

Giannantonio Milani
UAI – Sezione Comete

L'apparizione della cometa C/2002 O4 (Hönig)

Abstract

The comet C/2002 O4 (Hönig) underwent a rapid evolution since its discovery, on 22 July, through its sudden disappearance occurred about its passage at the perihelion (1 October). The comet initially displayed a tail revealing a gaseous component, which was lost in mid-September; to leave only the powder component, which, at its turn, rapidly disappeared at the end of September, probably because of the comet's nucleus disruption.

La cometa C/2002 O4 è stata scoperta dall'astronomo dilettante tedesco Sebastian Hönig la notte del 22 luglio 2002 nel corso di una serata dedicata all'osservazione di oggetti di profondo cielo [1]. La nuova cometa, posizionata favorevolmente sulla volta celeste, è stata seguita dagli osservatori italiani già pochi giorni dopo la scoperta (figura 1).



Figura 1. La C/2002 O4 ripresa il 28 luglio 2002 presso l'Osservatorio di Talmassons (CAST), all'incirca sei giorni dopo la scoperta. In questa immagine la coda sembra mostrare due raggi, probabilmente le due componenti formate da gas e polveri.

L'apparizione è risultata complessivamente abbastanza favorevole e la cometa ha avuto un moderato avvicinamento alla Terra verso il 10 agosto (0.65 UA), mentre il passaggio al perielio, la sera dell'1 ottobre, è avvenuto ad una distanza dal Sole di 0.776 UA.

Le osservazioni raccolte nell'ambito della Sezione Comete hanno permesso di delineare un primo quadro che mostra un'evoluzione piuttosto insolita. Infatti, inizialmente la

cometa ha mostrato un rapido aumento di luminosità, fino all'inizio di agosto, seguito da una fase di stasi e da un successivo repentino crollo, proprio in corrispondenza del perielio. Questo comportamento anomalo ha fatto nascere molte ipotesi, tra le quali quella che il nucleo si fosse disgregato. Il processo tuttavia appariva sensibilmente differente rispetto ad altre comete recenti, come per esempio la C/2001 S4 (LINEAR), osservata l'anno precedente, il cui nucleo si è completamente dissolto. L'evoluzione morfologica e fotometrica infatti avevano caratteristiche peculiari e, per comprendere il meccanismo che ha governato questo insolito andamento, non era sufficiente un'analisi basata sulla sola curva di luce. Dall'esame di diversi aspetti (morfologico, fotometrico, orbitale) Zdenek Sekanina [2] è riuscito a delineare in modo preciso il probabile quadro che ha interessato questa nuova cometa e il suo processo di dissoluzione.

Le osservazioni

Le osservazioni raccolte dalla Sezione Comete, 58 in tutto, sono state effettuate visualmente, fotograficamente e mediante CCD. L'elenco degli osservatori è riportato in tabella 1. Una panoramica completa delle immagini raccolte è reperibile presso il sito web della Sezione (<http://comete.uai.it>).

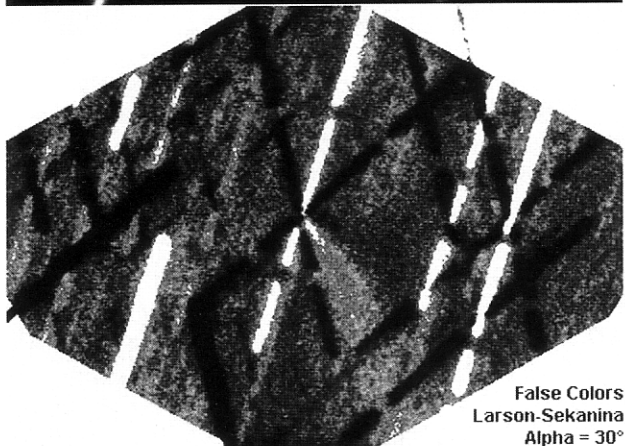


Figura 2. La C/2002 O4 fotografata a colori da Toni Scarmato l'8 agosto. La colorazione azzurro verde visibile nell'originale appare quella tipica dovuta alla presenza di emissioni di C_2 .

È interessante notare come l'aspetto iniziale della C/2002 O4 potesse essere considerato normale: la cometa esibiva una chioma con evidente componente gassosa, come può essere dedotto dalle fotografie a colori (per esempio quella ottenuta l'8 agosto) che mostrano la tipica colorazione azzurro-verde tipica delle emissioni del carbonio biatomico (figura 2) oltre all'estensione e all'aspetto diffuso della chioma. Anche l'aspetto della coda nel periodo iniziale poteva apparire abbastanza tipico, ma l'aspetto della cometa è andato gradualmente cambiando come è evidente dalle fotografie (vedi figure 3-4-5).

Cosa certa è che dopo la metà di settembre (figure 6-7-8) l'aspetto è radicalmente mutato e la cometa ha assunto una conformazione più tipica di un oggetto dominato dalla componente polverosa: la coda diffusa aperta a ventaglio, il suo angolo di posizione, e il profilo fotometrico della chioma che bene si accordava con quello di una tipica chioma di polveri.

3



4



5



6

Figura 3. La C/2002 O4 ripresa presso l'Osservatorio di Cavezzo (MO) il 7 agosto. La coda mostra ora una unica componente, anche perché la Terra si avvicina al piano orbitale della cometa.

Figura 4. La C/2002 O4 ripresa dall'Osservatorio di Talmassons (CAST) il 12 agosto. In questa immagine la chioma sembra avere raggiunto la massima estensione apparente ed ha assunto l'aspetto tipico di una chioma gassosa.

Figura 5. La cometa ripresa il 19 agosto mostra un chiaro cambiamento di aspetto ed inizia a diminuire rapidamente di luminosità.

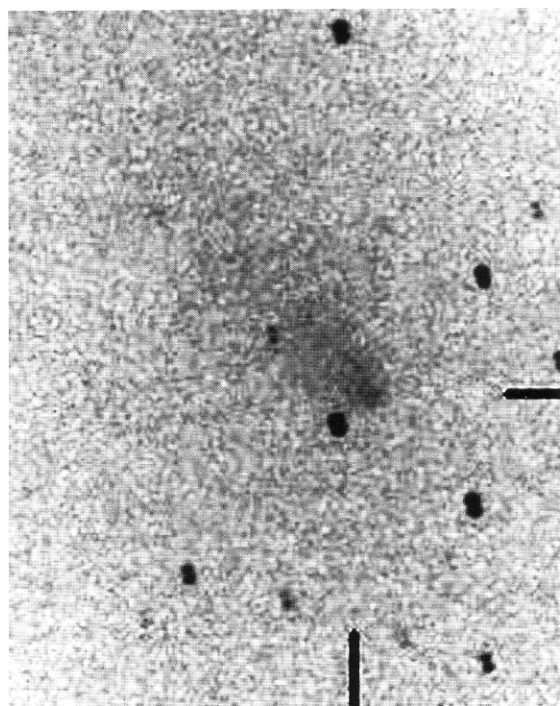
Figura 6. Il 14 settembre la C/2002 O4, ripresa sempre presso l'Osservatorio di Talmassons, diviene sempre più debole e diffusa.



7



9



C/2002 O4 (Hönig)

September 30.75, 2002

Average of 30 x 30 sec exposures

0.3m, f/2.8 Baker + CCD + I filter

G. Sostero (Remanzacco, Italy)

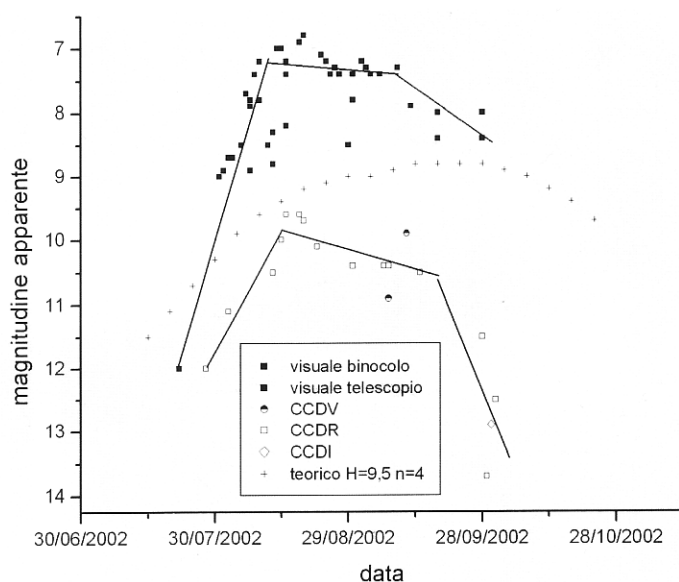
N

W

3'



8



10

Figura 7. Il 28 settembre l'aspetto è completamente mutato: ora la cometa ha una chioma piccolissima e ha sviluppato una larga coda a ventaglio.

Figura 8. Il 30 settembre, la cometa, ripresa dall'Osservatorio di Remanzacco con filtro I, è ormai sempre più evanescente, anche se permane l'ampia coda a ventaglio.

Figura 9. L'ultima immagine dell'1 ottobre, ottenuta a Talmassons, mostra ormai solo un vago fantasma.

Figura 10. La curva di luce ricavata dalle osservazioni raccolte nell'ambito della Sezione Comete UAI. Sono messe a confronto le osservazioni visuali (magnitudine totale), quelle CCD (magnitudine riferita a un diametro di 100 000 km sulla chioma), e uno dei possibili andamenti teorici previsti.

Che avvicinandosi al perielio venisse rilevata più polvere poteva essere considerata una cosa normale, ma la contemporanea assenza della componente gassosa, inizialmente presente, appariva peculiare. Qualcosa di importante stava dunque accadendo alla cometa e i segni di questa anomalia erano evidenti anche nella curva di luce, che avvicinandosi al perielio aveva mostrato un netto appiattimento.

La curva di luce di figura 10 mostra l'andamento osservato per la magnitudine apparente (visuale quadrati pieni, CCD cerchi e rombi); per confronto è indicato l'andamento teorico (croci) calcolato in base alla formula:

$$m = 9.5 + 5 \log(R) + 10 \log(\Delta) \quad (1)$$

dove R e Δ sono rispettivamente le distanze della cometa dal Sole e dalla Terra espresse in Unità Astronomiche (UA).

Va notato che le osservazioni CCD non sono direttamente confrontabili con le visuali ed è sempre presente una differenza sistematica. Inoltre, in questo caso, esse differiscono ulteriormente in quanto non sono riferite alla magnitudine totale, ma alla misura di una porzione di chioma standard pari a 100 000 km di diametro (sulla cometa). Così, mentre le osservazioni visuali risentono anche delle dimensioni apparenti della chioma e forniscono la luminosità complessiva, i dati CCD sono più legati alla luminosità superficiale della chioma e rispecchiano probabilmente in modo più fedele le variazioni di attività del nucleo.

Generalmente una cometa che manifesta un'evoluzione regolare raggiunge il massimo della luminosità intorno al perielio. Un cometa come la Hönig, con una distanza eliocentrica inferiore a 1 UA, avrebbe potuto diventare relativamente luminosa verso la fine di settembre. Tuttavia, contrariamente alle aspettative, dal mese di agosto si è andata affievolendo fino a scomparire del tutto. Come già anticipato, non era ipotizzabile un'improvvisa e completa disgregazione del nucleo, come era avvenuto per la C/2002 S4 (LINEAR) [3] e per la C/1996 Q1 (Tabur) [4]. In quei casi infatti il cedimento del nucleo, e il conseguente crollo di luminosità, sono stati improvvisi e sia la chioma sia la coda hanno portato i segni dell'avvenuta frammentazione immediatamente dopo l'evento. Queste tracce non erano invece apparentemente rilevabili sulla C/2002 O4, che invece ha continuato a mostrare una tipica coda polverosa e ad affievolirsi lentamente. Una possibilità era che il nucleo si stesse spegnendo progressivamente, ipotesi che non si è allontanata molto dal vero. Nell'analisi eseguita da Sekanina [2] viene infatti posto in evidenza che l'affievolimento della cometa è verosimilmente legato a un processo di lenta disgregazione ed erosione del nucleo, che è andato quindi letteralmente consumandosi fino a scomparire.

Numerose ipotesi si sono affacciate nel corso dell'apparizione, ma al momento nessuna era in grado di rendere conto di tutti gli aspetti mostrati dalla cometa: perché, se era vero che il nucleo si era dissolto, continuava a persistere una coda diffusa di polveri? Se invece la cometa si stava spegnendo lentamente perché la coda ha continuato a essere ben visibile? E perché continuava a esserci traccia di una vaga condensazione centrale? Il nucleo si era dunque completamente dissolto oppure no?

Era chiaro che l'evento che stava interessando la C/2002 O4 era in qualche modo molto più complesso di quanto immaginato inizialmente e solo un'indagine molto approfondita poteva dare una risposta plausibile alle molte domande.

Le immagini che accompagnano il presente articolo illustrano al di là di tante parole i cambiamenti strutturali della cometa e il suo progressivo affievolimento. Nelle ultime riprese di fine settembre - inizio ottobre, la Hönig appare ormai solo come un vago fantasma.

L'analisi delle osservazioni CCD

Per meglio cercare di comprendere l'evoluzione fotometrica della cometa, le misure CCD sono state analizzate mediante la quantità $Af[\rho]$, una quantità introdotta nel 1984 da A'Hearn [5] che esprime il prodotto tra albedo, densità delle polveri nella chioma e raggio della chioma considerata. La misura è espressa generalmente in centimetri ed esprime le dimensioni lineari di un ipotetico disco di polveri che riflette la stessa quantità di luce della chioma considerata. Teoricamente mediante questa quantità è possibile determinare la massa delle polveri in gioco, ma non essendo noti con esattezza l'albedo, la densità delle polveri nella chioma e lo spettro relativo alle dimensioni delle polveri stesse, il dato ottenibile è quanto mai approssimativo e risente pesantemente delle eventuali assunzioni fatte. Al di là di questo, l' $Af[\rho]$ è legato in ogni caso alla produzione di polveri ed esprime quindi meglio le variazioni di attività della cometa. Inoltre, nel caso di una chioma composta unicamente da polveri e che si espande in modo costante e isotropico rispetto al nucleo, la quantità $Af[\rho]$ è costante qualunque sia l'apertura di misura utilizzata per la fotometria (ovvero qualunque sia la porzione di chioma misurata). Questo, oltre ad annullare praticamente problemi derivanti da effetti strumentali, permette di valutare il profilo fotometrico della chioma. Un valore costante indica non solo che la chioma si accorda con il modello teorico di una chioma "stazionaria" ma anche che le polveri sono la componente dominante. E questo, come vedremo tra breve, è quello che traspare proprio nella fase finale di vita della cometa, in accordo con quanto trovato da Sekanina.

Gran parte delle osservazioni CCD utilizzate sono state effettuate presso l'Osservatorio di Talmassons, ottenute senza filtri e approssimando il sistema fotometrico alla banda R di Cousins. Calibrazioni precedenti avevano mostrato che l'approssimazione forniva buoni risultati [6]. Altre osservazioni sono state effettuate da Diego Tirelli (CCD senza filtri approssimato alla banda V di Johnson) e dall'Osservatorio di Remanzacco (CCD + filtro I di Cousins). Inoltre ulteriori riprese utili nella fase di analisi sono state ottenute in particolare da Roberto Haver e Fabio Anzellini, Roberto Trabatti, Martino Nicolini e, con tecnica fotografica, da Toni Scarmato. Per una panoramica completa di tutte le immagini e i disegni raccolti si rimanda al sito della Sezione (<http://comete.uai.it>).

Un'analisi preliminare della quantità $Af[\rho]$ in funzione del tempo (figura 11) mostra come, a partire all'incirca dall'8 agosto, il valore sia diminuito in modo praticamente lineare, indicando che la produzione di polveri stava rallentando a un ritmo regolare. La presenza di più punti per

ciascuna serata indica i valori ottenuti mediante misure di diverse porzioni della chioma.

Estrapolando l'andamento del ramo discendente del grafico si ricava che entro pochi giorni dal perielio (probabilmente intorno al 3 ottobre) il valore era sceso a zero, e che quindi il rilascio di materiale era completamente cessato. A questo punto la cometa si poteva ritenere completamente dissolta, o quel poco che eventualmente rimaneva del suo nucleo era diventato del tutto inattivo.

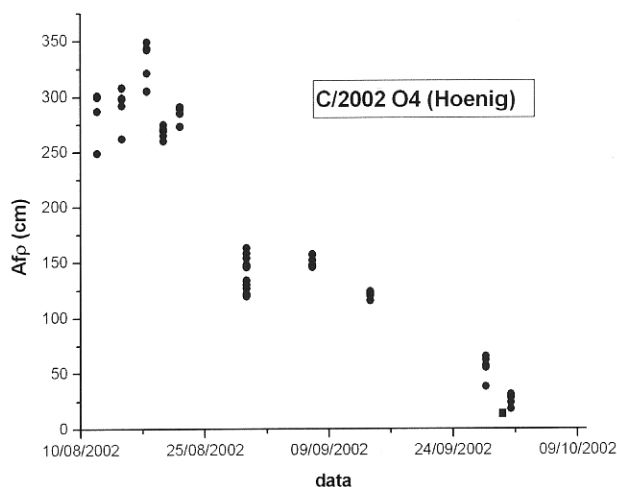


Figura 11. L'andamento della quantità $Af[rho]$, espressa in centimetri, e rappresentativa della produzione di polveri, mostra il calo graduale a partire all'incirca dall'8 agosto. I dati, che dopo il massimo seguono approssimativamente una retta, indicano che la cometa si è completamente dissolta intorno al 3 ottobre 2002.

Anche una sommaria analisi del profilo fotometrico mostra indiscutibilmente che a partire dalla metà di settembre la chioma si accorda perfettamente con il modello di una chioma di polveri caratterizzata da velocità di espansione costante, quindi la componente gassosa, se presente, era ampiamente sotto la soglia di rilevabilità, e possiamo assumere che in questa fase la luce proveniente dalla cometa fosse completamente luce solare riflessa.

In agosto e nella prima metà di settembre invece il profilo fotometrico si discosta leggermente dal modello sopra citato, con un andamento che richiama quello tipico di altre comete gassose. Purtroppo le variazioni osservate hanno un'entità non molto superiore all'errore medio strumentale (stimato mediamente intorno al 10-20%), e non è possibile quindi ricavare informazioni certe sulla presenza in questa fase intermedia di una chioma gassosa.

Conclusione

L'analisi delle immagini e dei dati fotometrici raccolti per la cometa C/2002 O4 hanno permesso di delineare bene il quadro della sua insolita evoluzione. La curva di luce, dopo un periodo di stasi, ha mostrato una rapida discesa, che è coincisa con la progressiva completa dissoluzione della cometa. Le immagini mostrano l'evoluzione della coda che dalla metà di settembre è risultata composta prevalentemente da polveri; nel periodo precedente vi sono segni che sembrano indicare la presenza anche di una componente gassosa, ma la prospettiva sfavorevole, e la mancanza di immagini ottenute con filtri non permette di poter indagare a fondo in questa direzione. L'analisi fotometrica mediante la quantità $Af[rho]$ indica una costante diminuzione nella produzione di polveri da parte della cometa a partire all'incirca dall'8 agosto 2002. Dall'estrapolazione dell'andamento si deduce che la produzione di polvere è cessata intorno al 3 ottobre, e quindi per quella data la cometa si è molto probabilmente del tutto dissolta.

Bibliografia

- [1] Green D. W. E., 2002, IAUC 7995
- [2] Sekanina Z., 2002, *The International Comet Quarterly* 24, 223-236. La traduzione di questo articolo apparirà sul prossimo numero di *Astronomia UAI*.
- [3] Foglia S. et al., 2002, *Astronomia UAI*, 7, 7-11
- [4] Fulle M., et al., 1998, *Icarus* 134, 235-248
- [5] A'Hearn M. F. et al., 1984, *The Astron. J.*, 89, 579-591
- [6] Milani G., 2003, *Astronomia UAI*, 2, 46-47

Tabella 1. Strumenti e osservatori

STRUMENTO/I	OSSERVATORE
BINOCOLO 10X50	ROBERTO HAVER
35 cm RIFLETTORE + CCD	BELTRAME, BRUNATO, DEGANO, GUATTO, LIGUSTRI, SAVANI (OSSERVATORIO TALMASSONS)
BINOCOLO 20X80	MASSIMILIANO MARTIGNONI
BINOCOLO 15X80	MICHELE MARTELLINI
BINOCOLO 16X70	ANTONIO GIAMBERSIO
BINOCOLO 7X50, NC 20 cm F/10	TONI SCARMATO
31 cm BAKER-SCHMIDT + CCD	GIOVANNI SOSTERO (OSSERVATORIO REMANZACCO)
25 cm RIFLETTORE + CCD	DIEGO TIRELLI
TOTALE 58 OSSERVAZIONI	