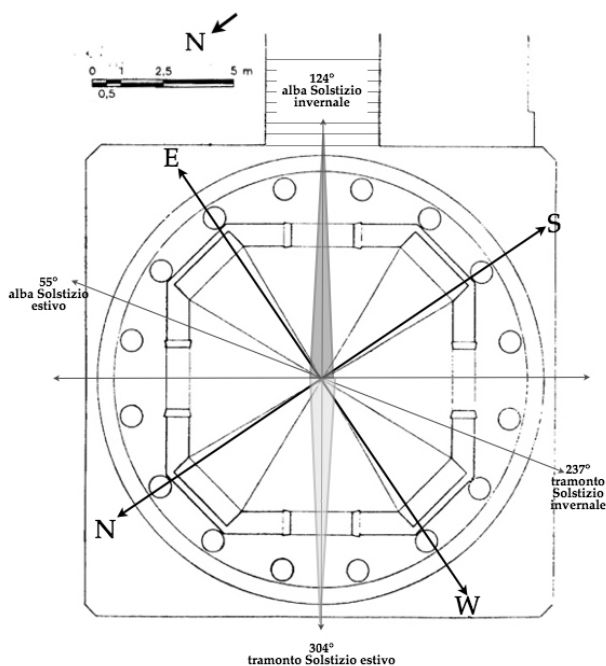


Fig. 10. Tempietto al piano superiore di Roccabruna, pianta ricostruita con orientamento astronomico (elaborato da Lugli, 1940).



Fig. 11. 19 giugno 2009 (periodo del solstizio estivo): il Sole tramonta al centro della porta principale di Roccabruna e in alto la luce entra dalla feritoia interna del condotto B (foto M. De Franceschini).

Scrivono in proposito¹²: “Le analisi sviluppate a partire da tali dati hanno indotto ad escludere tutte le ipotesi, (...) secondo cui i condotti erano stati realizzati al fine di creare particolari e suggestive illuminazioni all'interno del salone centrale; idea, questa, assolutamente impossibile, dato che la posizione dei due condotti sul fonte sud-est impediva qualsiasi tipo di illuminazione solare. (...) L'unica soluzione possibile, quindi, indicava nei condotti le sedi per elementi di sostegno di qualche pesante oggetto ornamentale sospeso al centro della cupola”. L'ipotesi dell'armilla non appare credibile per una serie di ragioni: 1) le feritoie dei condotti

¹¹ Castellani (2006), p. 11-13, con i calcoli astronomici basati su un rilevamento di Maiuri degli anni Trenta.

¹² Cinque, Lazzeri (2010), p. 119.

all'interno della cupola sono troppo piccole per travi destinante a sostenere un oggetto pesante; 2) l'armilla non era un 'oggetto ornamentale', ma uno strumento scientifico che misurava la posizione degli astri: non avrebbe avuto senso sistemarla all'interno di una cupola cieca, che, come notava Castellani, "mal si presta ai compiti dell'osservazione astronomica"; 3) i muri di Roccabruna sono talmente spessi che non vi era bisogno di fare dei fori passanti così complicati per alloggiare delle travi di sostegno; 4) il fatto che i condotti D-E si aprano ai lati della scala prova invece che la comunicazione diretta fra interno e esterno era voluta.



Fig. 12. 19 giugno 2009 (periodo del solstizio estivo). Roccabruna: la lama creata dal condotto B si muove con un percorso ad arco fino a coincidere con la feritoia in cui sbucano i condotti D-E indicata dalla freccia (foto M. De Franceschini).

A cosa servivano i cinque condotti? Per uno di essi, la soluzione del problema è venuta dagli architetti americani Robert Mangurian e Mary-Ann Ray, che fra il 1985 ed il 1994 hanno rilevato l'intera Villa Adriana. Dopo aver progettato negli Stati Uniti, a Close Pegase, una tenuta vinicola con orientamento equinoziale, si chiesero se la disposizione a raggiera degli edifici di Villa Adriana fosse dovuta a orientamenti astronomici. Compresero che il condotto B – simile alle finestre 'a bocca di lupo' dei castelli medievali – serviva a convogliare la luce: il 21 giugno del 1988, giorno del solstizio d'estate, si recarono a Roccabruna al tramonto, e

scoprirono gli straordinari fenomeni luminosi che vi accadono¹³. Al tramonto, infatti, il Sole entra dalla porta principale e illumina la nicchia sul lato opposto, cosa che avviene per buona parte dell'estate. Ma solo nei giorni del solstizio i raggi del Sole entrano anche nel condotto passante B situato sopra quella stessa porta (Figura 11), uscendo dalla feritoia dentro la cupola, proiettando una lama di luce rettangolare sul lato opposto. Questa poi si muove all'interno della cupola stessa con un movimento ad arco fino a quando il Sole tramontando si 'spegne' (Figura 12). Il 13 giugno del 2009, una settimana prima del solstizio, l'autrice ha verificato che il Sole entrava dalla porta principale e illuminava la nicchia sul lato opposto, ma non vi era alcuna lama di luce. Il 19 giugno del 2009 si è invece potuto osservare il fenomeno descritto da Mangurian e Ray: il Sole è penetrato nel condotto passante e la luce è uscita dalla feritoia all'interno della cupola (Figura 11), proiettando una lama di luce sulla parete opposta. La lama di luce si è mossa lentamente da sinistra a destra, con un percorso arcuato, al culmine del quale è andata a coincidere esattamente con la feritoia nella quale sbucano i due condotti passanti D ed E (Figura 12). Gli stessi fenomeni luminosi si ripetevano nel tempietto che un tempo sorgeva al piano superiore di Roccabruna ed era orientato lungo l'asse solstiziale che unisce l'alba del solstizio invernale col tramonto del solstizio estivo (v. pianta in Figura 10). In occasione del solstizio invernale, il Sole sorgeva in asse con la porta del Tempietto, mentre durante il solstizio estivo, il Sole tramontava in asse con la finestra del lato opposto. Altri fenomeni luminosi, che ci proponiamo di studiare, dovevano avvenire attraverso l'oculo della cupola che copriva il tempietto.

1.4. Conclusioni

Fin dai tempi di Augusto le 'macchine solari' fecero parte dell'iconografia del potere imperiale, in quanto l'imperatore – in qualità di *Pontifex Maximus* – sovrintendeva al calendario e quindi ai riti e alle cerimonie legati ai cicli del tempo e allo scorrere delle stagioni. L'Accademia e Roccabruna erano concepite come 'macchine solari' al pari dell'*Horologium Augusti*, della *Domus Aurea* e del *Pantheon* di Roma. La Spianata dell'Accademia, Roccabruna e l'Accademia stessa erano orientate lungo l'asse solstiziale. In occasione dei solstizi vi si verificavano importanti fenomeni luminosi, che segnalavano appunto due degli eventi

¹³ Tale scoperta è stata illustrata da Mangurian e Ray nell'introduzione *Notes on finding solstice secretes at Roccabruna* al libro di De Franceschini e Veneziano (2011) pp. xv-xxi.

astronomici più importanti dell'anno. Il solstizio invernale coincideva con la morte apparente della Natura, quando il timore che il Sole non sorgesse più veniva esorcizzato dai rituali dei *Saturnalia*. Il solstizio estivo, invece, coincideva con la sua massima fioritura ed il raccolto, ed era celebrato con le festività di *Fors Fortuna*. La dea egizia Iside era il comune denominatore dei due culti. Da queste considerazioni e dall'esame dell'iconografia figurativa dei due edifici è nata una nuova ed interessante interpretazione della Spianata dell'Accademia: era la vera e propria Acropoli della Villa, dalla funzione sacra e rituale, e si configura come un 'paesaggio sacro' che, come osserva Magli¹⁴, "ha un contenuto astronomico proprio perché è la replica del cielo. Al contenuto astronomico sono legate le ierofanie, i fenomeni con cui il paesaggio sacro si anima e il divino si materializza".

I risultati dei nostri studi a Villa Adriana sono stati pubblicati e ampiamente discussi – anche nelle loro implicazioni simboliche – in un volume (De Franceschini, Veneziano, 2011).

2. Orientamento astronomico a Villa Adriana

(di G. Veneziano)

Dopo la prima immagine ottenuta nel giugno del 2006 da De Franceschini nel cosiddetto Tempio di Apollo (in cui un pannello, o specchiatura, del piano inferiore veniva illuminato dalla luce del Sole che filtrava attraverso una finestra del piano superiore), partendo dagli orientamenti rilevati da Castellani¹⁵, e grazie alle scoperte degli architetti Mangurian e Ray, che per primi avevano visto i giochi di luce solstiziali a Roccabruna, si è deciso di organizzare una serie di sopralluoghi e di rilievi, che hanno confermato che in occasione dei solstizi avvenivano fenomeni luminosi molto importanti. Le ricerche coordinate si sono concentrate essenzialmente su due edifici: Roccabruna (di proprietà dello Stato) all'estremità settentrionale della Spianata dell'Accademia, e l'Accademia con il Tempio di Apollo (su terreno di proprietà della famiglia Bulgarini). I due edifici distano circa 350 metri l'uno dall'altro, e le coordinate geografiche sono le seguenti (fonte Google Earth):

¹⁴ Magli (2005) p. 315, che cita Van Der Leeuw G., *Phaenomenologie der Religion*, I.C.B., Tubinga 1956.

¹⁵ Castellani (2006).

Roccabruna:	41° 56' 16,63"	latitudine Nord
	12° 46' 23,13"	longitudine Est
	100 m circa	altezza s.l.m. del piano inferiore
	110 m circa	altezza s.l.m. del piano superiore

Tempio di Apollo:	41° 56' 12,32"	latitudine Nord
	12° 46' 39,56"	longitudine Est
	114 m circa	altezza (metri sul livello del mare)

In seguito sono stati calcolati i punti di levata e di tramonto del Sole veri, visibili da questi due siti nei momenti più salienti dell'anno dal punto di vista astronomico, cioè nei due solstizi.

Il calcolo degli azimut odierni dei punti di levata e di tramonto del Sole ai due solstizi – alla latitudine corrispondente agli edifici della Villa Adriana oggetto di studio – ha dato i seguenti risultati. Al solstizio invernale il lembo superiore del Sole sorge ad un azimut di circa 122° e tramonta ad un azimut di circa 237°; al solstizio estivo il Sole sorge ad un azimut di circa 58° e tramonta ad un azimut di circa 302°. Secondo il programma Planetario 2.0 di Piero Massimino, dell'Osservatorio di Catania, nell'anno 125 d.C. (anno medio dell'edificazione di Villa Adriana) l'equinozio di primavera astronomico cadeva il 22 marzo, l'equinozio autunnale il 24 settembre, il solstizio estivo il 23 giugno, il solstizio invernale il 22 dicembre. Tenuto conto che l'inclinazione dell'asse terrestre sull'eclittica (obliquità) non è costante, ma varia con un periodo di circa 41000 anni tra i 22,1° e 24,5°, e che la sua variazione dà luogo ad una diversa declinazione del Sole nel cielo, si è calcolato – tramite la Formula di Laskar – qual era a quel tempo tale inclinazione, che è risultata 23°40,5'. Con questi nuovi parametri si è proceduto a ricalcolare gli azimut solari; i valori sono esposti nella tabella riportata più sotto. Tali valori sono stati sovrapposti ad una dettagliata pianta del Tempio di Apollo (AC78; v. Figura 3) elaborata secondo criteri astronomici da F. Rakob con gli architetti E. Faller, D. Helfgen e A. Krück tra il 1991 ed il 1993. Gli azimut di alcune strutture di questo edificio hanno evidenziato una corrispondenza con quelli solari. In particolare si è notato che al sorgere del solstizio invernale il raggio luminoso del disco solare doveva penetrare tutta una serie di ambienti disposti in sequenza lineare e che – dopo aver attraversato il centro geometrico del Tempio – il raggio luminoso usciva dalla porta nord-ovest e proseguiva la sua corsa negli ambienti posti dalla parte opposta. Un analogo fenomeno, ma col percorso

dei raggi del Sole in senso inverso, avveniva al tramonto del solstizio estivo. Questi due particolari fenomeni erano seguiti (al solstizio invernale) e preceduti (al solstizio estivo) da altri suggestivi fenomeni luminosi, durante i quali i raggi del Sole entrano dalle finestre del piano superiore del Tempio (Figura 13) ed illuminano le porte e le specchiature al piano inferiore. Viste dal centro geometrico del Tempio tali specchiature, delimitate da colonnine, coprono attualmente un angolo di 18° ognuna; se si tiene conto che esse erano rivestite da un spesso strato di intonaco (in parte ancora *in situ* sulle pareti inferiori) la loro misura angolare poteva essere originariamente di 15° .

Fenomeno solare	Azimut al 2010	Azimut nel 125 d.C.
Sorgere al solstizio invernale	$122^\circ 19,5'$	$122^\circ 40,5'$
Tramonto al solstizio invernale	$237^\circ 40,5'$	$237^\circ 19,5'$
Sorgere al solstizio estivo	$57^\circ 40,5'$	$57^\circ 19,5'$
Tramonto al solstizio estivo	$302^\circ 19,5'$	$302^\circ 40,5'$



Fig. 13. Accademia, Tempio di Apollo. Il Sole entra da una delle finestre del piano superiore nei giorni del Solstizio estivo (foto G. Veneziano).

Analoghi fenomeni luminosi erano visibili durante i due solstizi nell'edificio di Roccabruna: il piano inferiore aveva un orientamento prossimo al tramonto del Sole al solstizio estivo, e quello superiore – di cui oggi si conserva solo il piano di calpestio – era legato al sorgere del Sole al solstizio invernale. L'orientamento dell'edificio è identico a quello dell'Accademia. Naturalmente questo studio non vuole essere esaustivo. Molto resta ancora da analizzare e da chiarire. Ad esempio, tramite l'uso di modelli tridimensionali sarà possibile chiarire

la dinamica dei fenomeni luminosi che si instauravano nel Tempio di Apollo soprattutto durante il solstizio invernale, dal momento che la parte crollata dell'edificio è proprio quella sottesa dal Sole in tale periodo.

Per quanto riguarda Roccabruna, questo studio ha messo in evidenza un orientamento sostanziale del piano inferiore verso il tramonto del Sole al solstizio estivo, ma resta ancora da studiare nei dettagli l'analogo orientamento – questa volta verso il sorgere del Sole al solstizio invernale – del tempietto che coronava il piano superiore dell'edificio, e la relativa cupola con oculo (v. Figura 9). Ma non solo: anche altre strutture della vasta Villa Adriana potrebbero essere orientate. Chiaramente ciò presuppone un lavoro che potrebbe durare molti anni. Si è quindi deciso di pubblicare i risultati di questo studio preliminare, seppur ristretto a due soli edifici, nella certezza che la loro peculiarità sarà certamente di stimolo per ulteriori studi ed approfondimenti anche da parte di altri ricercatori.

Bibliografia

(Bibliografia aggiornata e critica su Villa Adriana può essere reperita in: www.villa-adriana.net)

Canina L. (1856) *Antichi Edifizj dei contorni di Roma*, voll. V e VI, Roma 1856.

Castellani V. (2006) *Tivoli: villa Adriana, Rocca Bruna e Astronomia*, Rivista Italiana di Archeoastronomia IV, 9-18.

Cinque G., Lazzeri E. (2010) *Roccabruna: un'architettura adrianea a immagine del cielo*, in *Mensura Caeli*, Atti dell'VIII Convegno S.I.A., Ferrara 17-18 ottobre 2008, 116-130.

Contini F. (1668) *Hadriani Caesaris immanem in agro tiburtino villam*, Roma.

De Franceschini M. (1991) *Villa Adriana. Mosaici, pavimenti, edifici*. Roma.

De Franceschini M., Veneziano G. (2011) *Villa Adriana - Architettura celeste. I segreti dei solstizi*, Roma, l'Erma di Bretschneider.

Kähler H. (1950) *Hadrian und seine Villa bei Tivoli*, Berlin.

Lancaster L. (2005) *Concrete Vaulted Construction in Imperial Rome. Innovations in Context*. Cambridge.

Ligorio P. (1550) *Libro o vero trattato delle Antichità XXII di Phyrro Ligorio Patritio Napoletano et Cittadino Romano nel quale si dichiarano alcune famose Ville et particolarmente della Antica Città di Tibure et di alcuni monumenti*, Archivio di Stato di Torino, a II 7 J20, foll. 30r-55.

Lugli G. (1940) *La Roccabruna della Villa Adriana*, Palladio, 257-274.

Magli G. (2005) *Misteri e scoperte dell'Archeoastronomia*, Roma.

Mangurian R., Ray M.A. (2008) *Re-drawing Hadrian's Villa*, in *Perspecta* 41, *Yale Architectural Journal*, 103-116.

Penna A. (1836) *Viaggio pittorico della Villa Adriana*, voll. I-IV, Roma.

Piranesi G.B. (1781) *Pianta delle fabbriche esistenti nella Villa Adriana*, Roma.

Rakob F. (1992): rilievo inedito dell'Accademia eseguito da Friedrik Rakob fra il 1991 e il 1993 con Edmund Faller, Dirk Helfgen ed Axel Krück – per loro gentile concessione.

Salza Prina Ricotti E. (1982) *Villa Adriana nei suoi limiti e nella sua funzionalità*, Rendiconti della Pontificia Accademia di Archeologia XIV, 25-55, tav. I.

Winnefeld H. (1895) *Die Villa des Hadrian bei Tivoli*, Jahrbuch des Deutsches Archäologisches Instituts Rom - Ergänzungshefte 5.