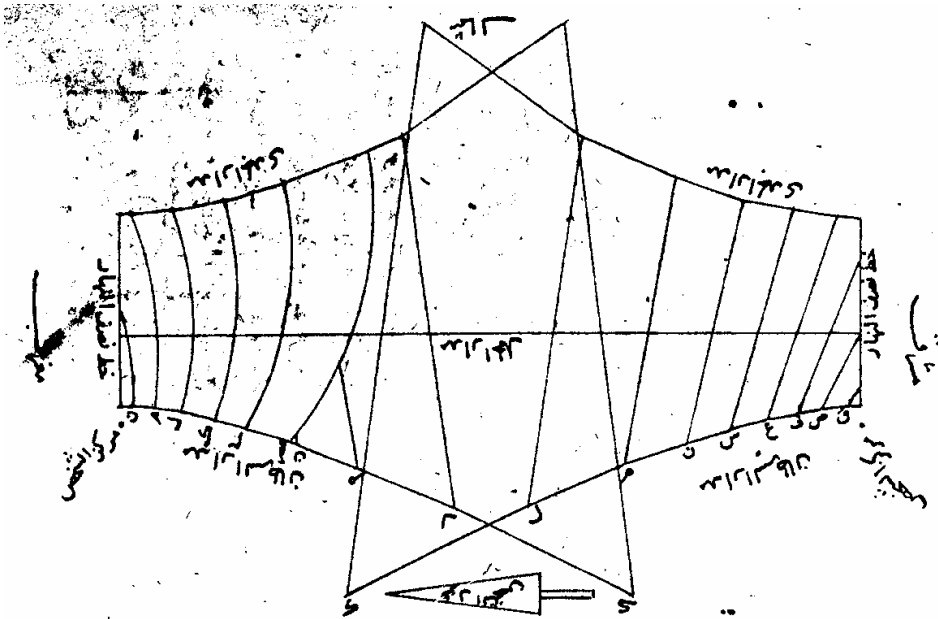


Gianni Ferrari

# LE MERIDIANE DELL'ANTICO ISLAM

Il tempo nella civiltà islamica  
Caratteristiche, descrizione e calcolo  
dei quadranti e degli orologi solari islamici



هذه صورة بسيطة الدائر من الفلك مشرقاً مفاضله لعشر ديج

Modena, 2011

## 2.7 I nomi arabi degli orologi solari

Nella lingua araba moderna gli orologi solari sono chiamati *mizwala* (مزولة) o *sā'at shamsiyya* (ساعة شمسية) o *shamsiyya mizwala* (شمسية مزولة) ma nei testi antichi si trovano anche molti altri nomi usati sia per particolari orologi solari, sia per indicare la loro forma o il materiale con cui erano costruiti.

In diversi contesti si trovano i nomi seguenti:

- *Rukhāmat* - رخامة - per indicare principalmente meridiane orizzontali e, talvolta, anche come termine generale.  
Il significato della parola *rukhāma* è “marmo”, “lastra di marmo”, da cui il nome dell’orologio inciso su una lastra (orizzontale). Il termine *rukhāmat* compare ad esempio nei manoscritti di Thābit ibn Qurra dell’anno 900 circa e in quelli di al-Khwārizmī e di al-Battānī. Nelle trascrizioni nelle lingue occidentali si trova anche come *rakhāmat* o *rakhāma*.
- *Basitah* o *basitat* - ال بسيطة - per indicare meridiane piane.  
Il vocabolo “*basīta*” (بسيط) significa esattamente “piano, piatto”, “lastra piana”. In al-Battānī si trova l’espressione “*al-rukhāma al-basīta*” per indicare una meridiana piana orizzontale. Al-Marrākushī invece usa il nome *basitah* solo per i quadranti orizzontali.
- *Munharifa* - منحرف - per indicare meridiane verticali declinanti.  
Il significato della parola è “inclinato” .
- *Qa’ima* – per indicare una meridiana verticale (da Charette)

Oltre a questi nomi che si riferiscono agli orologi solari più diffusi, si trovano poi anche i nomi seguenti specifici di strumenti particolari:

- *Hhafīr* o *hafīr* - حافر - orologio di altezza portatile.
- *Shaq al Jeradah* o *Sāq al-Jarāda* - ساق الجادة - orologio di altezza a gnomone mobile.
- *Hbalazūne* o *al balzūn* o *halazūn* - ال حازون - orologio di altezza portatile a forma elica.
- *Mujennabbah* o *mujenbat* o l’ala - مجنحة - o. su due piani verticali formanti un angolo diedro.
- *Mutékafīah* - متكافية - o. su due piani verticali formanti un angolo diedro.
- *Mknesat* o *Mukunsat* o *Maknasa* - مكنسة - meridiana tracciata su due piani disposti come il tetto di una capanna; per questo viene chiamata sia “la scopa”, sia “la tana”.
- *Mukhula* o *Makrut* - da مخروط, cono - meridiana su superficie conica.

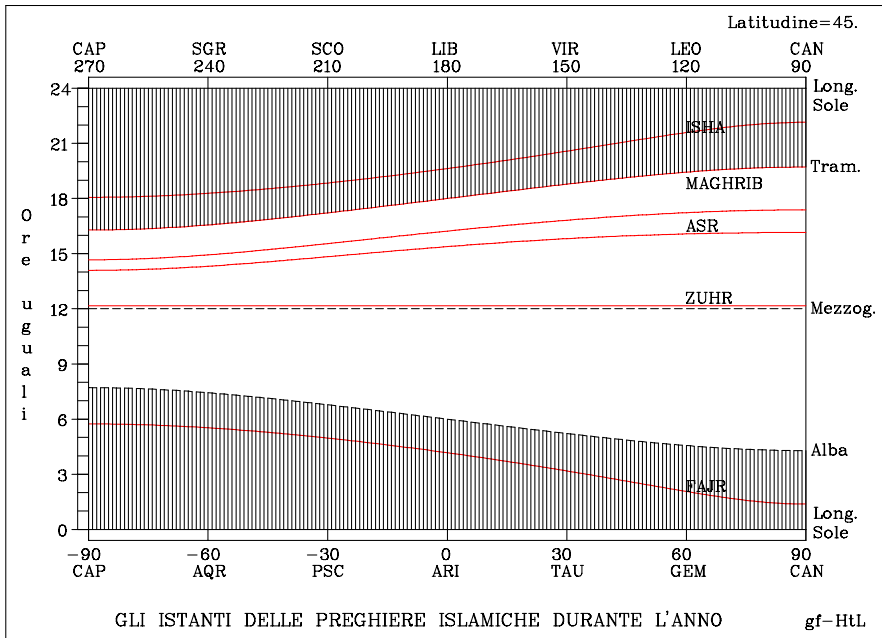


Fig. 5.3 Le preghiere dell'Islam

Questi studi e risultati, che descriverò in seguito, rimasero però relegati per molto tempo al ristretto ambiente degli astronomi e degli studiosi e i metodi proposti per risolvere i vari problemi astronomici legati alla religione furono considerati dalla maggioranza troppo complicati e di scarsa importanza.

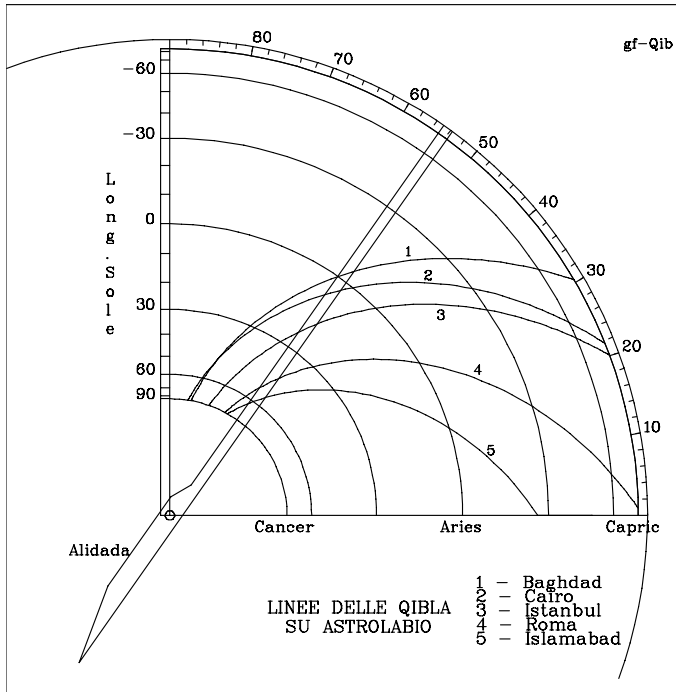
Per lungo tempo quindi il calcolo delle ore delle preghiere fu praticato soltanto dalla minoranza degli astronomi appartenenti alle scuole associate alle moschee più importanti, mentre in tutto il mondo musulmano si continuarono ad utilizzare gli antichi metodi tradizionali da tutti compresi e basati sulla astronomia popolare.

### 5.3 L'istante della preghiera Maghrib

La parola *maghrib*, (مغرب) significa Ovest, occidente, luogo ove tramonta il Sole, e per questo motivo essa ha dato il nome alla preghiera del tramonto o della sera, la prima del nuovo giorno.<sup>48</sup>

Deve essere recitata fra l'istante del tramonto, dopo che il bordo superiore il Sole è sceso sotto l'orizzonte, e l'istante in cui inizia la preghiera seguente Isha, quando scompare la luce del crepuscolo ed inizia la notte vera e propria: quindi nel periodo che intercorre fra il giorno luminoso e la piena oscurità.

<sup>48</sup> Viene indicata con lo stesso nome Maghrib, in italiano Magreb, la regione del Nord Africa affacciata al Mediterraneo che si trova ad Ovest dell'Egitto, dalla attuale Libia sino all'Oceano Atlantico.



Curve come queste si trovano ad esempio sul retro di un famoso astrolabio conservato presso il "Museum of History of Science" di Oxford (Fig. 7.7).

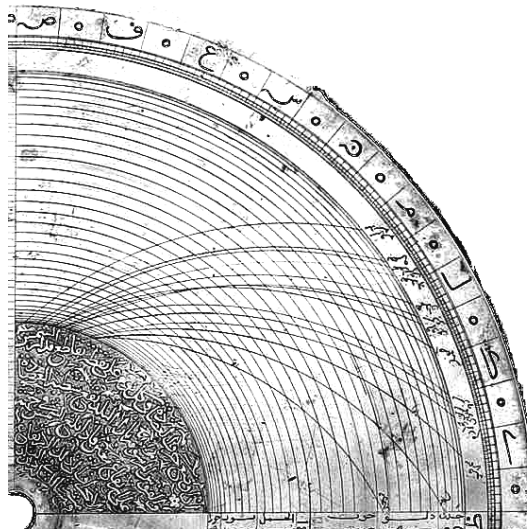


Fig. 7. 7 Retro di un astrolabio persiano del 1682



Fig. 11.5 Esempio di numeri in notazione sessagesimale.  
Orologio solare di Egnazio Danti - 1572  
Facciata di S. Maria Novella a Firenze  
La distanza fra i tropici è data come  $46^{\circ} 57' 39'' 50'''$   
e l'inclinazione dell'eclittica come  $23^{\circ} 28' 49'' 55'''$

La parola “abjad” (أبجد) è un acronimo ottenuto dalle prime 4 lettere dell’antico alfabeto arabo *alif, bâ, jîm, dâl* (ا ب ج د) le cui traslitterazioni fonetiche sono (a, b, j, d), che coincidono con le prime lettere degli alfabeti fenicio e aramaico (*aleph, beth, gimel e dalet*) e anche con quelle dell’alfabeto greco (*alfa, beta, gamma, delta*).

Questo metodo di scrittura fu usato nel mondo di lingua araba a partire da circa il VII e sino al XIV secolo e, in alcune applicazioni, lo è ancora ai nostri giorni per indicare piccole quantità.

Ad esempio:

- mentre in occidente per individuare le voci di un elenco si usano le lettere dell’alfabeto a, b, c, ecc., nei paesi di lingua araba non si usano le prime lettere dell’alfabeto moderno, che sono *alif, bâ, tâ, thâ* (ا ب ت ث), ma proprio *alif, bâ, jîm, dâl*;
- nei paesi arabi, su alcuni edifici si trova una parola incisa su una pietra che riporta la data di costruzione dell’edificio: il valore numerico della data si può ottenere facendo la somma dei valori delle singole lettere secondo la notazione abjad.

La notazione abjad “classica” è riportata nella tabella in Fig. 11.6 <sup>9</sup>

I valori scritti fra parentesi indicano un differente ordine delle lettere per individuare alcuni valori che venne usato dagli arabi del Maghreb (Nord-Africa) e della Spagna musulmana.

<sup>9</sup> Una particolarità di questo sistema di scrittura sta nel fatto che le lettere che rappresentano un dato numero possono essere scritte in un ordine qualsiasi.



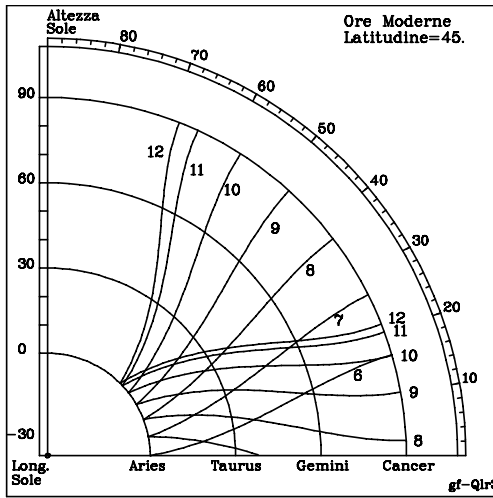


Fig. 15.9

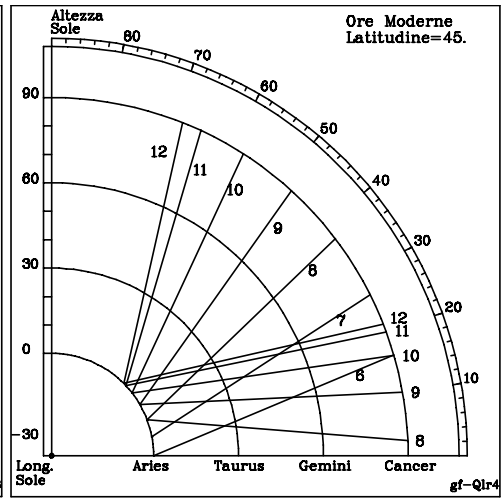


Fig. 15.10

Disegnando lo stesso strumento con ore uguali (ore equinoziali) si ottiene il diagramma di Fig. 15.9 e, approssimando le curve con segmenti di retta compresi fra i punti estremi al solstizio estivo e all'equinozio, si ha il quadrante a ore uguali a linee orarie rettilinee di Fig. 15.10.

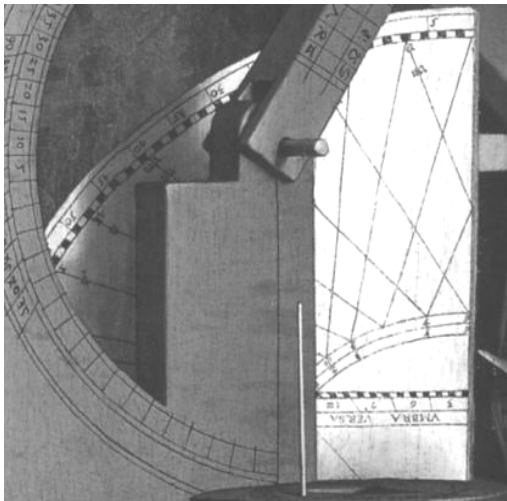


Fig. 15.11 Particolare de  
"Gli ambasciatori" di Hans Holbein

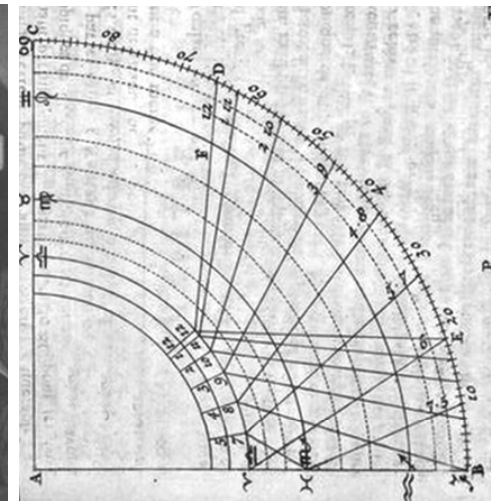


Fig. 15.12 da "Recreation mathematiques"  
di Jacques Ozanam

### 19.3.1 Testo di al-Marrākushī

Fig. 19.7, 19.10, 19.11

- Prendi un cono e taglialo verso la cima; dividilo in un cono superiore e in un tronco di cono.

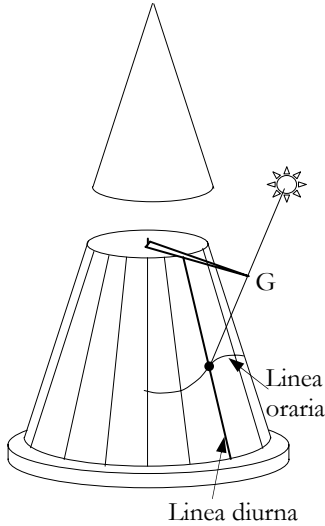


Fig. 19.10

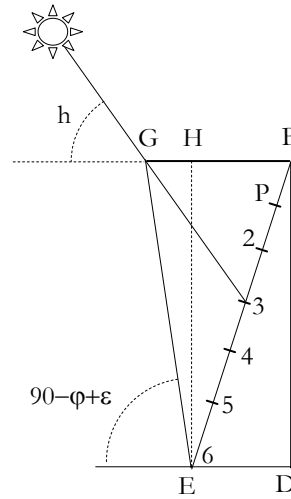


Fig. 19.11

- Traccia una generatrice sulla superficie e poi dividi le due circonferenze [che limitano le basi] in 12 parti uguali a partire [dai punti in cui vengono intersecate] dalla generatrice; indica queste divisioni con i segni zodiacali. Unisci i segni della base superiore a quelli inferiori [con altrettante generatrici]: sono queste le linee diurne di inizio dei segni.
- A parte disegna un segmento orizzontale ED lungo quanto è la differenza dei raggi delle due basi e un secondo segmento BD perpendicolare lungo come l'altezza. La linea BE rappresenta una generatrice del tronco di cono.
- Prendi una retta che formi con l'orizzontale DE un angolo uguale alla altezza meridiana del Sole all'inizio del segno del Cancro e falla passare per E. Il segmento orizzontale BG sino a questa retta è la lunghezza massima dello gnomone.
- Prendi ora [da una tabella] l'altezza del Sole al termine della prima ora nel giorno [di inizio] del Cancro, porta questo angolo nel punto G, disegna la retta GP: P è il punto di tale ora sulla linea del segno del Cancro [linea del solstizio estivo].
- Ripeti per tutte le altre ore [dalla I alla VI] ottenendo un gruppo di punti.
- Riporta con il compasso sulla linea del cono corrispondente al segno del Cancro, le distanze di questi punti da B.
- Ripeti per tutti gli altri segni, unisci i punti della stessa ora e ottieni le linee orarie [cercate].
- Prendi uno gnomone lungo BG, fissalo al cono [rimasto dalla operazione di taglio iniziale] e collega questo cono con un perno alla faccia superiore [del tronco; cerchio dell'orizzonte] così che possa ruotare [assieme allo gnomone].
- Hai ottenuto la meridiana sul cono.

## 21.4 Un antico metodo

Nel testo intitolato “*Descrizione del tracciato del quadrante che ha due piani ad angoli retti*” Ibn Qurra descrive la costruzione di una meridiana Maknasa con i lati inclinati di  $45^\circ$  rispetto al piano dell’orizzonte e quindi con l’angolo dietro uguale a  $90^\circ$ .

Riassumo brevemente il metodo usato, vecchio di più di 1100 anni, essendo particolare e originale.

In Fig. 21.9 sono disegnati i due piani inclinati aventi lo spigolo in comune posto ad una altezza  $a = 12$  unità e lo gnomone orizzontale. La faccia visibile è quella rivolta ad Ovest.

Poiché anche lo gnomone è lungo  $a$ , il suo estremo G si trova esattamente sulla verticale del punto A appartenente alla intersezione del piano dell’orologio con il piano orizzontale.

Siano P ed F i punti in cui il raggio proveniente dal Sole, che in un istante qualunque forma con l’orizzontale un angolo uguale all’altezza  $h$ , incontra il piano inclinato e quello orizzontale.

Per disegnare le linee orarie, nel testo di ibn Qurra viene data una tabella in cui sono riportati, in corrispondenza dei solstizi e degli istanti in cui terminano le diverse ore, il valore della lunghezza dell’ombra AP e quello del segmento BD, essendo D il punto in cui il piano verticale passante per il Sole (GPFA) incontra lo spigolo superiore.

Sono cioè tabulate, per ogni punto voluto, due coordinate sul piano del quadrante, che possiamo chiamare pseudo-polari, potendosi considerare la distanza BD come un Azimut.

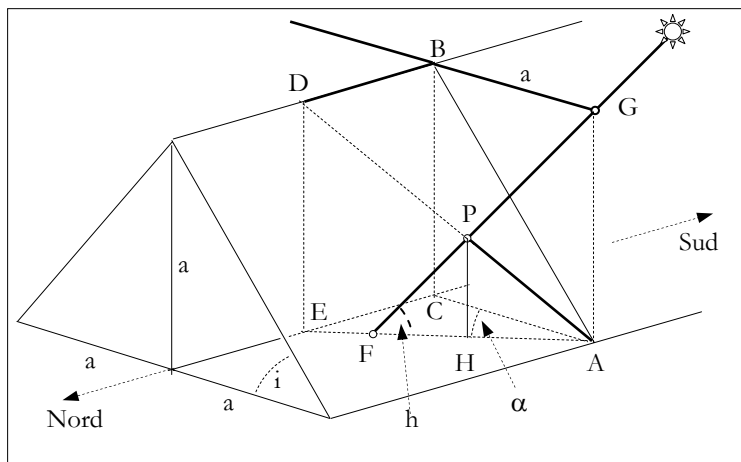


Fig. 21.9 Maknasa – Il metodo di Thābit ibn Qurra (ca. 900 CE)

Dai valori presenti nelle tabelle ho cercato di ricavare i valori della latitudine del luogo per cui l’orologio fu calcolato e il valore usato per l’inclinazione dell’eclittica  $\epsilon$ .

In base ai calcoli fatti, presumo che il valore di  $\epsilon$  usato sia stato  $23;34,41^\circ$ , tale da dare  $\sin(\epsilon) = 0.4$  o, in notazione antica e raggio di 60 unità,  $\text{Sin}(\epsilon) = 24;00,00$ .

Con tale valore di  $\epsilon$ , quello della latitudine  $\varphi$  è risultato esattamente uguale a  $34;00,00^\circ$ .

ad Istanbul.<sup>7</sup>

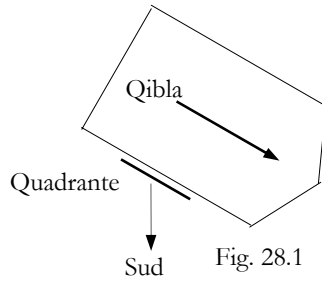


Fig. 28.1

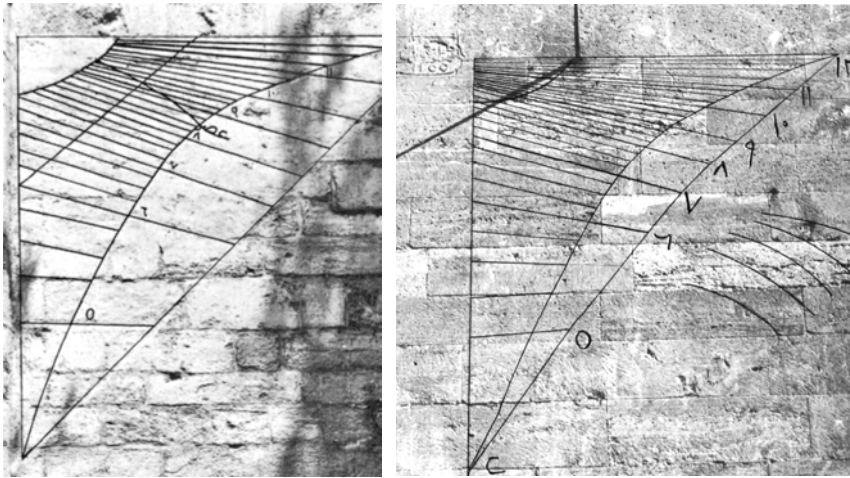


Fig. 28.2 Istanbul - Orologi "triangolari"

Moschea Beylerbeyi

Moschea Beyazit

In alcuni strumenti troviamo riportate le linee relative a una o più preghiere (ad es. Asr e Maghrib), mentre in altri più complessi e di difficile interpretazione, sono contenuti nello stesso spazio le linee, in parte sovrapposte, di due, tre o più orologi, ciascuno con il proprio gnomone.

Il numero esatto di meridiane ottomane presenti ancora oggi è di circa 94, comprese quelle conservate nei musei: 25 sono orizzontali, 1 è cilindrica, 68 sono verticali.

La maggioranza, 51, sono a Istanbul, 27 in altre in città turche, 6 al Cairo, 5 ad Aleppo (Siria), 1 a Damasco, 1 a Filibe (Plavdiv) in Bulgaria, 1 a Gerusalemme, 1 a Kairouan.

Quelle a Istanbul, Damasco e al Cairo sono più elaborate di quelle nelle altre in città di provincia. Certamente altre città importanti come Belgrado, Beirut, Salonicco, Baghdad, Gallipoli, Trebisonda, Nicea, Smirne, ecc. dovevano possedere simili orologi solari.

<sup>7</sup> Questi dati e alcune immagini sono stati tratti dai volumi "*Osmanlı güneş saatleri*", scritto dal prof. Nusret ÇAM, Ankara 1990, e "*Istanbul'daki güneş saatleri*" di Wolfgang Mayer, Istanbul, 1985.

Le linee delle preghiere, Asr, Isha, Fajr sono abbastanza confuse, anche a causa dell'incisione non molto profonda: possono essere meglio individuate in Fig. 28.18 che riporta la ricostruzione dell'orologio.

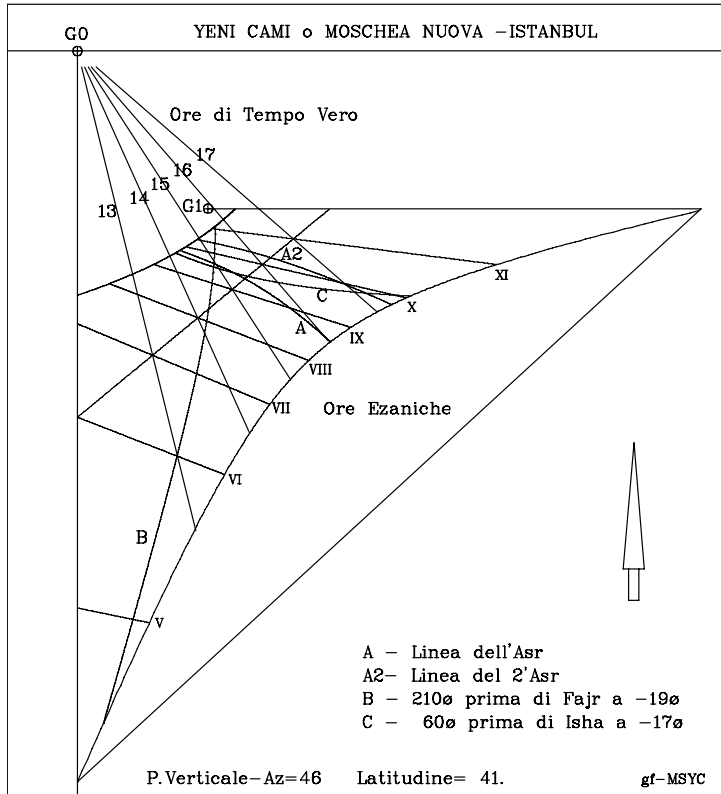


Fig. 28.18 Il terzo orologio della Moschea Nuova  
Ricostruzione dell'autore

Poiché le linee delle ore ezaniche indicano le ore che mancano alla preghiera del tramonto Maghrib e la linea meridiana indica l'istante della preghiera Zuhr, questo orologio solare contiene linee relative a tutte le preghiere islamiche.

Anche in questo orologio il centro G0 dell'orologio a tempo vero è posizionato in modo tale da permettere allo stilo polare di "appoggiarsi" alla sommità dello gnomone posto in G1.

tutte le curve presenti nell'orologio per valori dell'azimut del piano uguali a 78, 79, 80, 81, 82°, cercando poi di sovrapporre i grafici ottenuti con l'immagine reale dell'orologio.

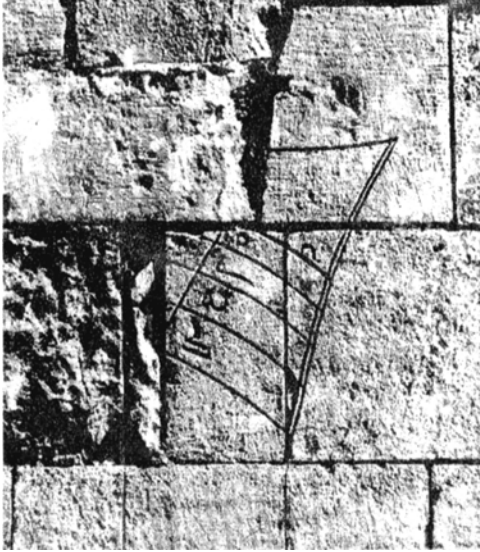


Fig. 28.34  
L'orologio della Madrasa Ashrafiyya  
Fotografia da D.A.King modificata

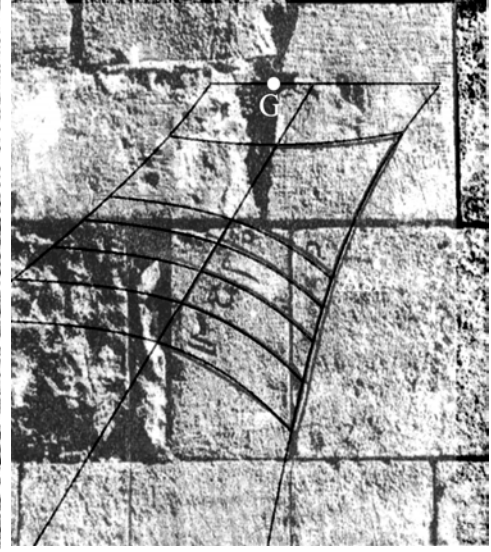


Fig. 28.35  
L'orologio della Madrasa Ashrafiyya  
con sovrapposte le linee calcolate  
Declinazione 79° Ovest – Latitudine 32°

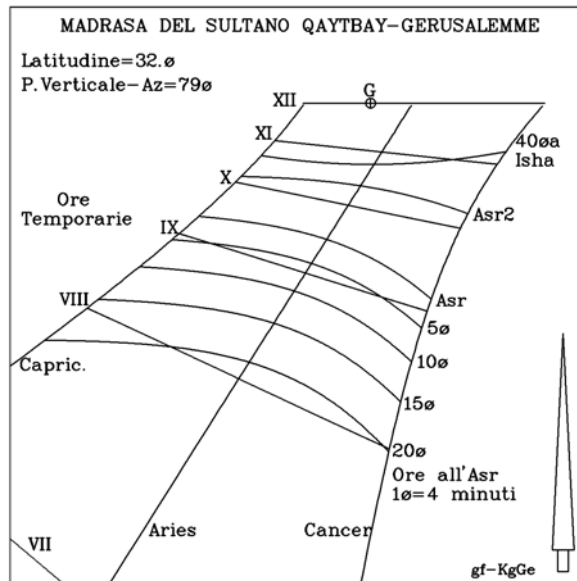


Fig. 28.36 L'orologio della Madrasa Ashrafiyya  
Ricostruzione dell'autore

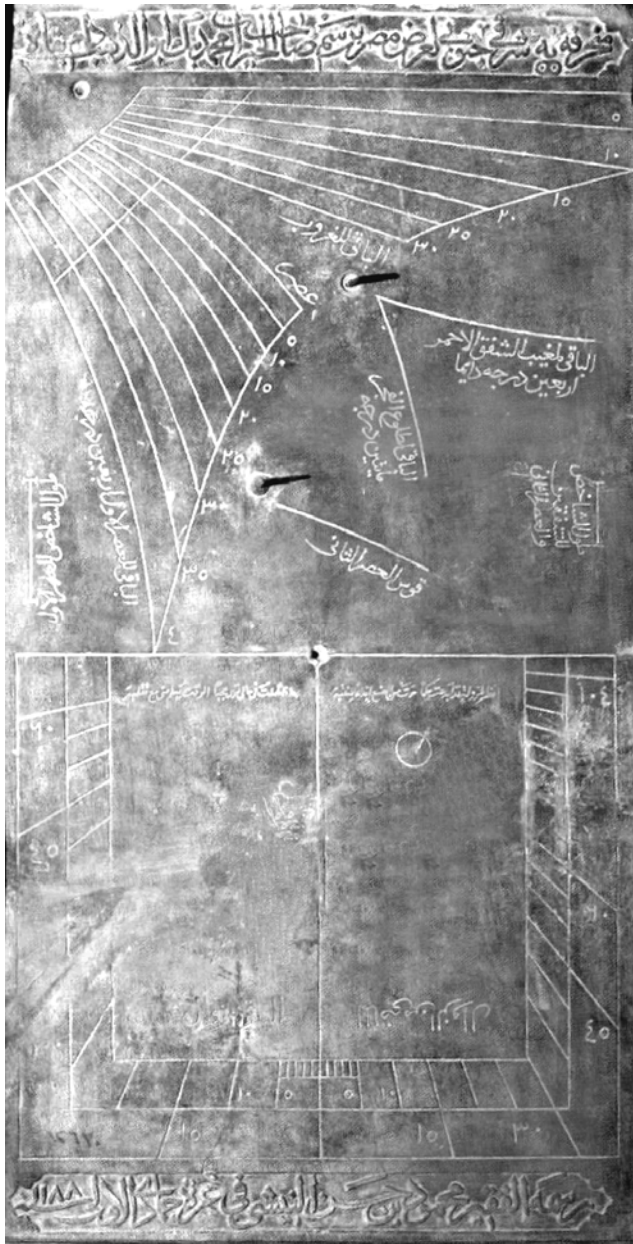


Fig. 29.13 L'orologio al Museo Islamico del Cairo

Non si hanno molte informazioni su dove si trovasse originariamente questo strumento anche se è facile ipotizzare, per le sue caratteristiche, che esso fosse posizionato in qualche grande moschea al Cairo e fosse usato da personale con conoscenze astronomiche, addetto alla misura del tempo.

Le numerose linee che si trovano nei diversi strumenti permettono infatti di determinare, con opportuni calcoli e con l'ausilio di misuratori di tempo (anche orologi, considerando l'epoca di costruzione), gli istanti di tutte le 5 preghiere giornaliere.

Poiché la preghiera della sera (Maghrib) deve essere recitata dopo l'istante del tramonto, nello strumento sono riportate alcune linee che indicano quanto tempo manca al tramonto del Sole.

Poiché il periodo in cui deve essere recitata la preghiera della notte (Isha) ha inizio al termine del crepuscolo serale, una particolare linea fornisce il momento in cui mancano ancora 2h 40m a tale istante.

Per poter calcolare l'istante della preghiera dell'alba (Fajr), il cui periodo ha inizio al crepuscolo del mattino, una linea particolare fornisce l'istante in cui mancano ancora 13h 20m a questo istante.

Il momento della preghiera del mezzogiorno (Zuhr) si ricava dall'orologio a tempo vero che si trova nella parte inferiore della lastra e infine per la preghiera più importante, quella del pomeriggio (Asr), sono fornite ben 9 linee che, ogni 20 minuti, danno gli intervalli di tempo che occorre attendere prima

- la linea che indica che mancano  $200^\circ$  di angolo orario alla preghiera dell'alba Fajr;
- le linee equinoziale e solstiziali.

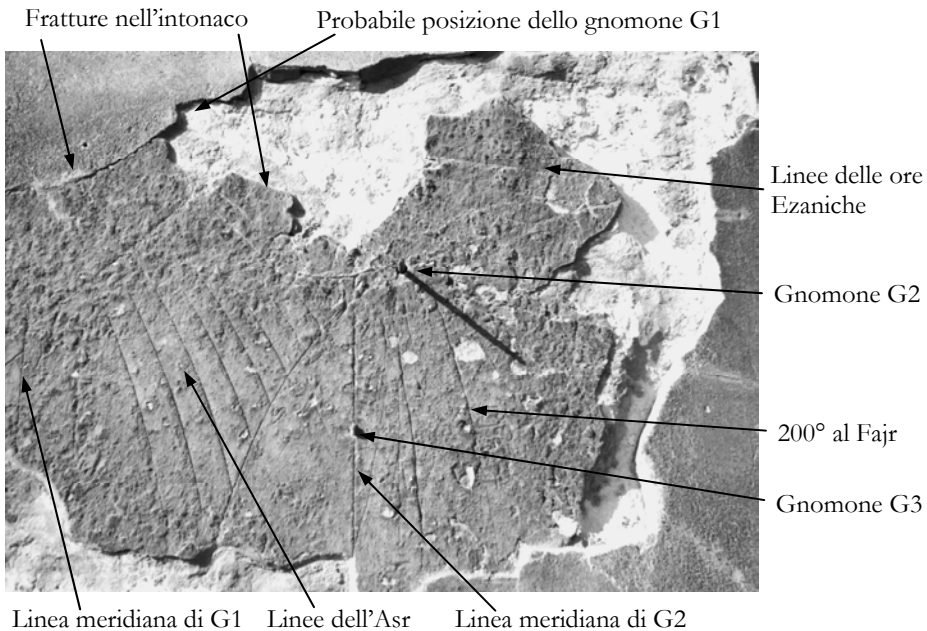


Fig. 29.21 Cairo – Orologio solare nella cittadella  
Sono indicati gli elementi ancora presenti

Le diverse linee, incise sull'intonaco, hanno provocato con il tempo la sua rottura in alcuni punti. In particolare si vede come la linea solstiziale invernale coincide con una frattura e anche come la linea ezanica 2h al tramonto coincida esattamente con la zona ove l'intonaco si interrompe.

Poiché non è nota la declinazione della parete sono stati fatti alcuni tentativi per determinarla e per calcolare di nuovo le linee presenti. Dai diversi tentativi fatti, resi anche difficoltosi a causa della deformazione prospettica dell'immagine non esattamente frontale, si è trovato un valore dell'azimut del piano di circa  $32-33^\circ$  ovest.

Con tale valore sono state calcolate le linee che si possono vedere in Fig. 29.22 e che coincidono con buona approssimazione con quelle presenti sull'originale.

Come anche negli altri orologi simili lo gnomone principale G1 doveva avere lunghezza doppia di quello indicato con G2.

Non si è trovata alcuna spiegazione sia della linea, certamente servita dallo gnomone G2, tra la curva  $200^\circ$  al Fajr e la linea meridiana centrale, sia dello gnomone G3 presente su quest'ultima.