Ottica atmosferica all'orizzonte: le varie forme del Sole

Costantino Sigismondi *prof.sigismondi@icra.it*
(ICRANet, Pescara e UPRA, Roma)

Submitted 3rd September 2026, revised & accepted 11th September 2026

Abstract The sea sunset of 3 September 2026 observed from 6 m above sea level in Ostia (Rome) offered the possibility to study most of the situations occurring at the horizon in three minutes. The drop-like Sun, the vase-like, the linear one, and the green limb have been evident during a windy sunset with rather clear sky 1015 hPa, and 70% of local humidity. The water temperature was 26°C and the air at 27°C. The pressure was rising toward the sunset's line of sight up to 1020 hPa at 800 km, on the French Roussillon coasts. The wind was coming from the W direction, nearly the same azimuth of the sunset. The display of the images obtained summarizes effects typical of fall and winter seasons.

Sommario Durante il tramonto al mare del 3 settembre 2026 osservato ad Ostia da 6 metri sopra il livello del mare, si sono verificate gran parte delle configurazioni che l'immagine del Sole può assumere durante l'autunno e l'inverno. Sole a goccia, Sole a Vaso, Sole a forma di disco volante, Sole lineare e bordo verde finale. La pressione atmosferica è stata di 1015 hPa, crescente fino a 1020 hPa ad 800 km di distanza verso la Francia del Roussillon, il vento gagliardo da WNW, l'acqua a 26°C e l'aria a 27°C.

Keywords: Sea Sunset, Atmospheric Optics, Differential Refraction.

Introduzione: il Sole sul mare, miraggi e raggio verde

Giulio Verne (1828-1925) ha scritto numerosi ed apprezzati romanzi basati su fatti scientifici. Uno di questi è il Raggio Verde (1882),[1] che tratta della rarità di questo fenomeno di ottica atmosferica e delle leggende ad esso associato. La ricerca delle condizioni meteo per vedere questo fenomeno ha ispirato oltre che Verne anche astronomi di vaglio, come i padri Gesuiti alla Specola Vaticana a Castel Gandolfo, dove i tramonti venivano osservati e registrati da oltre 420 m sul livello del mare.[2] Anche le pubblicazioni più recenti[3] pur cercando di fissare le condizioni al contorno al meglio, per poter rivedere uno dei fenomeni descritti, devono constatare che spesso il dettaglio cercato sfugge il giorno successivo, pur restando simili le condizioni meteo.

[1] https://fr.wikipedia.org/wiki/Le_Rayon_vert_(roman)
[2] O'Connell, D. J. K., *The green flash and other low sun phenomena*, Castel Gandolfo: Vatican Observatory, 1958, Ricerche Astronomiche, Vol. 4.
[3] Candy, P., Le Meraviglie del Cielo, Il Castello, Foggia (1998).

I miraggi, che operano sulle nuvole, le navi, le coste viste presso l'orizzonte, fanno prevedere le circostanze del contatto del Sole con l'orizzonte marino o con quello rifratto,[4] ma l'assenza di quelli, necessaria alla formazione del Sole lineare, che precede il bordo verde, non è una condizione sufficiente.

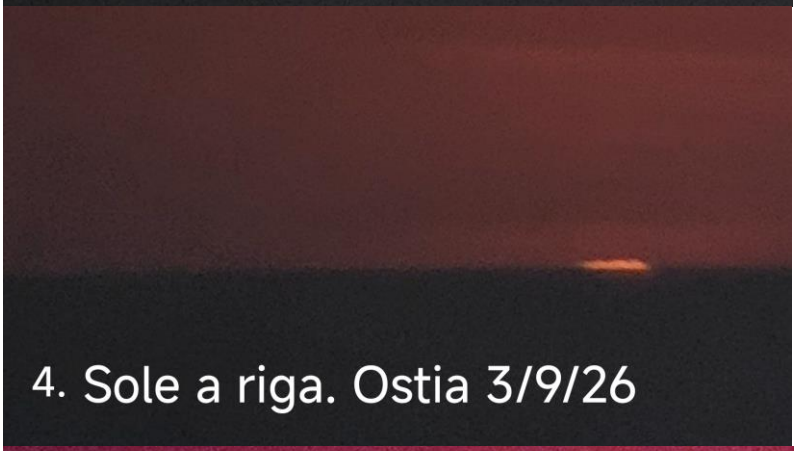
Tramonto del 3 settembre a Ostia

Nei tre minuti finali di questo tramonto si sono verificati quasi tutti i casi possibili di forme del Sole. Nella sequenza di foto prese con il cannocchiale 7x18 mm le ho fissate. La risoluzione non è stata sufficiente a cogliere il miraggio della figura 1, ma rende. bene tutte le fasi.



[4] C. Sigismondi, La riflessione totale in atmosfera, al tramonto sul mare, Gerbertus 19, 319 (2023).


3. Sole a disco volante. Ostia 3/9/26


4. Sole a riga. Ostia 3/9/26

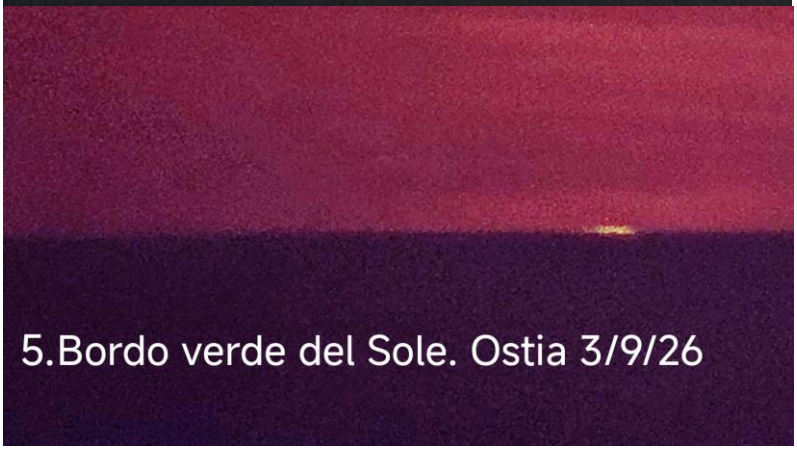

5.Bordo verde del Sole. Ostia 3/9/26



Fig 1-7. Le fasi del tramonto del 3 settembre 2026 a Ostia/Colombo. 28 °C, 1015 mb e 26°C di temperatura dell'acqua con vento teso da SW-W. La pressione atmosferica cresceva fino a 1020 mb verso la Francia (Roussillon). La rifrazione all'orizzonte era 41' 16".
Lo schiacciamento del Sole è 0.839 (1) esclusa la protrusione verso l'alto, 0.836 (2), ed è legato alla rifrazione differenziale presso l'orizzonte.
Il Sole a disco volante e a riga era stato osservato il 31/12/2019 con condizioni meteo più fresche: 11°C e 1030 mb, e rifrazione 43'.

Condizioni meteo per vedere il bordo verde

Il fenomeno si è ripetuto anche nei tramonti dal 4 all'8 settembre con pressione atmosferica a Ostia sempre simile, sui 1016 mb.

La rifrazione differenziale è anche un parametro da considerare: più è alta più gioca l'effetto prismatico dell'atmosfera. Quindi un Sole molto schiacciato può preludere al Sole lineare e al bordo verde.

Bordo verde del Sole il 5 settembre a Ostia



Fig. 8 il bordo verde compare a varie rifrazioni e gradienti di temperatura acqua-aria: tra un grado (settembre) a oltre tre gradi (dicembre) entro un metro di quota sul livello del mare.

Levate del 4 Agosto a Tollo e del 21 Agosto a Lanciano

E' stata ripresa a 150 sul livello del mare, con rifrazione circa 47', tipica delle osservazioni da punti elevati e distanti dal mare. C'è anche l'effetto della depressione geometrica dell'orizzonte, pari a $\theta=\sqrt{(2h/R)}= 23.6'$. La bassa pressione era esattamente al largo di Tollo nell'Adriatico, circa 1 mb inferiore a quella di Tollo, 1014 mb, ridotta al livello del mare. Temperatura 21°C. La rifrazione netta all'orizzonte risulta molto bassa: circa 24'.



Fig. 9 Lo scatto è alle 5:59:03 con il bordo superiore del Sole ancora 25'40" sotto l'orizzonte geometrico: lo vediamo sia per rifrazione sia per la depressione geometrica dell'orizzonte (7x18).

La parte superiore dell'immagine solare presenta discontinuità e curvature anche in senso opposto, segno delle riflessioni su strati atmosferici a diversa densità e distanza dall'osservatore, posti verso il centro della depressione Adriatica. Lo schiacciamento dell'immagine solare è abbastanza pronunciato: 0.848.

Il rapporto asse verticale su orizzontale, lo schiacciamento, più è piccolo più corrisponde ad una rifrazione differenziale grande.



Fig. 10-11: A Lanciano il 21 Agosto 2026 lo schiacciamento del Sole è passato da 0.75 a 0.843 durante la levata da 256 m slm.

La depressione dell'orizzonte è 30.8', quindi nell'immagine a destra il Sole è ancora sotto l'orizzonte geometrico di 5'.

Tramonto del 9 Agosto a Ostia: il miraggio

Già abbiamo pubblicato l'immagine del contatto tra Sole e riflesso sull'atmosfera, del 9 Agosto 2026 Gerb 23, 84 (2026). L'alta risoluzione ha permesso di cogliere i minimi dettagli.

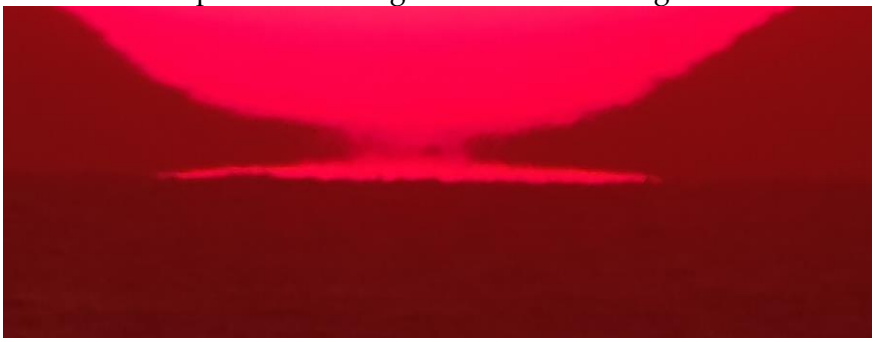


Fig. 12 Ostia VI, tramonto del 9/8. Rifrazione all'orizzonte: 34'22". L'acqua a 26°C e l'aria a 27°C, 1014 mb e 70% di umidità. Lo spazio tra il disco solare e l'orizzonte del mare è appena accennato.

Lo schiacciamento globale di questa immagine (completa) è di 0.843, esclusa la parte del miraggio –in figura-, che si protende verso l'orizzonte.

Referenze:

https://fr.wikipedia.org/wiki/Le_Rayon_vert_(roman)

O'Connell, D. J. K., *The green flash and other low sun phenomena*, Castel Gandolfo: Vatican Observatory, 1958, Ricerche Astronomiche, Vol. 4.

Candy, P., Le Meraviglie del Cielo, Il Castello, Foggia (1998).

Sigismondi, C. La riflessione totale in atmosfera, al tramonto sul mare, Gerbertus 19, 319 (2023).

Sigismondi, C., L'oblateness del Sole in eclissi, Gerbertus, vol. 23 p. 81-86 (2026)

Appendice: Schiacciamento del Sole a 7° di altezza sopra l'orizzonte

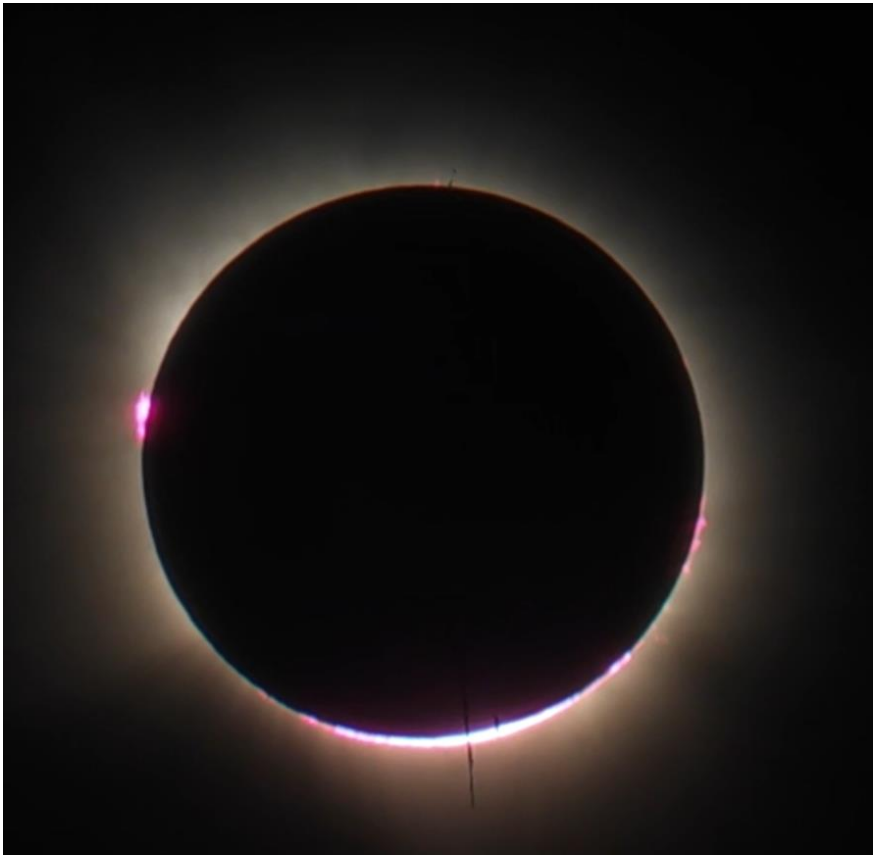


Fig. 13 La fase terminale dell'eclissi totale del 12 agosto 2026: il Sole era a 6°50′ sopra l'orizzonte.

Lo schiacciamento è 0.986, misurabile solo in fotografia.