

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, ΔUT_1 , 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

IL RUOLO DELLA STATISTICA NELL'ARCHEOASTRONOMIA

Abstract. Statistics is a powerful tool for Archaeology in general and an essential one for Archaeoastronomy. The astronomical contents in an artifact of archaeological interest should be translated in more or less explicit symbols (such as paintings, sculptures, etc.), but, more often, are translated in the orientation of structures, looking to the direction of particular astronomical phenomena, considered by the builders of symbolic (association with celestial gods) and/or practical (calendric) interest. Since most cultures know at least cardinal directions and the ones of sunrise and sunset at winter and summer solstices and the uncertainty associated to each alignment must be considered at least equal to $\pm 1^\circ$, these 8 directions cover 16° over the 360° of the horizon i.e. 4.4%. This percentage corresponds to 1 probability over 22 of chance coincidence of an alignment with one of the 8 basic directions. Thus, the presence of one alignment with one of these basic direction of astronomical interest in an archaeological structure does not guarantee that this alignment is intentional. This paper reminds a number of "thumb rules" to be taken into account in order to claim the actual intentionality of an astronomical alignment.

L'archeoastronomia è sostanzialmente una "scienza sussidiaria dell'archeologia", come la radiodatazione o la paleopalinologia. La sua utilità nell'ambito della ricerca archeologica deriva dal fatto che l'uomo ha incominciato ad osservare il cielo fino dagli albori della sua evoluzione, anzi, probabilmente ha incominciato anche prima che si evolvesse la specie dell'*Homo Sapiens*, dato che l'etologia ha dimostrato inequivocabilmente che diverse specie animali (come ad esempio alcuni uccelli) si orientano sulle stelle per le loro migrazioni (Sandberg – Bäckman – Moore – Lohmus 2000).

Anche l'astronomia, intesa come attività umana tendente ad interpretare ciò che si vede nel cielo, è molto antica, così antica che non sappiamo neppure quando sia iniziata. Ad esempio, Rappenglueck (1998) ha avanzato l'ipotesi che nei dipinti della Grotta di Lescaux (16500 BP) alcuni simboli rappresentino in realtà costellazioni, ed in particolare le Pleiadi.

L'archeoastronomia consiste quindi nel determinare contenuti astronomici nelle strutture e nei manufatti di interesse archeologico, con lo scopo di aiutare l'archeologo a comprendere il mondo simbolico e/o le esigenze pratiche della civiltà che li ha prodotti.

I contenuti astronomici di un manufatto di interesse archeologico possono tradursi in simboli più o meno espliciti (pitture, graffiti, sculture, etc.) ma, più comunemente, si traducono in orientamenti di strutture in direzioni nelle quali appare un fenomeno astronomico al quale viene attribuito dai costruttori un valore simbolico (associazione con divinità celesti) o pratico (calendario) o entrambi.

In mancanza di indicazioni di altro tipo sulla cultura che ha prodotto il manufatto in studio, un archeoastronomo deve considerare in ogni caso almeno otto direzioni in azimut sull'orizzonte, dato che quasi tutte le culture conoscono almeno le direzioni cardinali e quelle dell'alba e del tramonto del Sole ai solstizi (vedi FIG. 23.1.). Osservato che considerazioni pratiche fanno sì che ogni allineamento debba essere valutato con l'incertezza di almeno $\pm 1^\circ$, le otto direzioni fondamentali coprono 16° sui 360° dell'orizzonte, corrispondenti al 4.4%, quindi ad una probabilità su ventidue di coincidenza casuale, cioè a 2.08σ (Schaefer 2006) nel caso di statistica gaussiana. Se si considerano anche la levata ed il tramonto della Luna al lunistizio maggiore e minore, sicuramente di interesse per molte culture, si devono considerare altri quattro valori di azimut e la probabilità di coincidenza casuale cresce ulteriormente, divenendo superiore ad una su quattordici. Volendo prendere in esame anche le levate e ed i tramonti eliacali di stelle brillanti, pur limitandosi solo alle ventuno stelle di luminosità superiore alla seconda magnitudine, si devono considerare altre quarantadue direzioni e quindi ottantaquattro gradi in azimut. Le probabilità di avere un allineamento con una di queste direzioni per motivi casuali divengono pari ad una su cinque, se per altri motivi si può escludere la possibilità di orientamenti solari e lunari; se invece queste vanno tenute in considerazione, questa probabilità diviene addirittura di una su tre. È quasi inutile sottolineare che, se poi si considerano anche le direzioni di levata eliacali delle stelle di magnitudine minore di tre o quelle dei pianeti, in pratica ogni azimut potrebbe corrispondere ad una direzione di interesse astronomico.

Quindi, il fatto di trovare in una struttura un allineamento con una di queste direzioni, anche limitandosi alle sole otto direzioni astronomiche fondamentali, non dimostra di per sé che esso sia stato voluto dai costruttori.

1. Verifica dell'intenzionalità degli allineamenti astronomici: il caso del singolo monumento

Il problema della verifica della intenzionalità degli eventuali orientamenti astronomici è stato affrontato da Schaefer (2006), che ha mostrato come, per potere dimostrare che un allineamento astronomico in un singolo manufatto sia stato effettivamente voluto dai costruttori, è necessario che siano verificate almeno due e possibilmente tre condizioni: l'orientamento deve avere un'alta significatività statistica (almeno 3σ ma meglio 4σ); vi devono essere evidenze archeologiche dell'intenzionalità; vi debbono essere (possibilmente) evidenze storiche, etnologiche o paletnologiche della connessione dell'orientamento con la visione del mondo della civiltà che ha realizzato il manufatto.

È evidente che queste tre condizioni sono difficili da verificarsi contemporaneamente: infatti, su questa base Schaefer (2006) contesta l'effettiva

dimostrabilità dell'intenzionalità degli orientamenti astronomici in alcuni dei più famosi manufatti precolombiani, spesso presi ad esempio di evidenze archeoastronomiche. Questa posizione non è condivisa da tutti gli studiosi del settore: in particolare Aveni (2006) ha contestato le deduzioni di Schaefer (2006) riguardanti il celebre Characoal, sostenendo che evidenze di altro genere possono sopperire ad una insufficiente evidenza statistica nella dimostrazione dell'intenzionalità di un allineamento. Non è qui il caso di entrare più in profondità in questa importante discussione scientifica. Si vuole tuttavia sottolineare che la metodologia proposta da Schaefer (2006) può essere l'unico modo per avere una prova scientificamente certa dell'intenzionalità degli orientamenti astronomici in manufatti realizzati da culture scarsamente conosciute.

Peraltro, l'applicazione di questa metodologia permette di ottenere risultati significativi nell'analisi di monumenti che sarebbero rimasti altrimenti al di fuori di uno studio archeologico.

È questo ad esempio il caso della "Preta 'ru Mulacchio" sul Monte Stella, nel Cilento (Polcaro – Ienna 2008). La "Preta" (vedi FIG. 23.2.) è sostanzialmente costituita da tre massi (A, B e C in FIG. 23.2.) che si sono separati tra loro per cause naturali da un singolo blocco: tra questi tre massi, si sono formate così due "gallerie" (F e G). Tuttavia, è facile vedere che la "Preta" è stata profondamente modificata dal lavoro dell'uomo: grosse pietre (D, E, X) sono state incastrate in posizioni precise tra i tre blocchi originali o poste a generare un piano di copertura del complesso. La galleria F ha un azimut astronomico di $358,6^\circ$ e la galleria G di $241,8^\circ$. Quindi, entro gli errori di misura ($\pm 1^\circ$), le due gallerie sono orientate rispettivamente al meridiano ed al tramonto del Sole al solstizio d'inverno. L'orientamento meridiano della galleria F fa sì che in essa, a mezzogiorno, penetri una "lama di Sole", la cui lunghezza ovviamente varia da un minimo al solstizio d'estate ad un massimo al solstizio d'inverno. L'aggiunta della pietra triangolare D fa sì che proprio al solstizio d'inverno la lama giunga alla fine della galleria, esattamente sotto la punta della pietra triangolare. Inoltre, a causa della posizione della pietra Z, disposta artificialmente sul piano di base della galleria F, la "lama di Sole" smette di allungarsi per due settimane alla fine di novembre e riprende a farlo il 29 novembre.

In questo caso, è facile vedere che la seconda condizione di Schaefer (2006), relativa all'esistenza di prove archeologiche dell'intenzionalità dell'allineamento che si afferma è immediatamente verificata: infatti, la pietra triangolare D, che rende la lunghezza della galleria F uguale a quella della "lama di Sole" al solstizio di inverno, è stata messa in posizione volontariamente. Lo stesso dicasi della pietra Z, che fornisce un preavviso dell'evento circa un mese lunare prima del solstizio. Inoltre, la parete della galleria G allineata con il tramonto del Sole al solstizio di inverno è innaturalmente liscia e verticale. Evidenze etnologiche (Polcaro – Ienna 2008) dimostrano inoltre che, anche se la stessa età del monumento è sconosciuta, esso era legato ancora in epoca moderna a riti di fertilità, in molte culture collegati al solstizio d'inverno.

Resta quindi solo da verificare la probabilità statistica che gli allineamenti riscontrati non siano casuali. Da questo punto di vista, notiamo in primo luogo che la probabilità che la lunghezza della "lama di Sole" al solstizio di inverno sia uguale alla lunghezza della galleria F è $\leq 1/365 = 3.25\sigma$, dato che dal punto di vista statistico la probabilità che ciò si verifichi in quella data o in qualsiasi altro giorno dell'anno è la stessa e l'evento potrebbe anzi non verificarsi mai. Inoltre, nel monumento si riscontrano due allineamenti con direzioni astronomicamente rilevanti e ciò corrisponde, per quanto detto in precedenza, ad una probabilità di 2.94σ . Si può quindi calcolare una probabilità composta del verificarsi contemporaneo di queste tre circostanze pari a $\leq 4,38\sigma$, corrispondenti ad una probabilità di coincidenza casuale pari a circa una su 180000.

Una tale evidenza permette di affermare che il monumento era effettivamente destinato a determinare con notevole precisione la data del solstizio d'inverno, per scopi cerimoniali, probabilmente legati a riti di fertilità. Su questa base, si è potuta iniziare una ricerca di altre strutture analoghe nella stessa area culturale, che ha fino ad ora permesso di identificarne con sicurezza almeno altre due.

Si noti però che in questo caso si è potuto applicare il teorema della probabilità composta perché tutti i dati riguardano una singola ipotesi (l'allineamento della galleria G con la direzione del tramonto del Sole nel giorno del solstizio d'inverno, nel quale l'orientamento meridiano della galleria F e l'aggiunta della pietra D fanno sì che la lunghezza della "lama di Sole" eguagli quella della stessa galleria F). Questo però non è possibile quando si affermi l'esistenza, nello stesso monumento, di allineamenti riguardanti fenomeni diversi e non correlati tra loro (come solstizi, lunistizi, etc.; vedi ad esempio Hawkins 1965).

2. Verifica dell'intenzionalità degli allineamenti astronomici: il caso delle surveys

La verifica della intenzionalità degli eventuali orientamenti astronomici sembrerebbe molto più facile quando lo stesso orientamento è presente in un gran numero di monumenti appartenenti a siti culturalmente collegati, come ad esempio nel caso delle "mutare"¹ (Romano 1994). In questo caso infatti sarebbe sufficiente verificare, rispetto alla "ipotesi nulla" di distribuzione isotropa degli orientamenti, che gli azimut misurati si distribuiscano secondo una gaussiana (di ampiezza più o meno grande a seconda della precisione ottenuta dai costruttori), centrata sull'orientamento cercato dalla cultura in esame e misurare la significatività dell'eventuale eccesso riscontrato tramite un qualsiasi test statistico, ad esempio quello del χ^2 .

¹ O "motte": piccoli monticelli artificiali di pietra e terra presenti nella Pianura Veneta tra il Piave ed il Tagliamento.

Tuttavia, anche questo caso necessita di alcuni accorgimenti.

Bisogna infatti tenere presente che, in ogni caso di applicazione della statistica a problemi di archeologia, la scelta di un campione “statisticamente significativo” non è ovvia (vedi ad es. Fletcher – Lock 2005²). Infatti, a rigor di termini, questo dovrebbe essere selezionato tramite una scelta casuale effettuata sull’intera popolazione; tuttavia, nel caso di reperti archeologici di qualsiasi tipo, la “popolazione” iniziale nella sua interezza non è conoscibile per definizione, né si può essere a priori sicuri che il “campione” che è rimasto disponibile alla nostra analisi sia effettivamente stato selezionato, dai diversi processi che hanno agito nel corso dei secoli, in modo casuale e non sia invece affetto da qualche effetto di selezione sistematica. Questo problema ha portato alcuni autori (ad es. Cernuti – Gaspani 2006) a negare qualsiasi valore ad un’analisi basata sulla statistica gaussiana nel campo dell’archeoastronomia ed a ritenere necessario un approccio basato sulla “fuzzy logic”. Senza volere negare la validità di questo approccio da un punto di vista teorico, bisogna tuttavia considerare che, specialmente quando si ha a che fare con manufatti molto antichi, i processi di distruzione che hanno portato a sottrarre alla nostra analisi la maggior parte della “popolazione” originale sono stati tali e tanti da potere ritenere che il campione che è rimasto misurabile costituisca effettivamente il prodotto di una selezione sostanzialmente casuale.

Ciò che diviene quindi indispensabile è solamente di evitare che, su questo campione, la selezione operata in fase di misura non sia essa stessa affetta da errori sistematici.

Ciò ci porta in primo luogo a richiedere che il “sottocampione” sul quale sono effettuate le misure sia sufficientemente numeroso. Non esiste una regola matematica che ci permetta di fissare una soglia minima tale da garantire la significatività statistica del sottocampione: tuttavia, possiamo essere ragionevolmente sicuri che un campione di almeno trenta elementi sia sufficiente per garantire l’applicabilità del “Teorema del limite centrale” e quindi della statistica gaussiana.

Quando poi si seleziona il campione sul quale si effettueranno le misure, si dovrà avere cura di non commettere “errori di selezione”, evitando cioè di introdurre criteri di scelta che non siano casuali. Per banale che possa apparire questa considerazione, questo è uno dei principali problemi nella statistica applicata all’archeologia. È infatti estremamente facile l’essere portati a scegliere per la misura gli elementi che siano più vistosi, perché più grandi o meglio conservati o più visibili per la loro disposizione sul territorio. Una buona pratica è quindi quella di condurre in primo luogo un censimento dell’intera popolazione disponibile all’indagine e successivamente, se non è possibile effettuare le misure su ognuno dei suoi elementi², effettuare al suo interno una selezione casuale, ad esempio sce-

² Lasciando quindi ai processi che hanno conservato solo alcuni degli elementi della popolazione originale la funzione di aver selezionato casualmente il campione.

gliendo di misurare un elemento ogni cinque o dieci elementi disponibili con una scelta random.

Infine, bisogna essere ragionevolmente sicuri che stiamo conducendo la nostra analisi su di una singola popolazione e non su di una sovrapposizione di due o più popolazioni coesistenti che, pur condividendo alcune caratteristiche che le rendano tra loro simili, siano in realtà il prodotto di processi culturali differenti. Ciò è relativamente semplice analizzando un istogramma delle misure effettuate: una singola popolazione sarà caratterizzata da una distribuzione ragionevolmente simmetrica intorno ad un picco centrale; la sovrapposizione di diverse popolazioni sarà invece caratterizzata dalla presenza di due o più picchi. In questo caso, sarà in primo luogo necessario separare le diverse popolazioni e condurre su di esse analisi distinte (Fletcher – Lock 2005²).

Questo caso si è verificato ad esempio nel corso della *survey* degli orientamenti dei dolmen del Bronzo antico I nella valle dello Wadi Zarqa (Polcaro – Polcaro 2006). Essa ha mostrato che questi monumenti erano prevalentemente orientati in direzione meridiana ma che un numero significativo di essi era orientato ad un azimut di 152° (vedi FIG. 23.3.).

Considerazioni di carattere archeologico hanno portato a concludere che questi orientamenti erano collegati con i complessi rituali funerari delle popolazioni dedite alla pastorizia seminomade in quelle regioni ed in quel periodo. Questi riti avvenivano in coincidenza con feste dedicate al dio Dumuzi, identificato nella costellazione di Orione, che si svolgevano in coincidenza con il solstizio d'inverno. L'orientamento verso l'azimut di 152° identifica proprio la direzione nella quale appare la costellazione di Orione quando l'uomo che essa rappresenta si mostra "in piedi", cioè in posizione verticale (vedi FIG. 23.4.), mentre l'orientamento al meridiano corrisponde alla sua culminazione, dimostrando l'esistenza di due modalità di svolgimento del rito.

3. Conclusioni

L'analisi degli orientamenti astronomici nei più diversi contesti archeologici si sta sempre più dimostrando un potente metodo di indagine che può permettere di comprendere il mondo simbolico di culture che non ci hanno lasciato altre testimonianze oltre a quelle della loro cultura materiale. Tuttavia, un uso spesso improvvido di questa metodologia, molte volte dovuto alla carenza di conoscenze storiche ed archeologiche da parte di chi la ha voluta applicare ma a volte anche a carenze imperdonabili nell'analisi dei dati, ha portato una parte considerevole degli archeologi a sottovalutare le potenzialità.

L'uso della statistica è sempre più diffuso in ambito archeologico ma, sorprendentemente, essa è ancora scarsamente impiegata nel campo dell'archeoastronomia che, proprio per la sua natura, dovrebbe esserne campo di applicazione privilegiato, dato che essa nasce da un incontro dell'archeologia con l'astronomia, una delle scienze che per prima e più intensamente si è basata sull'uso della statistica come prova della validità dei modelli che via via elaborava per spiegare le osservazioni. Eppure, la statistica resta il supporto principale per fare uscire l'archeoastronomia dalla sua troppo lunga infanzia evitando i rischi di deduzioni affrettate, già denunciati da Fontanelle nel XVIII secolo: «Assicuriamoci bene del fatto, prima di tormentarci per trovarne la causa. È vero che questo metodo è molto lento per la maggioranza delle persone, che corrono a cercare la causa e passano sopra la verità del fatto, ma, alla fine, eviteremo il ridicolo di aver trovato la causa di ciò che non esiste»³.

Riferimenti bibliografici

- AVENI A. F. (2006), *Evidence and intentionality: On Method in Archaeoastronomy*, 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», 15, pp. 57-70.
- CERNUTI S., GASPANI A. (2006), *Introduzione all'Archeoastronomia: nuove tecniche di analisi dei dati*, Tassinari, Firenze.
- FLETCHER M., LOCK G.R. (2005²), *Digging Numbers*, Oxford University Press, Oxford.
- HAWKINS G. (1965), *Stonehenge Decoded*, Doubleday & Co., London.
- POLCARO V.F., IENNA D. (2008), *The Megalithic Complex of the "Preta 'ru Mulacchio" on the Monte della Stella*, in J.A. Rubiño-Martín – J.A. Belmonte – F. Prada – A. Alberdi (eds.), *Cosmology Across Cultures*, «ASP Conference Series», 409, pp. 370-374.
- POLCARO A., POLCARO V.F. (2006), *Early Bronze Age Dolmens in Jordan and their orientations*, «Mediterranean Archaeology and Archaeometry», 6, pp. 165-171.
- RAPPENGLUECK M. (1998), *A Palaeolithic shamanistic cosmography: how to decode the famous rock picture in the shaft of the Lascaux grotto*, in *Pre-Atti del XVI Valcamonica Symposium*, Edizioni del Centro, Capo di Ponte (BS).
- ROMANO G. (1994), *Archeoastronomia italiana*, CLEUP, Padova.
- SANDBERG R., BÄCKMAN J., MOORE F.R., LOHMUS M. (2000), *Magnetic information calibrates celestial cues during migration*, «Animal Behaviour», 60, pp. 453-460.

³ Fontenelle, *Histoire des horacles*, Chap. IV, p. 20.

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», 15, pp. 27-56.

FIG. 23.1. *Le otto direzioni fondamentali in archeoastronomia*

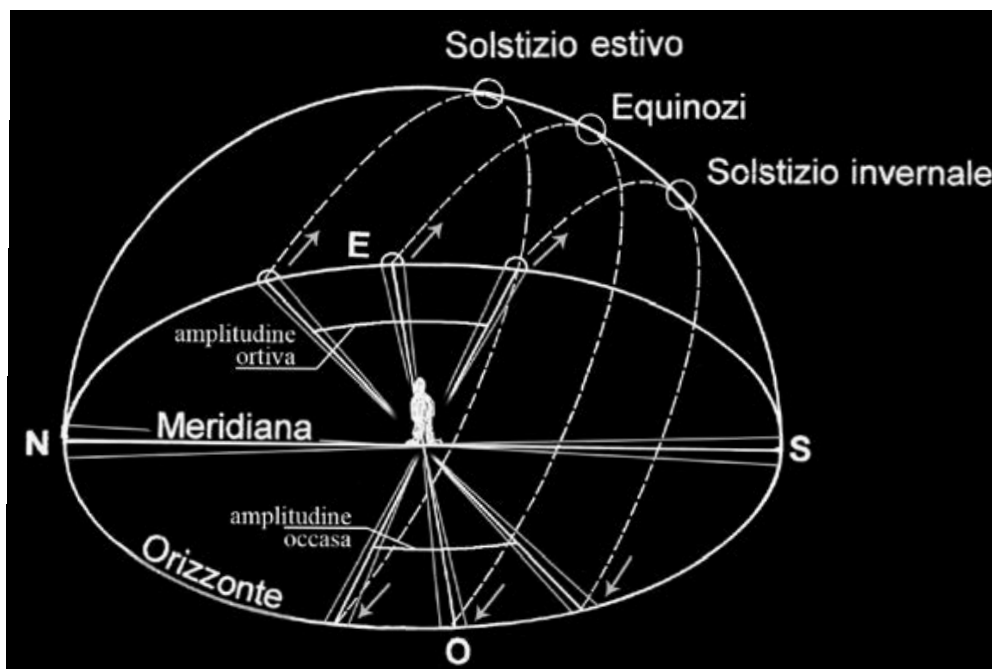


FIG. 23.2a. La "Preta 'ru Mulacchio" sul Monte Stella

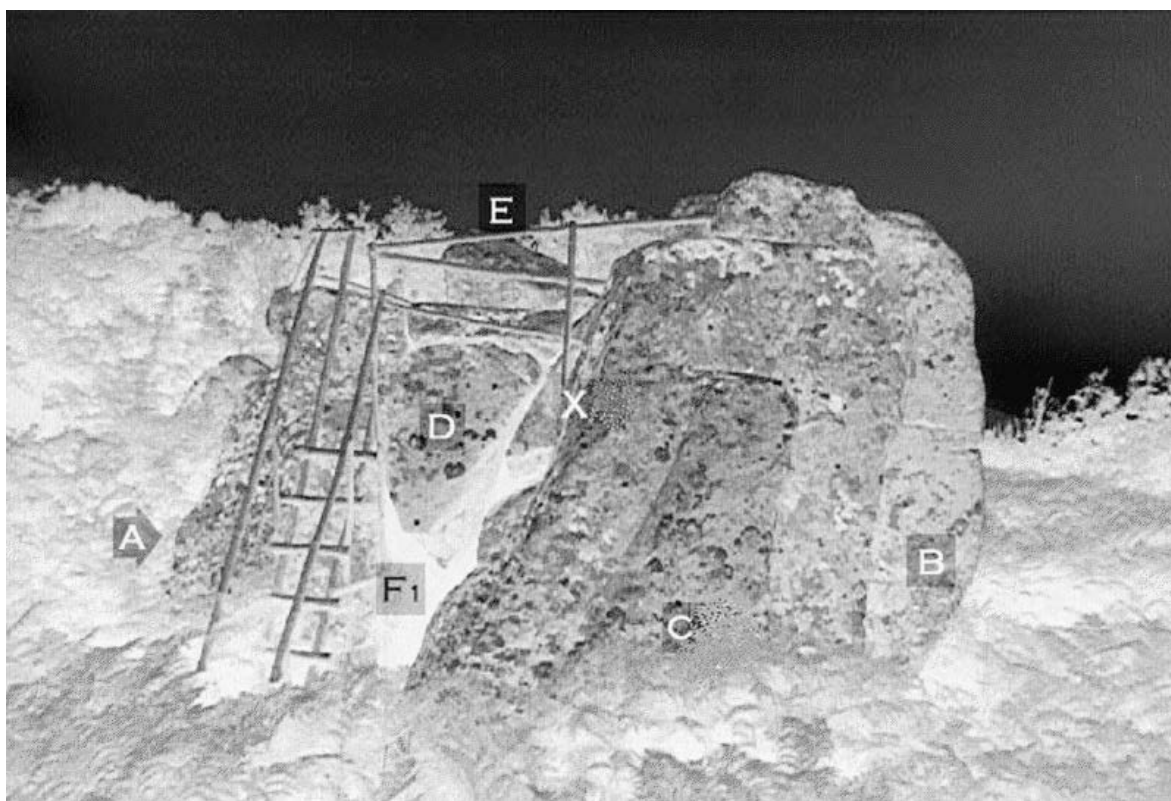
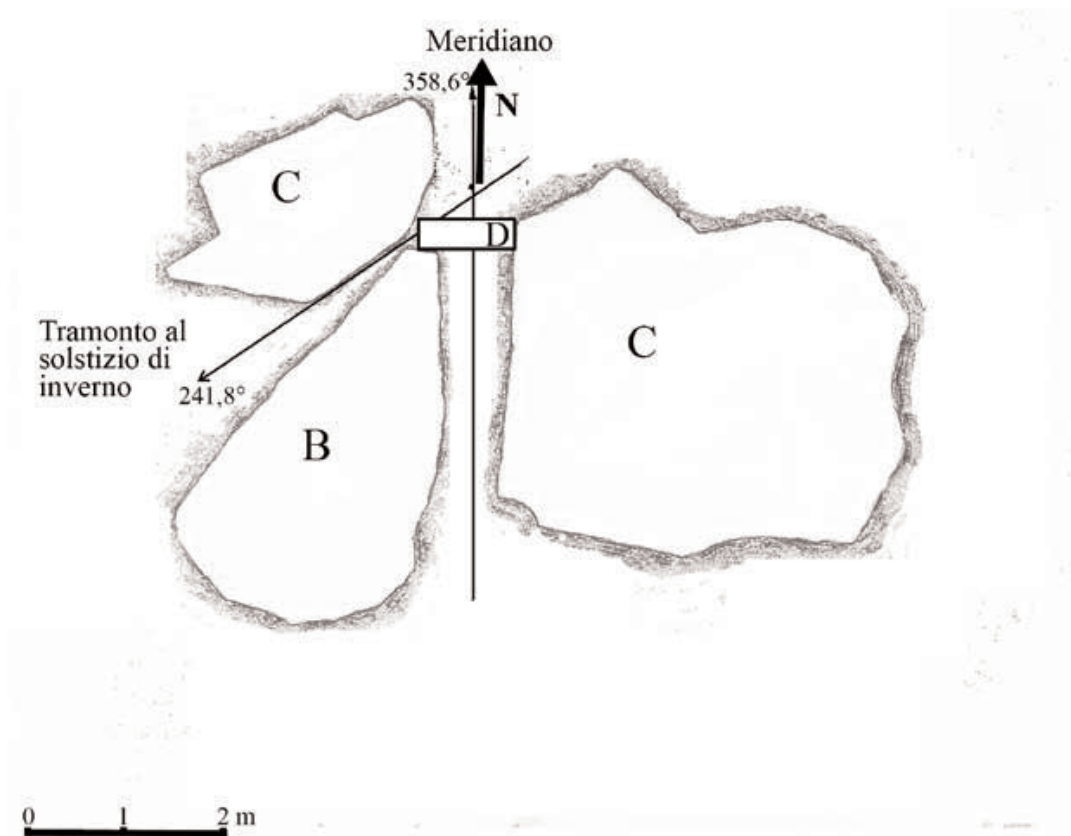


FIG. 23.2b. Sezione ad 1,5 m dal suolo



FIGG. 23.2c. e 23.2d. Sezione schematica della galleria F; lunghezza della 'lama di luce' nella galleria F

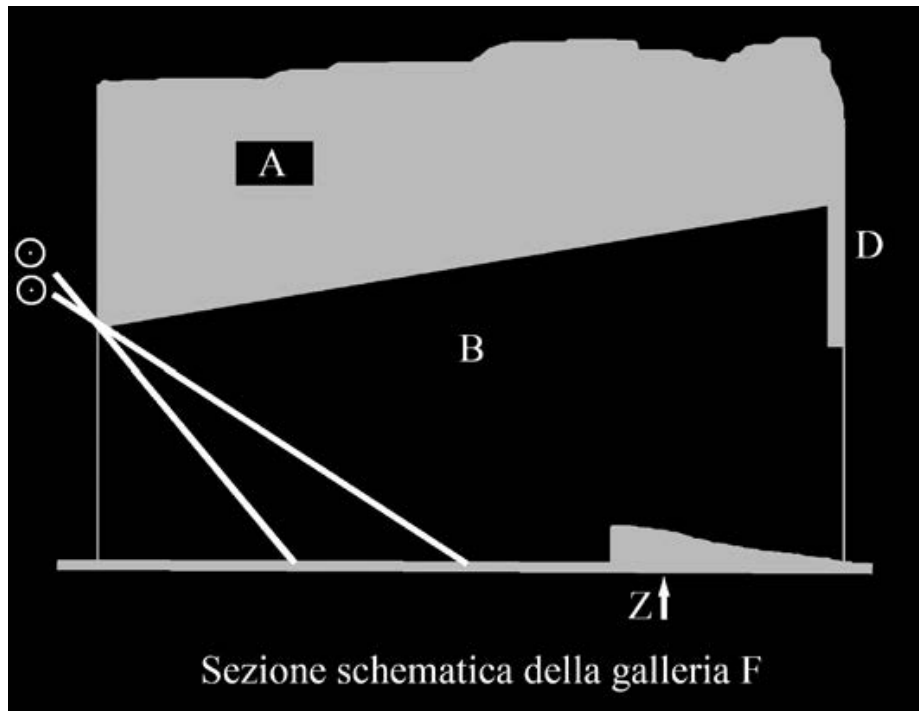


FIG. 23.3. Distribuzione degli orientamenti di un campione statisticamente significativo del sito di Jebel Mutawwaq

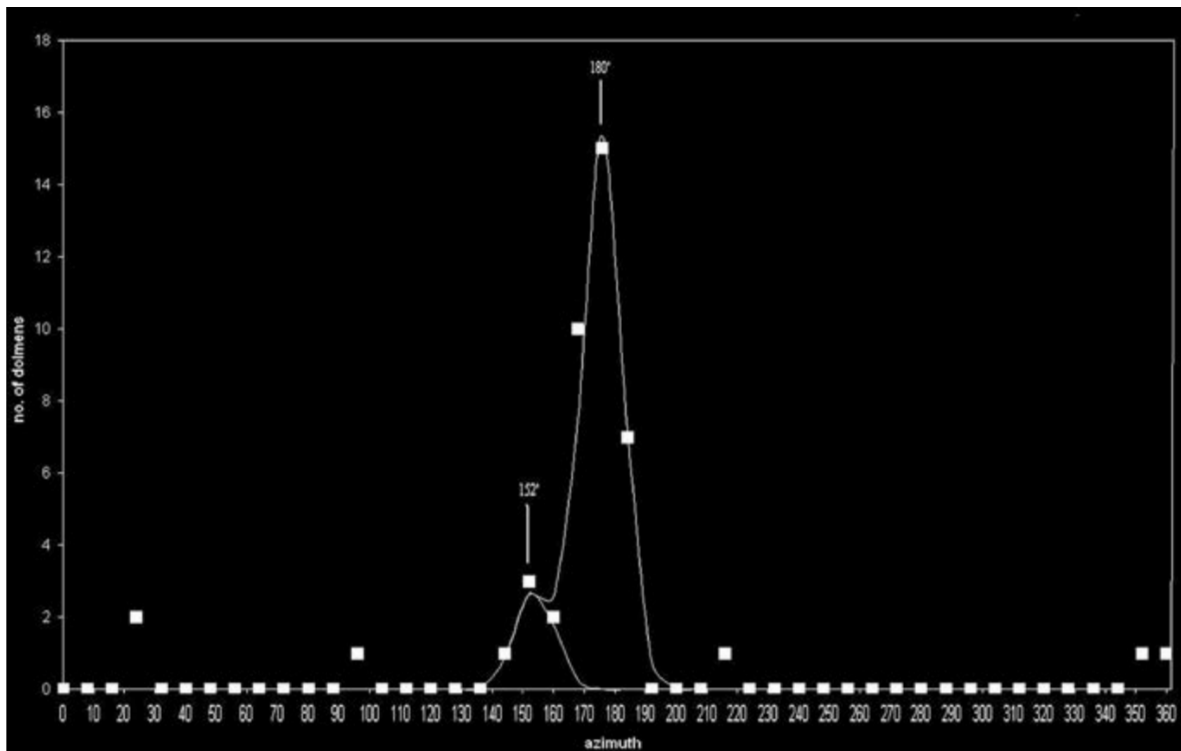


FIG. 23.4. Ricostruzione del cielo nella Valle dello Wadi Zarqa al solstizio d'inverno del 3000 a.C.

