

**I.O.T.A.-E.S.**

**U.A.I. Sezione Occultazioni**



## **Osservare le occultazioni**

**Claudio Costa, 1993-2000**

### **1. Premessa**

Le occultazioni sono state usate sin dall'invenzione del telescopio per determinare la posizione della Luna, il tempo, e la posizione dell'osservatore. Più di recente, le occultazioni hanno permesso di misurare diametri stellari, di scoprire nuove stelle doppie e di misurare il diametro del Sole e di numerosi asteroidi.

Con l'osservazione di questi fenomeni si possono raccogliere dati di buon valore scientifico utilizzando un'attrezzatura alla portata degli astrofili. Inoltre è possibile con poca spesa equipaggiare un telescopio portatile adatto ad effettuare osservazioni richieste dagli astronomi professionisti. La conoscenza precisa della posizione geografica dell'osservatore e l'abilità di rilevare accuratamente gli istanti dei fenomeni può essere più importante dell'attrezzatura usata.

Lo scopo di questo manuale è di insegnare le corrette modalità d'osservazione agli osservatori alle prime armi e di costituire un riferimento per i più esperti.

Esso non sarebbe mai venuto alla luce senza il fondamentale contributo di tante persone che sento qui il dovere di ringraziare; l'elenco, come sempre, non può essere che parziale: senza far torto ad alcuno ricordo soltanto S. Baroni, W. Beisker, H. Bode, F. Cerchio, D. Dunham, A. Filipponi, J. Garcia, E. Goffin, Y. Kubo, M. Lucak, I. Manek, E. Riedel, M. Soma e tutti gli astrofili che negli anni hanno fatto e fanno parte della Sezione Occultazioni della U.A.I. e della IOTA.

# Indice

1. Premessa	1
2. Introduzione.....	3
3. Che cosa sono le occultazioni e perchè osservarle.....	4
3.1. Che cos'è un'occultazione?.....	4
3.2. Che cos'è un'occultazione radente?.....	6
3.3. Perchè osservare le occultazioni?.....	6
3.4. Scopo della Sezione Occultazioni della U.A.I. ....	9
4. Alcuni termini di base.....	10
4.1. Il profilo lunare.....	10
5. Posizione della postazione osservativa.....	11
6. Tabelle di previsione.....	13
7. Strumentazione ottica.....	16
8. Segnale orario di riferimento.....	17
8.1. Segnale orario DCF-77.....	17
9. "TIMING".....	19
9.1. Metodo Stopwatch.....	19
9.2. Metodo Tape Recorder.....	22
9.3. Metodo Eye and Ear.....	22
9.4. Telecamera e videoregistratore.....	22
10. Moduli ILOC per la registrazione dei dati osservativi.....	25
11. Occultazioni radenti.....	27
11.1. I tabulati IOTA di previsione delle occultazioni lunari radenti.....	31
11.2. Formato della previsione di una radente.....	31
11.2.1. Dati iniziali.....	<b>Errore.</b>
<b>Il segnalibro non è definito.</b>	
11.2.2. Spiegazione delle singole colonne.....	<b>Errore.</b>
<b>Il segnalibro non è definito.</b>	
11.2.3. Dati finali.....	34
11.3. Spiegazione dei profili lunari istantanei.....	<b>Errore.</b>
<b>Il segnalibro non è definito.</b>	
11.4. Utilizzo dei tabulati e dei profili.....	38
11.4.1. Carte topografiche.....	38
11.4.2. Tracciamento del profilo.....	38
11.4.3. Uso del profilo.....	39
11.5. Il programma OCCULT.....	41
Appendice A. Traduzione della "Guida alle Osservazioni di Occultazioni Lunari" di ILOC (Edizione marzo 1982).....	44
Appendice B. Il programma ILOC.....	51

## 2. Introduzione.

La Luna e gli altri corpi orbitanti del Sistema Solare, muovendosi attraverso il cielo, passano di fronte alle stelle lungo il loro cammino (vedi Fig. 1-1). Si può immaginare che essi producano un'ombra alla luce proveniente da ciascuna stella che nascondono. Se quest'ombra cade sulla Terra, si dice che la stella è occultata. Mentre l'ombra si muove a causa del moto del corpo celeste, sulla superficie della terra essa delimita una regione entro la quale è visibile l'occultazione. Laddove il bordo dell'ombra avanza, la stella scompare. A nord o a sud di questa regione di visibilità dell'occultazione, il corpo occultante sembra mancare la stella, passandole vicino. Nel caso della Luna, vicino ai limiti nord e sud della regione si può assistere ad un'occultazione radente. Qui la stella viene vista seguire una traiettoria tangente al bordo lunare con successive sparizioni e riapparizioni dietro le montagne e le valli del bordo. Un'occultazione radente è uno spettacolo degno di essere visto se non altro perchè in nessun'altra circostanza, eccetto forse durante un'eclisse solare o lunare, il moto della Luna è così evidente.

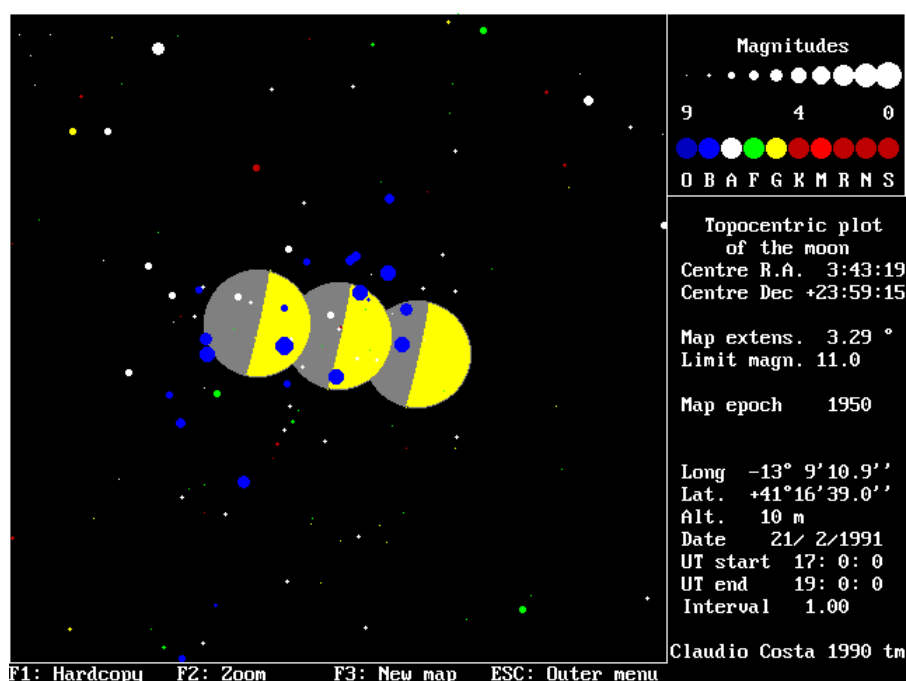


Fig 1-1: Il passaggio della Luna nelle Pleiadi il 21 Febbraio 1991 a Roma

Osservare l'occultazione di una stella brillante richiede pochissima attrezzatura. Tuttavia, sapere quando e cosa osservare richiede che qualcuno, da qualche parte, abbia prodotto le previsioni:

- In Europa, fino al 1980, è stato l'**Her Majesty Nautical Almanac Office (HMNAO)** di Greenwich a fornire le previsioni, mentre negli USA un analogo, più esteso servizio veniva offerto dall'**U.S. Naval Observatory (USNO)**.
- Nel 1980 a **HMNAO** è subentrato l'**International Lunar Occultation Centre (ILOCC)** di Tokyo.
- Negli USA, nel 1975, è stata fondata l'**International Occultation Timing Association (IOTA)** che ha una sezione europea, (**IOTA-ES**) con sede in Germania.

- In Italia, dal 1977, l'**U.A.I.** ha formato una **Sezione Occultazioni** che è pienamente inserita nell'ambito della **IOTA-ES** e collabora attivamente sia con **USNO** che con **ILOC**.

### 3. Cosa sono le occultazioni e perchè osservarle

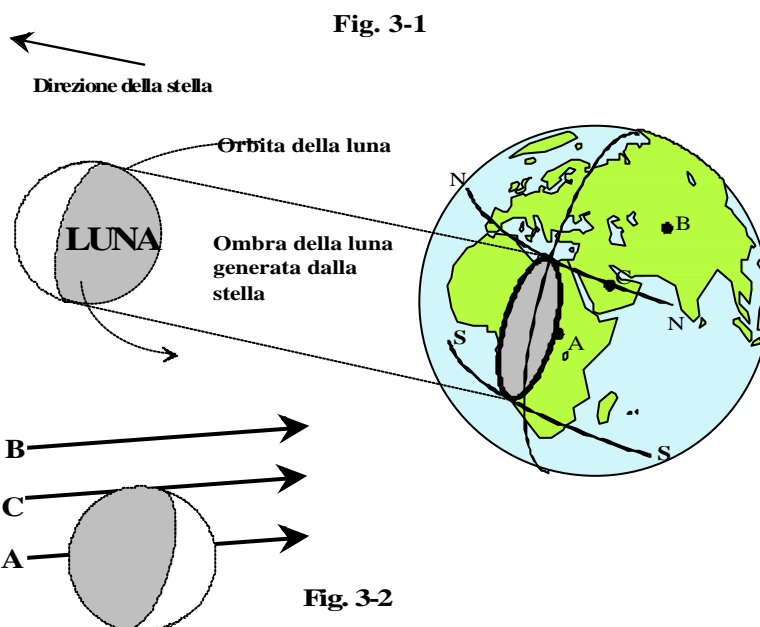
Questo capitolo risponde ad alcune domande di base:

- ?? Cos'è un'occultazione?
- ?? Cos'è un'occultazione radente?
- ?? Perchè osservarle?

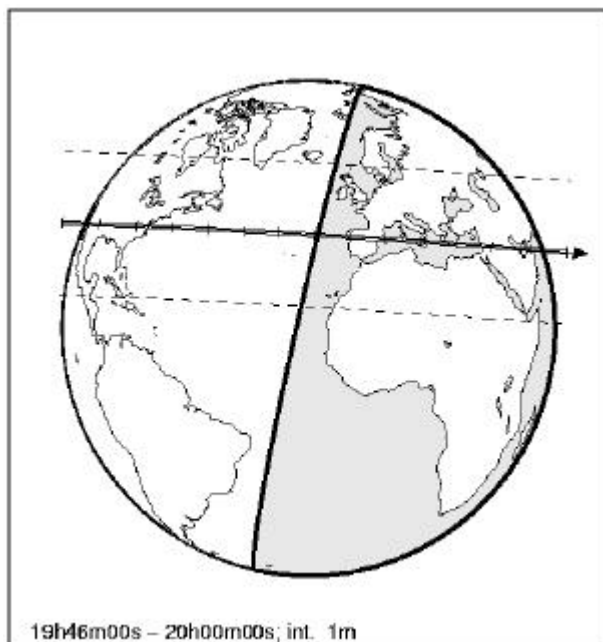
#### 3.1. Cos'è un'occultazione?

La Luna o un altro corpo del sistema solare come un pianeta o un asteroide, muovendosi nella loro orbita, si frappongono tra l'osservatore e le stelle lungo la rispettiva traiettoria apparente. Astrofili nei posti giusti possono vedere il corpo celeste occultare queste stelle. La Fig. 3-1 mostra cosa accade nel caso della Luna: ad un certo istante una stella lungo la traiettoria della Luna getta un'ombra della Luna sulla terra.

Quest'ombra si muove sulla terra mentre la Luna si muove lungo la sua orbita. Un osservatore posto sul limite dell'ombra lunare che avanza, come quello in **A**, vedrà la stella scomparire, mentre un osservatore sul bordo dell'ombra che recede vedrà la stella ricomparire. Il percorso della stella relativamente alla Luna è mostrato dalla linea "A" nella Fig. 3-2: la stella percorre una corda dietro il disco lunare durante l'occultazione. Un osservatore immerso nell'ombra non rivede la stella finchè l'ombra della Luna non lo ha superato: se egli è situato al centro dell'ombra lunare vedrà la stella scomparire per circa un'ora e mezza. Un osservatore a nord o sud del percorso dell'ombra lunare, come l'osservatore in **B**, non vedrà alcuna occultazione ma solamente una congiunzione stretta della stella alla Luna ("miss" o **appulso**) come mostrato dalla linea "B" nella Fig. 3-2.



Nel caso di un asteroide la regione di visibilità è molto più ristretta: il diametro dell'asteroide, o meglio il suo profilo proiettato dalla stella, delimita la fascia: nella fig. 33 si vede la traccia prevista per il pianetino 202 Criseide (diametro stimato 85 km) che occulta, il giorno 17 Aprile 2000, la stella TAC +20° 02178. Le linee tratteggiate indicano l'incertezza della previsione, dovuta alla scarsa conoscenza dell'orbita del pianetino.



Il fatto che una stella possa essere occultata da un corpo orbitante dipende dalla posizione relativa di entrambi i corpi celesti: soltanto le stelle che giacciono lungo il percorso del corpo occultante saranno nascoste, mentre quelle troppo lontane non saranno mai occultate. Ci sono altre ragioni per le quali non tutte le occultazioni possono essere osservate:

- ?? Nel caso di occultazioni lunari, la stella dev'essere abbastanza luminosa, più brillante della 13<sup>a</sup> mag., o essa sembrerà fondersi col bordo della Luna all'istante dell'occultazione invece che scomparire e riapparire bruscamente, rendendo impossibile la determinazione accurata dell'istante del fenomeno. Questo vale anche per le occultazioni da parte di pianeti: solo con l'utilizzo di tecniche elettroniche è possibile seguire con successo questi rari fenomeni.
- ?? Quando la Luna è crescente, il bordo che avanza (Est) della Luna è quello non illuminato mentre il bordo che recede è illuminato. Le riapparizioni avvengono al bordo illuminato e solo le stelle di mag.  $\leq 3.5$  saranno osservabili. La situazione è invertita quando la Luna è calante. Allora è il bordo avanzante ad essere illuminato e si potranno osservare le sparizioni solo delle stelle più brillanti della mag. 3.5.
- ?? L'osservazione degli eventi lunari che avvengono durante il giorno è normalmente impossibile per stelle di mag.  $> 4$ .
- ?? La luminosità della Luna è un altro fattore determinante: più prossima è la Luna al plenilunio, maggiore è l'abbaglio che essa produce nel telescopio.
- ?? Nel caso di occultazioni da parte di asteroidi, la differenza di magnitudine tra stella ed asteroide non dev'essere troppo piccola, altrimenti si perde la possibilità di osservare il fenomeno visualmente

?? Anche le condizioni meteorologiche sono importanti, a volte più di ogni altra cosa: anche quando non è nuvoloso, la scarsa trasparenza dell'atmosfera può precludere l'osservazione dei fenomeni che coinvolgono stelle deboli.

### 3.2. Che cos'è un'occultazione radente?

Il percorso dell'ombra nella Fig. 3-1 contiene due linee, indicate rispettivamente con **N** e **S**, che definiscono i limiti nord e sud di visibilità dell'occultazione. Un osservatore situato vicino a queste curve, come quello indicato con **C**, vedrà la stella occultata dalla Luna per una durata che va da alcuni decimi di secondo ad un massimo di qualche minuto. La stella sembra muoversi lungo una linea tangente al disco lunare, come mostrato dalla linea "C" nella Fig. 3-2. Poiché il bordo lunare non è liscio l'osservatore può vedere eventi multipli di sparizione e riapparizione della stella tra i picchi e le vallate del lembo lunare. Come per le occultazioni totali, non tutte le occultazioni radenti saranno visibili:

- ? Ci sono due regioni di radenza per ciascuna occultazione centrate sui limiti nord e sud teorici. L'estensione di questi percorsi di radenza è paragonabile all'altezza delle montagne nelle regioni polari della Luna.
- ? Normalmente una delle linee di radenza avviene al bordo illuminato e l'altra a quello scuro e, come nel caso delle occultazioni normali, solo le stelle più luminose possono essere viste contro il bordo illuminato, cosicché solo per queste stelle è possibile osservare contemporaneamente dai due limiti di radenza, tranne il caso di occultazioni che avvengano durante eclissi lunari totali. Anche per le radenti che avvengono al bordo oscuro, la porzione di lembo illuminato è sempre molto vicina alla stella e rende difficile l'osservazione delle stelle più deboli. In generale, a causa della particolare collocazione reciproca di Sole e Luna, per i fenomeni che avvengono in estate è il limite nord a presentarsi illuminato, mentre d'inverno è quello sud. Ma ci possono essere eccezioni, a seconda della geometria dell'approccio della Luna alla stella.
- ? Il bordo sud della Luna è notoriamente più accidentato (con montagne più alte e vallate più profonde) del bordo nord.

### 3.3. Perché osservare le occultazioni?

I giornali e le riviste sono pieni di notizie ed articoli su nuovi e sempre più potenti strumenti astronomici. Nella nostra epoca di telescopi di enormi dimensioni, di missioni della Space Shuttle e dello Space Telescope è quindi pienamente legittimo chiedersi: ha ancora un valore scientifico rilevare visualmente i tempi delle occultazioni con un cronometro, un segnale radio ed un piccolo telescopio? La risposta è: certamente sì! Il timing delle occultazioni è un campo in cui l'astrofilo appassionato può dare e dà un contributo valido ed apprezzato dai professionisti:

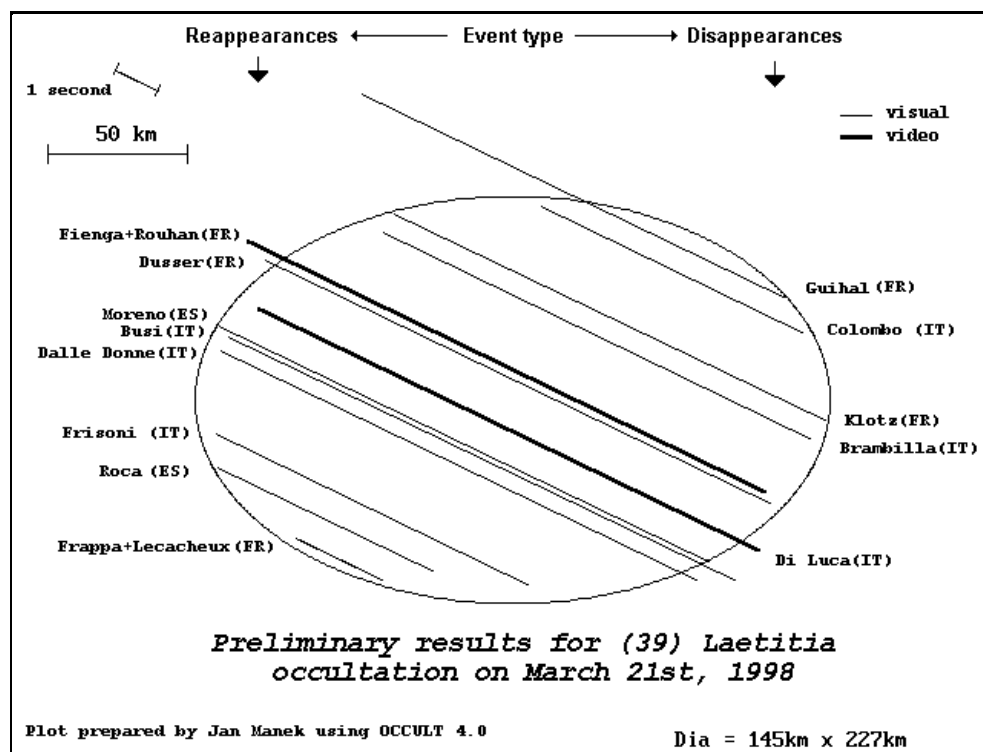
?? La geometria di un'osservazione di occultazioni è la ragione principale per cui osservazioni di valore scientifico non indifferente possono essere realizzate con attrezzature modeste. La posizione (**coordinate geodetiche**) del telescopio di un astrofilo può essere determinata con la medesima precisione di quella di un osservatorio professionale. Consideriamo due osservatori prossimi al limite nord di un'occultazione. Uno è collocato in maniera che la Luna "manca" per pochissimo la stella dalla sua postazione, mentre l'altro vede solo un evento breve. L'osservatore che rileva l'appulso ha realizzato un'osservazione altrettanto valida dell'altro, anche se non gli sembra (la maggior parte degli osservatori che "mancano" una radente sono infatti poco soddisfatti): ciò grazie al fatto che i due in coppia fissano la posizione del bordo della Luna con un'incertezza inferiore alla separazione in metri tra le due stazioni. (Si noti che durante una spedizione per osservare una radente può capitare che più di un osservatore veda

solo un appulso: solo quello più vicino al primo collocato in modo da vedere l'evento compie un'osservazione utile; gli altri hanno buone ragioni per arrabbiarsi...). In questo esempio la posizione dell'osservatore che vede l'appulso è di gran lunga più importante dell'attrezzatura che egli usa per compiere l'osservazione.

- ?? Il rilievo dei tempi delle occultazioni (**timing**) viene usato per raffinare la nostra conoscenza del moto e della forma della Luna.
- ?? È stata l'elaborazione dei dati di queste osservazioni a segnalare, per prima, che la velocità di rotazione della Terra non è uniforme.
- ?? Un altro importante contributo è stato dato al miglioramento della teoria del moto della Luna e dei pianetini: la teoria attuale del moto lunare incorpora correzioni empiriche ottenute dall'analisi di più di 60000 osservazioni di occultazioni effettuate per l'85% da astrofili! Prevedere il moto della Luna dalle osservazioni passate è sempre stato uno dei compiti più ardui che la Meccanica Celeste abbia affrontato. Molti nomi famosi in astronomia sono associati a questo problema. I tentativi più recenti, prima degli studi contemporanei, sono stati quelli di Brower e Watts negli anni '30 e '40. Da allora, molta nuova informazione è divenuta disponibile (definizione del Tempo delle Effemeridi, del Tempo Atomico, disegno delle Carte dei Profili Lunari di Watts, nuovi valori delle costanti astronomiche fondamentali stabilite dall'I.A.U. (International Astronomical Union), correzioni delle effemeridi da parte di W.J. Eckert, solo per nominarne alcune).
- ?? I miglioramenti nella nostra conoscenza sul moto lunare hanno avuto inoltre un'influenza su molte altre branche dell'astronomia. Le osservazioni di occultazioni e le effemeridi lunari migliorate sono state utilizzate per determinare la posizione dell'equatore celeste e del punto origine delle ascensioni rette (equinozio). Queste sono correzioni importanti al sistema di coordinate utilizzato come riferimento stellare: alle osservazioni di occultazioni è stato dato il peso più alto nella determinazione del nuovo sistema di riferimento fondamentale FK5.
- ?? Analizzando i dati sulle occultazioni raccolti in molti anni è possibile raffinare la nostra conoscenza del moto della terra, la polodia (spostamento periodico dell'asse di rotazione terrestre) e la variazione secolare dell'obliquità dell'eclittica. Dal 1969 i parametri orbitali lunari sono stati determinati con maggiore accuratezza mediante i riflettori laser lasciati sulla Luna dagli astronauti USA e dalle sonde automatiche sovietiche. Ma le osservazioni di occultazioni e di eclissi solari sono ancora necessarie per studiare le variazioni a lungo periodo (maggiore del numero di anni trascorsi dal 1969 ad oggi). La base di dati estesa nel tempo di queste osservazioni dà alle occultazioni un vantaggio rispetto ad altri metodi nella determinazione della decelerazione secolare della Luna in longitudine. Questa decelerazione è provocata principalmente da una redistribuzione del momento della quantità di moto tra rotazione della terra intorno al proprio asse e moto orbitale della Luna intorno al baricentro del sistema Terra-Luna, causato dalle maree oceaniche: esso ammonta a circa 23" per secolo per secolo. Un residuo, un'accelerazione di 5" per secolo per secolo, può essere dovuto a variazioni nella costante di gravitazione, almeno secondo alcune teorie cosmologiche.
- ?? I dati ricavati dalle occultazioni servono a porre in relazione il moto lunare al sistema di riferimento stellare e si sono in effetti rivelati importantissimi per raffinare quest'ultimo. Le occultazioni lunari sono state utilizzate per determinare i valori medi dei moti propri delle stelle in varie zone della galassia e da questi sono stati determinati i parametri di Oort della rotazione galattica.
- ?? L'analisi delle osservazioni di occultazioni a fini astrometrici (determinazione dei parametri orbitali e posizionali delle stelle) descritti sopra è limitata dalla nostra scarsa conoscenza del

profilo lunare visto da terra. Il profilo cambia a causa delle librazioni lunari dovute all'orbita non circolare ed inclinata sull'eclittica della Luna. Quasi tutti i possibili profili lunari osservabili da Terra furono disegnati su mappe da un programma ambizioso che misurò centinaia di fotografie lunari prese dalla terra da Chester Watts dell'USNO negli anni '50-'60. L'accuratezza media di una "limb correction", cioè dell'altezza del profilo effettivo rispetto a quello circolare teorico della Luna, letta dalle carte di Watts è di circa 0,2". Poichè la Luna impiega circa 0,5 s per coprire questa distanza, i timing delle occultazioni effettuati manualmente con la precisione di almeno 0,2 s sono ancora assai utili. Sebbene i Lunar Orbiter della NASA e le analoghe sonde sovietiche abbiano ottenuto fotografie ad alta risoluzione della maggior parte della superficie lunare, essi non avevano la precisione in posizione e la prospettiva terrestre necessaria a derivare dati sui profili sostanzialmente migliori di quelli forniti dalle carte di Watts.

?? L'osservazione delle occultazioni asteroidali ha portato alla determinazione delle dimensioni e della forma di parecchi pianetini. Nella fig. 3.4 si può vedere il profilo del pianetino 39 Letizia determinato dall'osservazione coordinata degli astrofili aderenti alla IOTA-ES dell'occultazione della stella PPM 121913 (SAO 95235) avvenuta il 21 Marzo 1998.



**Fig 3-4: Profilo del pianetino Letizia dalle osservazione degli astrofili della IOTA-ES**

?? Il miglioramento della conoscenza del profilo lunare che non sarebbe molto interessante in sè. Tuttavia, un tale miglioramento è necessario per una più precisa analisi dei dati delle occultazioni per i fini astrometrici di cui sopra. Migliori dati sui profili ottenuti quando la Luna è entro un grado di latitudine eclittica permettono inoltre un'analisi più accurata dei tempi dei contatti durante le eclissi solari totali, che, a loro volta, sono utilizzati per determinare piccole variazioni del diametro solare. Sono le occultazioni radenti a dare la migliore risoluzione dei profili. Esse sono pertanto importantissime per gli studi sulle eclissi solari poichè il profilo lunare è pressochè il medesimo durante ogni eclisse nelle regioni polari, mentre è sempre differente nelle regioni equatoriali: infatti poichè le eclissi avvengono quando la Luna è prossima ad uno dei nodi della sua orbita, la librazione in latitudine dovuta all'inclinazione dell'orbita



lunare sull'eclittica è pressochè nulla in quegli istanti, mentre quella in longitudine può assumere qualunque valore in quanto la linea dei nodi precede continuamente con un periodo di 18 anni.

?? Sebbene la maggior parte delle occultazioni impressioni per l'istantaneità con cui avvengono, a volte si può assistere alla sparizione o alla riapparizione in due fasi in rapida successione: ciò è nella maggior parte dei casi un indizio del fatto che la stella occultata è una binaria stretta. Perciò, per quanto riguarda la scoperta di nuove stelle doppie, le occultazioni riempiono la terra di nessuno tra le osservazioni visuali e quelle spettroscopiche. Gli osservatori visuali traggono vantaggio dalla particolare geometria delle occultazioni radenti per riuscire a risolvere stelle separate da appena 0,01". Anche alcune binarie spettroscopiche sono state risolte tramite un'occultazione come pure sono state scoperte molte nuove compagne, anche di stelle brillanti. Durante una radente di una stella brillante, gli osservatori visuali debbono prestare attenzione a non confondere l'effetto della diffrazione della luce della stella provocato dal bordo lunare, che provoca un serie di apparenti scomparse e ricomparsa gradualì, con l'analogo effetto prodotto dalle vere stelle binarie che presentano variazioni brusche.

?? L'uso di un fotometro fotoelettrico ad alta velocità di lettura abbinato ad un sistema di registrazione automatico, ha permesso di misurare i diametri di parecchie stelle.

### 3.4. Scopo della Sezione Occultazioni della U.A.I.

La previsione delle occultazioni di stelle da parte della Luna e la successiva analisi delle osservazioni è stato, come già detto nell'Introduzione, uno dei programmi curati fino al 1980 dall'**HMNAO (Her Majesty Nautical Almanac Office)** di Greenwich e dall'**U.S. Naval Observatory (USNO)** di Washington. In quell'anno è subentrato in Giappone l'**ILOC (International Lunar Occultation Centre)** che a Tokyo si occupa principalmente di raccogliere tutte le osservazioni effettuate dalla rete mondiale degli osservatori. Attualmente (1993) la **IOTA (International Occultation Timing Association)**, formata da professionisti ed astrofili, ha preso in carico di preparare le previsioni, dopo che **USNO** ha dovuto rinunciare a causa di nuove limitazioni di fondi. Il successo di questo programma dipende dalla raccolta delle osservazioni fatte da astronomi professionisti e dilettanti in ogni parte del mondo.

Mentre una sola osservazione è poco utile, una serie di osservazioni da una stessa stazione, protratte per numerosi anni, costituisce un contributo veramente valido. Attualmente, il maggior interesse dei professionisti verso queste osservazioni è giustificato dalla possibilità di apportare correzioni agli errori sistematici, presenti anche nei migliori cataloghi stellari di riferimento. La sempre maggiore accessibilità delle tecniche fotoelettriche e l'uso di telecamere sensibili, alcune realizzate appositamente per l'osservazione delle occultazioni, permettono già oggi agli astrofili di effettuare timing immuni dal problema di stimare il tempo di reazione (equazione personale) dell'osservatore o l'osservazione di stelle doppie inseparabili altrimenti che con la tecnica delle occultazioni.

Il fondatore della **IOTA**, D. Dunham, ha comunque ricordato di recente la grande importanza che hanno tuttora le osservazioni visuali, nonostante la maggiore intrinseca accuratezza di quelle fotoelettriche: la relativa scarsa accuratezza della conoscenza del profilo lunare e soprattutto la poca precisione con cui è nota la posizione delle stelle occultate si sommano fino a raggiungere incertezze dell'ordine di 0.3 s nelle previsioni e rendono quindi inutilizzabili pienamente i timing fotoelettrici.

La **Sezione Occultazioni della U.A.I.** è stata creata nel 1977 per:

? fornire agli aderenti le previsioni dei fenomeni di occultazioni lunari osservabili dal territorio italiano

- ? dare agli interessati l'assistenza tecnica sui metodi osservativi e sulle caratteristiche della strumentazione richiesta
- ? raccogliere i dati delle osservazioni e trasmetterli ad ILOC a Tokyo.

## 4. Alcuni termini di base.

Tralasciando per ora le tecniche più avanzate, di seguito sono fornite le informazioni fondamentali per effettuare le osservazioni con tecnica visuale: a costo di sembrare pedanti, sono riportate anche qui alcune definizioni elementari. Poichè i termini inglesi vanno usati nella compilazione dei rapporti delle osservazioni, essi sono riportati tra parentesi.

Un'**Occultazione (Occultation)** è l'eclisse di un corpo celeste da parte di un altro, nel nostro caso appartenente al sistema solare. La Luna, gli asteroidi, i pianeti ed i satelliti possono occultare oggetti più lontani. La Luna può a sua volta occultare pianeti ed asteroidi. Così anche un'eclisse solare a rigore andrebbe definita come l'occultazione del Sole da parte della Luna. Le occultazioni lunari possono essere radenti o totali. Un'**Occultazione Radente (Grazing, Graze)** è quella in cui un osservatore situato sul bordo dell'ombra gettata dalla Luna vede in rapida successione più eventi di scomparsa della stella dietro le montagne lunari e di riapparizione nelle vallate. Un'**Occultazione Totale (Total)** è quella in cui non si verificano questi eventi multipli poichè avviene lontano dal limite della zona di visibilità del fenomeno.

Il **Bordo (o Lembo) scuro (Dark Limb)** della Luna è quella porzione della Luna vista dalla terra che non è illuminata dal Sole. Può essere illuminata dalla luce riflessa dalla terra detta **Luce Cinerea (Earthshine)**. Il **Terminatore (Terminator)** è la linea di divisione tra la parte illuminata e quella scura della Luna. La Luna attraversa le sue varie **Fasi (Phases)** mentre percorre l'orbita intorno alla terra. Parecchi termini si usano per descrivere l'aspetto della Luna durante la sua orbita. Quando la Luna è **Nuova (New)** è invisibile poichè in congiunzione col Sole. Subito dopo è **Crescente (Waxing)**: una falce sottile visibile ad ovest dopo il tramonto. La percentuale illuminata cresce di notte in notte e dopo il **Primo Quarto (First Quarter)**, la Luna diviene sempre più illuminata (ha la **Gobba, Gibbous**) fino a divenire **Piena (Full)**. Il termine **Gibbous** è usato anche per la Luna dopo il plenilunio, quando essa è **Calante (Waning)**, ma è ancora parecchio illuminata. Si passa poi per l'**Ultimo Quarto (Third Quarter)**, fino ad arrivare alla Luna **Vecchia (Old)** quando essa è una falce sottile visibile ad est prima dell'alba. Un modo preciso per indicare la fase è la **Percentuale illuminata dal Sole (Percent Sunlit)** che varia da 0 quando la Luna è nuova a 100 quando è piena; per indicare se si è in fase crescente o calante si usa mettere rispettivamente un segno + o - dopo il valore della percentuale.

### 4.1. Il profilo lunare

Un piccolo telescopio già mostra le montagne e le vallate proiettate sul cielo lungo il bordo lunare. Queste caratteristiche del profilo lunare influenzano l'osservazione delle occultazioni: ad esempio una totale può avvenire parecchi secondi prima del previsto se avviene dietro la cima di una montagna lunare elevata. Ovviamente, i fenomeni multipli che si vedono durante una radente dipendono interamente dal profilo. Previsioni accurate, specialmente per le radenti, debbono pertanto tener conto del profilo. In prima approssimazione la Luna rivolge sempre la stessa faccia alla terra, ma in realtà il profilo cambia continuamente mentre la Luna si muove lungo la sua orbita e anche a seconda di dove l'osservatore è situato sulla terra. Il profilo istantaneo dipende quindi dalla rotazione della Luna, che è descritta da tre leggi formulate da **G. Cassini** e confermate dall'osservazione:

1. La Luna ruota uniformemente attorno ad un asse fisso col periodo uguale al mese sidereo.
2. L'equatore lunare è inclinato sull'eclittica di un angolo costante pari a 1° 35'.

3. Il piano dell'orbita apparente della terra (visto dalla Luna), il piano dell'eclittica ed il piano equatoriale della Luna si intersecano tutti in una linea con il piano dell'eclittica sempre in mezzo agli altri due.

Il profilo della Luna dipende dall'orientamento apparente della Luna, descritto dalle **Librazioni (Librations)** che corrispondono alle coordinate selenografiche del luogo della superficie della Luna che si trova sulla congiungente l'osservatore sulla terra e il centro della Luna. La **Librazione in Latitudine (Latitude Libration)** è la latitudine lunare di questo punto, mentre la **Librazione in Longitudine (Longitude Libration)** è la corrispondente longitudine. Quest'ultima varia tra circa  $-8.5^\circ$  e  $+8.5^\circ$ , principalmente a causa del moto non uniforme della Luna nella sua orbita che, solo in prima approssimazione, può considerarsi un'ellisse con la terra in uno dei fuochi. La librazione in latitudine è dovuta invece all'inclinazione dell'equatore lunare sul piano dell'orbita lunare, pari a circa  $6^\circ 41'$ , che fa sì che dalla Terra si vedano alternativamente le regioni polari N e S della Luna.

Il periodo siderale della Luna è di 27 e  $1/3$  giorni e pertanto la Luna si sposta, rispetto alle stelle fisse, di circa  $13,2^\circ$ /giorno, cioè di circa  $0,55^\circ$ /ora. Al variare dell'età della Luna, e quindi della posizione della zona illuminata, possono verificarsi i fenomeni seguenti:

- ? **Scomparsa della stella al bordo oscuro (Disappearance at Dark limb) DD**
- ? **Riapparizione della stella dal bordo illuminato (Reappearance at Bright limb) RB**
- ? **Scomparsa della stella al bordo illuminato (Disappearance at Bright limb) DB**
- ? **Riapparizione della stella dal bordo oscuro (Reappearance at Dark limb) RD**

L'osservazione visiva è generalmente facile nei casi **DD** e **RD**, mentre risulta più difficile nei casi **RB** e **DB**.

L'angolo lungo il bordo lunare al quale avviene il fenomeno si chiama **Angolo di Posizione (Position Angle, PA)** dell'occultazione. Si misura in gradi dal punto N del disco, positivamente verso E.

L'angolo in gradi dalla cuspidine lunare più vicina al punto in cui verifica il fenomeno si chiama **Angolo della Cuspide (Cusp Angle, CA)**, (fig. 4.1) e per convenzione è negativo se il fenomeno avviene al bordo chiaro, positivo al bordo scuro. È molto utile per l'osservazione delle radenti in quanto dà un'idea della facilità dell'osservazione: quanto più esso è piccolo (e quindi la stella è vicina alla cuspidine), maggiore è la difficoltà dell'osservazione.

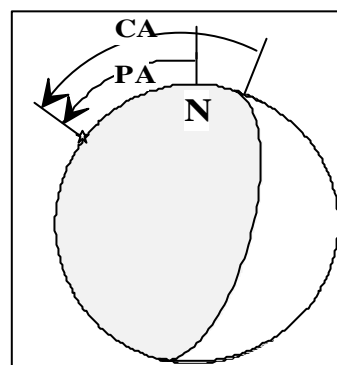


Fig. 4.1

## 5. Posizione della postazione osservativa.

Per una valida riduzione dei dati delle osservazioni, la posizione del telescopio deve essere conosciuta con l'approssimazione di  $1''$  (che equivale a circa 30 m alle nostre latitudini) per le **coordinate geodetiche (long. ? e lat. ?)** e con l'approssimazione di 5 m nella **quota s.l.m. (h)**. In Italia è possibile raggiungere tale precisione utilizzando la "tavoletta", comprendente la propria postazione, della **Carta topografica d'Italia in scala 1:25000** realizzata dall'**Istituto Geografico Militare (IGM)**. Nelle grandi

città le tavolette almeno della propria regione sono facilmente reperibili (gli osservatori che avessero difficoltà a reperire le tavolette potranno chiedere aiuto al Coordinatore di Sezione). Il difetto di questa cartografia è di essere nella maggior parte molto vecchia (ultimi aggiornamenti risalenti agli anni 1950-60 in media): l'osservatore si trova quindi spesso privo di riferimenti sulla carta ove non sono riportati edifici, strade e tutto ciò ancora che è stato edificato dopo la data di pubblicazione della tavoletta. Alcune Regioni hanno completato la **Carta Tecnica Regionale, alla scala 1:5000 o 1:10000**, che risulta di lettura più agevole ed è generalmente più aggiornata.

La posizione geodetica è fissata dal valore delle tre coordinate latitudine, longitudine e quota s.l.m. (h) in uno dei diversi sistemi di riferimento, detti **Dati Geodetici**, che sono stati determinati dai vari Stati nel passato con le campagne nazionali di topografia. Per l'Italia le cartine dell'IGM. riportano le coordinate geografiche nel **Dato Italiano 1940** tramite bordatura a scacchi neri e bianchi con passo di 1', con la sovrapposizione del reticolato delle coordinate chilometriche (**E, N**) nella proiezione **UTM (Universale Trasversa di Mercatore)**, che è invece riferita all'**European Datum 1950 (ED 50)**. Poiché è in quest'ultimo riferimento che vanno riportate le coordinate, bisogna o convertire le coordinate geografiche all'ED 50 con le apposite costanti di conversione, diverse per ciascuna località, oppure convertire le coordinate chilometriche E,N in **UTM** con formule matematiche: il Coordinatore può fornire indicazioni in merito o provvedere ad effettuare la conversione all'ED 50 quando l'osservatore non sia in grado di farla da solo. Esistono oggi in commercio, o liberamente disponibili in Internet, numerosi programmi di visualizzazione cartografica che permettono di operare la conversione, con grado di precisione variabile. **Si consiglia, quando possibile, di fornire le proprie coordinate nel sistema UTM ED 50, lasciando al Coordinatore nazionale il compito di eseguire le conversioni. Questo perché la misura della posizione sul quadrettato chilometrico UTM è di gran lunga la più accurata.** Nel caso si voglia procedere all'invio autonomo dei dati ad ILOC, che richiede le coordinate geodetiche, va sempre verificata con un esperto, ad es. un geometra o un topografo, l'accuratezza della conversione.

Le tavolette IGM si possono trovare ad 1 colore, a 3 colori (azzurro per le acque, bistro per i particolari altimetrici, nero per tutti gli altri particolari) ed anche, poche, a 5 colori (azzurro per le acque, bistro per i particolari altimetrici, rosso per le strade utilizzabili in tutte le stagioni, verde per la vegetazione, nero per tutti gli altri particolari). Per le convenzioni tipografiche utilizzate si rimanda alla spiegazione contenuta in ogni singola tavoletta.

Il primo passo per la determinazione delle proprie coordinate è quindi di identificare sulla mappa quei punti chiaramente visibili vicino alla propria postazione. La scelta migliore è quella di utilizzare gli incroci di strade, di ferrovie, campanili di chiese, o meglio ancora, se disponibili, i punti geodetici o trigonometrici di riferimento che sono identificati sulle tavolette da triangoli equilateri con puntino al centro. Normalmente la posizione degli edifici non è riportata con la stessa precisione delle strade o delle ferrovie. Né sono precise, poiché variabili nel tempo, le posizioni dei fiumi o della vegetazione. Se si usa una strada come riferimento, le misure vanno effettuate dall'interasse stradale o dal centro di un incrocio. Le dimensioni delle strade riportate sulla carta sono infatti convenzionali e non hanno quindi alcuna corrispondenza con le reali dimensioni della strada. Nel misurare la distanza da un oggetto riportato sulla carta si debbono usare le rotelle metriche e non altri mezzi poco accurati, come i contactilometri delle auto! Se si conosce qualche amico esperto di topografia è bene farsi aiutare.

Una volta individuato il proprio punto sulla mappa, longitudine e latitudine vengono determinate misurando la distanza in mm dalle tacche di riferimento più prossime riportate sul bordo. In pratica è bene congiungere con tratti a matita finissima le tacche sui bordi che delimitano un rettangolo racchiudente la postazione e misurare la distanza parallelamente ai tratti disegnati. La misura lineare viene poi convertita in angolare mediante la scala della carta facendo attenzione al fatto che quest'ultima è differente per le due coordinate e va determinata separatamente per ciascuna delle due tacche contigue comprendenti il punto sotto misura. Se si usano invece le coordinate chilometriche, il problema della scala non esiste (è fissa a 25 m al mm), ma vanno seguite le indicazioni riportate sulla

tavoletta per la corretta individuazione dei valori E,N e poi effettuate le conversioni per passare a ???  
L'altitudine si interpola dalle curve di livello disegnate sulla mappa. Attenzione ad evitare l'uso di fotocopie delle mappe: le fotocopiatrici spesso introducono distorsioni ai bordi!

Per ulteriori consigli sulla valutazione della propria posizione si può consultare l'articolo di A. Filippini: "**Determinazione delle coordinate geografiche di una postazione adibita ad osservazioni di occultazioni**" comparso sul numero 4/1983 del **Notiziario di Astronomia**. (fotocopie a richiesta c/o il Coordinatore).

Da circa una decina d'anni, sono disponibili in commercio, anche in Italia a costi ragionevoli, ricevitori in grado di captare il segnale emesso di satelliti USA del sistema **Global Positioning System (GPS)**. Questi satelliti, posti in orbita dal Dipartimento della Difesa USA (DoD), permettono la determinazione accurata della posizione del ricevitore tramite una triangolazione automatica rispetto alla posizione di almeno quattro satelliti presenti sopra l'orizzonte al momento del rilievo. Senza entrare in ulteriori dettagli, la precisione della posizione geodetica ottenuta con i ricevitori disponibili per uso civile raggiunge, dal 1 maggio 2000, quella dei ricevitori per uso militare e cioè circa 15m. Quindi, al momento, i GPS civili possono fornire la stessa, se non migliore, precisione ottenibile tramite l'uso delle Tavolette. Sono quindi utilissimi laddove, specialmente nell'organizzazione di spedizioni per l'osservazione di radenti, ci si trovi in aperta campagna e privi di punti di riferimento immediati.

Questo ha confermato la dichiarativa emessa in tal senso alla fine del 1996 da parte del Presidente degli Stati Uniti che ha impegnato il DoD a mantenere la gestione del sistema GPS in funzione fino all'anno 2006, cedendone gradualmente la gestione alla comunità.

Inoltre la precisione suddetta si raggiunge con un rilievo di posizione istantaneo. Se si ha la pazienza di effettuare misure ripetute di posizione, e di mediare poi i risultati, si possono raggiungere precisioni dell'ordine dei 5 m, se si accumulano i dati per almeno 15<sup>m</sup>, e perfino di 1 m, se si ha modo di mediare le misure su intervalli intorno ad 1<sup>h</sup>.

Attualmente i ricevitori GPS disponibili sono assai contenuti in dimensione, dell'ordine di quelle di un telefono cellulare, sono alimentati a batterie ricaricabili e forniscono direttamente ???e h nel dato geodetico voluto. Quasi tutti, inoltre, permettono di effettuare la conversione tra più sistemi di riferimento geodetici. Infine, cosa certamente non trascurabile, forniscono anche un ottimo segnale orario, sincronizzato entro alcuni nanosecondi, al segnale emesso dagli orologi atomici a bordo dei satelliti. A quest'ultimo proposito va detto però che il tempo GPS può essere sfasato rispetto all'UTC di un numero intero di s. Questo perché, quando l'UTC viene aggiustato per tenere conto del progressivo rallentamento del periodo di rotazione terrestre (i famosi "secondi intercalari" che vengono di tanto in tanto aggiunti al tempo radio-diffuso), il segnale GPS non sempre viene immediatamente aggiornato. È sempre però possibile consultare, anche a posteriori, i bollettini pubblicati all'indirizzo [http://tycho.usno.navy.mil/gps\\_datafiles.html](http://tycho.usno.navy.mil/gps_datafiles.html) per poter determinare tali scarti.

## 6. Tabelle di previsione per le occultazioni lunari totali.

La Luna è relativamente vicina alla terra: ne deriva che la posizione in cui da un punto qualunque della terra la si vede proiettata sul fondo delle stelle (**posizione topocentrica**) dipende moltissimo dalle coordinate geodetiche dell'osservatore. Pertanto le stelle occultate non sono le stesse ovunque e comunque gli istanti dei fenomeni dipendono dalla posizione di osservazione. Questo fa sì che siano necessarie tabelle personalizzate per gli osservatori. L'almanacco U.A.I. contiene una serie di tabelle di previsione dei fenomeni osservabili da alcune stazioni base: tramite opportuni coefficienti è facile interpolare, come descritto più avanti, il valore relativo alla propria postazione da quello delle stazioni più vicine.

Dal 1991 le tabelle riprodotte nell'Almanacco sono state ampliate rispetto a quelle pubblicate negli anni precedenti. Esse sono ora direttamente calcolate dal Coordinatore utilizzando il programma OCCULT di D. Herald. Vengono riportate le previsioni delle occultazioni di stelle di mag. = 8.0 visibili dalle città seguenti:

Città	Long. E			Lat. N			Alt m
	°	'	"	°	'	"	
MILANO	9	11	30	45	27	59	50
PALERMO	13	22	45	38	08	12	15
ROMA	12	27	15	41	55	25	20

La scelta delle città è stata dettata esclusivamente dalla necessità di coprire il più possibile il territorio nazionale, senza occupare troppe pagine dell'Almanacco. Comunque possono essere richieste al Coordinatore, sia in forma cartacea che su supporto elettronico, tabelle simili a quelle pubblicate per qualunque altra località di cui vengano fornite le coordinate geodetiche. Queste previsioni possono essere estese a tutti i fenomeni osservabili con lo strumento a disposizione del potenziale osservatore: in questo caso essendo il numero dei fenomeni previsti di gran lunga maggiore e poichè per ciascuna occultazione sono riportati molti più dati di quelli contenuti nelle tabelle ridotte, è impensabile la pubblicazione delle tabelle complete sull'Almanacco.

La Tab. 6-1 riporta un estratto dalle previsioni (ridotte) per Roma per l'anno 2000.

<b>Occultazioni lunari visibili da Roma, Long. E 12 27 15, Lat. N 41 55 25</b>																		
Gio	T.U.	F	Stel.	Sp	Mag	%	Elon	Sole	Luna	CA	PA	WA	Long	Lat	A	B		
	h	m	s	No	D	ill		Alt	Alt	Az	o	o	o	Lib	Lib	m/o	m/o	
Gennaio																		
1	6	27	01	R	2089	G5	6.8	25-	59	-3	37	167	58N	323	305	+5.6	-6.1	+1.3-1.3
2	4	51	25	M	2200	K0	7.7	17-	49		21	133	7S	206	192	+4.8	-5.9	+9.9+9.9
10	16	26	28	D	3288	G5	5.9	13+	43	-6	27	216	55S	107	130	-6.7	+3.9	+2.2-1.8
11	18	06	36	D	3419a	K0	4.5	22+	55		24	231	74N	54	79	-7.5	+5.1	+0.9+0.0
11	19	15	12	r	3419a	K0	4.5	22+	56		13	245	-87N	253	277	-7.6	+5.1	+0.6-0.8
13	19	56	02	d	0126	G5	7.7	41+	80		29	241	84N	62	86	-7.8	+6.8	+1.0-0.2
15	22	00	20	D	0405v	F0	4.4	64+	107		32	254	86N	67	84	-6.6	+7.1	+0.9-0.4
15	23	04	58	r	0405v	F0	4.4	65+	107		20	266	-84N	257	275	-6.6	+7.1	+0.5-0.9
16	17	41	39	D	0516k	G5	7.3	74+	118		57	142	29N	12	26	-4.8	+6.9	+0.4+3.7
16	20	52	21	D	0526	G5	6.9	75+	119		54	227	45S	118	131	-5.2	+6.7	+2.0-2.4
17	21	12	21	d	0705	K0	8.0	84+	133		61	216	82S	86	93	-3.5	+5.8	+1.8-0.3
19	1	51	28	D	0888v	B9	6.0	93+	149		28	273	89S	85	84	-1.9	+4.5	+0.5-1.1
19	2	54	16	D	0895u	B2	5.9	93+	150		17	282	66S	107	106	-1.9	+4.5	-0.0-1.5
19	19	32	34	D	1031	A0	7.0	97+	161		52	112	53N	50	45	+0.6	+3.2	+1.0+2.4
20	22	32	32	d	1193	A0	5.4	100+	176		67	159	80N	75	62	+2.4	+1.2	+1.9+0.9
21	4	37	49	D	1227	F8	7.9	0E	179		20	278	41U	82	68	+2.0	+1.2	+0.3-1.0
21	5	27	26	R	1227	F8	7.9	2E	179		11	286	33U	304	291	+2.1	+1.1	-0.3-1.7
21	19	25	50	R	1321o	G5	6.7	99-	171		28	90	66N	309	292	+4.4	-0.4	+0.8-0.0
22	1	11	33	r	1345v	B9	7.1	99-	168		62	213	26S	220	203	+3.9	-0.6	+3.2+3.6
22	3	38	23	r	1355	G5	7.6	99-	167		40	257	59N	316	298	+3.7	-0.6	+0.5-2.2
23	1	15	20	r	1473	F2	8.3	95-	154		62	185	88N	289	267	+5.5	-2.3	+1.8-0.8
23	20	26	09	R	1576	A0	5.3	90-	143		14	88	77N	302	278	+7.0	-3.7	+0.3+0.3
24	4	24	16	R	1603	A0	7.1	88-	140		45	234	74N	305	282	+6.2	-3.7	+1.1-1.8

25	0	20	10	R	1709	K0	6.7	81-	129	41	128	70S	271	247	+7.5	-5.0	+1.6+1.0	
25	3	14	29	r	1719	K5	7.9	80-	128	53	190	33N	347	323	+7.0	-4.9	+0.6-3.0	
26	1	29	32	r	1823	F2	7.9	72-	116	40	138	23N	358	334	+7.6	-5.8	+0.1-3.5	
26	5	50	35	r	1840	F8	8.1	71-	114	-7	38	224	10N	11	348	+6.8	-5.6	-0.9-5.4
29	3	03	39	R	2158	A0	7.3	42-	81	24	136	44S	241	226	+5.7	-6.1	+2.4+3.0	
29	6	13	02	r	2167	K0	7.5	41-	80	-3	35	187	36N	340	325	+5.1	-5.9	+1.1-2.3
30	4	31	36	R	2280	M0	6.8	32-	69	26	147	28N	345	334	+4.3	-5.5	+0.3-1.9	
30	6	00	57	d	2291	vF8	5.5	32-	69	-5	31	170	-89N	102	92	+4.0	-5.3	+2.1-0.0

**Tab. 6/1**

La legenda della tabella è la seguente:

Gio	Data del fenomeno
T.U. h m s	Tempo Universale
F	Fenomeno: D scomparsa, R ricomparsa
Stel. No	Identificativo della stella nel catalogo ZC (Zodiacal Catalogue)
D	Eventuale codice del tipo di stella doppia
Sp.	Tipo spettrale
Mag	Magnitudine visuale
% ill	Percentuale di Luna illuminata
Elon	Elongazione dal Sole
Alt Sole	Altezza del Sole, in gradi
Alt Luna	Altezza della Luna, in gradi
Az Luna	Azimuth della Luna, in gradi
CA	Cusp Angle, angolo dalla cuspide lunare piu` vicina alla stella
PA	Position Angle, angolo di posizione della stella lungo il bordo lunare (0° N, 90° E)
WA	Angolo di Watt
Long Lib	Librazione in longitudine, in gradi
Lat Lib	Librazione in latitudine, in gradi
A	Coefficiente correttivo del T.U., in minuti per differenza in gradi di longitudine dalla stazione base
B	Coefficiente correttivo del T.U., in minuti per differenza in gradi di latitudine dalla stazione base

Per gli osservatori in altre stazioni l'istante **T<sub>x</sub>** del fenomeno, riferito ad una postazione X può essere calcolato ( $\pm 2$  minuti) partendo dall'istante **T<sub>k</sub>** dato per la stazione base K, usando i coefficienti **A** e **B** riportati per ciascun fenomeno nelle tabelle, mediante la formula:

$$T_x = T_k + (A * \Delta L + B * \Delta \phi)$$

dove

$\Delta L$  = differenza, in ° di longitudine tra X e K

$\Delta \phi$  = differenza, in ° di latitudine tra X e K

Per  $\Delta L$  i valori sono negativi da 0° verso Est e positivi in senso opposto. Per  $\Delta \phi$  i valori sono positivi da 0° verso Nord e negativi in senso opposto. La correzione di tempo risulta espressa in minuti e decimi di minuto. Per coloro che dispongano di un personal computer è facile scrivere un programma per il calcolo di **T<sub>x</sub>**. Comunque tale programma è disponibile presso il Coordinatore.

## 7. Strumentazione ottica.

Come regola generale si può dire che i migliori risultati per le occultazioni lunari si ottengono con ingrandimenti compresi tra 80 X e 120 X.

Lo strumento può essere di qualunque tipo (rifrattore, riflettore, catadiotrico) purchè abbia luminosità sufficiente per la buona visione della stella. Spesso gli osservatori che usano strumenti di grande diametro possono osservare occultazioni di stelle non elencate nelle tabelle di previsione. In questo caso è di grande aiuto, nella successiva identificazione della stella, la valutazione dell'angolo di posizione PA e della magnitudine stimata della stella.

In condizioni particolarmente favorevoli è possibile l'osservazione di occultazioni nelle ore diurne di stelle ad alta luminosità. L'1/8/1976 alle ore 15,30 TU è stata osservata con facilità (rifrattore Ø 65 mm, F. 600 mm) l'occultazione DD della stella Spica (mag. 1,2); è risultata invece invisibile la successiva riapparizione RB. In questo caso è risultato utile uno schermo polarizzatore per diminuire la luminosità del fondo cielo.

Anche le occultazioni al bordo oscuro (DD e RD) diventano di non facile osservazione quando la parte illuminata della Luna supera il 50% della superficie totale dell'emisfero visibile. Infatti, in queste condizioni, la diffusione della luce lunare nell'atmosfera, non solo impedisce di vedere il bordo oscuro della Luna sul fondo del cielo, ma "sbianca" il fondo in modo da ridurre il contrasto tra il punto luminoso stellare e il fondo cielo. Non è raro il caso in cui la stella, individuata 15 min prima dell'occultazione, gradualmente scompare nel chiarore diffuso proprio poco prima della sparizione. Ugualmente per le riapparizioni accade di vedere comparire la stella (talvolta in modo graduale) solo quando è già lontana dal bordo lunare, cioè quando sono trascorsi parecchi s dall'istante del fenomeno.

Sono possibili diversi accorgimenti per attenuare l'effetto della luce diffusa dal chiarore lunare. Un primo sistema è quello di allontanare l'occhio dall'oculare in modo da vedere solo il punto luminoso della stella contornato da una piccola zona di fondo cielo sbiancato.

Altro sistema, pressochè equivalente, è quello di puntare lo strumento in modo da avere la stella al bordo del campo, tagliando fuori quanto più possibile la luminosità diffusa. È anche possibile usare l'"**averted vision**" spostando l'occhio in modo che l'immagine stellare vada a cadere nella zona della retina più sensibile alle piccole differenze di contrasto.

Infine si segnala un procedimento che ha dato risultati superiori alle previsioni. Uno schermo opaco girevole che limita a metà il campo, disposto circa 10 cm prima dell'oculare, crea nel campo visivo tre zone distinte: una zona di otturazione totale, una zona a bordi sfumati di fondo cielo scurito e una zona non otturata di fondo cielo libero (sbiancato dalla luce lunare). Si è notato che anche le stelle di magnitudine più alta risultano ben visibili nella zona scurita intermedia a bordi sfumati, mentre risultano invisibili nella zona non otturata. Lo schermo dev'essere orientato in modo da coprire la parte del campo più interessata dalla luce lunare diffusa.

Per la sistemazione dello schermo sullo strumento si dovranno escogitare sistemi diversi:

- ? su piccoli rifrattori, non volendo manomettere il tubo dello strumento, si potrà prolungare (tubo di carta nera arrotolata) il tubo portaoculare e sistemare lo schermo (mezzo cerchio di carta nera) all'estremità del tubo di prolunga);
- ? su riflettori Newton si potrà sistemare lo schermo vicino allo specchio deviatore per intercettare i raggi luminosi diretti verso l'oculare;



? su strumenti Cassegrain e simili, con specchio principale forato al centro, si può sistemare lo schermo in modo da otturare parzialmente il foro dello specchio.

## 8. Segnale orario di riferimento.

Per convenzione internazionale l'istante di occultazione (come per altri fenomeni astronomici) deve essere valutato in riferimento ai segnali di **Tempo Universale Coordinato (UTC)**, trasmessi, con opportuna codifica, dalle emittenti radio della rete **BIH (Bureau Int. de l'Heure)**.

La precisione nel rilievo degli istanti in cui si verificano i fenomeni deve tentare di raggiungere i 0,1 s. Dal territorio italiano sono ricevibili le seguenti stazioni che emettono con continuità su tutte le 24 ore:

<b>DCF-77</b>	<b>Mainflingen sulla frequenza di 77.5 KHz</b>
<b>HBG</b>	<b>Pragins sulla frequenza di 75 KHz</b>

Com'è noto la RAI (Radiotelevisione Italiana) trasmette i segnali **IEN (Istituto Elettrotecnico Nazionale "Galileo Ferraris" di Torino)** dalle stazioni radio dei programmi RAI, generalmente prima dei giornali radio. Un impluso sonoro ("bip") indica i secondi 54 - 55 - 56 - 57 - 58; manca l'impluso del 59° s cui segue quello che marca l'inizio del minuto successivo. Si noti che nelle trasmissioni TV il segnale IEN è sincronizzato con l'immagine dell'orologio che compare sullo schermo TV. Se sullo schermo TV compare l'orologio senza segnale orario nell'audio vuol dire che l'orologio può **NON** essere sincronizzato e può indicare un tempo spostato anche di qualche secondo rispetto al segnale IEN. Parimenti non possono essere utilizzate le indicazioni di tempo che compaiono nelle pagine di Televideo o sovrimprese alle immagini di alcuni programmi TV o, peggio, il segnale trasmesso via telefono.

La ricezione dei segnali HBG e DCF-77 è sempre molto sicura e costante nel tempo. Per DCF-77 sono disponibili inoltre, a basso costo, ottimi orologi auto-sincronizzanti alcuni dei quali permettono di estrarre facilmente il segnale per inviarlo ad un registratore a nastro. Per la reperibilità dei radio ricevitori per HBG e DCF-77 gli interessati possono rivolgersi al Coordinatore della Sezione.

### 8.1. Segnale orario DCF-77

La stazione DCF77, con emittente a Mainflingen, Germania (45° 50' 1" N, 10° 9' 0" E) trasmette sulla frequenza di 77.5 kHz, continuamente un segnale orario dalle caratteristiche seguenti.

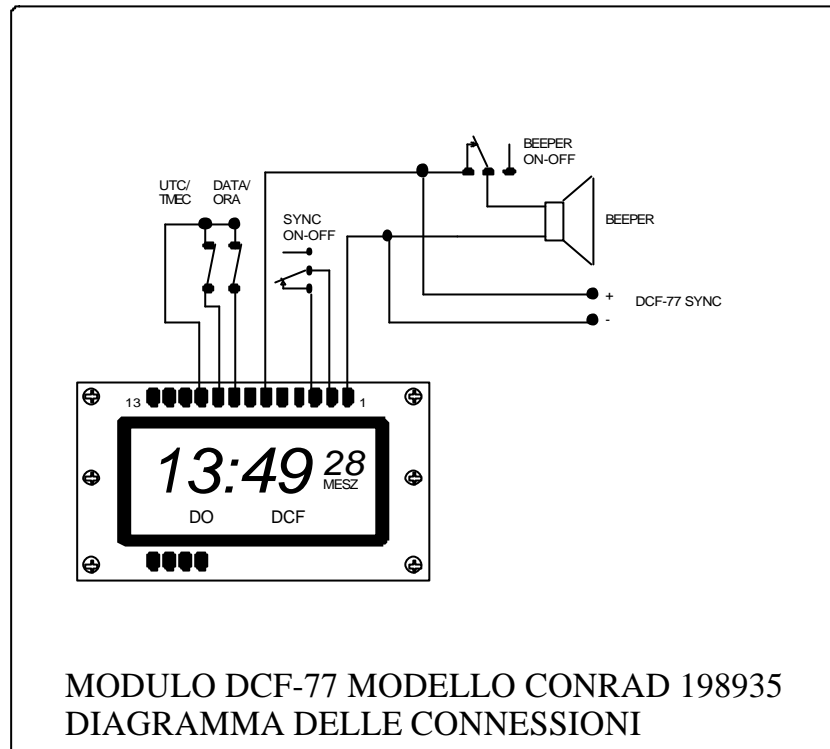
All'inizio di ciascun secondo (tranne il 59-esimo) l'ampiezza della portante è ridotta a circa il 25% per la durata di 0,1 o 0,2 s. Questo permette la codifica dell'anno, del mese, del giorno della settimana in codice BCD dal secondo N° 21 a quello N° 58 (le durate di 0,1 s e 0,2 s corrispondono rispettivamente a 0 ed 1 binari). L'informazione codificata corrisponde al TMEC (Tempo Medio Europa Centrale) comprensivo di ora legale estiva: cioè viene trasmesso l'UTC + 1 h fuori periodo di ora legale, altrimenti l'UTC + 2 h. Il secondo N° 15 è prolungato a 0,2 s se è in uso il trasmettitore di riserva. Non c'è trasmissione del DUT1.

Nel dettaglio i secondi trasmessi corrispondono a:

N° s	segnale	pesi BCD
1-14	---	---
15	trasm. in uso	---
16-20	---	---
21-28	minuto	1,2,4,8,10,20,40,-
29-35	ora	1,2,4,8,10,20,-
36-41	giorno	1,2,4,8,10,20
42-44	giorno sett.	1,2,4
45-49	mese	1,2,4,8,10
50-57	anno	1,2,4,8,10,20,40,8 0
58	---	---
59	assente	---

Su alcuni di questi orologi-ricevitori sono inoltre presenti una serie di contatti (pin) tramite i quali si può interagire con l'orologio stesso. Si può così tenere acceso in permanenza il ricevitore e rendere disponibile il segnale DCF-77 su una presa esterna ed udibile tramite un cicalino. Il segnale normalmente ha un'ampiezza pari alla tensione della pila, quindi di 1,5 V (1,2 V se si usano accumulatori Ni-Cd). Si consiglia pertanto di utilizzare un cicalino del tipo ad oscillatore incorporato, pilotabile con 1,5-3 V. La Fig. 8-1 illustra le connessioni realizzabili su uno di questi ricevitori, prodotto dalla tedesca CONRAD Electronic (purtroppo il modello pare non sia più in produzione, ma si ritiene comunque utili fornire lo schema delle connessioni). Esistono comunque una serie notevole, anche se purtroppo continuamente variabile in disponibilità, di tali orologi: conviene sempre dare un'occhiata alla pagina Internet della CONRAD.

Ovviamente, la cosa migliore durante un timing è di tenere acceso il ricevitore ed usare direttamente il segnale DCF originale, piuttosto che quello del quarzo asservito, che normalmente non è di buona qualità: sono state misurate derive anche di qualche secondo al giorno!



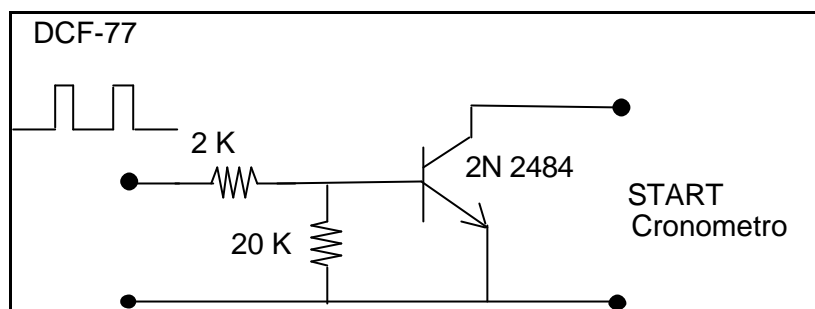
## 9. "TIMING".

L'istante del fenomeno deve essere rilevato con un'incertezza massima inferiore a 0.5 s. Ci sono parecchi metodi che permettono di raggiungere e superare questa precisione. Nessuno di essi è radicalmente migliore degli altri, pertanto si consiglia all'osservatore di sperimentarli tutti per poi decidere quale trova più conveniente. Un interessante confronto tra alcuni metodi è nell'articolo di A. Filipponi: "**Analisi comparativa fra metodi visuali di timing delle occultazioni**" pubblicato su **Astronomia U.A.I.** nel numero 3/1981 (fotocopie a richiesta c/o il Coordinatore).

### 9.1. Metodo Stopwatch

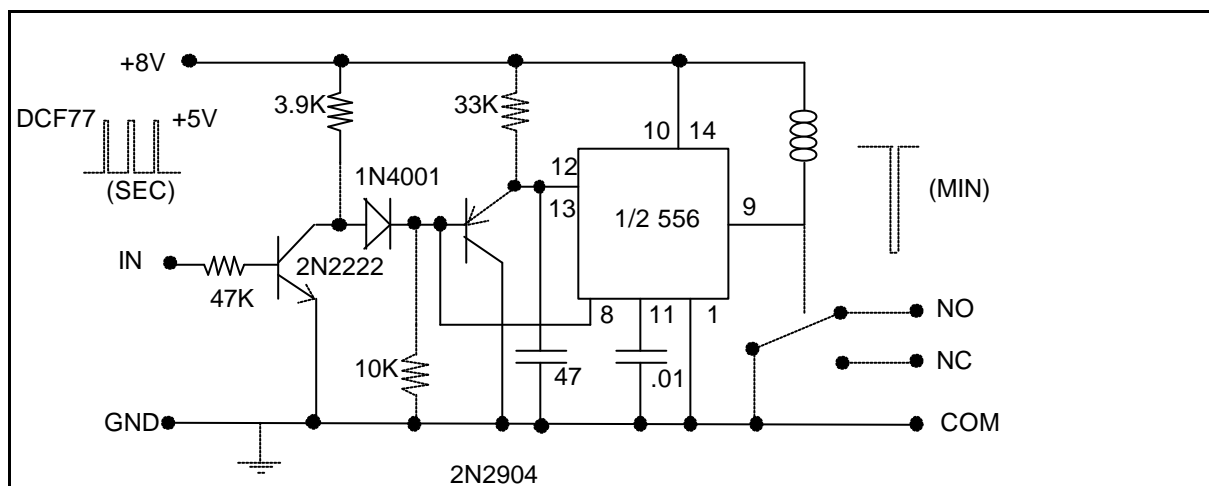
Il più comune è il **Metodo Stopwatch** che consiste nell'utilizzo di un buon cronometro fatto partire all'istante del fenomeno e che va fermato in corrispondenza di un segnale orario (alcuni osservatori preferiscono invece avviare il cronometro al segnale orario e fermarlo all'istante del fenomeno). Il valore segnato dal cronometro viene quindi sottratto (sommato nel caso si scelga il procedimento invertito) al **Tempo Universale Coordinato (UTC, Universal Time Coordinated)** corrispondente al segnale orario ottenendo quindi il valore del timing non ancora corretto per il ritardo dell'osservatore, sempre presente a causa dell'"effetto sorpresa". Va quindi stimato questo ritardo, detto **Equazione Personale (Personal Equation, PE)** e indicato il suo valore con la relativa **Accuratezza (Accuracy, Acc)**: ad esempio, se l'osservatore stima che la sua PE è di  $0,3 \pm 0,1$  s egli deve indicare una PE di 0.3 ed un'Acc di 0,1. Si noti che un piccolo errore viene commesso anche al momento della sincronizzazione del cronometro col segnale orario: esso sarà nella maggior parte dei casi di entità assai minore della PE in quanto l'osservatore riesce facilmente a "sincronizzarsi" mentalmente col segnale acustico dei secondi o col mutare delle cifre dei secondi sul quadrante dell'orologio di riferimento. I due errori, alla partenza ed all'arresto del cronometro sono ovviamente di segno opposto, ma in nessun caso potranno essere considerati di valore uguale e quindi ignorati: vanno invece stimati, fenomeno per fenomeno, e il loro valore, eliminato dal UTC riportato sui moduli di registrazione delle osservazioni. (È consentito anche

riportate l'UTC non corretto per la PE, ma andrà sempre indicato il valore di questa e il fatto che **non** lo si è sottratto!).



**Fig. 9-1 Sincronizzatore "semplice"**

L'errore di sincronizzazione può essere eliminato totalmente costruendo un piccolo circuito come quello illustrato in Fig. 9-1, in cui il segnale inviato dal campione di tempo agisce al posto della pressione manuale del pulsante di avvio del cronometro. Ovviamente questo deve consentire facilmente di aggiungere una connessione elettrica in parallelo al pulsante di avvio. Un circuito più complesso è riportato in Fig. 92, seguendo una proposta dall'astrofilo belga J. Bourgeois: consente di avviare il cronometro automaticamente all'inizio del primo minuto successivo. In questo circuito l'impulso mancante corrispondente al 59° s del segnale DCF-77, viene rivelato da metà di un circuito integrato NE556, cosicché il successivo secondo 0 fornisce un impulso che attiva il relè. Quest'ultimo aziona un interruttore normalmente aperto posto in parallelo al pulsante di avvio del cronometro. Il ritardo tra l'impulso DCF-77 di inizio minuto e la chiusura del relè è inferiore a 0,001 s.



**Fig. 9.2 Sincronizzatore "evoluto"**

La determinazione del tempo di reazione è quindi una parte importante dell'intero processo di rilievo dei tempi delle occultazioni osservate visualmente. Anche il più esperto ed attento osservatore impiegherà almeno 0,2 s per reagire al fenomeno: il confronto tra osservazioni fotoelettriche e visuali contemporanee dimostra un tempo medio di reazione non inferiore a 0,3 s per le sparizioni e di 0,5 s per le riapparizioni. Il ritardo effettivo è diverso per ciascuna occultazione e cresce quanto più il fenomeno è difficile da osservare, fino a superare 1 s nei casi estremi in cui è difficile giudicare se l'evento sia avvenuto effettivamente. Solo l'osservatore è in grado di effettuare la stima. Egli deve perciò

effettuare una serie di simulazioni che gli consentano di confrontare la sua stima con il tempo effettivo di reazione. Le simulazioni migliori sono quelle che riproducono l'istantaneità dell'occultazione. Un metodo molto semplice utilizza una torcia elettrica poggiata su una sedia, un registratore a nastro ed un ricevitore di segnale orario che produca un bip al secondo (si può anche usare un orologio con sveglia). Bisogna essere in due per effettuare l'esperimento: oltre all'osservatore che tenta di determinare la propria PE, un altro collabora a creare l'occultazione artificiale. Si deve operare al buio in modo che l'osservatore veda la luce della torcia, ma non ciò che fa il collaboratore. Dapprima l'osservatore avvia il suo cronometro. Il collaboratore, dopo aver acceso il registratore, spegne o accende la torcia e registra il rumore dell'interruttore sul nastro, ove viene impressa anche la sequenza dei secondi prodotti dal segnalatore acustico dell'orologio. L'osservatore prende il tempo delle sparizioni e riapparizioni sul suo cronometro e poi i tempi segnati dal cronometro vengono confrontati con il tempo effettivo dato dalla distanza sul nastro della registrazione del suono dell'interruttore da quella del secondo immediatamente precedente. Il test si può rendere più realistico utilizzando luci puntiformi, un LED ad esempio, ed effettuando l'osservazione attraverso un telescopio. Che ha un po' di familiarità con l'elettronica, non avrà difficoltà a costruire un simulatore in cui un circuito, in modo completamente casuale, accende o spegne il LED, avvia il conteggio dell'orologio e lo ferma quando l'osservatore preme un pulsante e visualizza subito dopo il ritardo: l'osservatore prima di leggere il valore, dovrebbe però tentare di stimarlo, per poi verificare il suo grado di precisione nella stima, cioè l'Accuracy. La luminosità del LED può essere variata per simulare stelle di differenti magnitudine. L'intera procedura può essere simulata da un programma su personal computer che permette di simulare occultazioni lunari in varie condizioni di luminosità relativa della stella e della Luna. Il Coordinatore ha scritto un tale programma e lo può fornire a tutti gli osservatori dotati di un PC MS-DOS.

Oggi, quasi tutti i cronometri sono al quarzo e dispongono del dispositivo (LAP) per memorizzare uno o più intertempi senza fermare la corsa del cronometro: sono utilissimi in caso di più fenomeni in rapida successione; esistono cronometri che possono memorizzare fino a 500 intertempi consecutivi. Vanno comunque selezionati i cronometri utilizzati per le gare sportive, dotati di pulsanti a corsa breve e dispositivo anti-rimbalzo: spesso, infatti, il pulsante di avvio del cronometro coincide con quello di arresto e quindi una serie di rimbalzi su questo pulsante può falsare il tempo rilevato. Si faccia anche attenzione allo stato delle batterie: quando sono quasi scariche, la marcia del cronometro può venire alterata di parecchio. Un buon cronometro meccanico di riserva va sempre tenuto!

Riassumendo quindi, nel metodo **Stopwatch** (supponendo di far partire il cronometro al segnale orario):

- ? l'istante rilevato si ottiene sommando il valore letto sul cronometro al tempo corrispondente all'avvio del cronometro.
- ? vanno apportate le correzioni per compensare l'irregolarità di marcia del cronometro. I cronometri, come qualsiasi altro dispositivo, col trascorrere del tempo, alterano il proprio ritmo di marcia. Anche nel caso di quarzi molto stabili, quindi, si dovrà sempre verificare la regolarità di marcia del cronometro tra due istanti di riferimento letti dall'orologio di riferimento. L'eventuale differenza rilevata verrà proporzionalmente applicata per la correzione del tempo indicato dal contasecondi dopo lo stop. La correzione deve essere sempre effettuata: spesso, durante una sessione di osservazione, possono trascorrere molte ore tra un'occultazione e l'altra, con notevoli variazioni di temperatura durante la notte. I quarzi (ed anche i cronometri meccanici) sono molto sensibili a queste variazioni. Si consiglia pertanto di tenere il cronometro quanto più possibile a temperatura costante: considerato che durante l'osservazione esso è tenuto in mano, negli intervalli è bene sia mantenuto alla stessa temperatura corporea "indossandolo" come un pendaglio sotto il maglione.
- ? va stimato il tempo di reazione (PE), cioè il ritardo tra l'istante di visione del fenomeno e l'azione sul pulsante del contasecondi. Nelle migliori condizioni, la PE è valutabile intorno a 0.2 s, ma può raggiungere anche 0.7 s in difficili condizioni di osservazione (per visione incerta o

stanchezza dell'osservatore, ecc.). Assieme, va valutata l'incertezza della stima della PE, cioè l'Accuracy. A costo di sembrare pedanti, ripetiamo che la PE va rideterminata per ciascun fenomeno, in quanto è fortemente dipendente dalle condizioni di visibilità dell'occultazione e dalle condizioni dell'osservatore. **Si noti che non è tanto importante il valore assoluto della PE, quanto saper valutare quanto esso sia. In altre parole è di maggior valore un'osservazione in cui viene indicata una PE è di 0,5 s con Accuracy di 0,1 s che una in cui non si riporti la PE.**

## 9.2. Metodo Tape Recorder

In questo metodo, l'osservatore registra il segnale orario ed un segnale udibile all'istante dell'occultazione. L'osservatore può produrre un suono vocale, avviare un cicalino o qualunque altro dispositivo che produca un rumore sufficientemente secco. Successivamente, il nastro viene riascoltato per determinare il secondo e la frazione di s in cui è avvenuto l'evento. Uno dei pregi di questo metodo è di conservare una registrazione permanente dell'evento che può essere riesaminata quante volte si vuole. Questo metodo è anche molto utile nel caso di eventi multipli in rapida successione. Problemi possono nascere dal fatto che i registratori possono malfunzionare al freddo, la loro velocità può non essere sufficientemente regolare, può esserci difficoltà a distinguere il segnale orario dal suono prodotto dall'osservatore sul nastro. Inoltre, è in genere più difficile determinare la PE del suono emesso con la voce o da un dispositivo meccanico. Per ovviare alla possibilità che il registratore non abbia una velocità perfettamente costante, si debbono sempre usare i segnali orari registrati sul nastro, e non quelli di un altro cronometro, come riferimento. Infatti, in tal caso, l'intervallo tra i segnali registrati sul nastro sarà alterato dalla velocità non regolare del nastro, ma non inficerà la misura. Il tempo del fenomeno viene dedotto contando i secondi registrati sul nastro dalla marca di inizio minuto fino al secondo precedente l'evento. Subito dopo vengono determinati i decimi di s fino all'evento. Se i bip dei secondi non si riescono a distinguere bene sul nastro, bisogna allora avviare un cronometro al bip di inizio minuto per contare i secondi fino all'evento: per determinare l'irregolarità del moto del nastro si può misurare col cronometro l'intervallo tra due bip di inizio minuto. Si consiglia comunque anche a chi utilizza il metodo **Stopwatch** di tenere un registratore acceso durante il timing: esso potrà essere usato come metodo di riserva, in caso di malfunzionamento del cronometro. Basta tenere il microfono del registratore sufficientemente vicino al cronometro in modo che catturi il bit che quest'ultimo emette quando viene avviato o fermato.

## 9.3. Metodo Eye and Ear.

In questo metodo, l'osservatore ascolta attentamente i bip dei secondi del segnale orario, osserva l'occultazione e stima mentalmente il decimo di secondo in cui è avvenuto l'evento. I secondi interi sono ottenuti contando o con l'aiuto di un cronometro o di un registratore. L'esperienza ha dimostrato che il metodo funziona meglio di quanto ci si potrebbe aspettare e che un osservatore esperto ed allenato può raggiungere la medesima precisione di altri metodi. I vantaggi del metodo consistono nel fatto che esso richiede un'attrezzatura minima, che l'osservazione può essere registrata rapidamente nella forma definitiva e che la PE è virtualmente eliminata. Prima dell'invenzione dei cronometri moderni, questo metodo era l'unico utilizzato in pratica. Esso richiede all'osservatore una memoria acustica ben sviluppata. Gli osservatori interessati dovrebbero effettuare una serie di prove per vedere se si trovano bene nell'utilizzarlo. Molti, infatti, di quelli che hanno tentato, hanno scoperto di poter stimare il decimo di secondo solo se l'evento accade vicino al secondo intero. Con l'esperienza, in genere, si riesce a superare questo inconveniente. L'istante dev'essere stimato in decimi di secondo, non in quarti, terzi o mezzi secondi, ecc. Nel contare i secondi, si ricordi di contare 0 per il secondo di inizio minuto.

## 9.4. Telecamera e videoregistratore

È il metodo più moderno di rilievo del timing. Consiste nel sostituire l'occhio dell'osservatore con quello elettronico di una moderna telecamera CCD. Il fenomeno viene registrato su un video-registratore su cui viene contemporaneamente registrata l'immagine di un cronometro sincronizzato al segnale orario di riferimento. La telecamera va inserita al posto dell'oculare: quindi deve essere il più possibile piccola, leggera e si deve poterne rimuovere l'obbiettivo che l'equipaggia per il suo utilizzo non astronomico. Solo alcuni modelli commerciali posseggono quest'ultima caratteristica. Inoltre essa dev'essere il più possibile sensibile: normalmente la sensibilità viene indicata dal minimo illuminamento (flusso luminoso incidente per unità di superficie), misurato in lux, che la telecamera riesce a rilevare. Per i non esperti in queste cose, si ricorda che le telecamere, a bassi livelli di intensità luminosa, tendono a forzare l'amplificazione elettronica del segnale rilevato, col risultato di rendere più visibile anche il rumore elettronico di fondo del sensore. In altre parole, come si sarà talvolta notato nelle riprese televisive in condizioni di scarsa luminosità, si tende a vedere un "effetto neve" sullo schermo, con quest'ultimo ricoperto da uno strato continuamente variabile di punti bianchi e neri casualmente distribuiti. Le telecamere più sensibili oggi disponibili, raggiungono la sensibilità di 0,02 lux e sono monocromatiche. Si tratta di telecamere studiate per compiti di sorveglianza di ambienti scarsamente illuminati: in altre parole sono quelle che si vedono spesso anche fuori dei cancelli e portoni di palazzi o recinti sorvegliati. La sensibilità invece delle telecamere amatoriali, i cosiddetti camcorder, raramente scende sotto i 1 lux, ben 50 volte inferiore, quindi!

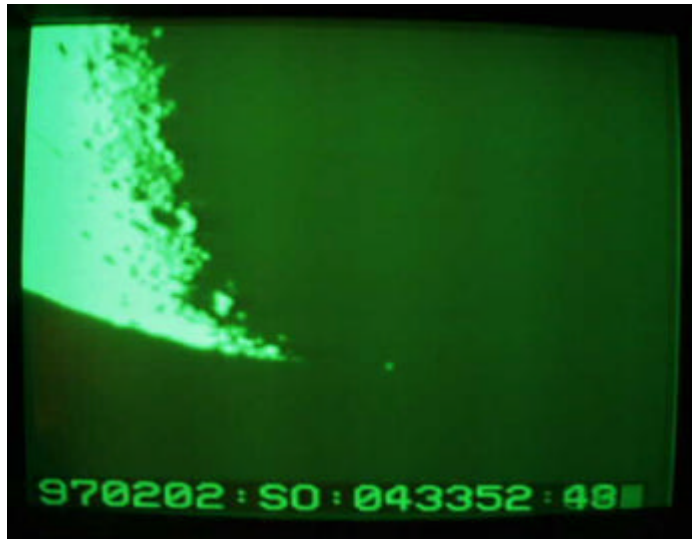
Per poter valutare a cosa corrisponda tale sensibilità in termini di magnitudine limite si deve considerare l'illuminamento prodotto da una stella nel piano focale del telescopio. Anzi, per la precisione, si deve considerare tale illuminamento concentrato nel disco di Airy, che com'è noto dipende solamente dal rapporto focale del telescopio. La tabella seguente è calcolata per un telescopio di 20 cm di Ø e 2000 mm di focale e riporta, per stelle di mag. da +15 a -3, l'illuminamento in lumen sull'obbiettivo, l'energia equivalente in Watt alla lunghezza d'onda di 550 nm (5500 Å) ed i lux equivalenti concentrati sul disco di Airy; il fattore di concentrazione è semplicemente il rapporto tra l'area collettrice, l'obbiettivo, e l'area del disco di Airy. I valori riportati sono ovviamente i massimi teorici, calcolati cioè per una stella allo zenit, al di fuori dell'atmosfera terrestre e con fattore di trasmissione del telescopio pari ad 1: nella realtà si può ipotizzare una perdita di luce pari al 10% dovuta all'atmosfera e del 15% dovuta alle riflessioni o assorbimenti di luce nel telescopio. Inoltre il seeing raramente consente una concentrazione della luce nel disco di Airy.

#### Lumen raccolti, Watt equivalenti a 550 nm, Lux sul disco di Airy

Diametro del telescopio: 200 mm  
 Focale: 2000 mm  
 Diametro del disco di Airy: 0.0134 mm  
 Fattore di concentrazione: 2.22E+08

Mag	Lumen	Watt eq.	Lux eq.
16	2.8E-13	4.1E-16	6.2E-05
14	1.8E-12	2.6E-15	3.9E-04
12	1.1E-11	1.6E-14	2.5E-03
10	7.0E-11	1.0E-13	1.6E-02
8	4.4E-10	6.5E-13	9.8E-02
6	2.8E-09	4.1E-12	6.2E-01
4	1.8E-08	2.6E-11	3.9E+00
2	1.1E-07	1.6E-10	2.5E+01
0	7.0E-07	1.0E-09	1.6E+02
-2	4.4E-06	6.5E-09	9.8E+02
-4	2.8E-05	4.1E-08	6.2E+03

Dalla tabella è quindi evidente che una telecamera da 0,02 lux, al fuoco di un telescopio di 20 cm di Ø, riesce a "vedere" teoricamente stelle fino alla mag. 10. In pratica le perdite di cui sopra portano questo limite a circa 3 mag in meno. Deludente? Beh, si consideri che la povera telecamera, a differenza delle ben note camere CCD raffreddate ad integrazione, lavora a cadenza video, cioè il suo tempo di integrazione (il periodo durante il quale la CCD raccoglie la luce) è di qualche millisecondo solamente. Questo per permettere la ripresa in sincronismo con la frequenza di presentazione sul televisore o monitor. Durante un secondo, vengono ripresi 25 fotogrammi ("frame") completi (pari a 50

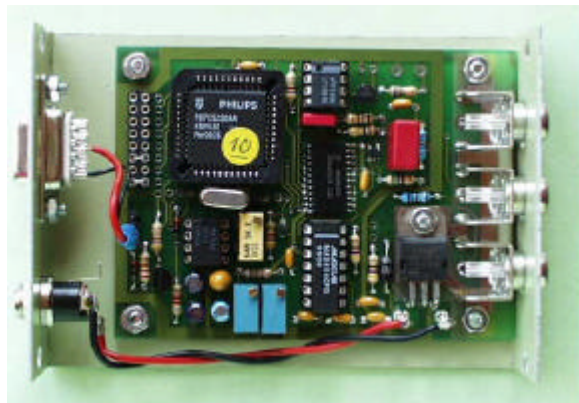


mezzi fotogrammi), più che sufficienti ad assicurare una visione fluida, priva di scatti, sul video. In altre parole quindi è come se la telecamera effettuasse 25 "istantanee" del soggetto ogni secondo. In realtà poi, a causa del tempo necessario alla "lettura" della matrice di elementi sensibili ("pixel"), il tempo di integrazione di ogni singolo frame è anche inferiore ad 1/50 s. Si consideri inoltre che la presenza della luna peggiora ulteriormente il rapporto tra segnale utile e rumore di fondo anche perché, di solito, le telecamere, per evitare la saturazione in caso di sorgenti troppo intense, utilizzano un dispositivo di controllo automatico dell'amplificazione (Automatic Gain control, AGC) il cui effetto finale è sì di rendere perfettamente visibile e ben contrastata l'immagine della luna, ma anche di rendere

totalmente invisibile la stella occultata!

Infine un normale registratore VHS aggiunge ulteriore rumore al segnale, per cui, in conclusione, i limiti di magnitudine risultano quelli suddetti.

Per registrare il segnale orario sul nastro, è necessario disporre di un circuito che permetta di tradurre in un segnale video il battito dei secondi. Esistono in commercio alcune titolatrici, il cui normale utilizzo è per introdurre titoli e didascalie sulle proprie registrazioni che dispongono anche di un timer sincronizzabile dall'esterno. Fornendo il sincronismo dal ricevitore sintonizzato sul segnale orario di riferimento, si ottiene di vedere sul monitor e di registrare sulla videocassetta il tempo. Purtroppo questi dispositivi sono indirizzati al pubblico dei professionisti del video e quindi sono assai costosi. Alcuni astrofili americani e tedeschi, esperti di elettronica, hanno realizzato versioni più semplici di questo inseritore di tempo (**time-inserter**). Le versioni più complete di questi circuiti inseriscono l'UTC, mentre le più semplici presentano semplicemente un punto luminoso lampeggiante





in un angolo del fotogramma. Il lampeggio è in sincronismo con gli impulsi di riferimento del segnale orario. Supponiamo ora di avere video-registrato un'occultazione. Rivedendo la registrazione a velocità normale identifichiamo prima l'inizio del minuto precedente il fenomeno (segnalato, nel caso del DCF-77, dall'assenza dell'impulso corrispondente al 59° s). Cominciamo a contare i secondi, osservando il lampeggio del punto luminoso. Una volta identificato il secondo precedente il fenomeno, torniamo indietro sul nastro e mettiamo il registratore in modalità singolo fotogramma: in genere si fa ponendolo in pausa e poi attivando il tasto single-frame. Poichè, come detto sopra, tra un secondo ed il successivo ci sono 25 frame video, rivedendo un frame alla volta, ad un certo punto ce ne sarà uno in cui appare il puntino. Questo è il frame che marca l'inizio del secondo precedente l'evento. Proseguendo iniziamo a contare i frame successivi: ad un certo punto la stella scompare o riappare sul video. Il numero di frame al quale saremo arrivati contando corrisponde al numero di venticinquesimi di s trascorsi dall'inizio del secondo.

È bene che il video-registratore sia portatile in modo da consentire l'utilizzo in campagna in caso di radenti. Si cerchi qualche occasione sul mercato dell'usato: capita spesso che qualcuno si voglia disfare di una vecchia telecamera pre era handycam: i video-registratori portatili che accompagnavano queste telecamere sono ideali allo scopo. Ottimi, ma costosi, i nuovissimi video-recorder tipo walkman. Anche il televisore dovrebbe essere alimentabile a batterie e dotato di ingresso video (presa A/V di tipi DIN o chin, o presa SCART). Non serve che sia a colori, purchè sia leggero, e con schermo a buon contrasto. Ottimi i mini televisori bianco-nero, che sono generalmente alimentabili a 12 V.

## 9.5. La camera per occultazioni della IOTA.

La IOTA ha sviluppato recentemente un numero limitato di prototipi di una camera CCD specializzata per l'osservazione di fenomeni di occultazioni denominata IOC (IOTA Occultation Camera). La camera utilizza il chip TC245 della Texas Instruments in tecnologia frame transfer raffreddato via cella Peltier a 50° sotto la temperatura ambiente. Il programma di controllo gira sotto MS DOS o Windows in finestra DOS e visualizza in tempo reale le immagini riprese dalla IOC che vengono trasferite via interfaccia parallela sul PC e memorizzate sul disco. Per immagini limitate a 50 x 50 pixel, si possono memorizzare fino a 20 immagini al s. Il riferimento temporale è dato da un ricevitore DCF su porta seriale che risincronizza ogni minuto il clock del PC. Ogni immagine memorizzata porta la marca temporale dell'istante della ripresa, non quello della memorizzazione. E' possibile memorizzare singole immagini e sequenze sotto forma di filmati (movie) rianalizzabili ed esportabili in formato FITS. Si può definire la parte attiva del chip, sia in posizione che in dimensione, in modo da controllare l'area sotto ripresa, con controllo in tempo reale del valor medio e della deviazione standard dell'intensità registrata, per controllare le prestazioni del chip sotto misura. La camera ha dimostrato già la sua versatilità nel caso sia di occultazioni asteroidali che lunari, sia di eventi coinvolgenti pianeti maggiori o i fenomeni mutui dei satelliti di Giove e Saturno.

## 10. Moduli ILOC per la registrazione dei dati osservativi.

Gli Osservatori devono registrare i dati raccolti nelle osservazioni sui **moduli** unificati preparati da ILOC (allegato n° 2), seguendo le norme internazionali di codifica contenute nella "**Guida alle Osservazioni di Occultazioni Lunari di ILOC**" (Appendice A).

I moduli compilati dovranno essere inviati al Coordinatore della Sezione Occultazioni entro il 15 luglio dell'anno in corso, per le osservazioni del primo semestre, ed entro il 15 gennaio dell'anno successivo, per quelle del secondo semestre. Dopo verifica, i moduli verranno inviati ad ILOC a nome della Sezione Occultazioni U.A.I. Ovviamente si invitano gli osservatori ad inviare i propri dati direttamente ad ILOC

Da qualche anno ILOC preferisce ricevere i dati su dischetto MS-DOS o via e-mail all'indirizzo:  
[iloc@ws11.jhd.go.jp](mailto:iloc@ws11.jhd.go.jp).

## 10.1. Occultazioni radenti.

Le osservazioni di occultazioni radenti sono attualmente le più importanti dal punto di vista scientifico, per le correzioni che la loro analisi permette di apportare alla conoscenza del profilo della Luna, della posizione delle stelle e della latitudine celeste della Luna. Presso il Coordinatore di Sezione sono disponibili previsioni dettagliate dei fenomeni più interessanti, fornite dall'IOTA-European Section (**IOTA-ES**). L'osservazione di questo tipo di fenomeni, per dare risultati utili scientificamente, deve però essere organizzata adeguatamente. Essa deve infatti coinvolgere un gruppo di osservatori che, dopo una scelta del probabile sito su carte topografiche a scala progressivamente maggiore effettuino un sopralluogo per verificare come stanno effettivamente le cose nella zona prescelta, chiedano le necessarie autorizzazioni ai proprietari dei terreni, effettuino la determinazione precisa delle postazioni osservative che dovrebbero estendersi su una linea perpendicolare a quella prevista della radente, per almeno 2 Km a N e 2 Km a S (fig. 11-1). Si scelga se possibile un sito ove esista una strada che rispetti questa condizione di perpendicolarità evitando osservazioni in zone di montagna, laddove è difficile disporre gli osservatori.

Si noti che la precisione attuale delle previsioni può portare ad errori dell'ordine di 2-4 Km sull'effettiva giacenza della linea di radenza. Inoltre per ogni singolo fenomeno va eseguita una serie di calcoli che portano dal profilo teorico a quello reale. Non è infrequente comunque che nonostante tutte le precauzioni, la previsione risulti in errore al punto da essere impossibile osservare il fenomeno. Questo tipo di osservazioni, benché impegnative, sono comunque estremamente importanti sia dal punto di vista scientifico che da quello "sociale" in quanto, richiedendo un lavoro di gruppo, portano alla costituzione di comunità di osservatori esperti che possono poi dare il meglio di sé anche nell'osservazione delle occultazioni totali. Informazioni in merito possono essere richieste al Coordinatore.

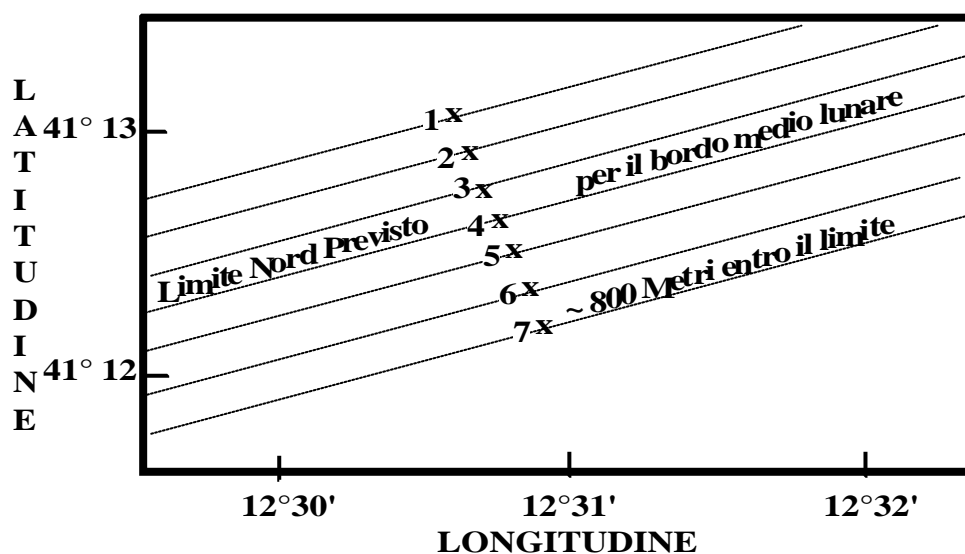


Fig. 11-1. Posizione degli osservatori rispetto al limite teorico durante l'osservazione di una radente

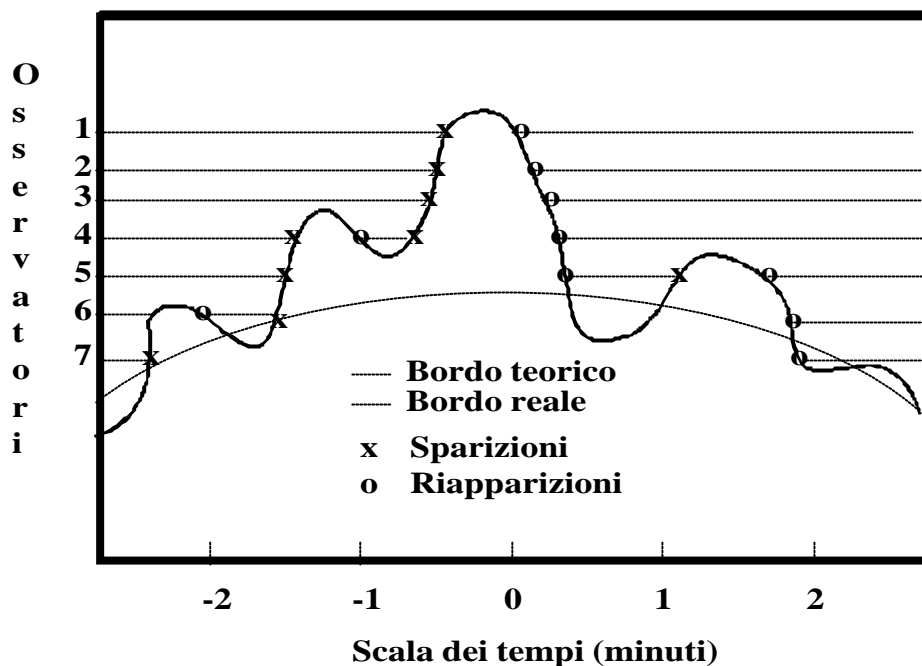
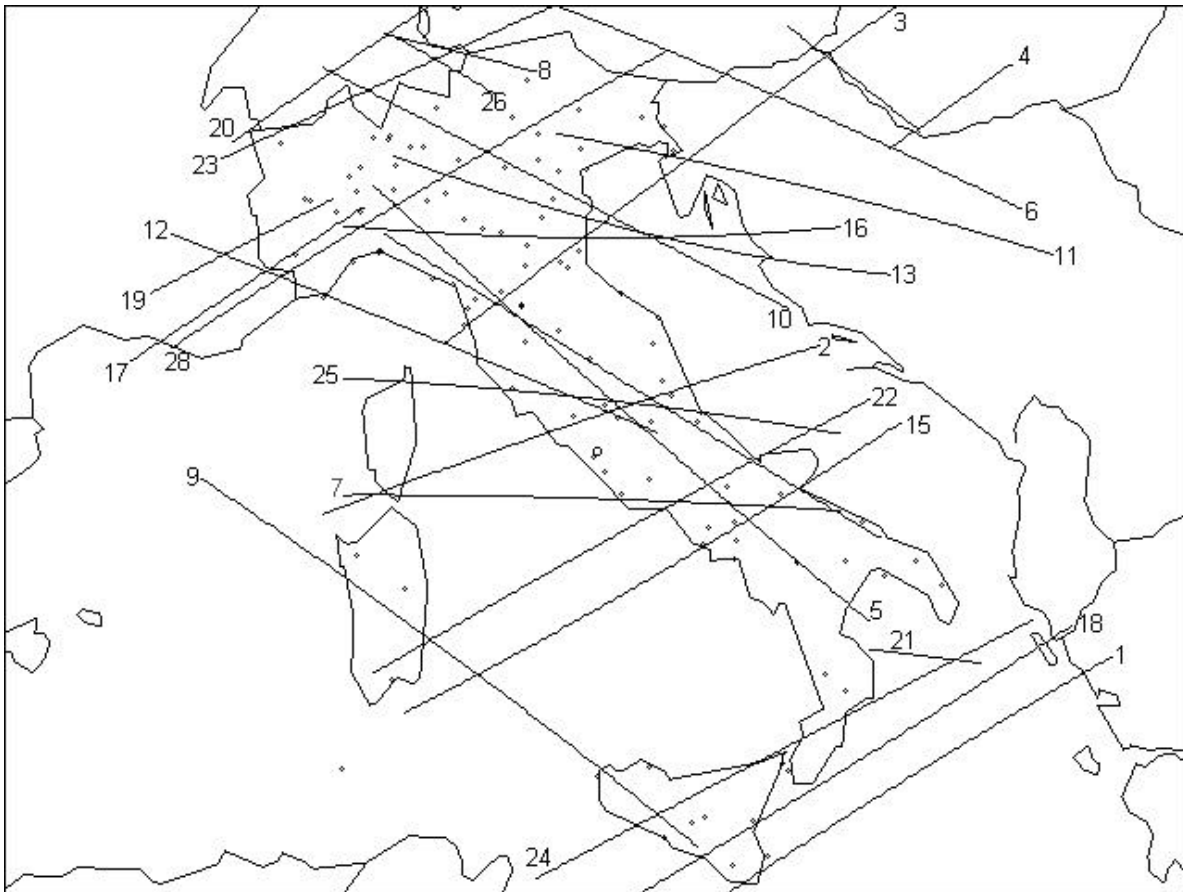


Fig. 11-2. Ciò che vedono gli osservatori di Fig. 10-1

L'Almanacco U.A.I. contiene l'elenco di tutte le occultazioni radenti di pianeti e stelle di mag. inferiore alla 6.5, osservabili dal territorio italiano nell'anno corrente. La tabella contiene l'elenco numerato dei fenomeni, in ordine cronologico, ed è seguita da un grafico con le tracce di radenza. Entrambi sono stati calcolati da E. Riedel della IOTA. Si riportano come esempio tabella e grafico relativi all'anno 2000.

Occultazioni lunari radenti di stelle di mag. inferiore a 6.5															
#	Data	USNO	H/P/S#	UT	H	M	S	Mag	%ill	D(KM)	ALT	AZ	Sole	PA	CA
1.	Gen 10	ZC 3288	H110602	16	59	24	5.8	14+	596	24.4	228.1	-12.3	153.2	8.7D	
2.	Gen 11	ZC 3425	H115033	19	34	54	4.4	22+	57	10.4	247.3	-39.2	154.9	4.8D	
3.	Gen 16	ZC 508	H 16369	16	6	54	4.1	74+	248	40.7	114.3	-0.7	156.5	6.6D	
4.	Gen 17	ZC 667	H 20877	15	36	23	5.0	83+	577	32.9	100.5	-1.1	161.3	5.3D	
5.	Gen 27	ZC 1950	H 66320	5	45	9	5.7	61-	79	38.4	207.0	-8.3	208.8	8.4D	
6.	Gen 28	ZC 2043	H 69773	1	14	15	6.5	52-	549	16.7	123.4	-52.5	206.3	7.3D	
7.	Feb 11	ZC 364	H 11484	20	57	30	4.3	37+	50	19.9	263.7	-47.9	161.6	1.3D	
8.	Mar 10	ZC 462	H 14764	21	31	14	6.0	23+	533	5.0	282.0	-40.5	166.8	0.9T	
9.	Mar 21	ZC 1950	H 66320	23	35	6	5.7	96-	327	41.3	152.5	-49.7	211.1	20.4D	
10.	Apr 9	ZC 888	H 27747	22	26	35	6.0	30+	305	6.3	291.8	-36.9	180.9	0.3B	
11.	Apr 12	ZC 1310	H 42911	17	54	56	3.9	64+	426	61.7	163.8	-1.7	193.6	1.7D	
12.	Mag 5	ZC 653	H 20542	19	18	39	4.8	3+	70	4.4	289.7	-11.2	353.2	8.5B	
13.	Mag 22	ZC 2747	H 92761	1	18	52	4.9	87-	317	21.9	169.3	-18.0	181.6	7.3D	
14.	Giu 4	ZC 1086	H 34608	19	37	5	6.4	7+	113	12.0	288.0	-8.8	8.1	1.2B	
15.	Giu 28	ZC 444	H 14036	2	36	42	5.9	18-	177	17.5	90.5	-10.2	156.8	2.2B	
16.	Lug 20	ZC 3428	H115115	22	11	21	5.0	83-	302	10.0	114.3	-23.2	340.2	1.1D	
17.	Ago 12	ZC 2769	H 93423	0	49	46	6.2	91+	459	5.2	230.4	-27.8	171.2	3.0D	
18.	Set 20	ZC 881	H 27421	22	23	51	6.3	50-	539	8.4	70.1	-51.2	347.7	11.2D	
19.	Ott 9	ZC 3197	H107797	0	21	14	6.4	81+	495	5.5	239.5	-49.0	156.6	1.2D	
20.	Ott 16	ZC 697	H 21517	23	37	1	6.5	84-	627	46.0	115.2	-52.4	340.1	15.4D	

21. Ott	17	ZC	718	H	22176	4	47	42	6.0	83-	460	47.4	253.6	-4.0	170.7	5.0B
22. Ott	19	ZC	1021	H	31813	0	0	54	6.1	64-	103	37.3	92.1	-55.7	351.4	12.9D
23. Ott	20	ZC	1298	H	42549	23	53	20	6.4	41-	580	12.2	74.2	-52.7	4.2	10.8D
24. Nov	16	ZC	1250	H	40866	21	9	34	5.8	68-	467	7.7	69.6	-61.7	1.3	11.6D
25. Nov	17	ZC	1277	H	41909	2	59	35	5.3	67-	85	64.7	146.6	-34.0	11.3	2.5D
26. Nov	18	ZC	1418	H	47189	6	13	56	5.7	55-	514	56.7	211.5	-2.3	202.3	3.6D
27. Dic	22	ZC	2196	H	75294	6	18	46	6.5	11-	618	23.7	150.5	-2.8	207.2	8.2D
28. Dic	31	ZC	3413	H	114750	18	44	54	6.1	29+	431	22.3	225.9	-29.9	150.4	8.9D



La tabella contiene, per ciascuna radente:

#	Numero progressivo del fenomeno
Data	Data
USNO	Numero della stella nel catalogo U.S. Naval Observatory
H/P/S#	Numero della stella nei cataloghi HIPPARCOS, PPM o SAO
UT H M S	Tempo universale del fenomeno nel punto di minima distanza da Roma della traccia di radenza
Mag	Magnitudine visuale della stella
%ill	Percentuale di Luna illuminata
D(KM)	Minima distanza in km da Roma della porzione utile della traccia di radenza
ALT	Altezza della stella sull'orizzonte
AZ	Azimut della stella
Sole	Altezza del Sole sull'orizzonte

PA Angolo di posizione del punto di radenza  
CA Angolo alla cuspidè del punto di radenza: D = bordo scuro, B =  
bordo chiaro, T = terminatore

Si ricorda che le tabelle sono puramente indicative: l'effettiva osservabilità dei singoli fenomeni dipende molto dalla magnitudine della stella, relativamente alla fase della Luna e dal fatto che il fenomeno avvenga al bordo chiaro o a quello scuro. Si consiglia pertanto di selezionare gli eventi che potrebbero interessare, per vicinanza geografica, e per questi chiedere maggiori dettagli al Coordinatore.

## 10.1. I tabulati IOTA di previsione delle occultazioni lunari radenti.

Le previsioni delle occultazioni lunari radenti e i grafici dei relativi profili lunari istantanei sono calcolati e distribuiti da E. Riedel della IOTA-ES tramite i Coordinatori nazionali. Le previsioni forniscono i limiti previsti per i limiti N e S delle radenti osservabili entro una serie di distanze crescenti dalla stazione base dell'osservatore: l'osservatore deve specificare tre raggi in km entro i quali pensa di effettuare una spedizione in funzione della classificazione del fenomeno: sfavorevole, favorevole e spettacolare. Le radenti sono classificate in base al grado di difficoltà d'osservazione e alla qualità di informazioni disponibili sulla stella. Le previsioni dei profili lunari istantanei, costruite a partire dalle carte di Watts del bordo lunare, forniscono all'osservatore un'indicazione della fascia a cavallo del limite entro la quale sono previsti eventi multipli.

## 10.2. Formato della previsione di una radente.

La previsione consiste per ciascun fenomeno in una tabella che riporta la longitudine, latitudine e UT del limite previsto, con l'indicazione inoltre dell'altezza e dell'azimut della Luna e dell'altezza del Sole. Ogni previsione contiene una parte iniziale che fornisce ulteriori informazioni sulla stella e sulla classificazione della radente. Alla fine della tabulazione è riportato un breve elenco di altri osservatori che hanno ricevuto la medesima previsione. Di seguito si riporta, come esempio, un estratto della previsione relativa alla radente della stella ZC 364 (ovvero  $\gamma^2$  Ceti) osservabile dal centro Italia il giorno 11 Febbraio 2000.

PREDICTION FOR DR. C. COSTA , ROMA , ITALY , TRAVEL RADIUS 644 KM												
DISTANCE TO CLOSEST POINT ON FEB. 11 AT U.T.= 20 HR 57 MIN 30 SEC IS 50 KM												
EVENT: FEB. 11, 2000 STAR: 73 xi2 Cet MOON: 37% SUNLIT, WAXING												
SOUTHERN LIMIT GRAZE HIP 11484, MAG. 4.3 PHASE-ANGLE: 74.6												
DELTAT: 64.33 SEC. USNO ZC 364 SAO 110543 SPEC. B9 POS-AN.CUSP: 162.9												
POSITION AND PROPER MOTION SOURCE: HIP												
MAGNITUDE SOURCE: HIP, DECL.ERROR: 0.01 SEC. OF ARC												
EAST LONG.	NORTH LAT.	UNIVERS. TIME			MOON	MOON	SUN POS. ANGLE			CUSP T		
DEG. MIN.	DEG. MIN.	HR	MIN	SEC	ALT.	AZI.	TANZ	ALT.	OF GRAZE	ANGLE		
13	0.0	41	24.03	20	57	51.8	19.3	264.2	2.85	-48.5	161.70	1.2DA
13	2.5	41	23.96	20	57	53.4	19.3	264.2	2.86	-48.5	161.71	1.1DA
13	5.0	41	23.89	20	57	54.9	19.2	264.2	2.87	-48.5	161.71	1.1DA
13	7.5	41	23.82	20	57	56.4	19.2	264.3	2.87	-48.6	161.72	1.1DA
13	10.0	41	23.75	20	57	58.1	19.2	264.3	2.88	-48.6	161.73	1.1DA
13	12.5	41	23.68	20	57	59.6	19.1	264.3	2.88	-48.6	161.73	1.1DA
13	15.0	41	23.61	20	58	1.1	19.1	264.4	2.89	-48.6	161.74	1.1DA
13	17.5	41	23.54	20	58	2.6	19.1	264.4	2.89	-48.7	161.74	1.1DA
13	20.0	41	23.46	20	58	4.2	19.0	264.5	2.90	-48.7	161.75	1.1DA
GEODETTIC DATUM USED: EUROPEAN 1950 (CENTRAL EUROPE) STAR CATALOG: XZ80P												
PREDICTION GRAZEREG-VER. 2000 BY IOTA/ES, E. RIEDEL, AND CLAUDIO COSTA												
RESULT OF OBSERVER SCAN												
CITY	COUNTRY	E. LONG.	N. LAT.	OBSERVER/STATION			DISTANCE, UT CLOSEST					
BARI	ITALY	16.883	41.133	DR. C. COSTA			13 KM UT 21.0013					

COSENZA	ITALY	16.250	39.283	DR. C. COSTA	221 KM	UT 20.9971
NAPOLI	ITALY	14.250	40.867	CORBISIERO	55 KM	UT 20.9773
PERUGIA	ITALY	12.500	43.117	DR. C. COSTA	189 KM	UT 20.9584

Vediamo nel dettaglio i vari campi della tabella di previsione.

**Linea 1: PREDICTION FOR nome dell'osservatore, città, stato o provincia e raggio massimo di distanza specificato dall'osservatore.**

**Linea 2: DISTANCE TO CLOSEST POINT** distanza in miglia dal punto del limite più vicino alla posizione dell'osservatore; **UT di centro radenza** a questo punto; **classificazione (GRAZE RATING)** della radente. Nel calcolare questi valori il computer tronca la previsione quando la luna è bassa sull'orizzonte o il sole è sopra di esso. Può pertanto accadere che il tracciato effettivo di radenza sia più vicino all'osservatore del numero indicato sopra, ma la bassa altezza della luna o la presenza del sole impediscano l'osservazione da quel punto. Crepuscoli e bassa altezza della luna non sono considerate nella classificazione degli eventi (tranne per quelli spettacolari), mentre viene presa in considerazione l'interferenza della luce diurna o di montagne lunari illuminate.

**Linea 3: (GRAZING OCCULTATION OF) nome della stella** (se c'è), **N### catalogo Durchmusterung** (B.D. o C.D.), **N### catalogo USNO** (X, ZC, K, C. ecc.), **N### catalogo SAO**, **magnitudine visuale** e **data** in UT dell'evento. Il **N### USNO** è quello che va riportato nel rapporto osservativo. Se il **N### SAO** comincia con 17, si tratta di codici speciali per stelle nel catalogo AGK3 non contenute nel catalogo SAO. Il nome comprende un nome proprio, la lettera greca, il numero di Flamsteed, l'eventuale designazione come variabile, eventuali altri numeri di catalogo nell'ordine: B., H1., G. e H. (risp. Bode, Heis, Gould e Hevelius). Il numero che segue subito il numero B.D. (o C.D.) è la designazione della "zona" ed indica la declinazione approssimata della stella.

**Linea 4: percentuale di luna illuminata** (0 luna nuova, 100 luna piena, 50 primo o ultimo quarto, 1..49 crescente, 51..99 gobba). **L'Angolo alla Cuspide** è geocentrico e pertanto solo approssimato: è privo di senso per radenti durante un'eclisse lunare. **DELTAT** è la differenza tra Tempo delle Effemeridi (ET) e Tempo Universale (UT); di scarso interesse per l'osservatore. Infine viene riportato il **tipo di limite**, N o S.

**Linea 5 errore probabile nella declinazione della stella:** è una misura dell'incertezza della posizione della stella: c'è una probabilità del 50% che la stella abbia una declinazione pari a quella riportata nel catalogo **###** l'errore probabile. Va usato assieme al profilo lunare istantaneo per determinare la distanza dal limite per posizionare gli osservatori. **Fase della luna: WAXING** indica luna crescente, **WANING** indica luna calante, **ECLPNG** indica un'eclisse lunare in corso. In quest'ultimo caso la percentuale indica la frazione del diametro lunare non coperta dall'ombra all'istante di centro radenza dato in linea 2, con 0 che indica totalità. Si noti che durante le fasi parziali dell'eclisse questo valore cambia rapidamente.

**Linea 6: classe spettrale** della stella. Secondo la classificazione di Harvard: le stelle di classe O e B sono blu; A, azzurro-bianche; F, bianche; G, bianco-gialle; K, arancio; M, N, S e C, rosse. Il sole (e quindi la luna) è G5, giallo. Le radenti al bordo chiaro sono più facile da osservare se c'è un forte contrasto di colore tra la luna e le stelle, cioè se queste sono di tipo B e M. Le B, A ed F hanno la maggiore probabilità di esser multiple. **POSITION SOURCE, PROPER MOTION SOURCE, MAGNITUDE SOURCE** indicano i cataloghi stellari da cui sono tratte posizione, moto proprio e magnitudine della stella. I cataloghi più affidabili sono il Fourth Fundamental Catalog (FK4), il suo supplemento (FK4S) e il Washington N30 (N30). Meno affidabili sono il Robertson's Zodiacal Catalog (ZC), lo Yale Zone Catalog (YALE) e l'AGK3, che spesso hanno errori superiori ad 1", nonostante l'errore probabile dichiarato. Il General Catalog di Albany (GC) è assai poco affidabile: presenta errori superiori a 2", a causa dell'epoca in cui è stato costruito. Per le stelle a N



di  $-4^\circ$  di decl. il miglior catalogo è lo XZ di USNO. **PREDICTION BASIS** è l'effemeride utilizzata da USNO per le previsioni: di scarso interesse per l'osservatore.

**Linea 7 e segg:** contengono l'eventuale informazione sulle componenti del sistema multiplo, come magnitudine, separazione e angolo di posizione della secondaria ed eventualmente della terza componente. Segue l'indicazione di quale posizione è stata utilizzata per le previsioni, se quella della primaria o della media delle posizioni (in caso di separazione inferiore a  $3''$  e di componenti di magnitudine quasi identica alla primaria). Il programma che disegna i profili tiene conto di questa scelta, producendo profili separati se è il caso. Durante le eclissi lunari compare un messaggio che descrive la distanza entro l'ombra.

Seguono le righe contenenti valori tabulati ad intervalli regolari di longitudine lungo il limite di radenza. La longitudine è misurata positivamente verso O da Greenwich.

**Colonna 1: EAST LONGITUDE** è la longitudine in gradi e decimali. Gli intervalli sono di  $0,125$  gradi di long., cioè ogni  $7^\circ 30'$ , pari alla suddivisione adottata per la cartografia militare a scala 1:25000. Purtroppo la cartografia italiana dell'IGM adotta come origine delle longitudini non Greenwich, ma Roma, Monte Mario, (I:  $-12^\circ 27' 8.40''$ ) per cui la tabulazione prodotta da IOTA non rispetta i limiti delle carte IGM. Inoltre le coordinate riportate ai limiti delle tavolette IGM a scala 1:25000 sono riferite al Dato Italiano 1940 e non all'European Datum 1950, che è quello della tabulazione, per cui comunque nel riportare il tracciato sulle tavolette va prestata la debita attenzione. Costanti di conversione da DI 1940 a ED 1950 sono reperibili per ciascuna tavoletta dall'IGM o dal Coordinatore della Sezione Occultazioni.

**Colonne 2 e 3: NORTH LATITUDE** sono gradi, primi e decimali di primo della latitudine geodetica ove il tracciato (previsto per il livello del mare) attraversa il meridiano la cui longitudine è data in colonna 1.

**Colonne 4, 5 e 6: UNIVERSAL TIME** è il Tempo Universale Coordinato (UTC) di centro radenza osservabile dalle coordinate di cui alle colonne precedenti: in altre parole è l'istante in cui la stella assume la minima distanza dal centro della luna, vista dalle coordinate suddette.

**Colonne 7 e 8: MOON ALTITUDE e MOON AZIMUTH** danno l'altezza e l'azimuth della stella occultata. L'azimuth è misurato positivamente da N verso E. Non viene considerata la rifrazione atmosferica nel calcolo dell'altezza.

**Colonna 9: TANZ** è la tangente dell'angolo zenitale della stella ( $90^\circ$  - altitude). È usata assieme all'azimuth della luna per calcolare lo spostamento del limite dal livello del mare, alla quota dell'osservatore. Questa correzione diviene necessaria quando la quota supera i 200 m (vedi più avanti)

**Colonna 10: SUN ALTITUDE** dà l'altezza del sole in gradi e decimi. È negativa quando il sole è sotto l'orizzonte. Non tiene conto della rifrazione, cosicché vanno aggiunti  $0,6^\circ$  quando l'altezza è inferiore a  $1^\circ$  dall'orizzonte. Può essere utile per stimare le condizioni d'osservabilità ricordando che il crepuscolo astronomico comincia quando il sole raggiunge  $-18^\circ$ , quello nautico  $-12^\circ$  e quello civile  $-6^\circ$ .

**Colonna 11: POSITION ANGLE OF GRAZE** dà l'angolo di posizione di centro radenza in gradi e decimi, misurato lungo il bordo lunare da N verso E. Il punto N sul disco lunare è definito dall'intersezione col meridiano di A.R. passante per il centro del disco.

**Colonna 12: CUSP ANGLE** è l'angolo misurato in gradi lungo il bordo lunare dalla cuspidine fino al punto di centro radenza con N e S che indicano rispettivamente la cuspidine N e S. Numeri negativi

indicano eventi al bordo illuminato, numeri positivi al bordo scuro. La cuspidè è definita come l'intersezione del terminatore col bordo lunare, a 90° lungo il bordo dalla congiungente il sole col centro della luna. Spesso succede che montagne elevate al di là di questo limite teorico siano illuminate dal sole e prolunghino pertanto la cuspidè: ciò può rendere più difficile del previsto l'osservazione. Durante le eclissi lunari l'angolo alla cuspidè diviene privo di significato ed è sostituito dalla **UMBRAL DISTANCE** la distanza della stella dal centro dell'ombra, espressa in percentuale del raggio dell'ombra. la lettera U sostituisce in quel caso S o N.

#### **10.2.1. Dati finali.**

Ulteriori linee indicano la versione del programma utilizzata, la fonte dei dati utilizzati per la previsione, il nome del compilatore della previsione. Viene fornito inoltre l'elenco degli altri osservatori che ricevono la medesima previsione con l'indicazione di città, stato, longitudine, latitudine, raggi massimi per eventi marginali, favorevoli e spettacolari, nome dell'osservatore, codice della super standard station, distanza in miglia, Tempo delle Effemeridi (ET) del fenomeno dal punto più prossimo del tracciato di radenza, classificazione del fenomeno. Un asterisco dopo il raggio massimo per gli eventi spettacolari identifica l'osservatore come più propenso ad organizzare spedizioni proprie che a partecipare a quelle organizzate da altri.

Seguono i grafici del profilo istantaneo presentato dalla luna al momento della radente. I dati utilizzati per il calcolo del profilo vengono dalla versione digitale dell'Atlante dei profili lunari di Watts (The Marginal Zone of the Moon, USNO 1963) con ulteriori correzioni empiriche determinate in base ad osservazioni di occultazioni. Questi profili (tecnicamente noti anche come limb correction) non sono esatti, sono solo una previsione di ciò che l'osservatore dovrebbe vedere.

PROFILE FOR DR. C. COSTA , ROMA , ITALY , STAR ZC 364									
PA	157.63	158.63	159.63	160.63	161.63	162.63	163.63	164.63	165.63
WA	176.34	177.34	178.34	179.34	180.34	181.34	182.34	183.34	184.34
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----									
	-2 MIN.		-1 MIN.		0 MIN.		+1 MIN.		+2 MIN.
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----									
IDD	xx	I		I		I		I	T I B
+DD	xx	I		I		I		I	T I 6 KM
I3"	D	o I		I		I		I	T I B
I	D	I		I		I		I	T I B
I	DD	o I		I		I		I	T I BB
I	D	x I		I		I		I	T I BB
I	*D	x I		I		I		I	T I B
I	*o	I		I		I		I	T I B
I	*D	I		I		I		I	T I BB
I	oDI			I		I		I	T IBB
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----									
	-xI			I		I		I	TT I 4 KM
I2"	oxx			I		I		I	T B
I	ID			I		I		I	T BI o
I	*IDD			I		I		I	T BBI o
I	**oI	D		I		I		I	TT BB I o
I	*I	DD		I		I		I	T BB I
I	oI	DD		I		I		I	T BB I o
I	I	DD		I		I		I	T BB I o
I	I	D		I		I		I	T BB I oo
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----									
+1"	oI		DD		I		I		T BB I 2 KM
I	I		DD	o		I		I	T B I o
I	I		DD	Io		I		I	TI BB I o
I	o		WW	oIo		I		I	TI BB I o
I	I		*WxoIo	o		I		I	TTIBB I o
I	o		*xxWWo			I		I	TBBB I o
I	I		*xx*	oIWWWo		I		I	BBBI I o
I	I		x**	I WWW		I		I	WTB I I o
I	Io		*xx	oI oWWWWW		I		I	WWWW I oo Io
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----									
+0"			**xo	I**		WWWWWWWWWW		I	
I	Io		ooo	o I x		I		I	o o oo
I	Io		* o o	I * x		I		I	o ooo
I	I o		*o o o	I *		I		I	o I
I	I		ooo o oo	I o		I		I	ooo o I
I	I		*ooo o	I o		I		oo oooooooo	ooo I
I	I		*o	I o oo I		ooooooo		o	I
I	I		ox	I oo oo I		o o		I	I
I	I		xx	I oo oIo oo		I		I	I
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----									
+1"				oo-xxooo				I	
I	I			I		I		I	I
I	I			I		xx		I	I
I	I			I		Ixxx		I	I
I	I			I		I		I	I
I	I			I		I		I	I
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----									

DATE: FEB. 11, U.T.= 20 HR 57 MIN 33 SEC,	EAST LONG. 12 DEG. 30 MIN.}	WGS
LIMB: o WATT(KUBO), x ACLPPP, * MOONLIMB	NORTH LAT. 41 DEG. 24.74 MIN.}	84
LIBRATION: LAT. 7.14 DEG.	CENTRAL GRAZE ANGLE 161.63 DEG.	
LONG. -6.02 DEG.	CENTRAL WATT'S ANGLE 180.34 DEG.	
VERTICAL SCALE: 0.51 SEC. OF ARC/KM PERPENDICULAR TO HEADING	91.89 DEG.	
LUNAR VELOCITY: 1.813 DEG. OF POSITION ANGLE/MIN.		
PROFILE WITH GRAZERE-VER. 2000, IOTA/ES, E. RIEDEL		

I grafici Sono utilizzati per determinare qual'è la migliore zona del profilo da scegliere per le postazioni. I profili sono prodotti dal programma GRAZERE di E. Riedel della IOTA-ES e si riferiscono al punto sulla linea di radenza più prossimo all'osservatore. L'angolo di Watts di centro radenza, l'angolo di posizione della radente e l'angolo alla cuspidi sono tutti spostati dalla longitudine e latitudine stampate sul profilo alle longitudine e latitudine del punto più vicino alla linea di radenza. L'istante di centro radenza non è spostato e pertanto non deve essere usato per un timing preciso: esso va determinato dall'apposita colonna della tabulazione del limite (vedi sopra).

La spaziatura orizzontale corrisponde ad un grado di angolo di Watts. La spaziatura verticale è in km. Il grafico è molto rozzo, ma permette la riproduzione con qualsiasi stampante, anche a caratteri. Si riporta, come esempio, il profilo della radente di  $\eta^2$  Ceti.

Segue una descrizione del grafico prodotto dal programma.

Le prime due linee sono la **scala dell'angolo di posizione e dell'angolo di Watts**. I valori sono stampati ad intervalli di un grado dall'angolo centrale di radenza.

La linea seguente indica il **tempo dall'istante di centro radenza** ad intervalli di un minuto. Per ciascun minuto sono tracciate delle linee verticali su tutto il profilo (col carattere **I**). Numeri negativi indicano i minuti precedenti il centro radenza, numeri positivi i minuti seguenti.

Ci sono linee orizzontali (carattere -) ogni nove linee da quella contrassegnata **PREDICTED LIMIT**. Il numero di **km dal limite** è indicato sul lato destro del profilo. Il numero di **secondi d'arco** corrispondente (la cosiddetta **Lunar Graze Height**) è indicato sul lato sinistro. In entrambi i casi un valore negativo è a S del limite e uno positivo a N. Si deve notare che, a causa dell'incertezza delle previsioni, **le spedizioni** con due o più stazioni **dovrebbero distribuirsi in verticale almeno per 1" di Lunar graze height** (che corrisponde sempre a più di un miglio perpendicolarmente al limite), a prescindere di quanto possa essere stretto il campo di osservabilità previsto per gli eventi multipli.

La linea di centro radenza è marcata dalla scritta verticale **CENTRAL GRAZE** sovrapposta alla barra verticale.

All'inizio il grafico sembra abbastanza criptico fintantochè non si tracciano linee che collegano i vari punti del grafico. A quel punto esso assomiglierà ad un normale profilo del bordo lunare a parte il fatto che la **scala verticale** è enormemente **amplificata**.

Il grafico utilizza i simboli seguenti:

Per la griglia:

- I: linea verticale
- : linea orizzontale
- +: intersezioni delle linee precedenti

Per il bordo e il terminatore lunare:

- D: bordo scuro

- B:** bordo illuminato  
**T:** terminatore  
**W:** peggior terminatore e bordo medio lunare dove picchi lunari alti due miglia possono essere illuminati. Le aree racchiuse da **W** saranno normalmente illuminate al bordo sud, dove c'è prevalenza di picchi montuosi alti, e normalmente in ombra al bordo nord notoriamente meno accidentato. **T** e **W** al disotto del bordo medio sono importanti solamente quando la luna è illuminata per più del 50%.

Punti del profilo:

- \*: limb correction buona, tipicamente ###0,15"
- 1: limb correction discreta, tipicamente ###0,3"
- 2: limb correction priva di senso, generalmente nella cosiddetta regione di Cassini
- 3: limb correction buona, proveniente da dati osservativi, tipicamente ###0,4"
- 4: limb correction insufficiente, proveniente da dati osservativi, tipicamente ###1,0"
- 5: limb correction buona, con applicata una correzione empirica
- 6: limb correction discreta, con applicata una correzione empirica
- 7: limb correction priva di senso, con applicata una correzione empirica
- P:** bordo reale spostato per la componente primaria di una stella multipla (quando non viene assunta la media delle posizioni)
- S:** bordo reale spostato per la componente secondaria di una stella multipla
- R:** bordo reale spostato per la componente terziaria di una stella multipla

Si raccomanda di collegare con linee di differente colore i punti appartenenti ai gruppi contraddistinti ripetutamente dalla linee:

- ### **B** e **T** che racchiudono l'area illuminata della luna
- ### **D** che definiscono il bordo medio della luna
- ### **W** che racchiudono l'area tra la parte illuminata ed il peggior terminatore dove possono esistere picchi illuminati di ostacolo alle osservazioni
- ### **\*,1,2,3,4,5,6,7** che definiscono il profilo reale per la posizione media della stella
- ### **P** che definiscono il profilo reale per la primaria di una multipla
- ### **S** che definiscono il profilo reale per la secondaria di una multipla
- ### **R** che definiscono il profilo reale per la terziaria di una multipla

Ulteriori informazioni sono riportate dopo il grafico:

- ### **Data ed ora di centro radenza** alla longitudine e latitudine standard
- ### **Librazioni lunari** in latitudine e longitudine
- ### **Numero della stella** nel catalogo X o ZC e la **versione del programma** utilizzata per la previsione
- ### **Limite di radenza** (N o S), **VPC (Vertical Profile Correction)** in " e **angolo di posizione** alla longitudine standard di centro radenza
- ### **angolo di Watts (WA)** di centro radenza al punto del limite più prossimo all'osservatore
- ### **Graze Height** del limite previsto rispetto al bordo medio in " (se positivo indica allontanamento dal centro del disco) e **angolo alla cuspide** del punto più prossimo
- ### **Longitudine e latitudine** standard
- ### **HPS (horizontal profile scale)** in minuti per grado di WA e **VPS (vertical profile scale)** in " per km e **distanza del punto più prossimo**
- ### **nome del compilatore** del profilo dopo la scritta **PLOTTED BY**
- ### **nome dell'osservatore** dopo la scritta **PROFILE FOR**
- ### **Correzioni empiriche** applicate, in accordo alle note di D. W. Dunham (DWD) per le date specificate

### Se la **stella è multipla**, viene indicato il **tipo** assieme al **codice USNO** della multipla. Se il codice è H,I,M,O,Q o R allora la primaria non si trova nella posizione utilizzata per calcolare il profilo e valori diversi da zero compaiono per lo shift della primaria. Qualunque altro codice forza a 0,0 lo shift della primaria, poichè essa si trova nella posizione utilizzata per calcolare il limite. Per ciascuna componente sono poi riportate magnitudine, separazione, angolo di posizione e shift verticale ed orizzontale del profilo (in " e km per lo shift verticale, in s per quello orizzontale). Il programma inoltre stampa il limite per ciascuna componente che non cade sul limite previsto. Ciascun limite è indicato sul bordo estremo destro del grafico e da una breve linea orizzontale su ciascun lato del grafico sulla stessa linea.

### 10.3. Utilizzo dei tabulati e dei profili.

I tabulati e i profili lunari servono per calcolare la probabile sequenza di eventi che dovrebbero essere visibili da ciascun punto in prossimità del limite N o S di una radente. In questo modo è possibile collocarsi nelle migliori posizioni lungo il limite per osservare la sequenza più spettacolare di eventi ed ottenere i dati più utili.

#### 10.3.1. Carte topografiche.

Per prima cosa l'osservatore deve consultare una carta della regione interessata dal fenomeno per determinare il migliore sito osservativo. Si dovrebbero selezionare almeno due posizioni alternative nel caso che il tempo o altre circostanze precludano l'osservazione da uno dei siti. Si comincia con una carta a scala generosa (1:500.000 o 1:200.000) che contenga però il reticolato geografico. In Italia, purtroppo, le uniche carte di questo tipo esistenti sono quelle dell'IGM che sono piuttosto vecchie. Le carte stradali del Touring Club Italiano (scala 1:200.000) sono invece generalmente aggiornate, ma prive di reticolato geografico. Il compromesso consiste nell'utilizzare entrambe le carte tracciando prima il limite sulla carta IGM e poi ritracciandolo su quella del Touring approfittando dei particolari comuni alle due carte. Un utile trucco per non pregiudicare la precisione di questo riporto consiste nel fare una fotocopia su trasparente della carta del Touring e nel sovrapporla su quella IGM ove sia già stato tracciato il profilo: attenzione però alle deformazioni sempre introdotte dalle macchine fotocopiatrici. Sulla carta aggiornata si avrà così un'idea dei possibili siti (si scelgano strade il più possibili rettilinee e perpendicolari al limite, estese un paio di km a N e quanto più possibile a S del limite). Attenzione all'orografia: se la luna è bassa, montagne vicine in direzione dell'azimuth della luna possono precludere l'osservazione. In ogni caso andrebbe fatto un sopralluogo sul sito prescelto muniti possibilmente di carta topografica dettagliata e bussola affidabile: nessuna carta, per quanto dettagliata può sostituire l'ispezione diretta. Successivamente, per determinare la posizione con la precisione richiesta (###15 m) si dovranno utilizzare le tecniche descritte nell capitolo 5.

#### 10.3.2. Tracciamento del profilo

Dopo aver ottenuto le mappe più dettagliate disponibili per il sito prescelto, l'osservatore disegna il limite (a livello del mare) direttamente dal tabulato di previsione. Per far ciò si tracciano sulla carta (attenzione ancora, se si usa una fotocopia, alle deformazioni delle fotocopiatrici...) i due meridiani più separati possibile in longitudine per i quali il tabulato riporta la previsione: ideale sarebbe che questi fossero i margini stessi della carta, ma per la cartografia italiana a scala massima, questo non succede mai (vedi sopra). Comunque su questi meridiani si determinano le due latitudini corrispondenti al passaggio del limite. Si congiungono questi due punti e la linea AB risultante è il limite previsto al livello del mare. Se la quota dell'osservatore supera 200 m il limite dovrà essere spostato per tener conto di ciò. Il limite si sposta sempre a S per quote positive se l'osservatore ha una latitudine maggiore di 30° N. Per apportare questa correzione si usano le colonne **MOON AZIMUTH** e **TANZ** sul tabulato di previsione. Tracciato il profilo se ne determina l'azimuth **F** con un goniometro. Se **h** è la quota in m s.l.m. e **G** l'azimut della luna, lo spostamento in m del profilo **x**, perpendicolarmente al profilo stesso sarà :

$$x = \sin(G-F) \cdot \text{TANZ} \cdot h$$

Se l'altezza della luna è bassa, **TANZ** sarà grande mentre **(G-F)** sarà piccolo, cioè l'azimuth del profilo sarà circa uguale a quello della luna. Lo spostamento sarà negativo (verso S) se la quota è positiva. In fig.11-3, dove **D=(G-F)**, si riporta un esempio di tale correzione. Con il goniometro dal punto **A** si traccia l'azimuth **G** della luna, ovvero l'angolo **VAH**, misurato in senso orario dal N. Dalla mappa si determina poi la quota media del sito osservativo: **h**. La quantità **d=TANZ\*h** è lo spostamento in direzione dell'azimuth della luna: esso è pari alla distanza **AH**. Poichè **G** è l'azimuth della luna, **H** è un punto del profilo corretto. **F** ovvero l'angolo **VAI** è l'azimuth del limite: pertanto **D** ovvero l'angolo **IAH** è la differenza tra **G** e **F**. Lo spostamento perpendicolarmente al limite, **x** ovvero **HI** è perciò **(AH)\*sin(D)** ovvero **d\*sin(D)** ovvero **h\*TANZ\*sin(D)**. Tracciata la parallela **JK** al limite **AB** passante per **H** si ottiene il limite corretto.

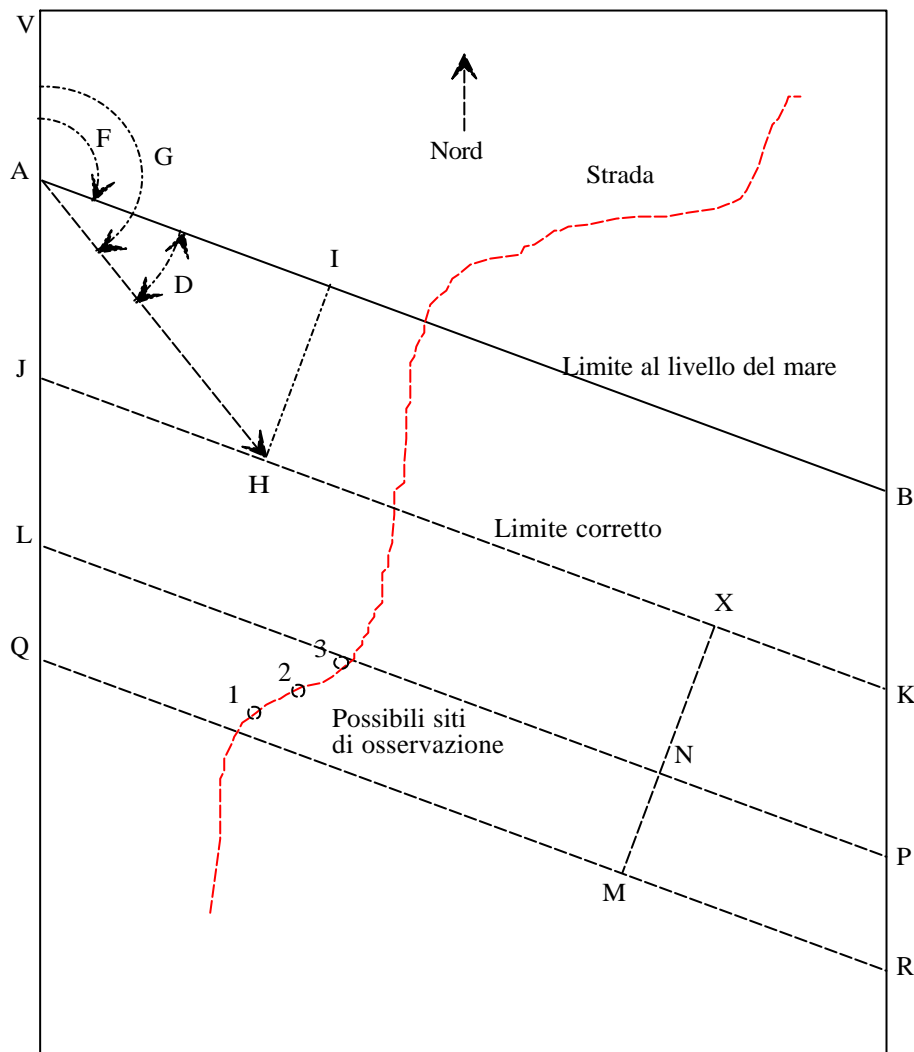
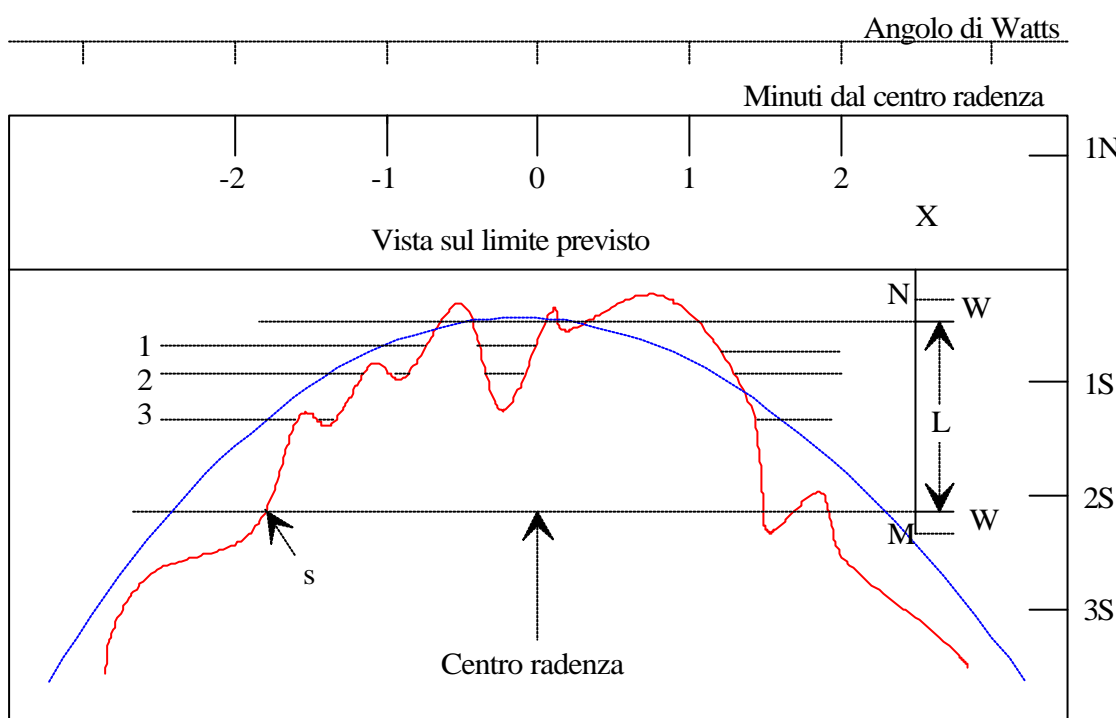


Fig. 11-3. Il limite sulla carta topografica

### 10.3.3. Uso del profilo.

I profili si usano per selezionare la zona prossima al limite dove disporre gli osservatori. Dopo aver tracciato il limite, gli osservatori si disporranno a N e a S di esso dove ci sono le maggiori probabilità di osservare eventi multipli. Da un qualunque punto entro pochi km dal profilo, la stella verrà vista tracciare una linea orizzontale come in fig. 11-4 in cui le due linee tratteggiate delimitano la zona **L** entro cui una o più montagne lunari potranno occultare la stella. Questa zona dovrebbe essere coperta il più possibile dagli osservatori. Inoltre la si deve estendere a N e a S della quantità **W** (in " misurati sulla scala di sinistra) pari all'errore probabile della declinazione della stella, riportato nelle linee di intestazione delle previsioni. La zona di osservazione diviene così la **NM**. Sul profilo l'estensione in km si determina sulla scala a destra: si possono così tracciare le distanze estreme perpendicolari al limite **XN** e **XM** e le linee tratteggiate parallele al limite **JK** passanti per **N** e **M**, rispettivamente **LP** e **QR**. Gli osservatori dovranno essere distribuiti tra questi due limiti. In fig. 11-3 tre osservatori entro la zona si sono disposti lungo una strada.



**Fig. 11.4 - Posizione degli osservatori sul profilo previsto**

Gli osservatori dovrebbero comunque coprire sempre almeno un'estensione pari ad 1" di Lunar Graze Height, che è sempre almeno poco meno di 2 km perpendicolarmente al profilo. Questo indipendentemente da quanto stretta possa essere la zona dove sono previsti eventi multipli, dal momento che l'incertezza delle previsioni è sempre almeno pari a questa quantità.

Una volta scelti i siti, il passo successivo consiste nel determinare l'istante del primo evento previsto per essi. Il TU di centro radenza si determina interpolando i tempi dati dalle previsioni per i due estremi **A** e **B** sul margine alto del profilo dove il tempo è misurato in minuti rispetto all'istante di centro radenza: l'istante previsto del primo evento visibile dalla zona selezionata sarà dato dall'intersezione con questa scala della perpendicolare al limite passante per il punto **s** in cui il margine inferiore della zona interseca il profilo lunare, circa pari a 1m 20s prima del centro radenza in fig. 11-4. È bene comunque che le osservazioni comincino almeno due minuti prima di questo istante per prevenire eventuali errori del profilo.

Usando i profili è quindi possibile in teoria prevedere la sequenza di eventi osservabili da ciascuno dei siti prescelti. Le tre linee orizzontali **1**, **2** e **3** sono state tracciate sul profilo alle distanze 1, 2 e 3 dal



limite corretto in fig. 11-4. Laddove queste linee intersecano il profilo, si osserveranno quindi gli eventi, relativamente all'istante di centro radenza. Nel caso di una stella doppia o multipla con componenti sufficientemente separate, si traveranno più profili per ciascuna componente. Gli osservatori debbono anche in questo caso posizionarsi in modo da coprire al massimo il campo di osservabilità degli eventi: in particolare la densità di osservatori dovrebbe essere massima laddove sono previsti eventi multipli della componente il cui profilo penetra di più nell'ombra lunare; in questo modo la maggior parte degli osservatori dovrebbero vedere scomparse complete della stella, notoriamente più facili da osservare delle diminuzioni parziali di luce causate dalla sparizione di una sola delle componenti. Tuttavia se la differenza in mag. supera 1,5, è meglio posizionare al meglio gli osservatori sul profilo previsto per la componente più luminosa (indicata con **P** nei profili).

Spesso la doppia è così stretta da essere indistinguibile come tale prima dell'occultazione radente. A causa della particolare geometria di quest'ultima, può accadere che l'intervallo di tempo in cui si vedono variazioni a gradino della luminosità della stella (viste talvolta anche durante le occultazioni totali) venga prolungato di parecchio. Si è arrivati così a discernere visualmente componenti di doppie separate da appena 0.01", pari alla risoluzione ottenibile con un fotometro fotoelettrico veloce nelle occultazioni totali. Molte nuove stelle doppie strette sono scoperte in questo modo.

#### **10.4. Il programma OCCULT.**

Recentemente, tramite la IOTA, è stato reso disponibile il programma OCCULT scritto dall'australiano David Herald per MS-DOS e Windows. Questo programma consente il calcolo, con precisione comparabile al programma di USNO, dei tempi delle occultazioni totali e radenti osservabili in un qualsiasi luogo della terra. Esso utilizza le carte di Watts e pertanto è in grado di riprodurre con buona fedeltà il profilo lunare previsto per una radente. La Fig. 11.5, riproduce un esempio di profilo previsto dal programma. Si tratta di una versione semplificata del grafico ottenibile tramite le previsioni ufficiali IOTA, ma comunque sufficiente ad una prima stima dell'opportunità di tentare una spedizione osservativa.

OCCULT produce inoltre un tabulato simile a quello descritto in precedenza che è riportato in Fig. 11.6.

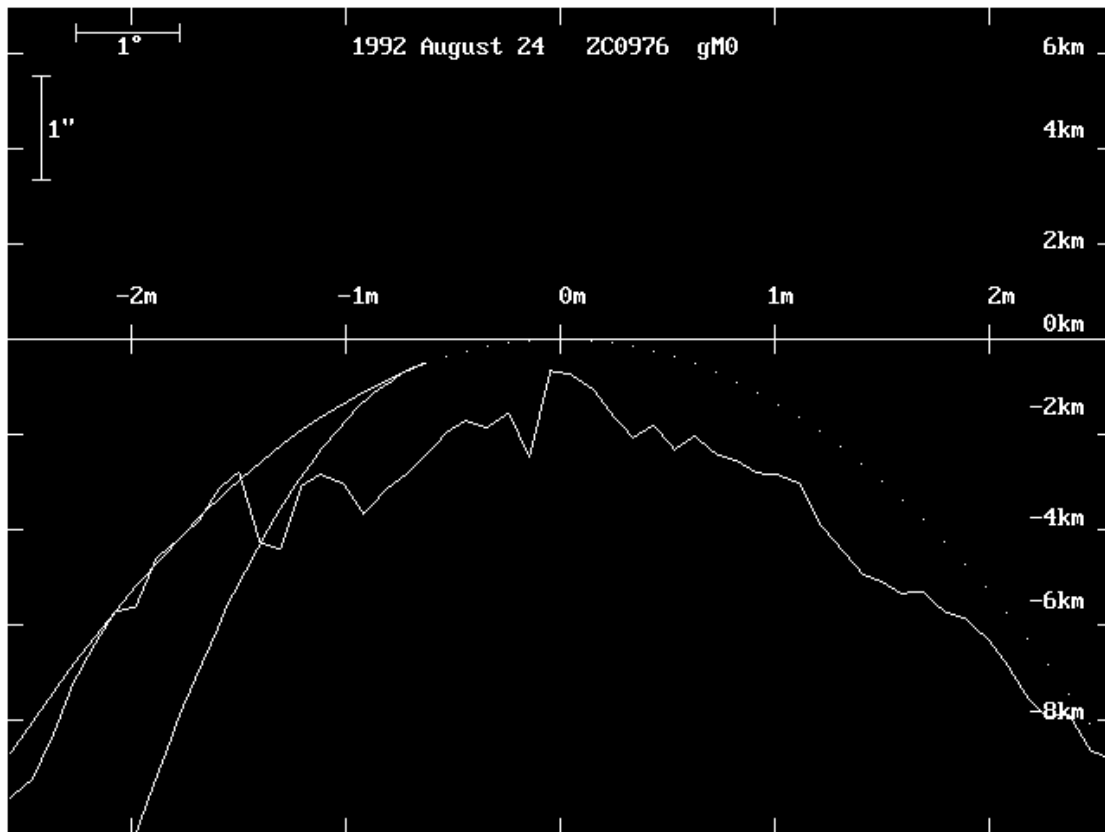


Fig. 11.5. Profilo previsto dal programma OCCULT di David Herald.

Longitude		Latitude		UT			Alt		Az	TanZ	PA	WA	CA		
o	'	''	o	'	''	h	m	s	Sn	Mn	o	o	o		
+	6	00	00	+37	55	26	1	06	48	6	66	9.67	359.8	359.32	1.67N
+	6	30	00	+38	08	30	1	06	54	6	66	8.96	359.8	359.33	1.66N
+	7	00	00	+38	21	32	1	07	01	7	67	8.34	359.8	359.34	1.65N
+	7	30	00	+38	34	33	1	07	07	7	67	7.81	359.9	359.35	1.64N
+	8	00	00	+38	47	34	1	07	15	8	67	7.33	359.9	359.36	1.63N
+	8	30	00	+39	00	33	1	07	22	8	68	6.91	359.9	359.38	1.61N
+	9	00	00	+39	13	31	1	07	31	9	68	6.54	359.9	359.39	1.60N
+	9	30	00	+39	26	27	1	07	39	9	68	6.20	359.9	359.40	1.59N
+	10	00	00	+39	39	22	1	07	48	10	69	5.90	359.9	359.42	1.57N
+	10	30	00	+39	52	15	1	07	58	10	69	5.62	359.9	359.43	1.56N
+	11	00	00	+40	05	06	1	08	08	11	69	5.37	360.0	359.45	1.54N
+	11	30	00	+40	17	55	1	08	18	11	70	5.14	360.0	359.46	1.53N
+	12	00	00	+40	30	42	1	08	29	11	70	4.92	360.0	359.48	1.51N
+	12	30	00	+40	43	27	1	08	40	12	71	4.73	0.0	359.50	1.49N
+	13	00	00	+40	56	10	1	08	52	12	71	4.55	0.0	359.52	1.47N
+	13	30	00	+41	08	50	1	09	04	13	71	4.38	0.0	359.54	1.45N
+	14	00	00	+41	21	28	1	09	16	13	72	4.22	0.1	359.56	1.43N
+	14	30	00	+41	34	03	1	09	29	14	72	4.07	0.1	359.58	1.41N
+	15	00	00	+41	46	35	1	09	42	14	72	3.94	0.1	359.60	1.38N
+	15	30	00	+41	59	04	1	09	56	15	73	3.81	0.1	359.63	1.36N
+	16	00	00	+42	11	31	1	10	10	15	73	3.69	0.2	359.65	1.34N
+	16	30	00	+42	23	54	1	10	25	16	74	3.58	0.2	359.68	1.31N
+	17	00	00	+42	36	13	1	10	39	16	74	3.47	0.2	359.70	1.29N
+	17	30	00	+42	48	29	1	10	55	17	74	3.37	0.2	359.73	1.26N
+	18	00	00	+43	00	42	1	11	10	17	75	3.27	0.3	359.76	1.23N
+	18	30	00	+43	12	51	1	11	26	17	75	3.18	0.3	359.79	1.20N
+	19	00	00	+43	24	56	1	11	43	18	76	3.10	0.3	359.82	1.17N

Librations	Long -5.42	Lat +1.30
Illumination of moon	22%	Elongation of Moon 56°
Vertical Profile Scale	2.18 km/arcsec at mean distance of moon	
Horizontal Scale Factor	2.04 deg/min	

**Fig. 11.6 Traccia di radenza prevista dal programma OCCULT**

## Appendice A. Traduzione della "Guida alle Osservazioni di Occultazioni Lunari" di ILOC (Edizione marzo 1982)

Questa guida spiega come effettuare osservazioni di occultazioni lunari e come farle pervenire all'**International Lunar Occultation Centre (ILOC)**. Per la maggior parte esso descrive come registrare le osservazioni, ma contiene anche indicazioni necessarie per effettuare correttamente le osservazioni. Una comprensione piena di quanto segue permetterà agli osservatori di occultazioni lunari di migliorare le proprie osservazioni e di produrre rapporti che potranno essere facilmente elaborati da ILOC.

Nel riportare le osservazioni, si raccomanda di usare **sempre** il modulo preparato da ILOC, che viene spedito su richiesta. Lo schema del modulo è stato progettato in modo da assistere gli osservatori nel registrare le osservazioni e da aiutare la trascodifica dei dati in forma leggibile dal computer che elabora le riduzioni ad ILOC. Questo modulo deve essere usato per le occultazioni radenti oltre che per quelle ordinarie (totali).

Questo manuale "**Guida all'osservazione delle osservazioni di occultazioni (Edizione Marzo 1982)**" è un'edizione riveduta ed allargata di "**Uso del modulo per registrare le osservazioni di occultazioni**" che viene distribuito agli osservatori insieme con i moduli, e differisce da esso in alcuni dettagli. In questi casi si consiglia di seguire questa "**Guida ...**" piuttosto che "**Uso del Modulo ...**".

Una volta completo il modulo va inviato al Coordinatore della Sezione che provvederà ad una riduzione preliminare e poi all'invio ad ILOC. ILOC calcolerà una riduzione preliminare delle osservazioni, dando gli O-C, che verrà inviata all'osservatore o al Coordinatore. Questo avviene normalmente entro pochi mesi dal ricevimento del modulo da parte di ILOC.

ILOC preferisce che gli osservatori inviino le osservazioni due volte l'anno o più frequentemente se il numero delle osservazioni supera le 20. Osservazioni fatte in anni differenti vanno riportate su moduli separati. Si riporta di seguito l'indirizzo di ILOC cui far riferimento per qualsiasi chiarimento:

**International Lunar Occultation Centre  
Geodesy and Geophysics Division  
Hydrographic Department  
Tsukiji-5, Chuo-ku  
Tokyo, 104 JAPAN**

### I. Informazioni sulle stazioni, i telescopi e gli osservatori

Il modulo è a doppia faccia e dev'essere riempito su entrambi i lati. La parte superiore di entrambi i lati del modulo serve a registrare informazioni permanenti o quasi.

Se i codici di stazione, telescopio e osservatore, di cui si dà spiegazione più avanti, sono noti ed inseriti nelle colonne 24-34 per ciascuna osservazione, la parte superiore del modulo può non essere riempita. Per assicurare la maggiore accuratezza, comunque, si consiglia di inserire sempre una descrizione completa. Se i codici non sono noti, riempire le parti superiori di ciascun modulo in maniera tale che ILOC possa individuare chiaramente dove, con quale telescopio e da chi ciascuna osservazione è stata fatta.

## PLACE NAME.

Indica il posto dove sono state eseguite le osservazioni, mediante lo stato, la città più vicina, il quartiere per le città più grandi, ecc.

## ADDRESS.

Scrivere l'indirizzo cui deve essere inviata la posta da ILOC. Serve per ottenere gli OC delle proprie osservazioni.

## TELESCOPES and POSITIONS.

Un modulo può essere usato per tre telescopi, o per differenti posizioni nelle vicinanze dalle quali le osservazioni siano state fatte col medesimo telescopio. Usare un modulo separato se si sono usate più di tre postazioni. **(Nota del Coordinatore: è preferibile usare moduli separati per ciascuna postazione, al fine di evitare confusioni; in definitiva usare un modulo separato per ciascuna stazione, anche se il telescopio è lo stesso!)**

La descrizione di un telescopio dovrà contenere le seguenti informazioni:

**Type:** Tipo di strumento:

- R (Rifrattore),
- N (Newton),
- C (Cassegrain, compresi gli Schmidt),
- O (Altro, specificare tra parentesi)

**Aperture:** diametro dell'obiettivo, in cm

**Focal length:** lunghezza focale, in cm

**Mounting:** Montatura: E(Equatoriale) o A(Altazimutale)

**Driving:** Inseguimento: D(Motorizzato) o M(Manuale)

**Longitude** (longitudine) e **latitude** (latitudine) devono essere riportate in gradi, primi e secondi d'arco e l'**Height** (quota s.l.m.) in metri, con la massima precisione possibile. È utile dare in margine le rispettive accuratezze. Scegliere E o W per la longitudine a seconda che sia Est od Ovest rispetto a Greenwich rispettivamente, e N o S per la latitudine secondo che sia Nord o Sud. Se si conosce il **Geodetic Datum** (dato geodetico) al quale le posizioni sono riferite bisogna indicarlo, p.e. ED50 (European Datum 1950), NAD (North American Datum 1927) etc. Altrimenti descrivere brevemente come si è ottenuta la posizione. **(Nota del Coordinatore: Le carte IGM sono riferite al Dato Italiano 1940: solo su alcune carte è riportato, in viola, anche il reticolato geografico relativo all'ED50. Va comunque sempre riportato il valore in ED50: per la procedura di conversione, vedere il paragrafo relativo alla determinazione delle coordinate nel presente manuale).**

## OBSERVERS and RECORDERS.

Sulla parte superiore del lato posteriore del modulo, c'è spazio per i nomi di sei osservatori e/o registratori (assistenti). Se più di sei persone hanno collaborato, dare i loro nomi in un margine assegnando loro le lettere g, h, i, ... **(Nota del Coordinatore: è preferibile usare moduli separati**

per osservatori diversi, in modo da poter effettuare riduzioni preliminari separate per ciascuno).

## II. Dettagli delle osservazioni.

La parte principale di entrambi i lati del modulo dev'essere usata per registrare i dettagli delle osservazioni fatte dalle stazioni e con i telescopi indicati nella parte superiore del lato principale del modulo.

Inserire chiaramente solo i caratteri previsti (lettere, cifre, ecc.) per ciascuna colonna. Per esempio, non usare nessun segno per indicare che nella riga corrente devono essere introdotte le stesse lettere delle colonne corrispondenti della riga precedente. Tali segni interferirebbero con il lavoro di completamento del modulo per l'elaborazione al computer di ILOC. Nella colonna per "Comments" sul lato posteriore, comunque si possono inserire tutte le annotazioni che si ritengono necessarie.

Di regola, riempire le colonne, per cui si ha informazione, per ciascuna osservazione. Bisogna riempire una colonna anche se la lettera da inserire è la stessa di quella della colonna corrispondente della riga immediatamente sopra. Per le colonne 1-2, 24-34 e 36-41, tuttavia, è necessario solamente riempirle una volta nella prima riga se sono le stesse per tutte le osservazioni del modulo. In questo caso, nessun segno dev'essere inserito in queste colonne per le righe dalla seconda all'ultima.

Introducendo un numero, gli zeri davanti sono opzionali, ma il numero va allineato a destra nelle colonne disponibili (p.e., se indichiamo con \_ la colonna vuota, "0001" o "\_\_\_1" sono permessi, mentre "1\_\_\_" è vietato). Inoltre, non vanno inserite cifre non significative dopo la virgola (p.e. se l'accuratezza del timing è 0,1 s il tempo osservato va riportato p.e. come 12,3\_\_).

Nel seguito sono riportate le spiegazioni di ciascuna colonna.

Colonna:

**1-15 Date and Time** Dare le ultime due cifre dell'anno ed il numero del mese. La data e l'ora debbono essere in Tempo Universale Coordinato (UTC) e **non** in tempo locale. Si noti che la data può cambiare quando il tempo è convertito da locale ad universale. I secondi e le frazioni devono essere dati relativamente alla scala radiotrasmissa UTC; nessun tentativo dev'essere fatto per correggerle ad UT1 o UT2. Un'attenzione particolare dev'essere posta nel caso che un secondo addizionale sia stato aggiunto dal Bureau Internationale de l'Heure (BIH) durante le osservazioni. Se è noto il tempo di reazione (equazione personale), il tempo riportato dovrebbe essere già contenere la relativa correzione. Far riferimento alle colonne 39-41 riguardanti l'equazione personale.

**16 Star Name (Catalogue or Reference), Ct** Introdurre la lettera appropriata al catalogo tra le seguenti:

- F FK5
- X USNO
- R Robertson: catalogo zodiacale (ZC)
- A AGK3
- D Durchmusterung (BD, CD)
- \_ Altri, (specificare nei commenti)

Se si conosce il numero della stella in più di un catalogo adottare per quanto possibile il catalogo che viene per primo nella lista precedente. **(Nota del Coordinatore: si noterà che l'ordine è**

**cambiato rispetto all'originale di ILOC del 1982: ciò riflette il miglioramento apportato in questi anni ad alcuni cataloghi)**

**17-19 Star Name (Declination Zone), Decl** Dare la zona di declinazione per i cataloghi come AGK3 o Durchmusterung.

**17-23 Star Name (Number), No** Dare il numero della stella nel catalogo scelto nella colonna 16 o nella zona di declinazione data nelle colonne 17-19. In quest'ultimo caso, scrivere il numero di quattro cifre nelle colonne 20-23. Se si usano i cataloghi Durchmusterung, è necessario porre un'ulteriore attenzione: poichè i numeri delle stelle CD che possono essere occultate dalla luna sono sempre tra 10000 e 19999 per declinazioni a sud di  $-22^\circ$ , il primo 1 può essere omissso. Per la zona  $-22^\circ$ , dev'essere specificato nei commenti se si stanno usando numeri BD o CD. In generale è raccomandabile non usare il numero Durchmusterung se si conosce il numero in altri cataloghi.

**24-28 Station\*** Introdurre il codice della stazione, se noto, altrimenti lasciare in bianco.

**29-30 Tel\*** Introdurre il codice del telescopio, se noto, altrimenti lasciare in bianco.

**31-32 Obs\*** Introdurre il codice dell'osservatore, se noto, altrimenti lasciare in bianco.

**33-34 Rec\*** Introdurre il codice dell'assistente, se noto, altrimenti lasciare in bianco. Se l'assistente coincide con l'osservatore, le colonne 33-34 possono essere lasciate in bianco,

\* I codici per la stazione, il telescopio e l'osservatore e/o l'assistente sono assegnati agli osservatori da ILOC. I nuovi codici vengono riportati nei fogli contenenti le riduzioni restituite da ILOC, o con comunicazione a parte. Fino ad allora, lasciare in bianco le colonne 24-34 ed inserire le lettere a, b, c, ... assegnate ai telescopi ecc. nelle colonne S1-S3 in modo da collegare ciascuna osservazione con il telescopio, ecc. Non scrivere mai le lettere a, b, c, ... nelle colonne 24-34. Il codice del telescopio è valido per la posizione registrata. Se il telescopio viene spostato, gli andrà assegnato un nuovo codice. In questo caso, di norma, anche il codice della stazione cambia. Allo stesso modo, nuovi codici di osservatore/assistente, vanno assegnati alla stessa persona se effettua osservazioni da una nuova postazione. Perciò le colonne 24-34 vanno lasciate in bianco in tutti i casi di osservazioni da una nuova postazione e vanno usate invece le colonne S1-S3. Comunque, uno spostamento entro alcuni metri, non implica un cambio di stazione. **(Nota del Coordinatore: questo ha portato negli anni passati ad una grande confusione nell'attribuzione dei codici da parte di ILOC; si consiglia di non utilizzare mai i vecchi codici se la stazione cambia, anche di pochi metri).**

**35 Phenomenon, Ph** Introdurre il numero appropriato al fenomeno dalla lista seguente:

- 1 Scomparsa al bordo scuro
- 2 Ricomparsa al bordo scuro
- 3 Scomparsa al bordo chiaro o rilievo lunare illuminato
- 4 Ricomparsa al bordo chiaro o rilievo lunare illuminato
- 5 Scomparsa nell'ombra durante eclisse lunare
- 6 Ricomparsa nell'ombra durante eclisse lunare
- 7 Lampeggio (sparizione breve)
- 8 Lampeggio (riapparizione breve)
- 9 Mancata occultazione
- \_ Altro (specificare nei commenti)

Rilievo lunare illuminato nei casi 3 e 4 indica un picco illuminato nel bordo oscuro, vicino ad una cuspid. Scomparsa e ricomparsa debbono essere considerate gli istanti di inizio della riapparizione e

di fine della sparizione nel caso di fenomeni graduali. Se possibile, ma non lo è quasi mai, bisognerebbe riportare nei commenti gli istanti di fine delle riapparizioni e di inizio delle sparizioni o la durata del fenomeno graduale. Nei casi 7 e 8 indicare nei commenti se il fenomeno è avvenuto al bordo chiaro o scuro.

**36-37 Method of Timing and Recording, MR** Scegliere una o una combinazione di due lettere dalla lista seguente dei dispositivi o metodi usati per rilevare e registrare il fenomeno: in caso di una scelta sola, lasciare una delle due colonne in bianco:

- P Fotometro fotoelettrico
- K Dispositivo analogo a tasto telegrafico
- S Cronometro
- E Occhio-orecchio
- X Cronografo (registratore a carta)
- T Registratore a nastro magnetico
- C Fotocamera ed orologio a muro
- V Telecamera
- \_ Altro (specificare nei commenti)

**38 Method of Timekeeping, MT** Scegliere la lettera appropriata tra le seguenti relative al metodo usato per la sincronizzazione del proprio dispositivo di rilievo tempi:

- R Segnale orario (standard)
- C Orologio (asservito a segnale orario standard)
- M Altro meccanismo asservito a segnale orario standard (specificare nei commenti) nei
- T Telefono (**da non usare in Italia**)
- \_ Altro (specificare nei commenti)

**39 Personal Equation (PE), A** Introdurre la lettera appropriata dalla lista seguente relativa al proprio tempo di reazione:

- S Il valore seguente della PE è stato sottratto dal tempo osservato
- U Il valore seguente della PE è noto, ma non è stato sottratto dal tempo osservato
- E La PE non è nota, ma si ritiene che il metodo di rilievo tempi adottato l'abbia eliminata
- N Ignoto

**40-41 Personal Equation (PE), B** Se si è indicato S o U nella colonna 40, dare il valor della PE in secondi sottratti o da sottrarre dal tempo osservato: il punto decimale è inserito come guida. Se la PE supera 1 s, segnalarlo nei commenti.

**42-44 Accuracy, Accur** Dare l'accuratezza della stima temporale in secondi: il punto decimale è stato inserito come guida. Il segno  $\pm$  (più o meno) non è necessario. Stimare l'accuratezza del rilievo temporale con riferimento agli standard seguenti:

- Molto buono (0,1 - 0,2 s)
- Buono (0,3 - 0,4 s)
- Discreto (0,5 - 0,7 s)
- Mediocre (0,8 - 0,9 s)
- Scadente (1 o più s)



Si noti che va riportata l'accuratezza come il valore peggiore tra quelli relativi al rilievo del tempo, al metodo di registrazione, alla conoscenza posizione geografica, ecc. In altre parole va riportata l'accuratezza globale, non quella del solo rilievo temporale.

**45 Certainty, Ce** Introdurre il codice opportuno tra i seguenti:

- 1 Sicuro dell'evento
- 2 Possibile evento spurio
- 3 Evento assai probabilmente spurio

**46-47 Signal-to-noise Ratio, S/N** In caso di osservazioni fotoelettriche, dare il rapporto segnale-disturbo: il punto decimale è stato inserito come guida. Date il rapporto S/N, dove S è la differenza di letture del fotometro all'istante del fenomeno ed N è l'ampiezza del rumore con la luce della stella sul fotocatodo.

**48 Component of Double Star or Unidentified Star, X** Introdurre la lettera appropriata dalla lista seguente:

- W Componente precedente (Ovest)
- E Componente seguente (Est)
- N Componente Nord
- S Componente Sud
- B Componente più brillante
- F Componente più debole
- U Stella non identificata
- \_ Altro (specificare nei commenti)

Per le stelle non identificate, può essere utile per la riduzione dare nei commenti, se noti, i valori approssimati dell'angolo di posizione e della magnitudine.

**49 Sky Condition (Stability of Star Image), St** Introdurre il codice appropriato dalla lista seguente:

- 1 Immagine stellare ferma
- 2 Immagine stellare tremolante
- 3 Immagine stellare turbolenta

**50 Sky Condition (Transparency), Tr** Introdurre il codice appropriato dalla lista seguente:

- 1 Cielo perfettamente trasparente
- 2 Leggera velatura
- 3 Forte velatura

**51 Remarkable Circumstances, C** Introdurre il codice appropriato dalla lista seguente:

- 1 Fenomeno non istantaneo, graduale
- 2 Lembo oscuro visibile
- 3 Fenomeno osservato mediante visione indiretta
- 4 Stella debole
- 5 Osservazione attraverso nubi sottili
- 6 Osservazione attraverso molte nubi
- 7 Forte vento
- 8 Con forte chiarore del crepuscolo/alba

In caso di più valori applicabili introdurre quello ritenuto più importante

**52-53 Temperature, Temp** Dare la temperatura in gradi centigradi, se nota. Poichè ci sono solo due colonne, riportarla nei commenti se inferiore a  $-10^{\circ}$  C.

#### **54-55 Lasciare in bianco, riservate ad ILOC**

**73 Grazing Occultation, G** Per riportare una serie di fenomeni di un'occultazione radente da una postazione, usare linee consecutive del modulo (eventualmente di più moduli) registrandoli in sequenza temporale ed introdurre il valore 6 in questa colonna per ciascun tempo. Per i fenomeni di radenti, oltre ai tempi rilevati con successo, si raccomanda di riportare le seguenti circostanze:

- 7 Evento mancato per qualsiasi causa
- 8 Inizio o ripresa dell'osservazione
- 9 Fine o pausa dell'osservazione

Per registrare queste circostanze, inserire il codice appropriato in colonna 73 ed il tempo corrispondente nelle colonne 1-15 e lasciare in bianco la colonna 35 (Phenomenon). Registrarre i tempi sequenzialmente, mischiando i rilievi temporali e le altre circostanze.

#### **74-78 Lasciare in bianco, riservate ad ILOC**

**S1 T** Se il codice del telescopio è ignoto, inserire la lettera appropriata (a, b, c) dalla parte superiore dello stesso lato del modulo e non inserire nulla nelle colonne 29-30. Se il codice è stato inserito nelle colonne 29-30, lasciare questa colonna in bianco.

**S2 O** Se il codice dell'osservatore è ignoto, inserire la lettera appropriata (a, b, c, ...) dalla parte superiore dell'altro lato del modulo e non inserire nulla nelle colonne 31-32. Se il codice è stato inserito nelle colonne 31-32, lasciare questa colonna in bianco.

**S3 R** Se il codice dell'assistente è ignoto, inserire la lettera appropriata (a, b, c, ...) dalla parte superiore dell'altro lato del modulo e non inserire nulla nelle colonne 33-34. Se il codice è stato inserito nelle colonne 33-34, lasciare questa colonna in bianco.

È necessario riempire le colonne S1-S3 solo una volta nella prima riga se i valori sono gli stessi per tutte le osservazioni nel modulo. Inoltre, se l'osservatore e l'assistente sono la stessa persona, S3 non dev'essere necessariamente riempito.

... **Comments** Chiarimenti ed "Altro" nelle scelte precedenti; in generale inserire qui qualunque chiarimento l'osservatore ritenga necessario.

#### **56-72 Lasciare in bianco, riservate ad ILOC**

### **III. Esempio di registrazione.**

Si riporta un esempio di registrazioni sul modulo, che dovrebbe agevolare il compito di compilare rapporti corretti.

## Appendice B. Il programma ILOC.

Questo programma permette di registrare le osservazioni di occultazioni lunari su file MS-DOS nel formato richiesto da ILOC.

Anche se non si tratta di un vero e proprio programma di gestione di un archivio di osservazioni, entro certi limiti, può essere utilizzato anche a tale scopo.

Il file prodotto è in formato ASCII e quindi tale da poter essere facilmente editato in caso di errore. Tutti i caratteri devono essere in maiuscolo. Di seguito si riporta una breve descrizione del formato prodotto in uscita, confidando nell'auto evidenza delle domande poste dal programma per la spiegazione dei dati da fornire. Per motivi di diffusione in ambito IOTA tutti i messaggi prodotti dal programma sono in inglese.

Le prime e le ultime due linee riportate nell'esempio indicano i numeri di colonna, da leggersi in verticale, e che servono da guida. **NON** vanno messi nel file. Il resto dei dati sono separati in cinque gruppi descritti di seguito. I gruppi possono essere opzionalmente separati da linee vuote.

- 1. Informazioni iniziali.** La prima linea deve contenere "PLACE NAME" nelle colonne 1-10 e il nome del sito di osservazione nelle colonne 16-80. "ADDRESS" è nelle colonne 17 e l'indirizzo del redattore del rapporto ("representative"; il vostro indirizzo, non l'indirizzo della U.A.I. o l'indirizzo del sito osservativo) va nelle colonne 16-80 della seconda linea. "REPRESENTATIVE" va nelle colonne 1-4 e il nome del rappresentante (nome dell'osservatore o del capo spedizione in caso di radenti) va nelle colonne 16-50 della terza linea. "FORMS REQUIRED" va nelle colonne 51-64 della terza linea, "YES" o "NO" nelle colonne 71-73. "REPORTED TO" va nelle colonne 1-11 e il nome dell'organizzazione (ILOC, IOTA, U.A.I., ecc.) a cui viene inviata copia del rapporto deve essere posto nelle colonne 16-80 della quarta linea.
- 2. Telescopi e posizioni.** Contengono la descrizione del telescopio e le coordinate geografiche contenute nell'intestazione del modulo compilato a mano. Queste linee sono opzionali se ILOC vi ha già assegnato un codice di Stazione/Tel/Oss.

Colonna	Descrizione
---------	-------------

1	Sempre la lettera "T"
2	Lettera identificatrice, partire con "A", lettera maiuscola corrispondente alla lettera minuscola usata nell'intestazione e nella colonna "T" del modulo. Si possono usare le lettere da "A" a "Z" per un totale di 26 Tel/Pos per file. Se se ne hanno più di 26 usare due file separati.
5	Tipo del telescopio R = rifrattore N = Newton C = Cassegrain, compresi gli Schmidt-Cass. O = altri, descrivere su una linea successiva con le stesse lettere nelle colonne 1 e 2, le colonne 3-5 vuote e la descrizione nelle colonne 6-80
6	Montatura del telescopio: E = equatoriale, A = altazimutale
7	Moto orario del telescopio: D = motorizzato, M = manuale
9-13	Diametro dell'obiettivo in cm, approssimato a 0.1 cm. Le colonne 12-13 possono essere lasciate vuote se il diametro è approssimato al cm.
15-20	Lunghezza focale in cm, approssimato a 0.1 cm. Le colonne 19-20 possono essere lasciate vuote se è approssimato al cm.
23-25	Gradi di longitudine da Greenwich.
27-28	Primi d'arco di longitudine

- 30-34 Secondi d'arco di longitudine (si possono indicare fino ai centesimi di secondo d'arco, ma sono sufficienti i decimi, lasciando la colonna 34 vuota; **il valore deve essere appurato almeno ad 1"**).
- 36 Longitudine Est (E) o Ovest (W) da Greenwich
- 39-40 Gradi di latitudine
- 42-43 Primi d'arco di latitudine
- 45-49 Secondi d'arco di latitudine
- 51 Latitudine Nord (N) o Sud (S)
- 53-58 Altitudine s.l.m. in m approssimata a 0.1 m; deve essere migliore di ### 30 m
- 59-70 Nome o abbreviazione del dato geodetico, o altra indicazione della fonte delle coordinate
- 71-75 Codice di stazione ILOC, se noto
- 76-80 Codice di telescopio ILOC, se noto