

Il Raggio verde, sveliamo il mistero

(tratto dalla rivista mensile Nuovo Orione)

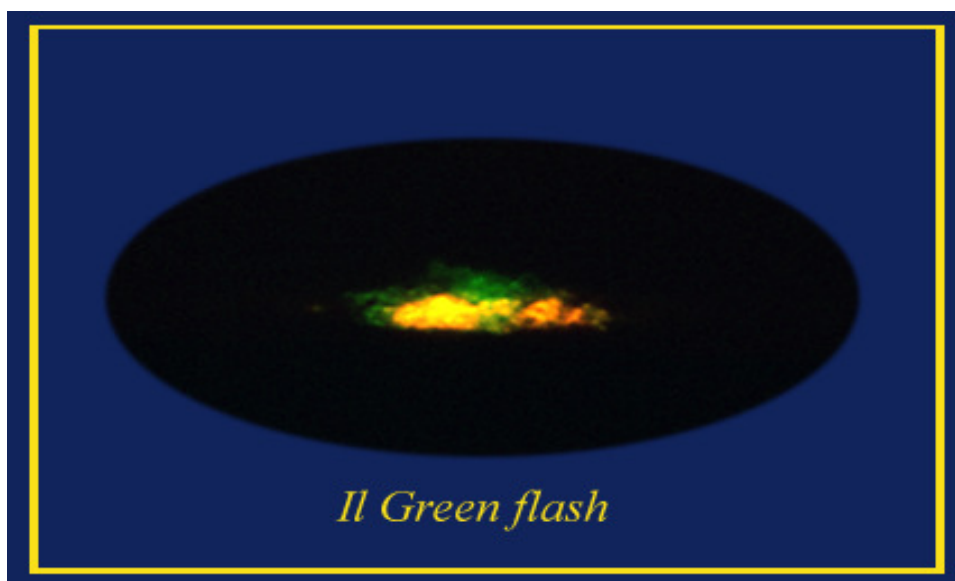
Introduzione

"...Se c'è del verde in Paradiso, sicuramente è quel verde, il vero colore della Speranza". Così lo scrittore francese Jules Verne descrive il raggio verde nel romanzo sentimentale *Le Rayon Vert* del 1882.

Continua lo scrittore: "...un raggio verde, ma di un verde meraviglioso, di un verde che nessun pittore può ottenere sulla sua tavolozza, un verde di cui la natura né la varietà dei vegetali, né nel colore del mare più limpido, hai mai riportato la sfumatura!..."

Molti credono sia un fenomeno leggendario, invece è reale, e neanche tanto difficile da osservare. Se avessimo l'abitudine di sostare un attimo in contemplazione, mentre il Sole tramonta o sorge, nei pochi minuti in cui possiamo mirare la nostra stella senza proteggerci dalla luce eccessiva, forse lo noteremmo senza andare in paesi esotici dove si crede sia più visibile.

In queste pagine potremo trovare: una breve descrizione della formazione; le osservazioni storiche; la fisica; la previsione sull'osservabilità; una serie di consigli e d'accorgimenti utili per fotografarlo.



Descrizione

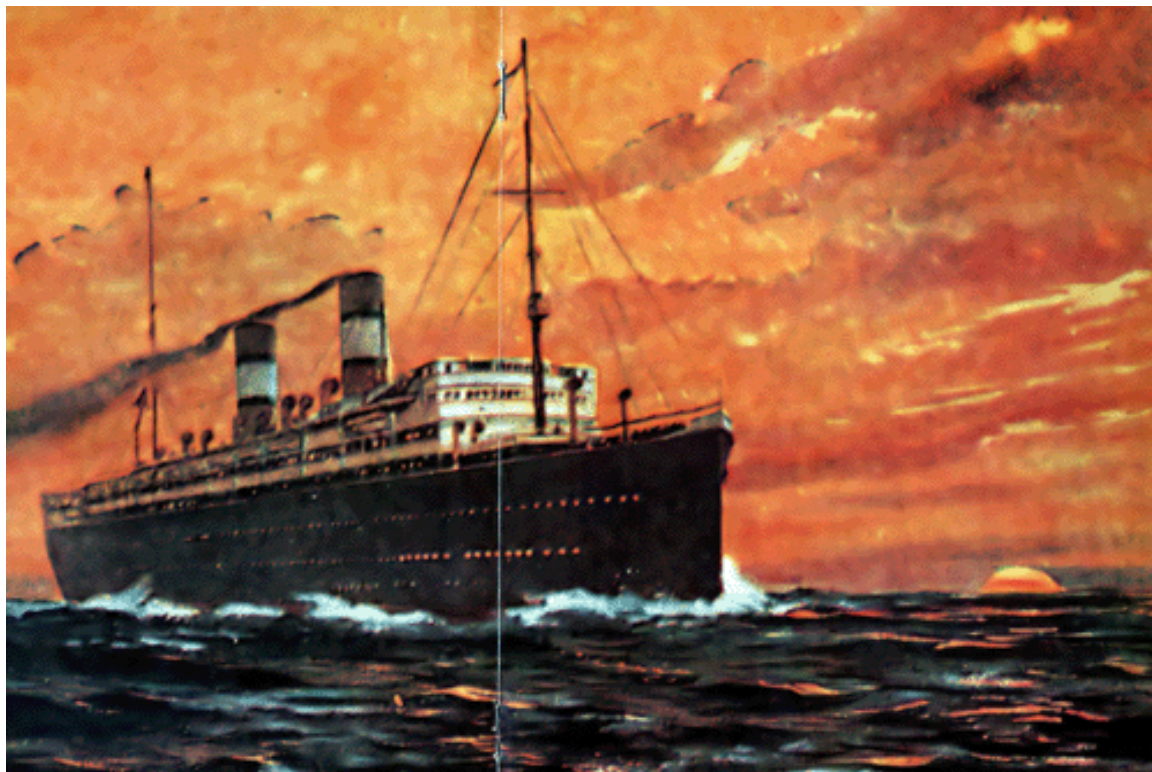
Il raggio verde costituisce senza dubbio uno dei fenomeni atmosferici che più colpisce l'immaginario e la fantasia dell'uomo. Esso consiste nella visione di una debole striatura verde, che si forma sulla sommità del disco solare o lunare (estremamente raro) al tramontare o al sorgere; in particolari condizioni, si può trasformare in un vero e proprio lampo verde, oppure digradarsi nel blu/indaco e quindi trasformarsi nel raggio blu.

Questo straordinario evento appartiene alla famiglia delle fotometeore e si può manifestare con due modalità diverse.

Nel primo caso, quando il disco solare è molto schiacciato e ben visibile sopra l'orizzonte, si può formare un arco verde molto sottile che si distacca dal lembo superiore del Sole sfilacciandosi in uno o in più filamenti verdi sovrapposti (*green rim*). Se questo attraversa uno strato d'inversione termica, allora si accende in un vero e proprio flash verde (*green flash*). Nella letteratura scientifica quando il Sole subisce l'insieme di queste deformazioni, si dice che si è in presenza di un "mock mirage".

Il secondo caso è quello più famoso: quando il Sole è quasi completamente sotto la linea dell'orizzonte, si può osservare la formazione istantanea del *green rim* senza la pre - formazione dell'arco verde. Successivamente le striature verdi si uniscono creando un unico raggio verde (*green flash*). Durante la sua estinzione si può percepire anche un tenue lampo verde provenire da sotto l'orizzonte (proprio dove è tramontato il Sole) che illumina il cielo per alcuni gradi verso l'alto, come se fosse un faro (*green ray*). Quest'ultimo è il vero raggio verde di Verne.

La durata dell'evento, dalle latitudini medie italiane, può variare da una frazione di secondo per il *green ray*, fino a circa 2 secondi per il *green flash*; ciò dipende principalmente dalla latitudine del sito d'osservazione e dalla velocità del tramonto durante l'anno. Ad esempio l'ammiraglio Byrd nel 1929, al ritorno dal campo artico di Little America (lat. 78°S), narrò di aver osservato un raggio dalla durata straordinaria di 35 minuti. Ed ancora, durante l'equinozio di primavera del 2000, il ricercatore R. Marks è riuscito a fotografare uno straordinario raggio blu dal Polo Sud ben 48 ore dopo che il Sole aveva iniziato il tramonto.



Cartolina emessa dal Lloyd Sabaudò nel 1918

Le Meteore

Con il termine *meteora*, dal greco *metéora* "fenomeno celeste", in astronomia si è soliti intendere un fenomeno luminoso generato da un meteorite. Nel linguaggio della meteorologia, alla *meteora* si associa un evento osservato nell'atmosfera o sulla superficie terrestre. Esso può consistere in una precipitazione liquida o solida, oppure in una manifestazione ottica, elettrica o sonora.

Le meteore si classificano in idrometeore (nebbia, neve, pioggia...), in litometeore (caligine, tempesta di polvere...), in elettrometeore (aurora polare, lampo...) ed infine in fotometeore (parelio, arcobaleno, aloni, green flash...). Con quest'ultimo termine s'intende un fenomeno luminoso prodotto dalla riflessione, dalla rifrazione, dalla diffrazione o semplicemente dall'interferenza della luce solare, lunare o astrale con le particelle presenti nella troposfera. Quindi i green flash sono delle fotometeore che possono scaturire anche dalla luce lunare od astrale (rarissimi).

Famiglia dei green flash:

Green segment: termine diffuso da O'Connell per indicare genericamente tutti i tipi di green flash. Successivamente è caduto in disuso, ora viene nuovamente usato per indicare solo la formazione dell'arco verde che precede il green rim.

Green rim: striature verdi che si distaccano dal lembo superiore del Sole, la loro formazione preannuncia il vero raggio verde (visibile al binocolo).

Green spikes: è una serie di green rim che si formano contemporaneamente sull'ultimo lembo visibile del disco solare. Visibili facilmente con binocolo se il Sole tramonta dietro una cresta frastagliata come un albero o nubi.

Green flash (il più conosciuto): è un green rim che si forma dall'ultimo lembo visibile del disco solare, oppure quando attraversa uno strato d'inversione termica (visibile ad occhio nudo dai litorali).

Green ray: tenue lampo verde che irraggia dal disco solare verticalmente per almeno 10 gradi (rarissimo)

Blue flash: ultimo lembo solare visibile con sfumature blu ed indaco (visibile ad occhio nudo dalle vette montane).

Il green flash nella storia

Gli astronomi Caldei, Babilonesi ed Egiziani annotarono per primi il fenomeno su alcune stele, senza darne spiegazione; successivamente lo stesso Newton non capì la sua origine fisica, dandone una interpretazione puramente fisiologica e soggettiva.

Nella letteratura scientifica la prima osservazione descritta fu pubblicata nel 1852 da P.G. Maggi in "Sopra alcune apparenze del Sole presso l'orizzonte" (da Atti delle Adunanze dell'I.R. Istituto Veneto Scienze, Letteratura ed Arti). Dopo l'eruzione del vulcano Krakatoa nel 1833 furono osservati numerosi flash verdi e blu. In seguito, il fisico Joule nel 1869 e Lord Kelvin nel 1893 descrissero il fenomeno nei loro appunti entusiasmando la comunità scientifica ed alimentando dibattiti e studi sull'interpretazione. Lo stesso Kelvin, impressionato dalla novella di Verne, osservò uno straordinario blu flash dal Monte Bianco nel 1899. Molti altri nomi famosi si dedicarono alla ricerca rigorosa come: Righi, Kuiper, Airy e Pickering.

Nel 1918 la Lloyd Sabauda emise una cartolina dipinta per pubblicizzare la sua flotta con in primo piano un'imbarcazione e sullo sfondo il Sole con il raggio verde.

Nel 1920 Danjon e Rouger fotografarono lo spettro del Sole al tramonto nel tentativo di registrare sia il green rim sia il red rim (bordo inferiore del Sole mentre tocca l'orizzonte), successivamente D.M. Barringer tentò di riprendere il fenomeno su una rudimentale cinepresa da 8mm, ma fallendo dichiarò che il green flash è

solo il frutto di un processo cognitivo, così accreditò la teorie cognitive di Swan, Kelvin e Pickering.

In "Photographie du rayon vert" del 1925, troviamo le prime fotografie pubblicate in bianco e nero appartenenti a Lucien Rudaux; successivamente, per vedere delle stampe a colori, si dovette aspettare fino al 1932 con "La photographie, en couleurs, du rayon vert" di Maurice de Kerolyr. Tuttavia, sembra che l'autore abbia ritoccato le lastre con la pittura verde. Molte stampe a colori andarono perse durante la Grande Guerra, quindi non si ebbero altre foto fino al 1951, quando fu pubblicata l'opera "Green flash observed in the Antartic Ocean" di M. Hanzawa. Nel 1958, O'Connell D.J.K. and C. Treusch pubblicarono il primo studio completo e dettagliato sul fenomeno: "*The Green Flash and Other Low Sun Phenomena*", la ricerca comprendeva anche una serie di ottanta foto ad alta risoluzione ottenute con strumenti Zeiss: un Newton da 60 cm. ed un rifrattore da 40 cm. dell'Osservatorio del Vaticano. Le Osservazioni furono effettuate da Roma, Castel Gandolfo e dai Monti della Tolfa vicino Civitavecchia (RM). Attualmente la bibliografia più completa su tale fenomeno è stata stilata dall'astronomo americano Andrew T. Young (Astronomy Department, San Diego State University).

Il Romanzo:

Le Rayon Vert, 1882, di Jules Verne.

Il romanzo vittoriano racconta delle vicende amorose della giovane Helena Campbell, e si basa su una leggenda scozzese che narra: il raggio ha la virtù di far sì che chi l'abbia visto non possa ingannarsi nelle vicende sentimentali; chi avesse avuto il privilegio di osservarlo diverrebbe abile nel vedere chiaramente nel suo cuore ed in quello degli altri.

Il Film:

Le Rayon Vert, 1985, Leone d'Oro al Festival di Venezia. Regia di Eric Rohmer.

Trama: Delphine, una ragazza parigina sola e triste, riesce a trovare l'amore e la tranquillità solo quando giunge a vedere il raggio verde con un giovane sconosciuto.

Il film è ispirato al romanzo vittoriano di J. Verne

Racconto di Emilio Salgari:

"Il Re del Mare" - 1906, Genova

[..] *Prima del tramonto l'incrociatore navigava già nelle acque che bagnano la costa del Sedang.*

- *Possiamo considerarci, almeno per ora, fuori di pericolo, - disse Yanez a Horward il quale, assieme a Darma, contemplava il tramonto del sole.*

- *Sì, però fra giorni, anzi forse fra quarant'otto ore, saremo costretti a ricominciare la musica, - rispose l'americano. - Le navi degli alleati non ci lasceranno tranquilli.*

- *Ah!... che superbo tramonto!... - esclamò in quel momento Darma.*

- *Quelli che si ammirano in questi mari sono infatti i più splendidi. - disse Yanez. - Hanno delle tinte che non si vedono in altri luoghi. Se state attenti vedrete il famoso raggio verde*.*

- *Un raggio verde! - esclamarono l'americano e Darma.*

- *E' splendido, mia piccola Darma: è un fenomeno meraviglioso che si può ammirare solamente nei mari della Malesia e nell'Oceano Indiano.*

Il cielo è purissimo, quindi anche tu lo vedrai. Aspetta solamente che l'orlo superiore del sole stia per scomparire.

- *Possibile che da tutto quel fulgore infuocato possa sprigionarsi un raggio d'un tal colore! - esclamò.*

- *Sono certo di non ingannarmi: state attenti.-*

Il sole tramontava in un oceano di luce, le cui tinte a poco a poco variavano certo a causa dello stato più o meno igrometrico dell'atmosfera e della distanza dell'astro dallo zenith.

Mentre stava, per modo di dire, per affondare nell'oceano, pel cielo si diffondeva una luce rosso-giallognola la quale prendeva rapidamente una tinta quasi violacea che si perdeva insensibilmente in un fondo azzurro-grigiastro.

Il margine superiore del disco stava per sparire" quando apparve improvvisamente un raggio assolutamente verde, d'una bellezza tale da strappare all'americano ed a Darma un grido d'ammirazione.

- *Splendido! - aveva esclamato Horward.*

- *Superbo! - aveva detto Darma. - Non avevo mai veduto un raggio d'un tal colore!...*

- *Perche' non ha percorso che di rado questi mari, - rispose Yanez.*

- E non si può vederlo in altri luoghi? -chiese Kammamuri che si era unito a loro.

- E' difficilissimo, perché occorrono eccezionali condizioni di limpidezza ed una grande purezza d'orizzonte e solamente in queste regioni si possono avere con maggior frequenza tali condizioni.

Ecco la campana che ci chiama a cena. Approfittiamone finché nessun pericolo ci minaccia, - disse Yanez, offrendo il braccio alla giovane anglo-indiana.

Due ore dopo il tramonto, il Re del Mare, che non aveva diminuita la sua velocità, si trovava di fronte alla foce del Sedang, ad una distanza di qualche mezza dozzina di miglia.

- Che la Marianna si sia nascosta entro il fiume? - chiese Kammamuri a Yanez che esplorava la costa con un cannocchiale...[..]

Segnalazione di Pasqua Gandolfi (Astrocultura-UAI)

La fisica:

Vediamo ora le principali ipotesi sotto cui si verifica il fenomeno.

La rifrazione atmosferica: i raggi luminosi variano la loro direzione di propagazione quando questi attraversano l'atmosfera terrestre obliquamente; il fenomeno muta col tempo e con il luogo d'osservazione. La rifrazione è proporzionale all'aumento della densità dell'aria, quindi, quando il Sole si avvicina all'orizzonte, la deformazione del suo disco aumenta progressivamente.

La dispersione: la variazione della velocità di propagazione della luce in funzione della sua frequenza determina la separazione dello spettro visibile. Questo fenomeno causa un'apparente scissione del disco solare in tre differenti dischi sovrapposti: in basso, uno rosso deformato ed allargato, al centro uno giallo, esteso dal 50% ad oltre il 95% del disco, ed in alto uno verde (vedi foto).

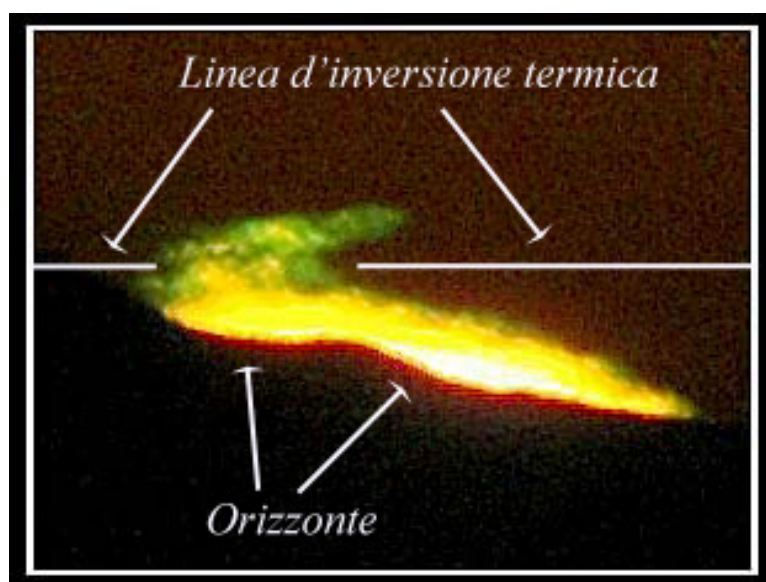
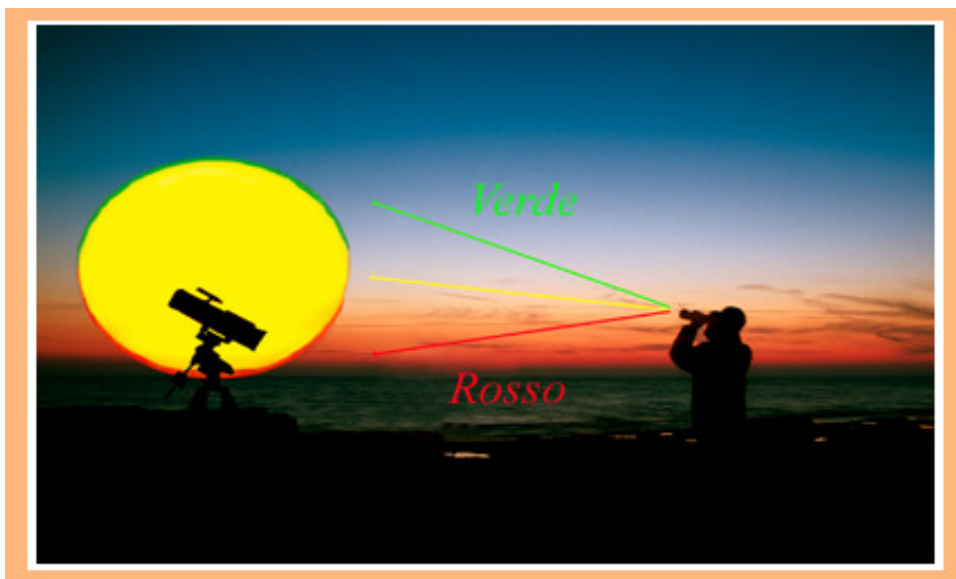
La diffusione di Rayleigh: con l'aumentare della quota d'osservazione aumenta la capacità di penetrazione dello spettro visibile alle corte lunghezze d'onda. Questo significa che per un osservatore è più facile percepire il flash blu stando su una montagna, che in riva la mare, dove si può percepire solo il verde, perché il blu viene filtrato.

L'assorbimento selettivo: alcune particelle, come l'ossigeno ed il vapore acqueo riescono ad assorbire determinati colori come il rosso, favorendo il passaggio delle altre lunghezze d'onda. Le bande di Chappuis di ozono riescono ad assorbire il

colore arancione migliorando la visibilità dal verde, tuttavia questa causa sembra che determini solo effetti trascurabili.

Altri fattori sono le turbolenze causate dai movimenti casuali dell'atmosfera e dalle correnti a getto, e le forti inversioni termiche e bariche prossime all'orizzonte.

Tutti questi fenomeni diminuiscono la definizione del disco solare e rendono meno affidabile la percezione dei colori. Se a questi fattori aggiungessimo anche un'ottima trasparenza dell'aria potremmo ottenere le condizioni ideali per la formazione del raggio verde.

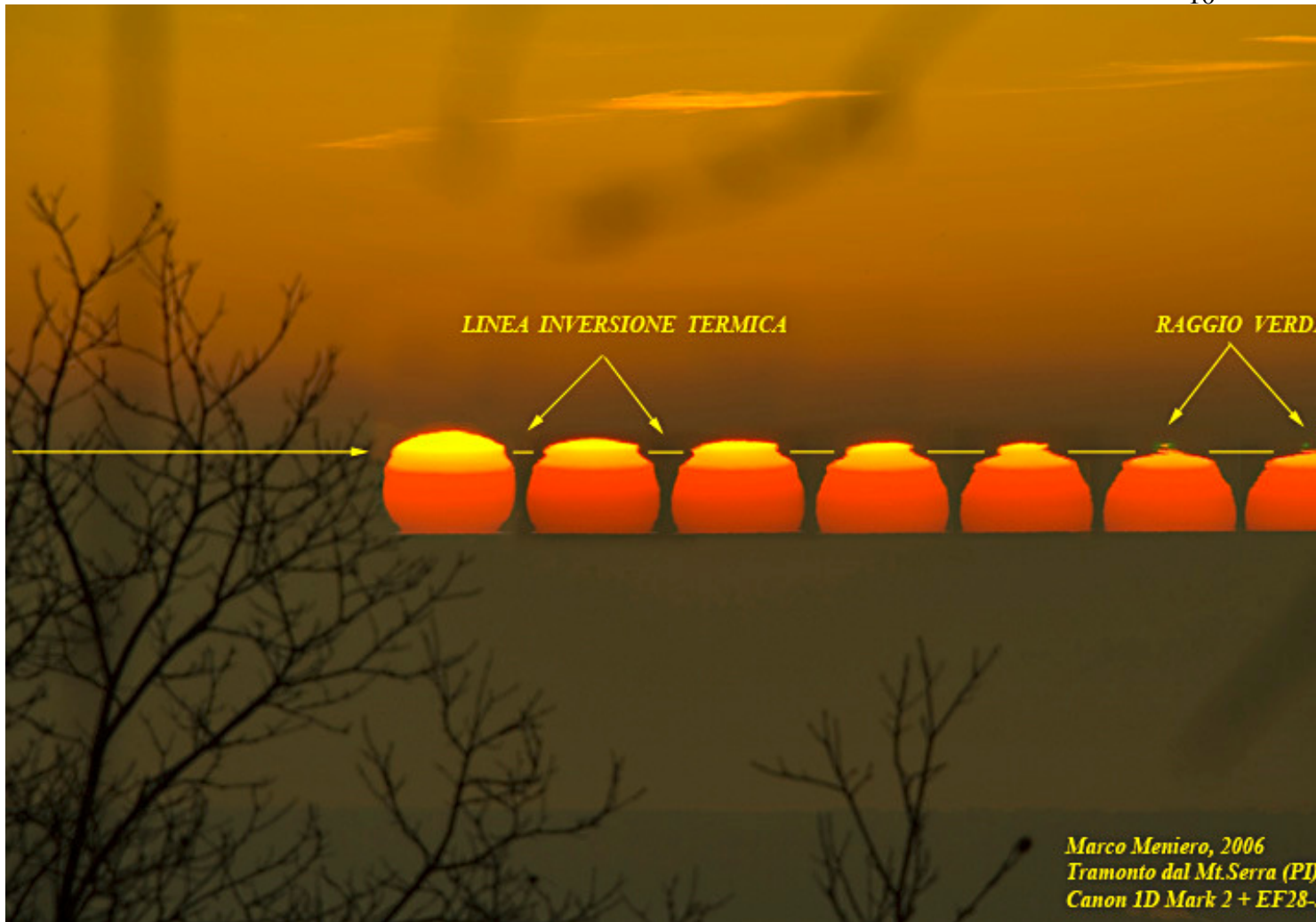


Effetti della rifrazione atmosferica

Secondo O'Connell e Treusch, tutte le ipotesi prese in esame, possono determinare anche la formazione di bordi verdi sulla Luna e sui pianeti più luminosi.

Esistono tuttavia dei fattori non fisici che determinano la visione del raggio anche quando non si manifesta fisicamente: i processi cognitivi e la fisiologia dell'occhio. Nel primo caso, l'evento non si verifica, quindi la pupilla non lo vede, ma il nervo ottico lo ricrea soggettivamente ed inganna l'osservatore che lo vede solo perché è suggestionato dal desiderio di osservarlo.

Nel secondo caso, l'inganno è dovuto alla sensibilità nel rosso dei coni nella retina, la quale determina una visione più chiara del disco solare, tale farlo apparire più verde di come lo sia in realtà. Questo processo fisiologico illude gli osservatori alle prime armi, vi spiego come: quando si osserva il Sole al tramonto con un telescopio, la forte luminosità abbaglia i coni dell'occhio, i quali riproducono una falsa visione del raggio verde prima che esso si manifesti realmente. Ad esempio può sembrare che il raggio duri 3 secondi, quando in realtà dura solamente 2 secondi. Durante il primo secondo si è visto solo un raggio virtuale. Per verificare quest'esperienza si devono scattare delle foto, in tal modo il fotografo potrà verificare di non aver registrato nulla durante il primo secondo.



Effetti della rifrazione atmosferica

La previsione empirica

Personalmente ho portato a termine una serie d'osservazioni del fenomeno, con lo scopo di poter prevedere in anticipo il flash e di poter anche calcolare il tempo fotografico d'esposizione. Le osservazioni si sono basate su un campione di circa 600 tramonti scelti in modo casuale fra quelli con alta pressione ed orizzonte limpido.

Le stime statistiche estrapolate dalla ricerca dicono che ogni anno si possono vedere circa 45 - 50 raggi verdi anche per due giorni consecutivi, concentrati maggiormente nei mesi di Maggio, Giugno, Settembre, Ottobre e Novembre (circa il 60%-70% dell'intensità annuale). Se invece considerassimo solo la formazione dei *green rim*, senza il successivo *green flash*, credo che le manifestazioni annuali salirebbero fino al oltre 80 - 100. Ovviamente le stime si riferiscono solo all'osservabilità dalla costa occidentale italiana.

E' importante, tuttavia, non sottovalutare l'incidenza del processo cognitivo sull'osservatore: ciò dipende dall'esperienza e dall'emotività delle singole persone. Considerando che mediamente la sua incidenza possa essere del 20% su un campione opportunamente rappresentativo di osservatori esperti (come un gruppo di astrofili), si potrebbe dedurre che da 45-50 raggi verdi osservabili annualmente, solo 36 – 40 siano fisicamente validi (per lo studio completo visitare il sito della Sezione Astrocultura della UAI).

Il fenomeno si può prevedere con circa 30 minuti d'anticipo con la probabilità di successo di 2 volte su 3, osservando attentamente i seguenti eventi meteorologici:

- si deve essere appena insediato un anticiclone, se è presente da più di 3, giorni la visione del raggio è improbabile;
- ci deve essere vento moderato o teso da N – NE, come la Tramontana;
- le velature dei cirri lo rendono improbabile, ma non impossibile;
- il moto ondoso, lontano dalla costa, può amplificare angolarmente il raggio, ma uno eccessivo, o solamente sotto costa, lo può soffocare;
- alta pressione sull'orizzonte e cielo limpido almeno 10° sopra il Sole; si è verificato anche con piccole formazioni di cirrostrati 2°/4° sopra di esso;

La possibilità di riuscita nella previsione sale ad oltre il 90% osservando la forma ed il colore del Sole circa 6 – 7 minuti prima del tramonto e tenendo conto delle seguenti caratteristiche:

- quando il Sole è molto deformato e tremolante, ma luminoso e bianco, il fenomeno è accentuato e visibile ad occhio nudo. La formazione del *green ray* è molto probabile;
- la presenza del piedistallo sotto il disco solare vuol dire che le condizioni sono ottimali; le formazioni del *green rim*, del *green flash* sono certe, mentre quella del *green ray* è solo probabile. Quando il Sole è deformato ad Omega, ci si deve aspettare un raggio verde circa 2 – 3 minuti dopo la formazione del piedistallo.
- quando il Sole è molto schiacciato, con luminosità variabile (bianco – giallo nella parte superiore del disco e rosso in quella inferiore) si osserva con il binocolo inizialmente il *green rim*, successivamente il *green flash*.
- se il Sole è molto filtrato e rosso opaco è visibile con il binocolo solo il *green rim*.
- se il cielo è terso e si verifica almeno una delle ipotesi sopraccitate, ma il disco solare passa dietro un cumulonembo proprio mentre lambisce l'orizzonte, allora

si potrebbero formare più di un green rim tra le creste delle nubi (non visibili ad occhio nudo).

Se almeno una delle suddette condizioni si verificasse su un orizzonte terrestre, basso e frastagliato, allora più raggi verdi si potrebbero manifestare contemporaneamente. Vi spiego come: lo stesso fenomeno, che genera i Grani da Baily durante le eclissi, determina raggi verdi multipli e paralleli quando la luce solare sbuca dietro lontane creste rocciose.

Nei casi in cui il tramonto è osservato da una vetta montana, l'accensione del raggio è più veloce, i colori sono più contrastati e, contrariamente a quanto si crede, diviene più facile osservare il blu flash rispetto al green flash. Questa peculiarità è causata dalla diffusione di Rayleigh.

Si ricorda che per contemplare il Sole all'orizzonte si devono indossare buoni occhiali scuri perché la massa d'aria interposta fra l'osservatore ed il Sole filtra mediamente solo 1/10.000 della sua luminosità, a differenza dei filtri solari commerciali che assorbono 10 volte di più, ovvero 1/100.000.

Il ricercatore B. E. Schaefer del Goddard Space Flight Center (NASA) ha ideato un semplice *software* utile per la previsione del green flash da ogni parte della Terra. Inserendo nell'algoritmo alcuni dati come l'elevazione e la latitudine del sito d'osservazione, l'estinzione atmosferica ed altri dettagli, si può conoscere la durata del flash solare, la sua magnitudine visuale ed il colore approssimato: rosso, arancione, giallo, verde o blu.

Raggio verde lunare del 12 marzo 2006

Tutte le condizioni fisiche descritte nel precedente paragrafo sono valide anche per le formazioni dei green flash sul bordo del disco lunare. Vi racconto l'esperienza vissuta il 12 marzo 2006: il giorno 11 appresi dall'Ufficio Meteorologico Aeronautico dell'Aeroporto di Pisa che durante la notte e l'alba seguente si sarebbero verificate le condizioni ideali per le formazioni dei green flash, quindi, considerato che la Luna presentava una illuminazione pari al 93.2% decisi di tentare l'osservazione del fenomeno sul bordo lunare. All'alba del giorno seguente mi recai sul lungomare di Marina di Pisa per aspettare il tramonto della Luna, previsto per le 05h 00m TU, giunto sul posto mi resi subito conto che le previsioni si erano avverate e che le condizioni meteo erano quelle ideali: vento di Tramontana, cielo terso, disco lunare

visibilmente deformato ed arrossato, formazione del piedistallo ... Iniziai a seguire le deformazioni del bordo lunare con un 500m attraverso l'oculare della reflex. L'osservazione visuale fu gratificante: come previsto si formò prima il green rim sul bordo sopra il Mare delle Piogge (durato circa 2 secondi), successivamente s'accese un pallido e scuro raggio verde con il bordo completamente tramontato (durato circa ¼ di secondo). Alla fine rimasi incantato e completamente esterrefatto nell'aver visto per la prima volta un fenomeno così elusivo da essere creduto quasi inosservabile!

Al contrario dell'osservazione visuale, la ripresa fotografica fu deludente: generalmente fotografo il green flash solare con una sensibilità di 50 iso e con focali chiuse a f/12, questa volta decisi di usare una pellicola 200 iso ed una focale luminosa aperta a f/5.6 per arginare la bassa luminosità del fenomeno, ciò nonostante non riuscii a riprenderlo perchè la luminosità del disco lunare scese molto più di quanto avevo previsto; non riuscendo a calcolare con precisione l'effettiva luminosità del flash, non ero riuscito a preparare al meglio l'attrezzatura fotografica. Per fotografarlo con la sensibilità di 200 iso avrei dovuto usare dei tempi d'esposizione lunghi circa 10 volte più della durata effettiva del fenomeno stesso, cosa impossibile. Se avessi utilizzato una reflex digitale avrei arginato il problema fotografando a "priorità di iso" (vai al paragrafo seguente: "la fotografia").

La fotografia e video:

Le condizioni necessarie per la fotografia sono la trasparenza dell'aria e la scelta di un ottimo sito d'osservazione. Quest'ultimo deve essere tale da permettere la libera visione dell'orizzonte. Se si volesse riprendere solo il raggio verde, l'orizzonte deve essere marino e come il punto d'osservazione va bene anche una spiaggia; se invece si volessero fotografare anche le sfumature blu, si deve scegliere un sito montano, lontano molti chilometri dall'orizzonte terrestre o marino. Non è consigliabile appostarsi sui tetti dei palazzi delle città piene di polveri e di smog. Per determinare il giusto tempo d'esposizione ho sempre applicato la nota formula:

$$\mathbf{T = [(f/) \times (f/)] : [iso \times b]}$$

Dove **T** è il tempo d'esposizione espresso in secondi, (**f/**) è il diaframma dell'ottica usata, **iso** è la sensibilità con cui sarà sviluppata la pellicola e **b** indica la luminosità del soggetto fotografico. Esso costituisce la quantità di luce unitaria del raggio verde che arriva sul sensore (film o CCD) ed è espresso in magnitudine per arcsecondo al quadrato (da Astronomical Almanac), oppure in candele per piedi al quadrato (da Kingslake, Optical System Design).

RAGGIO VERDE SUL SOLE: Il principale problema è stata la determinazione di "b" (quella che determina EV - Exposure Value). Dopo aver effettuato molte prove, credo che il valore corretto sia compreso fra "360" e "700" ovvero EV pari a 14-16. Tuttavia, se si volesse fotografare il raggio da siti lontani dal mare, l'esperienza empirica dimostra che il valore di "b" si dimezza perchè la massa d'aria aumenta d'intensità quindi EV scende a 12-14. Tutti i tempi d'esposizione calcolati con i valori intermedi vanno comunque bene, tuttavia il fotografo deve saper intuire, con l'esperienza, l'effettiva luminosità del raggio per poter scegliere il tempo più preciso possibile, perché è quasi impossibile scattare, ricaricare, cambiare il tempo di esposizione e riscattare durante il raggio se non si dispone di una macchina fotografica con motore da almeno 3-4 fotogrammi/secondo.

RAGGIO VERDE SULLA LUNA: Ragionando *ex post* sull'esperienza del raggio verde lunare (vedi esperienza del 12 marzo 2006) ho dedotto che per fotografarlo si potrebbe utilizzare un valore di "b" basso pari a circa 0,01. Questo valore di "b" determinerebbe una soluzione del tipo: diaframma chiuso a f/5.6 - sensibilità equivalente pari a 3200 iso - tempo d'esposizione di 1s.

PELLICOLE (raggio verde sul Sole): Le pellicole consigliabili sono le diapositive con sensibilità pari o inferiore a 100 iso, credo inoltre che la Fuji Velvia 50F e la Kodak Ektachrome 64T diano i migliori risultati. La pellicola Fuji presenta una grana ultrafine con un'ottima dominante verde, mentre la Kodak ha grana fine con dominante blu - verde. Personalmente non ho mai usato dei filtri fotografici, tuttavia ci sono dei fotografi che ottengono ottimi risultati con i seguenti abbinamenti: Ilford PanF 50 o Kodak Technical Pan 2415 + W11 (il filtro giallo-verde per le foto in bianco e nero, taglia da 480nm a 580nm), oppure usando il filtro Ir

Cut per eliminare parte del rosso che trasmette vicino all'infrarosso che potrebbe sfuocare il fenomeno.

REFLEX DIGITALI: Riguardo a delle reflex digitali, si suggerisce di non modificare i parametri di default circa i bilanciamenti del bianco, del contrasto e della saturazione, per non imbattersi in spiacevoli inconvenienti come lo *sharpening* (microcontrasto). Non si deve neanche cedere alla tentazione di aumentare la saturazione del verde. Utilizzando una Canon Eos-1D Mark II, dell'amico Paolo Garzella, sono riuscito ad esporre correttamente il raggio utilizzando l'esposimetro spot (misurazione su un'area pari al 2,4% del campo inquadrato) puntando sul green flash (tutte le altre impostazioni in automatico) con una ottica Canon da 300mm f/5.6, ho ottenuto così dei file in formato RAW praticamente perfetti!! Ho ripetuto l'esperimento anche con la Reflex Canon Eos 5D (ottica: Canon EF 300mm f/4 + Canon EF 2X I) ed ho constatato che l'esposimetro spot (misurazione pari al 3,5%) riesce egregiamente a misurare il raggio verde solo puntando il cerchio spot sopra l'orizzonte e sottoesponendo di 2/3 di stop. Questo è un ottimo risultato perché garantisce al fotografo di poter riprendere il fenomeno con buoni margini di riuscita. Farò delle prove anche con le altre Canon e spero di riuscire a testare anche l'esposimetro spot (pari al 2%) della Nikon 3D, il quale dovrebbe essere, almeno sulla carta, superiore a quelli Canon. Si sconsiglia anche di modificare le reflex levando il vetrino Ir Cut di serie, perché la luce raccolta oltre i 650 nm. sfuocherebbe parzialmente il verde.

OTTICHE: Le focali migliori sono quelle superiori a 600 mm., ma non tutte le configurazioni ottiche vanno bene perché non devono soffrire di aberrazione cromatica, quindi le lenti apocromatiche sono le più indicate. Un ottimo compromesso prestazioni/prezzo può essere costituito dai piccoli Maksutov come gli ETX della Meade, l'Mc127 della Sky-Watcher o l'Alter M500 dell'Intes Micro. Ottime fotografie si possono ottenere anche con gli Schmidt – Cassegrain ed i Newton.

TELECAMERE: Non ho esperienze dirette nell'uso delle telecamere, tuttavia molti astrofotografi stranieri, tra cui Pekka Pairvainen, affermano d'aver ripreso il green flash con videocamere. Il regista documentarista Fabrizio Carbone mi ha comunicato di aver ripreso più filmati del raggio verde in Groenlandia mentre registrava un documentario per la Rai Tv (per la trasmissione "Stella del Sud", in onda il sabato pomeriggio su Rai Uno). Le riprese sono state effettuate nei giorni

tra il 12 ed il 15 giugno 2004 in mare aperto tra le ore 23 e le 02 nella baia di Disko a poche ore di battello dal porto di Ilulissat. I filmati sono stati registrati mediante la telecamera professionale Canon XL1 digitale, utilizzando l'apertura equivalente di diaframma pari a $f/22$ e velocità di $1/60$ esimo di secondo".



La strumentazione sul campo: SkyWatcher MC127 + reflex Canon digitale

Sia le osservazioni personali, sia quelle pervenutemi dal Lazio e dalla Toscana, fanno concludere che la costa occidentale italiana sia un luogo privilegiato per la manifestazione del raggio verde rispetto ad altri siti italiani, in cui il fenomeno sembra verificarsi con minore frequenza (vedi anche "Green flash da Viterbo", prof. P. Candy, Nuovo Orione, n. 12, Maggio 1993). Consiglio a chiunque di tentare

d'osservare questa leggendaria "fotometeora", nella consapevolezza che non è poi così rara come si crede.

Archivio fotografico sul raggio verde

La Galleria fotografica dedicata al "green flash" su questo sito rappresenta il primo archivio fotografico italiano sul fenomeno dei green flash, di conseguenza invito tutti i visitatori del sito a partecipare all'ampliamento di questo database inviando le proprie foto.

Al fine di uniformare tutta la documentazione per una corretta esposizione sul web invito i collaboratori a rispettare le specifiche d'invio.

La pubblicazione di una Vostra fotografia on line non implica l'acquisizione del "diritto d'Autore" dell'immagine, né d'alcun diritto di sfruttamento della medesima per fini di lucro da parte di terzi o del titolare del sito. La Legge 633/41, aggiornata dal Dpr. 19/79 e dal D.lg. 154/97, prevede che il titolare dello sfruttamento sia esclusivamente l'autore della fotografia. La Stessa norma legislativa, modificata dal Dpr. 19/79 e dalla 248/2000, prevede anche che la citazione dell'autore sia obbligatoria.

Specifiche d'invio: tutti gli scatti devono essere inviati al sottoscritto all'indirizzo: meniero@yahoo.it e devono essere corredate da:

- a) Nome e cognome dell'autore**
- b) Sito di ripresa**
- c) Epoca di Ripresa: anno, mese, giorno e ora in T.U.**
- d) Focale e diaframma di lavoro dell'obiettivo impiegato**
- e) Tipo di pellicola e/o sensibilità in ISO impostata (opzionale)**
- f) Tempo d'esposizione (opzionale)**
- g) Risoluzione 640x480 (a 72 dpi)**

Lectture consigliate:

- Candy P., "Le meraviglie del cielo", Il Castello, 1997
- Greenler R. "Rainbows, Halos, and Glories", Cambridge University Press, 1980, Cambridge, CB2 2RU, U.K.

- David M. Ludlum, "Weather", Harper Collins Publisher, 2001, London, W6 8JB, U.K.
- Lynch D. K., Livingston W., "Colour and Light in Nature" II ed., Cambridge University Press, 1995 Cambridge, CB2 2RU, U.K.
- John Naylor, "Out of the Blue", Cambridge University Press, 2002, Cambridge, CB2 2RU, U.K.
- D.J.K. O'Connell, S.J., C. Treusch S.J., "The green flash and other low sun phenomena", Vatican Observatory., 1958 Interscience Publishing, New York

Web Ring: <http://astrocultura.uai.it/avvenimenti/raggioverde.htm>