

Come realizzare un orologio solare geografico

Gianpiero Casalegno

La realizzazione di un orologio solare geografico richiede la disponibilità della proiezione gnomonica del globo terrestre. Per fortuna si trovano su internet programmi freeware che facilitano il compito.

In order to build a geographic sundial, the earth globe must be projected with a gnomonic projection. Freeware programs downloadable from the web can be used for this task.

L'articolo *Meridiane geografiche* di Ferro Milone spiega come un orologio solare sia nient'altro che la proiezione gnomonica del globo terrestre sul piano dell'orologio: le linee orarie francesi sono la proiezione dei meridiani, le linee di declinazione sono la proiezione dei paralleli di latitudine. Pertanto è possibile realizzare un orologio dove oltre alle linee orarie e di declinazione sono rappresentati anche i profili dei continenti e delle nazioni. L'ombra dello stilo, oltre a dirci l'ora, ci rivela in quali parti del mondo a quella stessa ora è mezzogiorno ed in quale località il sole si trova esattamente allo zenit.

Per fare ciò è necessario avere a disposizione i dati geografici che rappresentano le coordinate di coste e frontiere e da questi ottenere la proiezione richiesta. La proiezione si potrebbe realizzare senza troppe difficoltà, ma purtroppo è difficile trovare questi dati; per fortuna sul Web si trovano i programmi che consentono di ottenere facilmente le mappe richieste.

Questo articolo spiega come utilizzare questi programmi e come inserire le mappe risultanti in un quadrante progettato con il programma 'Orologi Solari' (OS).

Il programma GMT

"Generic Mapping Tool" è una collezione 'open source' di ~60 strumenti software per manipolare dati geografici e cartesiani (comprese operazioni di filtraggio, estrazione, proiezione ecc.) e produrre come risultato un file Encapsulated PostScript (EPS).

GMT supporta ~30 proiezioni su mappa e trasforma-

zioni e viene distribuito con dati di supporto che rappresentano le linee delle coste, fiumi e frontiere tra stati.

Per installare GMT occorre andare all'indirizzo web: www.soest.hawaii.edu/gmt/gmt/gmt_windows.html quindi scaricare da uno qualunque dei siti elencati e poi lanciare i seguenti programmi:

GMT_install32.exe

(installazione del programma)

GSHHS_highfull_install.exe

(installazione dei dati cartografici)

GMT_pdf_install.exe

(installazione della documentazione)

I file scaricati vengono installati nella cartella C:\programs\GMT.

Può essere utile sapere che nella sotto-cartella share\doc\gmt\pdf si trovano i manuali del programma mentre in share\doc\gmt\examples sono disponibili 30 esempi delle diverse funzionalità del programma.

Poichè GMT genera le mappe nel formato EPS mentre OS utilizza immagini in formato raster (bmp, png, gif ecc.) occorre installare anche il programma Ghostscript (un interprete del linguaggio PostScript) dal sito:

pages.cs.wisc.edu/~ghost/doc/GPL/gpl902.htm

scaricando (dal fondo della pagina, nella sezione Micro-

soft Windows) e quindi eseguendo il file *gs902w32.exe*.

Creazione di una mappa

GMT è stato realizzato principalmente per sistemi operativi UNIX o Linux pur essendo disponibile anche per sistemi Windows.

Come molte applicazioni UNIX non dispone di una interfaccia grafica ma consiste di una serie di comandi che devono essere lanciati da "Prompt dei comandi". Il metodo più semplice per farlo è creare un file .bat utilizzando un editor di testi (ad esempio "Blocco note") ed inserirci riga per riga i comandi voluti.

Un doppio click sul file .bat permette di eseguire tutti i comandi uno dopo l'altro.¹

Conviene inserire nell'ultima riga il comando *pause* che permette di vedere eventuali messaggi di errore prima che la finestra DOS venga chiusa.

Il comando utilizzato per creare una mappa mediante proiezione gnomonica è *pscoast*. Senza illustrare tutte le opzioni del comando (che sono documentate nel file GMT_Manpages.pdf) vediamo come esempio la creazione di una mappa a proiezione gnomonica centrata sulle coordinate 7.5°E e 45°N:

```
pscoast -Rg -JF7.5/45/70/18c
-Bg15+7.5/g30 -Di
-A5000 -Glightgray -Swhite -P -Na
-T7.5/45/1c:: -W > output.ps
```

Le parti più importanti del comando sono:

- *-JF7.5/45/70/18c* specifica una proiezione gnomonica centrata sul punto 7.5°E² e 45°N, richiede 70° come massima distanza α dal centro e 18 cm come dimensione della mappa risultante.
- *-Bg15+7.5/g30* stabilisce una griglia con passo 15° di longitudine (traslata di 7.5°) e 30° di latitudine.
- *-T7.5/45/1c::* disegna un piccolo simbolo largo 1 cm in posizione 7.5°E e 45°N.

- *> output.ps* redirige il codice PostScript in output nel file "output.ps".

Per ottenere il risultato come immagine raster si deve aggiungere una riga con il comando:

```
ps2raster output.ps -Tb -GC:\Programmi\gs\
gs9.02\bin\gswin32c.exe
```

che trasforma il file output.ps nel file bitmap output.bmp (l'opzione *-G* deve indicare la posizione nel file system del file gswin32c.exe che è stato installato con Ghostscript; l'esempio ne riporta la posizione tipica).

Utilizzo della mappa con OS

Ora che finalmente abbiamo generato la mappa in proiezione gnomonica, possiamo utilizzarla per costruire un orologio solare geografico.

Il programma OS si presta facilmente allo scopo in quanto permette di inserire una immagine come sfondo del progetto.

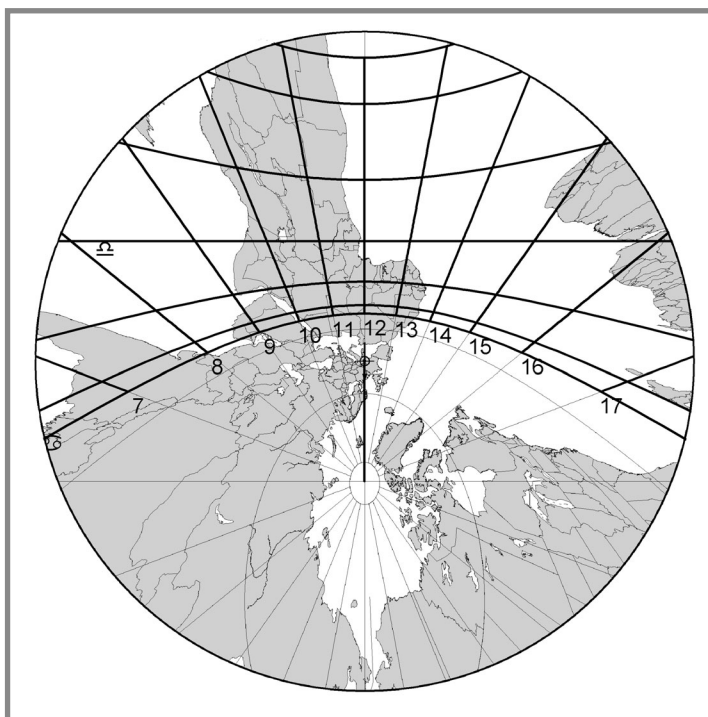


Fig. 1 Orologio orizzontale a 7.5°E 45°N.

¹ In caso di errore "comando non riconosciuto" verificare da Pannello di Controllo che il cammino C:\programs\GMT\bin sia stato aggiunto alla variabile d'ambiente PATH.

² Il programma GMT considera positive le longitudini verso est.

³ Utilizzare la rev. 25.3 o successiva per poter usufruire della rotazione della mappa.

⁴ GMT proietta la mappa su un piano tangente al punto impostato con il risultato che la mappa è ruotata di 180° rispetto a quella che si avrebbe sul piano del quadrante.

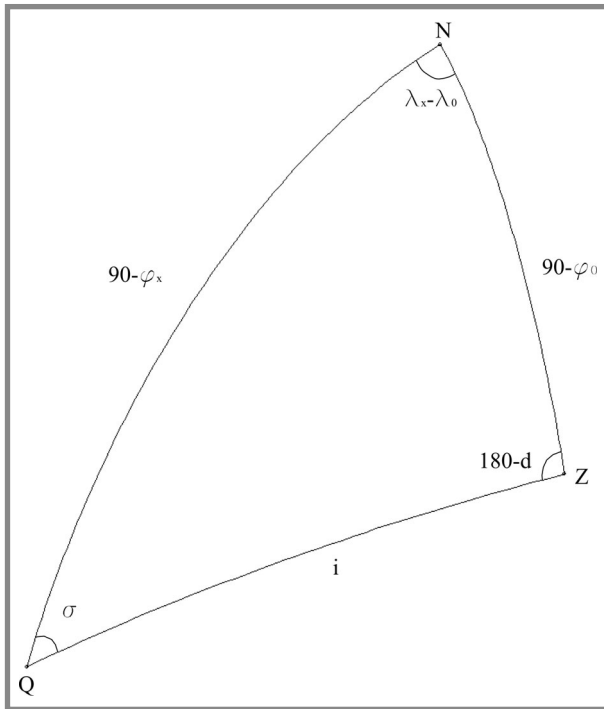


Fig. 2 Triangolo sferico di riferimento.

La mappa ottenuta precedentemente può essere considerata la proiezione gnomonica realizzata su un piano orizzontale posizionato nel nord Italia.

Progettiamo quindi con OS³ un orologio orizzontale alle coordinate 7.5°E e 45°N. Nella scheda “Immagine di sfondo” introduciamo il file contenente la mappa ed impostiamo una rotazione⁴ di 180°. Dimensioniamo la mappa posizionando il punto C sul simbolo che abbiamo creato nel centro della mappa ed i punti 1 e 2 sui due estremi del diametro della mappa. La distanza tra i punti 1 e 2 deve essere impostata ad un valore che è legato alla massima distanza α dal centro (70° nell'esempio) ed alla lunghezza R dell'ortostilo tramite la formula $2 \cdot R \cdot \tan(\alpha)$.

Il risultato è mostrato in figura 1.

Se il quadrante è verticale le cose sono un po' più complicate. Occorre anzitutto calcolare le coordinate geografiche del centro della mappa che corrispondono alle coordinate del punto allo zenit del quadrante (ovvero alle coordinate del quadrante orizzontale equivalente).

Serve inoltre trovare l'angolo di rotazione da impostare sulla mappa (che corrisponde all'angolo sustilare del quadrante verticale).

Si faccia riferimento al triangolo sferico di figura 2 i cui vertici sono il polo nord N, la località Z dell'orologio di latitudine Φ_0 e longitudine λ_0 ed il polo Q del piano del quadrante.

Siano inoltre i l'inclinazione⁵ e d la declinazione del quadrante verticale e Φ_x e λ_x le coordinate del centro della mappa. Si ottiene:

$$\text{sen}(\Phi_x) = \cos(i) \text{sen}(\Phi_0) - \text{sen}(i) \cos(\Phi_0) \cos(d)$$

$$\tan(\lambda_x - \lambda_0) = \text{sen}(d) \tan(i) / [\cos(\Phi_0) + \text{sen}(\Phi_0) \cos(d) \tan(i)]$$

Per la rotazione σ della mappa si ha:

$$\text{sen}(\sigma) = \text{sen}(d) \cos(\Phi_0) / \cos(\Phi_x)$$

Volendo ad esempio disegnare un orologio verticale alle coordinate 7.5°E e 45°N con declinazione della parete di 10°W si ottiene:

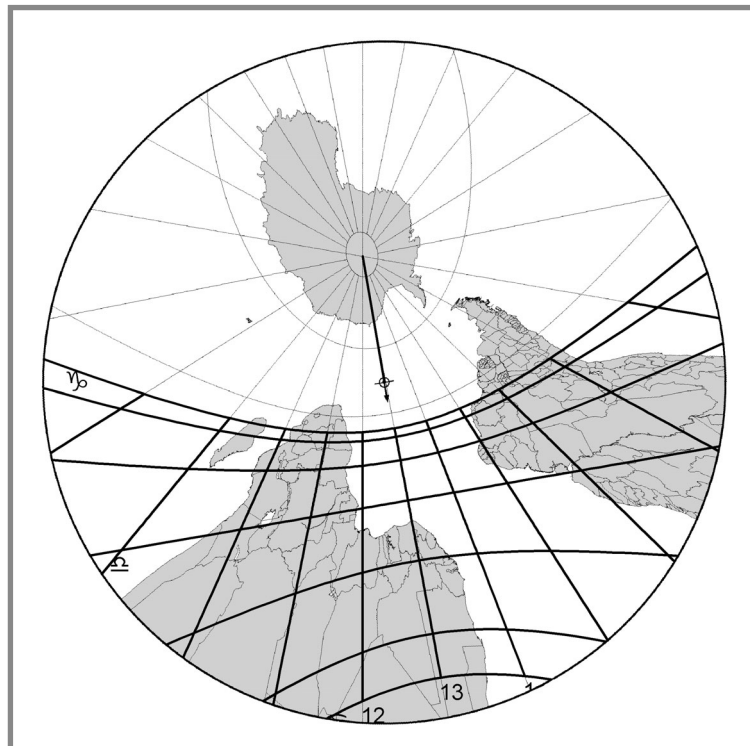


Fig. 3 Orologio verticale declinante 10°W.

⁵ L'inclinazione è considerata compresa tra 0° e 180°, con 0° corrispondente a piano orizzontale e 90° a piano verticale.

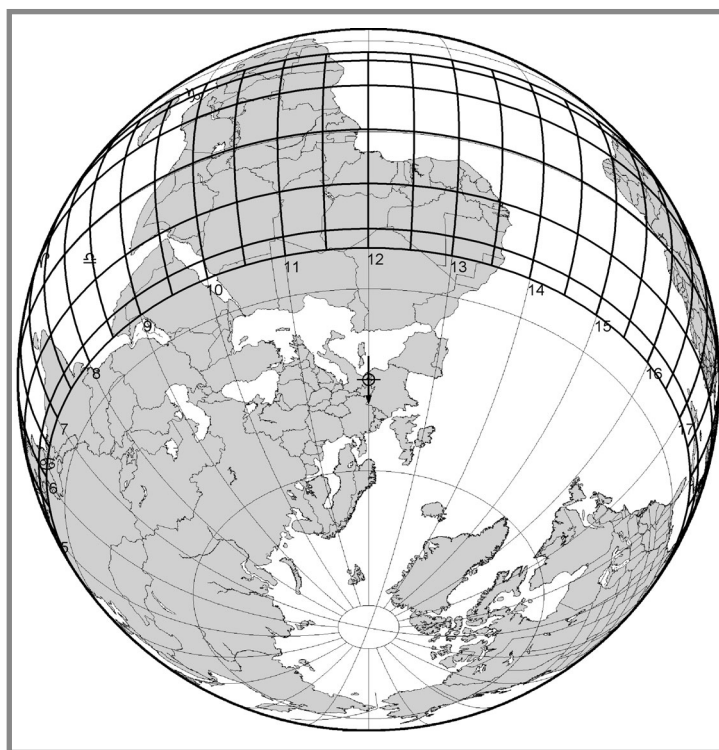


Fig. 4 Orologio azimutale ortografico a 7.5°E 45°N.

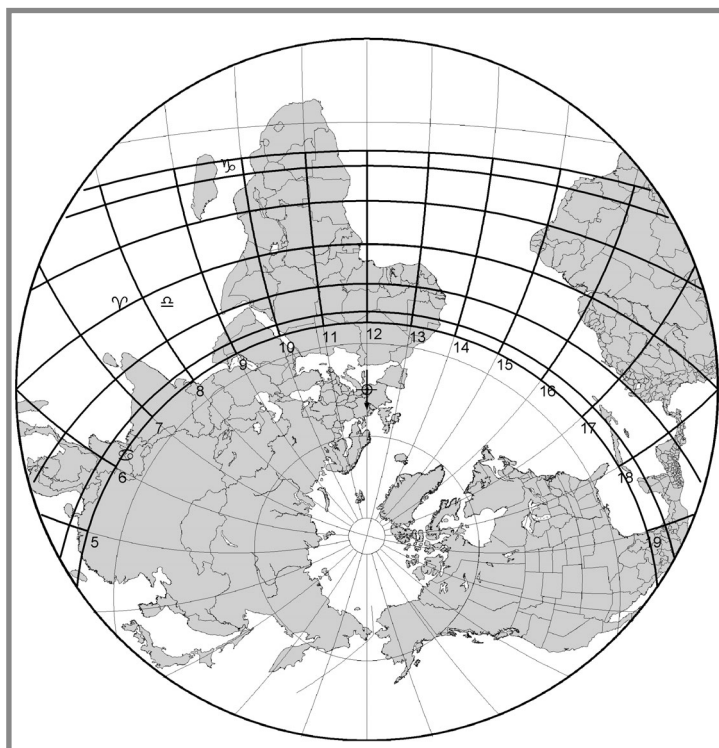


Fig. 5 Orologio azimutale stereografico 7.5°E 45°N.

$$\begin{aligned}\Phi_x &= 44.14^\circ\text{S} \\ \lambda_x &= 6.50^\circ\text{W} \\ \sigma &= 9,85^\circ\end{aligned}$$

Si definisca quindi in OS un orologio verticale alle coordinate citate e con declinazione di 10°W .

Si inserisca quindi come immagine di sfondo quella appena calcolata, ruotata di -189.85° e dimensionata allo stesso modo dell'esempio precedente.

Il risultato è mostrato in figura 3.

Come spiegato da FERRO MILONE (2011), il quadrante verticale soffre del capovolgimento della mappa geografica che potrebbe essere risolto mediante una doppia riflessione.

Altre proiezioni

Il programma GMT può essere proficuamente utilizzato anche per altre tipologie di orologi solari.

Sostituendo l'opzione di comando `-JF` con `-JG` si ottiene una proiezione ortografica con cui è possibile, analogamente a quanto spiegato precedentemente, creare l'orologio azimutale ortografico di figura 4.

Analogamente con l'opzione `-JS` si realizza una proiezione stereografica, utilizzata nell'esempio di figura 5 per realizzare un orologio azimutale stereografico, altrimenti detto "astrolabio orizzontale".

In conclusione si ricorda che OS permette di stampare un file pdf in scala 1:1 contenente sia l'orologio sia l'immagine di sfondo. Questo file può quindi essere usato per trasferire il progetto sulla superficie definitiva.



Bibliografia

FERRO MILONE, F. (2011), *Meridiane geografiche*, Gnomonica Italiana n. 24, Giugno 2011

