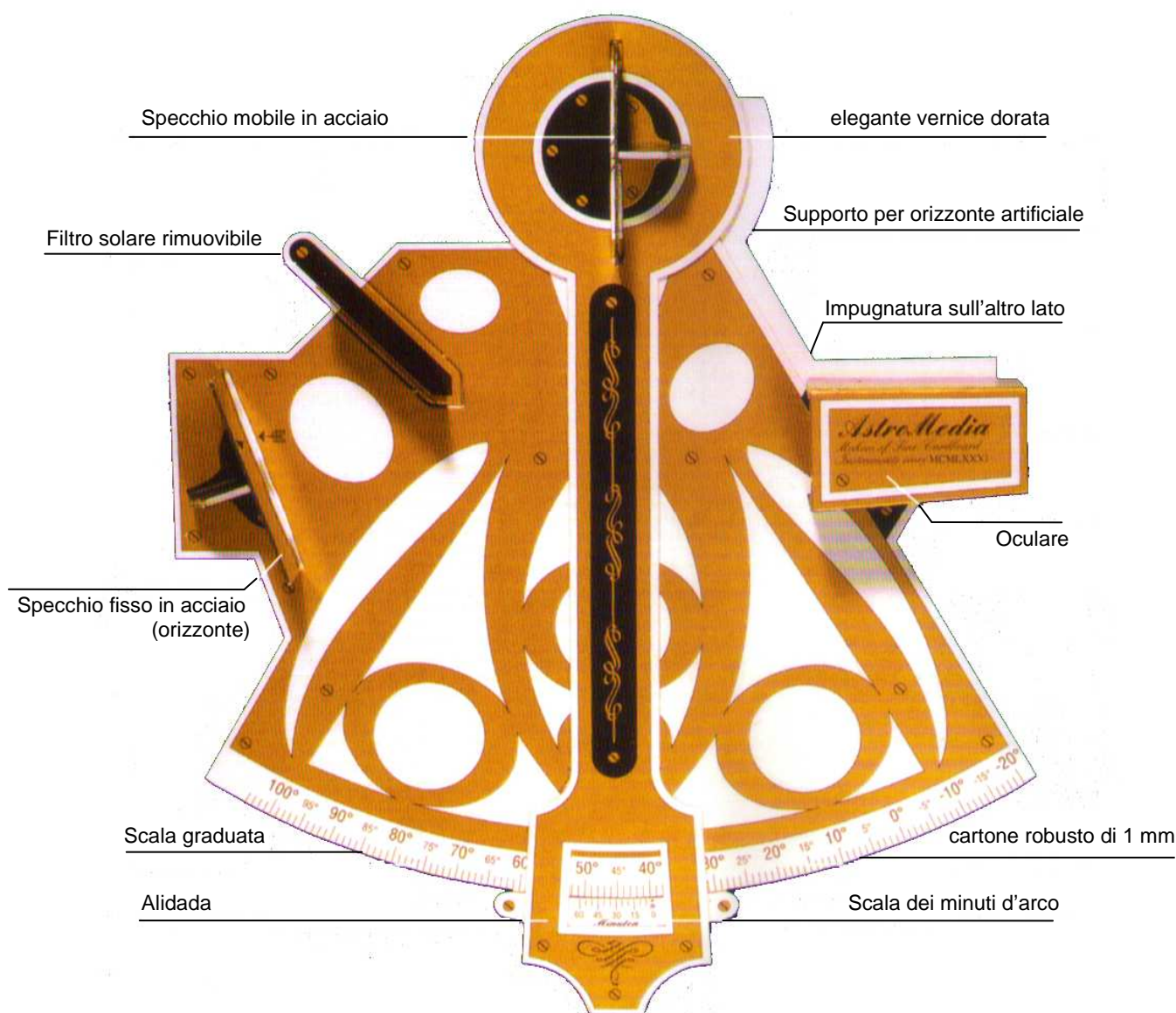


Klaus Hünig

Il Sestante

Istruzioni per l'assemblaggio



AstroMedia ✨

Serie La Scienza hands-on

ISBN 3-935364-01-6 - © Klaus Hünig – SunWatch

La storia del Sestante

Prima dell'introduzione del GPS (Sistema di Posizionamento Globale, in inglese Global Positioning System, abbreviato **GPS**) che utilizza una rete di satelliti, il metodo più importante per la navigazione in alto mare era la misurazione della distanza tra alcune costellazioni e la loro altitudine al di sopra dell'orizzonte con il più alto grado possibile di esattezza.

Intorno al IX secolo, molto tempo prima dell'ampio utilizzo della bussola magnetica, le apparecchiature utilizzate per questi calcoli erano il quadrante e l'astrolabio. Con l'invenzione nel Trecento della **balestriglia** o **bastone di Giacobbe** (in inglese *cross-staff* o *Jacob's staff*) era poi possibile ottenere letture ancora più precise e questo apparecchio è rimasto per i successivi 400 anni il più importante strumento di navigazione del marinaio.

Nel 1731 a Londra, John Hadley presenta il suo sestante a riflessione. Nello stesso tempo, a Filadelfia, indipendentemente da lui, Thomas Godfrey aveva fatto la stessa invenzione. Questo strumento rivoluzionò la navigazione perché ora era possibile eseguire letture dell'altezza del sole, per esempio, con una precisione e velocità insuperabili.

L'arte della navigazione, anche in connessione con l'invenzione del cronometro da parte di John Harrison, raggiunse vette di sviluppo mai conosciute prima e si può dire con sicurezza, senza esagerare, che queste due invenzioni sono state le più importanti condizioni per la diffusione, in tutto il mondo, dell'impero britannico.

Il principio è geniale e allo stesso tempo sorprendentemente semplice: tramite uno specchio rotante si possono far coincidere (collimare) le immagini del punto da misurare con l'orizzonte o con un altro punto di riferimento, e l'angolo della distanza tra i due si può semplicemente leggere su una scala (più esattamente: l'angolo prodotto dalle linee di visione dei due punti).

Non c'è da stupirsi che il sestante fosse spesso il bene più prezioso di un marinaio e che è ancora oggi, insieme con l'ancora e la bussola, il simbolo nautico più famoso.



Istruzioni

leggere ogni sezione prima di procedere!

Il montaggio non è difficile perché tutte le parti sono fatte per incastrarsi insieme perfettamente. Ogni pezzo ha il proprio numero (A1, A2, B1, B2, ecc) e il nome.

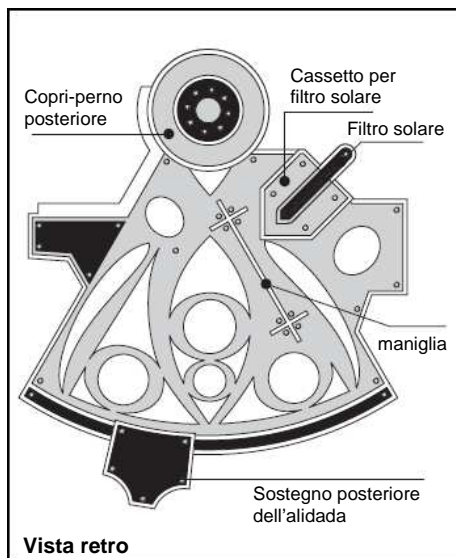
I pezzi che formano un gruppo hanno in comune la stessa lettera.

Avrete bisogno di un coltello affilato per separare i pezzi prestampati dal foglio di cartone, un po' di alcool puro per pulire gli specchi, un pennarello indelebile con punta sottile, e una colla resistente. Si consiglia una colla a solvente piuttosto che una colla a base d'acqua.

Il pezzo principale

Passo 1: rimuovete le parti A1 e A2 (il davanti del pezzo principale e il retro) dal cartone contenente le varie forme. Preparate da una parte i pezzi B1 e B2 (il filtro solare e il porta vetrino del filtro) e C1 e C2 (le due parti dei dischi assiali anteriore e posteriore dell'alidada) e scrivete con il pennarello il loro numero sul retro. Poi estraete tutte le sagome pre-tagliate da entrambe i pezzi A1 e A2.

Passo 2: Sovrapponete le due parti del pezzo principale, ovvero le parti A1 e A2, dorso a dorso, poi con un pennarello, segnate i contorni delle fessure sul retro di ogni parte e dipingetele di nero. Su queste zone non andrà applicata colla. Non deve neppure essere incollato l'arco bianco che sporge sulla parte superiore sinistra del pezzo principale A2. Esso può essere utilizzato per incollarvi sopra un orizzonte artificiale (opzionale).



Passo 3: Ora incollate assieme il pezzo principale (anteriore e posteriore) dalla parte con i lati non stampati l'uno contro l'altro. Se la colla fuoriesce dalle fessure si deve togliere con cura.

Lasciate che il pezzo principale si asciughi. Può essere consigliabile posarvi sopra un libro pesante, o qualcosa del genere, in modo che si asciughi mantenendosi piatto.

Il filtro solare

Passo 4: Incollate il pezzo B1 (il porta filtro superiore, con fessura) sopra il lato stampato del pezzo B2, in modo la punta e l'impugnatura siano esattamente coincidenti.

Per verificarlo, fate scorrere il porta-filtro nello spazio corrispondente sul pezzo principale. Il porta filtro incollato deve incastrarsi esattamente in questo suo spazio riservato.

Passo 5: Ora incollate il pezzo B4 (il porta filtro inferiore) sull'altro lato del porta-filtro in modo che la punta e l'impugnatura siano di nuovo esattamente coincidenti.

Anche in questo caso, è necessario verificare il corretto incastro facendo scorrere il porta-filtro nel corrispondente spazio.

Ora il porta-filtro ha il porta filtro superiore (con fessura) su un lato e il porta filtro inferiore sull'altro.

Passo 6: Lasciate il porta-filtro nel suo spazio e incollate il pezzo B3 (il supporto del porta-filtro) sul lato posteriore del pezzo principale, in modo da costruire una specie di cassetto per il porta-filtro che può dunque essere posizionato - come si vuole - sia con il filtro su un lato, sia con il filtro sul lato opposto.

Passo 7: Ora incollate il filtro solare - che misura 18 x 36 millimetri ed è fatto con un foglio di pellicola nera rigida, per impieghi speciali - nella fessura del porta filtro superiore.

Potreste aver bisogno di allargare, con attenzione, la fessura tramite un coltello affilato.

Avviso importante: ogni volta che si guarda il sole senza un dispositivo di protezione si mette in pericolo, a lungo andare, la vista.

Prova ne sono i sestanti di scarsa qualità utilizzati nei primi tempi, che nel corso degli anni hanno provocato a molti capitani di mare la cecità in un occhio, quello con cui facevano le osservazioni.

In questo sestante il filtro solare possiede un alto contenuto di argento e quindi offre un affidabile grado di sicurezza.

Tuttavia è buona regola generale non osservare il sole, sia pure attraverso questo filtro, più dello stretto necessario.

L'Alidada (Il braccio rotante)

Passo 8: Incollate tra loro i pezzi C1 e C2 (i due dischi del perno dell'alidada) in modo che le parti non stampate combacino perfettamente.

Quando si sono asciugati, verificate se questo disco doppio si inserisce nel corrispondente foro del pezzo principale e se gira agevolmente senza trovare troppa resistenza o senza gioco.

Se si verifica uno di questi casi, è possibile limare il disco o ampliare il foro con una limetta per unghie o con la lama di un coltello.

Passo 9: Togliete dal cartone contenente le varie forme il pezzo C3 (il braccio mobile o "alidada"), rimuovete la fessura sagomata dalla testa rotonda, rimuovete la sezione quadrata dalla finestra di lettura che si trova in basso.

Poi posate il pezzo principale su una superficie piana con la parte posteriore (dove si trovano le fessure a forma di croce) verso il basso, e premete il disco doppio nel suo foro.

Ora incollate la testa rotonda dell'alidada al centro del disco doppio. Fate attenzione che la testa rotonda dell'alidada ricalchi la testa rotonda del pezzo principale e che non ci sia colla tra il disco doppio e il pezzo principale. Lasciate asciugare bene la colla e poi assicuratevi che l'alidada possa ruotare sul perno dato dal disco doppio.

Passo 10: Togliete i pezzi C5 e C6 (il pezzo piccolo di rinforzo e la scala dei minuti dell'alidada) dal cartone contenente le varie forme.

Lasciate l'asse dell'alidada incastrato sul pezzo principale ed incollate il pezzo piccolo di rinforzo sul retro dell'estremità dell'alidada, a filo.

La scala dei minuti non deve ancora essere incollata, ma solo posta temporaneamente tra il pezzo del rinforzo e il bordo del pezzo della scala graduata per assicurarsi che possa in seguito essere incollata in questo spazio.

Passo 11: Verificate ancora una volta che l'alidada possa liberamente ruotare sul proprio asse.

Poi incollate il pezzo C4 (il copri-perno) sopra il disco doppio, sulla parte ancora scoperta.

Fate attenzione a che la colla non trabocchi negli interstizi tra i pezzi che girano. Ora l'alidada è saldamente incastrata con il pezzo principale.

L'Oculare

Passo 12: Togliete i quattro pezzettini che compongono il pezzo D1 (la finestra maggiore dell'oculare) dal cartone e rimuovete altresì i tondini sagomati. In primo luogo, incollate tra loro i lati non stampati, in modo che i lembi sporgenti

combacino. Quindi incollate i due pezzi stampati, con il colore nero all'esterno.

Anche qui usate molta cura affinché i lembi e gli spazi siano esattamente uno sopra l'altro.

Rimuovete quindi il quattro pezzettini che compongono il pezzo D2 (il cannocchiale: la finestra minore) dal cartone ed eseguite con loro la stessa procedura.

Incollate la finestra minore (D2) con il suo lembo largo a incastrarsi nella fessura corrispondente sul pezzo principale (in alto a destra, nella grande area nera), e con il lembo stretto rivolto verso l'alto.

Poi incollate la finestra maggiore (D1) con i due lembi a incastrarsi nelle scanalature sul pezzo principale. Anche in questo caso, gli altri lembi puntano verso l'alto.

Passo 13: Ora incollate insieme - nelle parti non stampate - il pezzo D3 (la parete superiore esterna dell'oculare) e il pezzo D4 (la parete superiore interna) l'uno contro l'altro.

Poi, quando è asciutto, si incolla incastrandolo sui lembi delle due finestre. Questa parete poggia sopra la sporgenza del lato posteriore del pezzo principale ed è incollata in quella posizione.

Passo 14: Incollate il pezzo D5 (il "coperchio" o "tetto" dell'oculare) sui bordi laterali delle due finestre e della parete. Ora vedete formarsi l'oculare oblungo.

Passo 15: Dipingete il lato posteriore del pezzo D6 (l'ultima parete dell'oculare) con il pennarello nero e - se volete - scrivete il vostro nome nell'apposito spazio sul lato anteriore.

Ora incollate, con abbondanza, questo pezzo ponendolo - contro i bordi di entrambe le finestre - tra la copertura laterale e il pezzo principale, in modo tale che la faccia di colore nero sia all'interno e che rimanga una sottile fessura dove l'oculare sporge sul pezzo principale.

L'alidada può allora scorrere in questo spazio liberamente. Ora l'oculare è chiuso.

Lo specchio fisso (orizzonte)

Passo 16: Togliete la pellicola protettiva dalle superfici lucide di entrambi gli specchi.

È possibile che troviate un residuo di pellicola fusa lungo i bordi degli specchi. Al fine di evitare sollecitazioni meccaniche che avrebbero potuto causare una deformazione delle loro superfici, questi specchi sono stati tagliati col laser da un acciaio inox lucido, ed perciò è possibile che la pellicola protettiva si sia fusa nella zona in cui il laser ha prodotto del residuo da taglio.

Il residuo è facilmente rimuovibile con acqua ragia e un panno morbido. Fate attenzione durante questa operazione a non graffiare la superficie degli specchi.

Passo 17: Rimuovete le quattro parti del pezzo E1 (il supporto dello specchio fisso) dal cartone e incollate le due parti non

stampate l'una contro l'altra e poi incollate su ciascun lato quelle stampate. Abbiate cura che i bordi siano puliti dalla colla e ben allineati.

Posizionate lo specchio nella lunga fessura che si trova sulla sinistra del pezzo principale (anteriore) con il lato lucido rivolto verso l'oculare.

Posizionate il supporto (E1) nella fessura che corre ad angolo retto allo specchio e spingete il supporto da dietro contro lo specchio finché non si fissi saldamente contro il bordo della fessura. I due lati maggiori del supporto premono contro lo specchio (il maggiore) e nella fessura (il minore). L'angolo smussato non tocca né lo specchio né la fenditura.

Incollate lo specchio e il supporto in questa posizione nelle rispettive fessure, e saldamente l'uno sull'altro.

Importante: Abbiate cura che lo specchio si trovi ad angolo retto sul pezzo principale. È possibile verificare ciò con uno degli angoli ortogonali del cartone o visualizzandolo nello specchio mentre tenete la superficie al livello degli occhi. La superficie riflessa del pezzo principale deve sembrare una continuazione perfettamente allineata, non inclinata.

Passo 18: Incollate il pezzo E2 (la copertura superiore dello specchio fisso) nell'angolo in alto tra lo specchio dell'orizzonte e il suo supporto, così che la fessura dietro lo specchio sia coperta. Nell'altro angolo incollate il pezzo E3 (la copertura inferiore dello specchio fisso).

Lo specchio mobile

Passo 19: Incollate tra loro le quattro parti del pezzo F1 (il supporto dello specchio mobile) nello stesso modo già descritto nel passo 17 per il supporto dello specchio fisso.

Incollate lo specchio mobile con il suo supporto nella testa dell'alidada come avete fatto con lo specchio fisso.

Anche qui il supporto va incollato sul lato non lucido dello specchio. State attenti a che la colla tocchi solo il disco-perno, non il pezzo principale, altrimenti l'alidada non sarà più in grado di girare.

Passo 20: Anche lo specchio mobile deve essere verticale e preciso.

Ciò può essere verificato nel seguente modo: impostate l'alidada per una lettura di un luogo qualsiasi tra 35° e 40° e guardate nello specchio da sopra il braccio dell'alidada.

Se lo specchio è posizionato correttamente, il bordo graduato riflesso e quello non riflesso si fondono uno nell'altro senza una piega e dislivelli. Inoltre la testa circolare dell'alidada diventa un cerchio perfetto se guardata nello specchio dall'alto.

Bisogna controllare con attenzione questo fatto prima che la colla si sia completamente asciugata, nell'ipotesi in cui il posizionamento dello specchio dovesse richiedere una regolazione.

L'impugnatura

Passo 21: Incollate i due pezzi di sostegno non stampati (G3 e G4) l'uno sull'altro e quindi i due pezzi stampati (G1 e G2) uno da una parte e uno dall'altra.

Fate esattamente lo stesso con i pezzi G5 e G6 (i sostegni 1 e 2 dell'impugnatura).

State attenti anche in questo caso che i bordi siano a filo e che non vi siano sovrapposizioni delle parti.

Controllate che entrambi i sostegni si inseriscano facilmente ad angolo retto nelle corrispondenti fessure a forma di croce del pezzo principale.

Incollate entrambi i sostegni ad angolo retto nella fessure sul lato posteriore del pezzo principale e quindi inserite e incollate l'impugnatura sui sostegni sporgenti dal pezzo principale.

La taratura della scala dei minuti d'arco

Passo 22: sul pezzo principale troverete impressa una piccola freccia abbastanza vicina allo specchio fisso. Usando un pennarello nero disegnate sullo specchio fisso una piccola linea ben visibile in alto, a partire dal bordo longitudinale libero dello specchio fisso esattamente allo stesso livello della freccia.

Questo è il modo per verificare se la linea è esattamente al posto giusto: ruotate l'alidada oltre il contrassegno 100° fino a toccare lo specchio fisso. Se a questo punto guardate attraverso la finestra dell'oculare voi vedrete, nella parte superiore dello specchio fisso superiore, l'immagine dello specchio mobile, che appare come un rettangolo stretto e schiacciato (quest'immagine è ben visibile se lo specchio mobile è rivolto verso il cielo).

La freccia disegnata sullo specchio fisso deve trovarsi esattamente nel mezzo di questo stretto rettangolo.

Potrebbe essere necessario cancellare la linea che avete tracciato con acqua ragia e disegnarla di nuovo.

Passo 23: Ruotate l'alidada fino a che lo specchio fisso e lo specchio mobile siano all'incirca paralleli e si possa leggere 5° in mezzo alla finestra di lettura. Poi, attraverso l'oculare osservate una lontana linea orizzontale – per esempio, lo stesso orizzonte, o il profilo di una collina, o il tetto piatto di un edificio di grandi dimensioni. La distanza deve essere almeno di un chilometro.

Sul lato sinistro del vostro campo visivo la visuale non riflessa si spinge oltre lo specchio fisso fino all'orizzonte o linea lontana.

Sul lato destro del campo visivo la visuale ricade dentro lo specchio dell'orizzonte e quindi sullo specchio mobile e poi nuovamente diritto verso l'orizzonte o linea lontana.

Ora si deve ruotare l'alidada leggermente avanti e indietro, fino a quando la linea lontana osservata appare senza interruzioni dalla visione non riflessa a quella riflessa, cioè esattamente dove avete disegnato la linea sullo specchio fisso.

Se entrambi gli specchi sono allineati correttamente, l'immagine riflessa e l'immagine non riflessa appaiono come un tutto unico, senza soluzione di continuità. Fissate provvisoriamente l'alidada in questa posizione con una molletta da bucato o una graffetta portafogli.

Passo 24: Ora incollate il pezzo C6 (la scala dei minuti) dietro il piede dell'alidada tra il pezzo di rinforzo piccolo e il pezzo principale. Nel fare questo, la piccola freccia posta nel segno a 0 minuti deve indicare esattamente sulla tacca lo 0° della scala del pezzo principale.

Controllate che quando la freccia della scala dei minuti punta a 0°, appaia - nella visualizzazione - un'unica, costante, immagine ininterrotta. Se necessario, correggete la posizione della scala dei minuti prima che la colla sia asciutta.

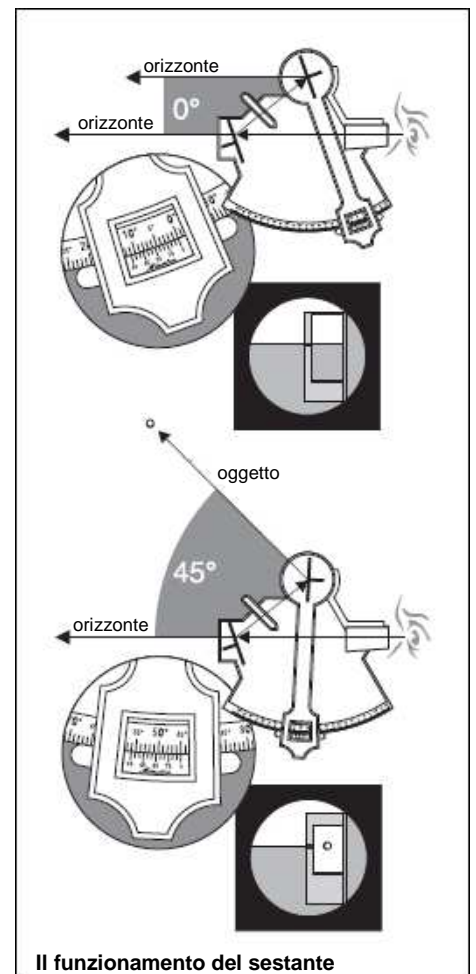
Passo 25: Ora incollate prima il pezzo C7 (il rinforzo grande dell'alidada) sul retro della scala dei minuti e del rinforzo piccolo, e infine incollate il pezzo C8 (il sostegno posteriore dell'alidada) su cui si

trovano le istruzioni per leggere il sestante, sul pezzo C7.

Il pezzo dell'impugnatura tiene salda l'alidada contro il lato posteriore del pezzo principale. Controllate che possa sempre ruotare liberamente.

Se si desidera migliorare la taratura della scala dei minuti, dopo che sia già stata incollata al suo posto, potete sempre spostare la linea nera di marcatura dello specchio dell'orizzonte. È possibile cancellarla con alcool e sostituirla fino a che si ottiene un risultato soddisfacente.

Ora il sestante è pronto.



Il funzionamento del sestante

Il funzionamento del sestante

Con il sestante che avete completato siete in possesso di uno strumento molto versatile. Siete in grado di determinare posizioni e rotte, misurare angoli, distanze e altezze. Qui di seguito trovate alcuni esempi. Si possono trovare molti libri e molta documentazione per l'utilizzo pratico di sestanti.

Calcolare la latitudine utilizzando l'altezza del sole

1. Inserite il filtro solare in modo che si trovi tra gli specchi.
2. Posizionate l'alidada su 0°.
3. Dirigete il sestante verso il sole in modo che il suo riverbero appaia attraverso il filtro.

Attenzione: guardate il sole solo attraverso il filtro, mai direttamente! Il modo più sicuro è quello di tenere il sestante non per la maniglia, ma dal bordo sporgente del cartone dietro lo specchio all'orizzonte. In questo modo la mano blocca lo sguardo diretto verso il sole.

Carta annuale della declinazione del Sole				
01.01 -23°02'	15.03 -1°54'	28.05 21°34'	10.08 15°23'	23.10 11°37'
02.01 -22°57'	16.03 -1°30'	29.05. 21°43'	11.08. 15°05'	24.10 11°58'
03.01 -22°52'	17.03 -1°06'	30.05. 21°52'	12.08. 14°47'	25.10 12°19'
04.01 -22°46'	18.03. 0°42'	31.05. 22°00'	13.08. 14°29'	26.10 12°39'
05.01 -22°39'	19.03. 0°19'	01.06. 22°08'	14.08. 14°10'	27.10 13°00'
06.01 -22°33'	20.03. 0°05'	02.06. 22°16'	15.08. 13°51'	28.10 13°20'
07.01 -22°25'	21.03. 0°29'	03.06. 22°23'	16.08. 13°32'	29.10 13°40'
08.01 -22°18'	22.03. 0°52'	04.06. 22°30'	17.08. 13°13'	30.10 13°59'
09.01 -22°09'	23.03. 1°16'	05.06. 22°37'	18.08. 12°54'	31.10 14°19'
10.01 -22°01'	24.03. 1°40'	06.06. 22°43'	19.08. 12°34'	01.11 14°38'
11.01 -21°52'	25.03. 2°03'	07.06. 22°49'	20.08. 12°14'	02.11 14°57'
12.01 -21°42'	26.03. 2°27'	08.06. 22°54'	21.08. 11°54'	03.11 15°15'
13.01 -21°33'	27.03. 2°50'	09.06. 22°59'	22.08. 11°34'	04.11 15°34'
14.01 -21°22'	28.03. 3°14'	10.06. 23°03'	23.08. 11°14'	05.11 15°52'
15.01 -21°12'	29.03. 3°37'	11.06. 23°08'	24.08. 10°53'	06.11 16°10'
16.01 -21°01'	30.03. 4°00'	12.06. 23°11'	25.08. 10°32'	07.11 16°28'
17.01 -20°49'	31.03. 4°24'	13.06. 23°15'	26.08. 10°12'	08.11 16°45'
18.01 -20°37'	01.04. 4°47'	14.06. 23°18'	27.08. 9°51'	09.11 17°02'
19.01 -20°25'	02.04. 5°10'	15.06. 23°20'	28.08. 9°29'	10.11 17°19'

4. Abbassate lentamente il sestante e sollevate contemporaneamente l'alidada in avanti. L'immagine riflessa del sole deve rimanere sempre visibile.

5. Prendete la posizione quando l'immagine riflessa del sole si trova esattamente accanto alla linea dell'orizzonte ed entrambi sono a livello con la linea nera della marcatura.

Dall'altezza del sole sopra l'orizzonte, misurata a mezzogiorno vero (cioè, quando il sole è esattamente a sud e di conseguenza al suo punto più alto), può essere determinata la **latitudine geografica della vostra posizione**. Per fare questo è necessario conoscere la declinazione del sole ad una certa data. (Si veda la tabella a fianco).

La latitudine viene calcolata in due semplici passaggi.

- I. Altezza dell'equatore celeste = altezza misurata del sole meno la sua declinazione.
- II. Latitudine = 90° meno l'altezza dell'equatore celeste.

Esempio: E' il 1° agosto e desiderate conoscere la latitudine della vostra posizione.

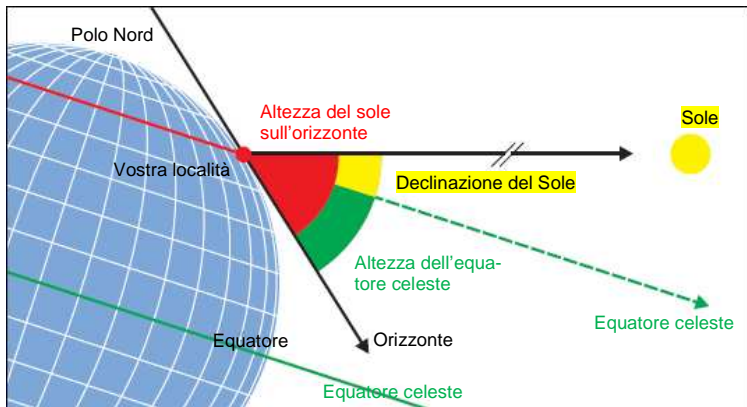
A mezzogiorno, quando il sole si trova esattamente a sud, si misura l'altezza del sole. Si trova 59°30'.

Nella "carta annuale" si guarda la declinazione del sole per il 1° del mese di agosto, che è di 17°51'.

Si calcola:

I. Altezza dell'equatore celeste = 59°30' - 17°51' = 41°39'

II. Latitudine della vostra località = 90° - 41°39' = 48°21'



Calcolo della distanza angolare tra due punti

Per determinare la distanza angolare tra due punti sulla terra, ad esempio le cime delle montagne vicino alla costa, tenete il sestante orizzontalmente e ruotate l'alidada in modo da portare l'immagine non riflessa di un punto in linea con l'immagine riflessa dell'altro punto.

Prendendo diverse letture della distanza angolare da vari punti di riferimento è possibile, con l'aiuto di una mappa e di un goniometro, calcolare la distanza.

In modo simile è possibile, se si conosce la distanza, calcolare l'altezza di un punto di riferimento o di un edificio.

Bisogna prima misurare l'angolo tra l'orizzonte dell'edificio e la sua sommità (a) e quindi l'angolo tra l'orizzonte e il bordo dell'edificio a terra e (b) scrivere i risultati su carta in forma di diagramma. Per questo tipo di calcolo la scala del sestante va a -5° sotto lo 0.

Bisogna accettare che i risultati presi nella misurazione su piccole distanze e grandi angoli è meno esatta. Infatti la linea della visione riflessa interseca la linea della visione non riflessa in punti diversi a seconda della posizione dell'alidada, perché raggiunge l'occhio non direttamente, ma attraverso due specchi. Lo spostamento risultante è detto parallasse.

Tuttavia, quando si lavora con angoli piccoli e oggetti molto distanti, come le stelle, questo errore è minimo o inesistente.

20.01 -20°12'	03.04. 5°33'	16.06. 23°22'	29.08. 9°08'	11.11 -17°36'
21.01 -19°59'	04.04. 5°56'	17.06. 23°24'	30.08. 8°47'	12.11 -17°52'
22.01 -19°46'	05.04. 6°18'	18.06. 23°25'	31.08. 8°25'	13.11 -18°08'
23.01 -19°32'	06.04. 6°41'	19.06. 23°26'	01.09. 8°03'	14.11 -18°23'
24.01 -19°18'	07.04. 7°04'	20.06. 23°26'	02.09. 7°41'	15.11 -18°39'
25.01 -19°03'	08.04. 7°26'	21.06. 23°26'	03.09. 7°19'	16.11 -18°54'
26.01 -18°49'	09.04. 7°48'	22.06. 23°26'	04.09. 6°57'	17.11 -19°08'
27.01 -18°33'	10.04. 8°11'	23.06. 23°25'	05.09. 6°35'	18.11 -19°22'
28.01 -18°18'	11.04. 8°33'	24.06. 23°24'	06.09. 6°12'	19.11 -19°36'
29.01 -18°02'	12.04. 8°54'	25.06. 23°22'	07.09. 5°50'	20.11 -19°50'
30.01 -17°46'	13.04. 9°16'	26.06. 23°20'	08.09. 5°27'	21.11 -20°03'
31.01 -17°29'	14.04. 9°38'	27.06. 23°18'	09.09. 5°05'	22.11 -20°16'
01.02 -17°12'	15.04. 9°59'	28.06. 23°15'	10.09. 4°42'	23.11 -20°28'
02.02 -16°55'	16.04. 10°20'	29.06. 23°12'	11.09. 4°19'	24.11 -20°40'
03.02 -16°38'	17.04. 10°42'	30.06. 23°08'	12.09. 3°56'	25.11 -20°52'
04.02 -16°20'	18.04. 11°03'	01.07. 23°04'	13.09. 3°33'	26.11 -21°03'
05.02 -16°02'	19.04. 11°23'	02.07. 22°59'	14.09. 3°10'	27.11 -21°14'
06.02 -15°44'	20.04. 11°44'	03.07. 22°54'	15.09. 2°47'	28.11 -21°25'
07.02 -15°26'	21.04. 12°04'	04.07. 22°49'	16.09. 2°24'	29.11 -21°35'
08.02 -15°07'	22.04. 12°24'	05.07. 22°44'	17.09. 2°01'	30.11 -21°45'
09.02 -14°48'	23.04. 12°44'	06.07. 22°37'	18.09. 1°38'	01.12 -21°54'
10.02 -14°28'	24.04. 13°04'	07.07. 22°31'	19.09. 1°14'	02.12 -22°03'
11.02 -14°09'	25.04. 13°24'	08.07. 22°24'	20.09. 0°51'	03.12 -22°11'
12.02 -13°49'	26.04. 13°43'	09.07. 22°17'	21.09. 0°28'	04.12 -22°19'
13.02 -13°29'	27.04. 14°02'	10.07. 22°09'	22.09. 0°04'	05.12 -22°27'
14.02 -13°09'	28.04. 14°21'	11.07. 22°01'	23.09. 0°19'	06.12 -22°34'
15.02 -12°49'	29.04. 14°39'	12.07. 21°53'	24.09. 0°42'	07.12 -22°41'
16.02 -12°28'	30.04. 14°58'	13.07. 21°44'	25.09 -1°06'	08.12 -22°47'
17.02 -12°07'	01.05. 15°16'	14.07. 21°35'	26.09 -1°29'	09.12 -22°53'
18.02 -11°46'	02.05. 15°34'	15.07. 21°25'	27.09 -1°53'	10.12 -22°58'
19.02 -11°25'	03.05. 15°51'	16.07. 21°16'	28.09 -2°16'	11.12 -23°03'
20.02 -11°03'	04.05. 16°09'	17.07. 21°05'	29.09 -2°39'	12.12 -23°07'
21.02 -10°42'	05.05. 16°26'	18.07. 20°55'	30.09 -3°03'	13.12 -23°11'
22.02 -10°20'	06.05. 16°43'	19.07. 20°44'	01.10 -3°26'	14.12 -23°15'
23.02 -9°58'	07.05. 16°59'	20.07. 20°33'	02.10 -3°49'	15.12 -23°18'
24.02 -9°36'	08.05. 17°15'	21.07. 20°21'	03.10 -4°12'	16.12 -23°21'
25.02 -9°14'	09.05. 17°31'	22.07. 20°09'	04.10 -4°35'	17.12 -23°23'
26.02 -8°52'	10.05. 17°47'	23.07. 19°57'	05.10 -4°58'	18.12 -23°24'
27.02 -8°29'	11.05. 18°02'	24.07. 19°44'	06.10 -5°21'	19.12 -23°26'
28.02 -8°07'	12.05. 18°17'	25.07. 19°31'	07.10 -5°44'	20.12 -23°26'
29.02 -7°44'	13.05. 18°32'	26.07. 19°18'	08.10 -6°07'	21.12 -23°27'
01.03 -7°21'	14.05. 18°47'	27.07. 19°04'	09.10 -6°30'	22.12 -23°26'
02.03 -6°58'	15.05. 19°01'	28.07. 18°50'	10.10 -6°53'	23.12 -23°26'
03.03 -6°35'	16.05. 19°15'	29.07. 18°36'	11.10 -7°15'	24.12 -23°24'
04.03 -6°12'	17.05. 19°28'	30.07. 18°21'	12.10 -7°38'	25.12 -23°23'
05.03 -5°49'	18.05. 19°41'	31.07. 18°07'	13.10 -8°00'	26.12 -23°21'
06.03 -5°26'	19.05. 19°54'	01.08. 17°51'	14.10 -8°23'	27.12 -23°18'
07.03 -5°02'	20.05. 20°06'	02.08. 17°36'	15.10 -8°45'	28.12 -23°15'
08.03 -4°39'	21.05. 20°19'	03.08. 17°20'	16.10 -9°07'	29.12 -23°12'
09.03 -4°15'	22.05. 20°30'	04.08. 17°04'	17.10 -9°29'	30.12 -23°08'
10.03 -3°52'	23.05. 20°42'	05.08. 16°48'	18.10 -9°51'	31.12 -23°03'
11.03 -3°28'	24.05. 20°53'	06.08. 16°32'	19.10 -10°12'	
12.03 -3°05'	25.05. 21°04'	07.08. 16°15'	20.10 -10°34'	
13.03 -2°41'	26.05. 21°14'	08.08. 15°58'	21.10 -10°55'	
14.03 -2°17'	27.05. 21°24'	09.08. 15°40'	22.10 -11°16'	

I valori di cui sopra sono riferiti all'anno 2004, sempre alle ore 12.00.

In altri anni i valori cambiano soltanto di "minuti"

(valori negativi: il sole si trova sotto l'equatore celeste)

