

## ECLISSI SUPERSTAR?

Fenomeno naturale spettacolare, ma sostanzialmente banale e scientificamente irrilevante? Saranno più importanti i programmi per le sacrosante e irremovibili ferie estive? Sarà prevalente l'interesse per la gestione post bellica del Kosovo?

Forse questi saranno buoni motivi per pensare ad altro, per non tentare nemmeno di assistere al grande fenomeno astronomico di fine secolo: propongo comunque alcuni spunti di riflessione ed un test sul prossimo coinvolgimento della grande informazione pubblica con il fenomeno.

1. L'eclissi totale di sole è un fenomeno globale: coinvolge tre continenti con la fascia di totalità che taglia nel mezzo l'Europa (non succedeva dal 1961, non succederà di nuovo fino al 2081).
2. L'eclissi potrà essere osservata e capita da chiunque.
3. In ogni parte del mondo le eclissi solari sono occasioni di piccolo e medio business.
4. Chi ha assistito ad una eclissi totale di Sole ne porta un ricordo entusiastico: anche la produzione di buone immagini fotografiche sembra passare in secondo piano rispetto all'estrema spettacolarità dell'osservazione visuale dell'evento.
5. La parte spettacolare del fenomeno dura poco più di due minuti al massimo: problemi possono sorgere dalla necessità di selezionare il giusto sito osservativo (non bisogna "mancare" la fascia di totalità) ed il giusto istante, oltre all'ovvia necessità di disporre di un cielo libero da coperture (naturali o artificiali).
6. Il test: ci mostreranno l'evento in diretta TV? Le redazioni telegiornalistiche riusciranno ad indovinare il posto ed il momento giusti? Utilizzeranno le attrezzature adatte? In pratica: è conveniente andare in Austria per assistere all'evento o possiamo fidarci ed accontentarci della puntualità ed efficienza dei servizi informativi televisivi? Al momento giusto ricordiamoci di programmare per bene i videoregistratori!

M.B.

## Cronologia delle missioni Apollo

*Apollo 1 - data di lancio: 27-1-1967*

La prima missione con equipaggio della serie Apollo era previsto per la fine del febbraio 1967. Ma un mese prima, il 27 gennaio, avvenne un tragico incidente: una scintilla nell'impianto elettrico causò l'incendio della capsula Apollo 1, in cui gli astronauti Virgil Grissom, Edward White e Roger Chaffee stavano compiendo un'esercitazione. L'aria nella capsula era ad altissima percentuale di ossigeno, un gas che favorisce le fiamme. Il fuoco si estese così rapidamente che i tre uomini non riuscirono a trarsi in salvo e morirono soffocati. In seguito a questa sciagura la capsula e le tute spaziali vennero rese più sicure.

*Apollo 4 - data di lancio: 9-11-1967*

Priva di piloti, fu una missione di collaudo per il razzo vettore Saturn V.

*Apollo 5 - data di lancio: 22-1-1968*

In questa missione senza equipaggio furono collaudate in orbita terrestre le operazioni di rilascio e aggancio del modulo lunare.

*Apollo 6 - data di lancio: 4-4-1968*

L'ultimo volo privo di equipaggio fu il secondo in cui si utilizzò il razzo vettore Saturn V.

*Apollo 7 - data di lancio: 11-10-1968*

Il primo volo con equipaggio durò 11 giorni e portò in orbita intorno alla Terra Walter Schirra, Walter Cunningham e Donn Eisele.

*Apollo 8 - data di lancio: 21-12-1968*

Il razzo Saturn V diede alla navetta Apollo 8 la spinta sufficiente per compiere il viaggio di 400.000 km fino alla Luna. La sera di Natale del 1968 la navetta entrò in orbita intorno alla Luna. Furono completate 10 orbite, durante le quali l'equipaggio, composto da Frank Borman, James Lovell e William Anders, analizzò il suolo lunare alla ricerca del miglior sito per il futuro allunaggio. La missione, di sei giorni, si concluse con l'amaraggio nell'Oceano Pacifico.

*Apollo 9 - data di lancio: 3-3-1969*

James McDivitt, David Scott e Russell Schweickart compirono la missione Apollo 9. Lo scopo primario della missione era quello di provare, in orbita terrestre, il rilascio e l'aggancio con il modulo lunare pilotato da McDivitt. Schweickart concluse con successo un'uscita di 38 minuti in cui collaudò la speciale tuta di sopravvivenza. Apollo 9 completò 151 orbite attorno alla Terra.

*Apollo 10 - data di lancio: 18-5-1969*

La missione Apollo 10 fu la prova generale della missione seguente, che avrebbe portato allo sbarco sulla Luna. La navetta compì 31 orbite intorno alla Luna. John Young rimase nel modulo di comando, mentre Eugene Cernan scese fino a quota 15 km sopra la superficie lunare. La missione durò 8 giorni.

*Apollo 11 - data di lancio: 16-7-1969*

Il 20 luglio 1969, seguito in diretta da circa un miliardo di telespettatori, il modulo lunare Eagle si appoggiò sulla superficie della Luna. Dopo due ore Armstrong uscì dal veicolo: fu il primo uomo a mettere piede sulla Luna. Poco dopo anche Buzz Aldrin toccò il suolo lunare. I due astronauti passarono 22 ore sulla Luna, di cui 2 ore e 40 minuti

all'esterno del modulo lunare e raccolsero 22 kg di campioni di suolo lunare. Nel frattempo Michael Collins rimase in orbita intorno alla Luna nel modulo di comando Columbia. La storica missione durò 8 giorni. Gli astronauti tornati a terra furono accolti come eroi e dovettero trascorrere tre settimane in quarantena.

*Apollo 12 - data di lancio: 14-11-1969*

Gli astronauti Charles Conrad e Alan Bean trascorsero 31 ore e mezza sulla Luna, uscendo due volte dal modulo lunare. In 7 ore e 45 minuti di missione esterna raccolsero campioni di rocce ed eseguirono vari esperimenti. Si ricongiunsero al compagno Richard Gordon, che li attendeva nel modulo di comando, e tornarono sulla Terra il 24 novembre.

*Apollo 13 - data di lancio: 11-4-1970*

Ai membri dell'equipaggio dell'Apollo 13 si profilò un disastro quando, il 13 aprile 1970, esplose uno dei serbatoi di ossigeno del modulo di servizio, privando di ossigeno il modulo di comando. A metà strada tra Terra e Luna, a James Lovell, John Swigert e Fred Haise non rimase altro che interrompere la missione, rifugiarsi nel modulo lunare e utilizzare le scorte di ossigeno previste per la permanenza sulla Luna. Nonostante le ristrettezze di spazio e ossigeno, l'equipaggio sopravvisse e, poco prima di penetrare nell'atmosfera terrestre, si trasferì nuovamente nel modulo di comando, con il quale ammarò nell'Oceano Pacifico il 17 aprile 1970.

*Apollo 14 - data di lancio: 31-1-1971*

Alan Shepard, il primo astronauta americano, compì il suo secondo volo spaziale con la navetta Apollo 14. Insieme a Edgar Mitchell allunò vicino alla formazione rocciosa chiamata Monte di Fra Mauro. I due astronauti portarono a termine molti esperimenti previsti dalla missione Apollo 13 e raccolsero 45 kg di rocce e polveri lunari. Il terzo astronauta, Stuart Roosa, rimase nel modulo di comando. La missione durò 9 giorni.

**Apollo 15 - data di lancio: 26-7-1971**

L'allunaggio di David Scott e James Irwin avvenne sulle alture chiamate Monti Appennini mentre Alfred Worden rimase nel modulo orbitante. Scott e Irwin condussero, nelle tre uscite dal modulo lunare, studi dettagliati su quest'area e raccolsero 79 kg di campioni rocciosi. In tutto passarono 67 ore sulla Luna, di cui 18,5 fuori dal modulo. Durante questa missione fu usato per la prima volta un veicolo lunare, con il quale gli astronauti riuscirono a percorrere più di 27 km.

**Apollo 16 - data di lancio: 16-4-1972**

John Young, astronauta anche dell'Apollo 10, realizzò il suo sogno di camminare sulla Luna quando allunò sull'altipiano Descartes con Charles Duke. Nelle 20 ore trascorse all'esterno del modulo lunare gli astronauti raccolsero campioni di materiale prelevato al di sotto della superficie lunare e fecero rilevazioni sismografiche utili per studiare la struttura interna della Luna. Raccolsero anche 97 kg di rocce superficiali. Nel frattempo Thomas Mattingley realizzò, dal modulo di comando in orbita, una mappa dettagliata della superficie lunare. La missione si concluse il 27 aprile.

**Apollo 17 - data di lancio: 7-12-1972**

Mentre Ronald Evans rimaneva nel modulo di comando, gli ultimi due uomini a camminare sulla Luna, Eugene Cernan e Harrison Schmitt, allunaronero nella valle Taurus-Littrow. Schmitt fu il primo scienziato a raggiungere la Luna: data la sua specializzazione in geologia, i suoi esperimenti e studi portarono importanti contributi alla conoscenza del nostro satellite. Il veicolo lunare permise a Schmitt e Cernan di percorrere oltre 35 km. Tra i 110 kg di campioni di suolo raccolto si trovava anche un terriccio mai analizzato prima, di colore arancione. La missione Apollo 17 concluse una delle più brillanti fasi dei viaggi spaziali.

© 1996 Dorling Kindersley, Edizione Italiana © 1996 RCS Libri e Grandi Opere SpA

## La posta arrivata

- ☒ 15 maggio: avviso di giornata commemorativa in Stanghella della sezione Provinciale di Padova dell'Associazione mutilati invalidi del lavoro.
- ☒ 19 maggio: l'agenzia viaggi Porta d'Oriente (Chiusa San Michele - Torino) invia il depliant di una proposta di viaggio in Romania per la prossima eclissi solare.
- ☒ 27 maggio: l'Ente Nazionale Austriaco per il Turismo (Milano) invia depliant turistici del Salisburghese, della Stiria e programmi di viaggio per il periodo della prossima eclissi solare.



## Eventi

Intorno al 1950 le due maggiori potenze mondiali, USA e URSS, realizzarono razzi sufficientemente potenti per portare nello spazio un satellite. Per ragioni politiche e militari, nell'intento di dimostrare la propria supremazia, intrapresero una frenetica corsa per contendersi primati nello spazio. All'inizio l'URSS ebbe la meglio lanciando, il 4 ottobre 1957, il primo satellite, lo Sputnik 1. Nel 1961 inviò nello spazio il primo astronauta, Jurij Gagarin, e la prima passeggiata all'esterno di una navetta fu compiuta dal sovietico Aleksej Leonov nel 1965. Negli anni '60 gli USA potenziarono notevolmente gli sforzi per condurre la corsa allo spazio.

Nel 1961 fu annunciato il programma spaziale americano Apollo, che mirava a portare l'uomo sulla Luna. Era da poco iniziata l'era dei viaggi spaziali e, per compiere quest'impresa straordinaria, occorsero sette anni di ricerche scientifiche, di progresso tecnologico e molte missioni di preparazione. Il programma Apollo raggiunse l'apice della popolarità il 20 luglio 1969, quando Apollo 11 si posò sulla Luna. In diretta televisiva tutto il mondo poté assistere ai primi passi sulla Luna di Neil Armstrong e Buzz Aldrin, che trascorsero 22 ore sulla Luna, di cui circa due e mezza fuori dal modulo lunare. Il terzo astronauta, Michael Collins, li attendeva nel modulo di comando in orbita lunare.

Il razzo vettore Saturn V è stato uno dei più potenti mai costruiti. Era molto affidabile e compì 13 lanci perfetti. Era un razzo a tre stadi: il primo alimentato a cherosene e ossigeno liquidi, il secondo e il terzo a idrogeno e ossigeno che, mescolati, forniscono la massima energia ottenibile da propellenti liquidi. I cinque motori del primo stadio del razzo Saturn V bruciavano 12,9 t di combustibile al secondo; la spinta prodotta era di 168,6 newton, equivalente a quella prodotta da 160 turbine di Boeing 747; delle 2800 t di peso del Saturn V, più di 1800 erano costituite dal combustibile; nonostante la gigantesca mole, il modulo per l'equipaggio misurava solo 3,9 m di diametro e 3,65 m d'altezza.

La navicella Apollo era costituita da due moduli. Il modulo di comando, a forma conica, conteneva la strumentazione di guida e le postazioni per i tre uomini d'equipaggio, uno spazio estremamente ridotto. Il modulo di servizio conteneva il generatore di corrente, per il funzionamento dei sistemi di controllo, e il motore di propulsione. Al rientro sulla Terra quest'ultimo veniva abbandonato e il modulo di comando cadeva in mare, dove era atteso dalla squadra di recupero.

Il modulo lunare fu portato per la prima volta nello spazio nella missione Apollo 9. Nell'orbita terrestre gli astronauti provarono le fasi di aggancio, sganciamento e attivazione dei motori del modulo lunare. Due mesi dopo Apollo 10 si portò in orbita intorno alla Luna e rilasciò il modulo lunare, che scese fino a 15 km dalla superficie della Luna. Restava da sperimentare solo l'allunaggio.



© 1996 Dorling Kindersley, Edizione Italiana © 1996 RCS Libri e Grandi Opere SpA

## Astronomia pratica

### LE CARATTERISTICHE FONDAMENTALI DI UN CCD PARTE TERZA: PERFORMANCE DI UN CCD



La performance di CCD è tra i fattori più importanti di valutazione di una camera CCD. Essa è data da un insieme di elementi di natura diversa che caratterizzano il modo di funzionare del CCD. Comprendere la natura di questi elementi è essenziale, allo scopo di valutare la camera CCD alla luce dell'uso che s'intende farne. Esamineremo nel seguito gli elementi più importanti.

#### Efficienza Quantica (*Quantum Efficiency*) e Sensibilità Spettrale

Non tutti i fotoni incidenti sulla superficie di un pixel del CCD producono fotoelettroni. Il rapporto tra i fotoelettroni prodotti e i fotoni incidenti, mediamente, per secondo e per singolo pixel, è un numero inferiore all'unità ed esprime l'efficienza quantica del CCD. E' solitamente espresso in percentuale ed indica la sensibilità teorica di un CCD. La reale sensibilità è inferiore, di poco o di tanto, in funzione della qualità della camera CCD. La sensibilità tipica di una camera CCD non professionale varia tra 0 e 60%, in base alla lunghezza d'onda dei fotoni incidenti. Misurando l'efficienza quantica per ogni valore di lunghezza d'onda in cui dividiamo lo spettro della luce incidente, possiamo costruire la curva di sensibilità spettrale di ogni sensore. La curva di sensibilità spettrale è uno dei dati importanti della patente di un sensore.

Supponiamo di voler usare un CCD per riprendere un oggetto astronomico che emette radiazione luminosa nella banda del blu o del violetto: dobbiamo conoscerne la sensibilità in quella banda, ossia l'efficienza quantica relativa alla lunghezza d'onda del blu o del violetto. Un valore troppo basso della sensibilità spettrale ci costringerà ad effettuare lunghe esposizioni, tipiche della fotografia tradizionale, che impiega emulsioni di sensibilità equivalente non superiore al 4%, nel migliore dei casi. Un buon CCD deve possedere una curva spettrale abbastanza efficiente per lunghezze

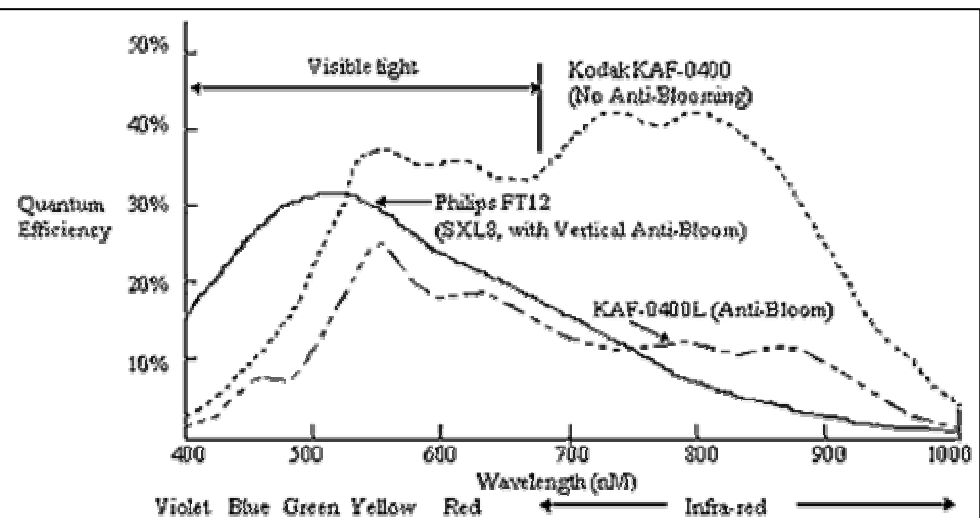
d'onda comprese tra i 400 e i 700nm, con valori limite di efficienza quantica non inferiori al 50% del valore di picco. I CCD che hanno curve spettrali con picco a 530-550nm danno generalmente ottimi risultati.

Altro fattore importante è l'uniformità dell'efficienza quantica su tutta la superficie del sensore. Variazioni di sensibilità tra pixel e pixel, a parità di lunghezza d'onda,

sono causa di rumore e riducono la qualità delle immagini.

#### Capacità elettronica per pixel (*Full Well Capacity*)

La capacità di accumulo delle cariche di un pixel non è illimitata. Il valore massimo di fotoelettroni che un CCD può accumulare in un singolo pixel è una caratteristica propria di ogni sensore. La Full Well Capacity di un CCD è un fattore di grande importanza nella valutazione di una camera CCD. Grandi valori di capacità elettronica di un pixel esprimono un maggior *range dinamico* del sensore a parità di rumore complessivo presente nel segnale. Ad es., il range dinamico di un'immagine ottenuta con il sensore Philips FT12 della camera CCD SXL8 ha un valore di 15.000, dato dal rapporto tra 150.000 (*Full Well Capacity*) e 10 (*Readout Noise*), di gran lunga superiore al *range dinamico* del miglior film fotografico. Maggiore è la capacità elettronica per pixel di un CCD, minore è l'impatto del rumore fotonico (il flusso dei fotoni incidenti segue la legge di Poisson) con conseguente beneficio per le immagini planetarie. I vantaggi di una maggiore capacità elettronica sono ancor più evidenti ove si pensi che occorrerà un maggior tempo di integrazione per saturare i pixel esposti alla luce di maggior intensità incidente. Una volta raggiunta



La risposta spettrale del CCD Philips FT12 confrontato con quella del Kodak KAF-0400 e KAF-0400L. L' FT12 dispone di completo anti-blooming VERTICALE (senza perdita di area sensibile) con una efficienza quantica migliore della versione senza anti-blooming del KAF-0400 nello spettro del visibile. Il KAF-0400L dispone di controllo anti-blooming LATERALE con riduzione dell'area utile del pixel e sensibile riduzione dell'efficienza quantica. Notare la forte risposta nell'infrarosso e la scarsa sensibilità nel blu per il KAF-0400, che rende difficile effettuare fotometria nel blu e immagini a colori in tricromia con questo chip: l' FT12 è migliore nelle applicazioni foto-visuali.

la saturazione, i fotoelettroni in eccesso si spargeranno sui pixel adiacenti (preferibilmente lungo le colonne) dando luogo al noto fenomeno del *blooming*. Molti CCD sono oggi dotati di *anti-blooming*, un dispositivo in grado di effettuare il drenaggio automatico delle cariche in eccesso, impedendo a quest'ultime di raggiungere i pixel adiacenti.

**Linearità del CCD**

Il CCD è un rivelatore perfettamente lineare (la linearità è di solito migliore dello 0.01%). In pratica ciò significa che il numero di elettroni generati in un pixel è direttamente proporzionale alla quantità di luce incidente. Ne derivano numerosi vantaggi rispetto alla fotografia tradizionale:

- la soglia minima di rivelazione è data dal rumore medio complessivo presente dell'immagine. Se il rumore è molto basso il CCD sarà in grado di rivelare dettagli estremamente deboli;
- il CCD non soffre dell'effetto Schwarzschild e quindi manterrà la stessa sensibilità ed efficienza quantica indipendentemente dalla durata dell'esposizione;
- la linearità consente di effettuare misure dirette di luminosità degli oggetti (fotometria di precisione)

**Corrente nera (Dark Current)**

Tutti i sensori CCD hanno la proprietà di produrre e accumulare spontaneamente elettroni anche quando la loro superficie è schermata dalla luce incidente. A riposo il sensore continua a produrre elettroni fino a saturare completamente i livelli di capacità dei pixel. E' pertanto logico azzerare le cariche prodotte spontaneamente dal sensore prima di iniziare una nuova esposizione. Ma la produzione spontanea di elettroni continua anche durante l'esposizione.

Ciò significa che nei pixel si accumuleranno sia fotoelettroni prodotti dalla luce incidente sia elettroni prodottisi spontaneamente. E' impossibile distinguere gli uni dagli altri. Fortunatamente, però, gli elettroni prodotti spontaneamente hanno caratteristiche tali da permettere di eliminare quasi interamente il loro effetto negativo:

- il fenomeno della *Dark Current* è perfettamente riproducibile. In identiche condizioni di temperatura e di durata di una esposizione, un dato sensore genera sempre lo stesso numero di elettroni a meno di un fattore di dispersione statistica (*Rumore Termico*), variabile a seconda del tipo di sensore impiegato;
- la quantità di cariche elettriche generate è quasi proporzionale al tempo di integrazione;

- la *Dark Current* prodotta dipende fortemente dalla temperatura del sensore: la sua intensità diminuisce in genere di un fattore 2 per ogni °C in meno di temperatura del sensore. Per questa ragione essa viene anche chiamata Corrente Termica (*Thermal Current*) e le cariche prodotte si chiamano Cariche Termiche (*Thermal Charges*).

Possiamo quindi eliminare questo problema se operiamo in un modo appropriato. Ecco i passi:

- abbassare la temperatura di esercizio del sensore (i CCD sono normalmente raffreddati termoelettricamente);
- fare un'esposizione (*Dark Frame*), con il CCD schermato dalla luce, di durata uguale a quella usata per la normale ripresa (*Light Frame*), avendo cura che la temperatura del sensore sia la stessa;
- sottrarre il *Dark Frame* dal *Light Frame*.

La procedura è approssimata, ma generalmente sufficiente per ottenere un'immagine astronomica non eccessivamente disturbata dal *Segnale Termico* accumulatosi nei pixel durante l'integrazione.

Abbiamo eliminato il *Segnale Termico* ma non gli effetti del *Rumore Termico* associato alla dispersione probabilistica delle cariche termiche, un valore pari alla radice quadrata del numero degli elettroni termici prodotti.

Il *Rumore Termico* non può essere eliminato. Il suo effetto principale è quello di rendere impossibile la rivelazione di dettagli astronomici deboli la cui intensità, espressa in numero di fotoelettroni, risulti inferiore al valore del *Rumore Termico* presente nell'immagine. Fortunatamente, oggi, alcuni moderni sensori come i Sony serie ICX hanno una produzione di cariche termiche piuttosto bassa anche a temperatura ambiente. Questi CCD, raffreddati a -30°C, producono meno di un elettrone al secondo, poco più di 200 elettroni in una posa di 5 minuti. Ciò da luogo a un *Rumore Termico* di meno di 15 elettroni, più o meno pari al rumore di lettura (*Readout Noise*) dovuto all'elettronica della camera CCD, valore piuttosto basso se confrontato con quello esibito da alcuni CCD professionali tuttora in uso.

Testo tratto dal sito Web della Starlight Xpress

---

# GRUPPO ASTROFILI BASSA PADOVANA

Recapito presso il Presidente: Michele Barollo, Via F.lli Bandiera 12, 35048 Stanghella, Padova - Tel. 0335/247652, 0425/95795, e-mail: barollo@ux1.unipd.it

Segretario: Andrea Fasson, Via Pilastro 13, 35042 Este, Padova - Tel. 0429/56408, e-mail: fasson@chim03.chin.unipd.it

Gli altri componenti del Consiglio Direttivo per il biennio 1999/2000:

Giampaolo Borsetto, via Assisi 82, Solesino - Tel. 0429/709468

Renato Polato, via G. Mazzini 26/A, Solesino - Tel. 0429/708189

Paolo Zorzan, via Quartiere Europa 9, Granze - Tel. 0429/690891.

Quota associativa per l'anno 1999:

socio maggiorenne      £ 20.000

socio minorenni        £ 10.000

*L'informatore astronomico*

Notiziario del Gruppo Astrofili Bassa Padovana

Anno II Numero 4, giugno 1999

Organo interno del Gruppo Astrofili Bassa Padovana