

La navigazione astronomica tradizionale

Ora impareremo a trovare il punto nave con un metodo tradizionale che non si avvale né del computer né della calcolatrice programmabile, bensì del carteggio e delle *Effemeridi Nautiche*; tuttavia, per risolvere i calcoli trigonometrici e per evitare possibili errori, useremo inizialmente una calcolatrice al posto delle tavole dei logaritmi per trovare il seno, il coseno, la tangente, etc., e per eseguire le quattro operazioni. Calcolatrici tascabili con queste funzioni sono disponibili nei reparti scolastici di quasi tutti i grandi magazzini per poco più di una decina di euro; conviene scegliere un modello che lavori in gradi e non in radianti (vedremo più avanti come si fa ad accorgersene con una semplicissima prova) e che offra la trasformazione dei gradi sessagesimali in gradi decimali, quindi che sappia trasformare, per esempio, $32^{\circ}30'$ in $32,5^{\circ}$.

Un'importante avvertenza nell'uso della calcolatrice: approssimarne i risultati alla quinta cifra decimale. Di più è inutile, di meno si degrada la precisione.

Chi volesse fare a meno anche della calcolatrice e avvalersi solo di carta e penna può utilizzare le tavole a soluzione diretta H.O.214 pubblicate in Italia dall'Istituto Idrografico della Marina. Tuttavia si consiglia, almeno la prima volta, di seguire il metodo con la calcolatrice illustrato nelle prossime pagine, in quanto didatticamente molto valido per apprendere il procedimento e capire cosa si sta calcolando. L'uso delle H.O.214 è invece più meccanico e meno ragionato: c'è il rischio di arrivare alla soluzione senza avere compreso cosa si è fatto, ma dà la soddisfazione di trovare il punto nave senza alcun ausilio elettronico.

LA RETTA D'ALTEZZA

Ripassiamo il concetto, già illustrato, di retta d'altezza. Si tratta dell'approssimazione della circonferenza d'altezza in una retta, in prossimità dell'osservatore. Il procedimento presuppone quindi la conoscenza delle nostre coordinate approssimate. Ecco perché la conoscenza del punto stimato diviene estremamente più importante rispetto al sistema delle circonferenze: le sue coordinate dovranno essere il più precise possibile. Nella ricerca della retta d'altezza il punto stimato viene anche chiamato punto ausiliario.

OSSERVAZIONI CELESTI E NAVIGAZIONE ASTRONOMICA

EFFEMERIDI NAUTICHE

Cosa sono e a cosa servono le *Effemeridi Nautiche*? Sono una pubblicazione edita annualmente dall'Istituto Idrografico della Marina. Contengono i dati sui corpi celesti validi per l'anno in corso necessari per la navigazione astronomica, insieme all'indicazione di alcuni fenomeni, come le eclissi.

Il corpo principale del volume consiste in un elenco delle coordinate dei pianeti visibili a occhio nudo (Mercurio escluso), della Luna e del Sole, aggiornate ora per ora. Le coordinate presentate sono l'Angolo Orario e la declinazione apparente dell'astro, che corrispondono alla longitudine (partendo dal meridiano di Greenwich in direzione Ovest) e alla latitudine dei punti subastrali. Viene poi indicato il Tempo Siderale, aggiornato anch'esso ora per ora. Per le 66 stelle di uso nautico sono invece riportate la coascensione retta e la declinazione, aggiornate ogni tre giorni, in quanto questi valori per le stelle variano molto lentamente. Sommando la coascensione retta al Tempo Siderale (che è aggiornato ora per ora), si ottiene l'Angolo Orario, o la longitudine da Greenwich in senso Ovest del punto subastrale (non a caso gli anglosassoni la chiamano *westitude*); quindi anche per le stelle si ottengono, con una semplice addizione, le coordinate dei loro punti subastrali ora per ora. Ogni pagina contiene i dati relativi a tre giorni, contenendo 72 righe per i pianeti, la Luna, il Sole e il Tempo Siderale, e 66 righe per le singole stelle.

Mercurio non viene preso in considerazione, in quanto essendo sempre piuttosto vicino al Sole, molto difficilmente è visibile a un'altezza tale da renderlo utilizzabile per la navigazione astronomica.

L'ultima parte delle *Effemeridi Nautiche*, quella con le pagine colorate, contiene le tabelle per interpolare i dati forniti nel corpo centrale e per apportare le correzioni all'altezza misurata col sestante per la rifrazione, la parallasse, l'altezza sull'orizzonte e il semidiametro.

COME SI RICAVA LA RETTA D'ALTEZZA

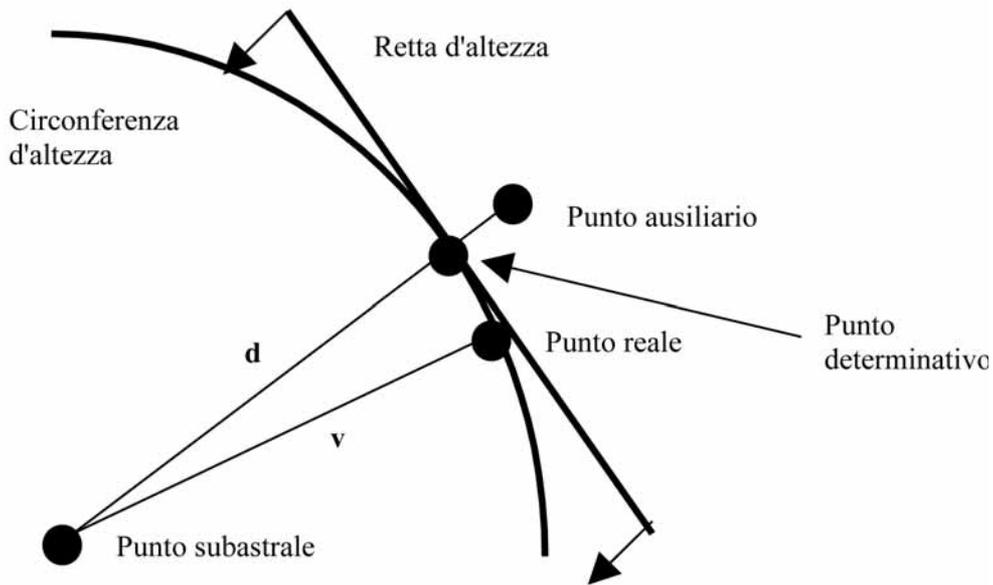
Abbiamo visto come l'altezza di un astro sull'orizzonte fornisca la distanza tra l'osservatore e il punto subastrale. Più precisamente, un'altezza di 89° significa una distanza di un grado dal punto subastrale. Un'altezza di 88° una distanza di due gradi e così via. In parole povere, l'angolo complementare all'altezza indica la distanza in gradi dal punto subastrale. Ma un grado corrisponde a 60 primi e un primo di grado corrisponde a una distanza sulla superficie terrestre di un miglio nautico. Possiamo quindi dire che la distanza in miglia nautiche tra la posizione reale dell'osservatore e il punto subastrale corrisponde all'angolo complementare all'altezza dell'astro sull'orizzonte moltiplicato per 60.

Questo significa che col sestante possiamo ricavare la nostra distanza vera dal punto subastrale.

Il secondo passaggio consiste nel ricavare la distanza tra il punto ausiliario e il punto subastrale: è un passaggio esclusivamente matematico.

Il terzo passaggio consiste nel ricavare l'azimut tra il punto ausiliario e il punto subastrale, ossia la direzione, partendo dal Nord vero, tra il punto ausiliario e il punto subastrale.

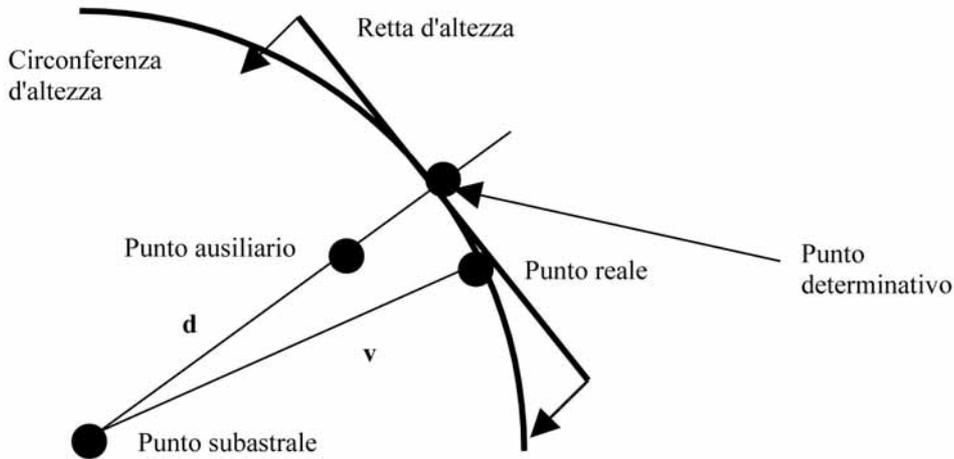
Diamo uno sguardo al seguente disegno:



Chiamiamo v la distanza dal punto vero al punto subastrale, ricavata dal sestante, d la distanza dal punto ausiliario al punto subastrale, calcolata matematicamente, a l'azimut dal punto ausiliario al punto subastrale, calcolato anch'esso matematicamente. Calcoliamo $d - v$. Se questa quantità è positiva, ossia se la distanza tra il punto ausiliario e il punto subastrale è più grande della distanza tra il punto vero e il punto subastrale, siamo nel caso appena disegnato. Allora partendo dal punto ausiliario in direzione a per un tratto lungo $d - v$, arriviamo nel punto determinativo. Da questo punto tracciamo una retta di azimut perpendicolare ad a ; è la nostra retta d'altezza cercata. All'estremità della retta d'altezza vanno tracciate le frecce perpendicolari che indicano la direzione del punto subastrale.

Se viceversa $v - d$ fosse una quantità negativa, ossia se la distanza tra il punto ausiliario e il punto subastrale fosse più piccola della distanza tra il punto vero e il punto subastrale, allora il disegno da prendere in considerazione sarebbe il seguente:

OSSERVAZIONI CELESTI E NAVIGAZIONE ASTRONOMICA



In questo caso partiamo dal punto ausiliario per una direzione $a + 180^\circ$ per il tratto $v - d$ e arriviamo nel punto determinativo. Da lì tracciamo la retta di azimut perpendicolare ad a e otteniamo la retta d'altezza.

COME SI USANO LE *EFFEMERIDI NAUTICHE*

Prima di fare degli esempi pratici un piccolo avvertimento per le operazioni con i gradi sessagesimali: ogni volta che i primi superino il valore di 60 bisogna aggiungere un'unità al valore dei gradi e sottrarre 60 al valore dei primi; per esempio, $45^\circ 43,7' + 12^\circ 24,4'$ è uguale a $57^\circ 68,1'$ cioè $58^\circ 08,1'$.

Vediamo ora come si trovano le coordinate di un punto subastrale. Facciamo tre esempi, con un pianeta (o col Sole, è uguale), con la Luna e con una stella.

Vogliamo trovare la latitudine e la longitudine dei punti subastrali di Venere, della Luna e di Betelgeuse alle 4hh 44mm 41ss UT del 12 settembre 1998.

Cominciamo con Venere. Apriamo le *Effemeridi Nautiche* alla pagina relativa a questa data, e leggiamo i dati relativi alle 4hh 00mm 00ss UT. L'Angolo Orario (T) vale $252^\circ 06,2'$. Alla fine della colonna che riporta gli Angoli Orari dei tre giorni è segnato il valore della variazione oraria, v , che nel nostro caso è $-0,5$. Quindi andiamo nelle pagine colorate, e dal momento che l'orario cercato è 4hh 44mm 41ss, andiamo alla pagina relativa ai 44 minuti. Prendiamo in considerazione la riga dei 41 secondi. La prima colonna riguarda il Sole e i pianeti, la seconda il Tempo Siderale e la terza la Luna. Per il calcolo di Venere utilizziamo ovviamente la prima colonna, che indica $11^\circ 10,3'$. Questo è il valore che dobbiamo aggiungere all'Angolo Orario relativo alle ore 4hh 00mm 00ss UT. Ma non è ancora finita. Dopo le prime tre colonne ce ne sono altre tre, *relative a tutti i secondi del minuto 44*, con l'intestazione " v/d pp" (parte proporzionale della variazione) che riportano dei valori da 0 a 18 in incrementi di un decimo (sono primi di grado). Avevamo visto che il valore v posto in basso sotto la colonna