

Campagna osservativa della cometa 1995 O1 (Hale-Bopp)

G. Antonio Milani - Sezione Comete UAI

Il programma che presentiamo in queste pagine è stato preparato appositamente in vista del passaggio al perielio della cometa 1995 Ol Hale-Bopp che si annuncia particolarmente spettacolare ed è stato sviluppato concentrando l'attenzione su obiettivi ben precisi, alcuni dei quali di elevato interesse scientifico. Alla preparazione del programma hanno collaborato Marco Fulle (Osservatorio Astronomico di Trieste) e Gabriele Cremonese (Osservatorio Astronomico di Padova), che, oltre a fornire la consulenza necessaria, cureranno l'analisi finale dei dati più significativi tra quelli raccolti.

Il programma è stato suddiviso in due parti: la prima, denominata "Programma Principale", descrive le tecniche osservative che forniranno i dati più interessanti dal punto di vista scientifico. Tra queste meritano particolare attenzione le tecniche CCD di ripresa a largo campo per lo studio della coda e di ripresa della chioma e della coda con filtri interferenziali a stretta banda passante. Sono queste le due tecniche scientificamente più avanzate e che possono essere intraprese dai più esperti.

Di rilevanza secondaria, ma alla portata di molti astrofili, vi sono inoltre le riprese ccd della chioma ad alta risoluzione che permettono di evidenziare getti e aloni.

Anche la classica tecnica fotografica nelle immagini a largo campo di elevata qualità darà risultati certamente interessanti che andranno ad affiancarsi a quelli ottenuti con CCD, mentre alle osservazioni visuali spetta soprattutto il compito di effettuare un monitoraggio continuo dell'attività della cometa mediante stime di magnitudine e una valutazione generale della morfologia.

Nella seconda parte, denominata "Programma Secondario", sono elencate le tecniche che rivestono scarso interesse per le finalità del presente programma e in generale per una ricerca che miri ad avere un certo valore scientifico. Bisogna infatti tenere presente che gli occhi di tutto il mondo astronomico professionale e amatoriale saranno puntati sulla Hale-Bopp e la probabilità di rilevare qualcosa di interessante non visto da altri con tecniche diverse da quelle descritte nel programma principale è alquanto bassa. Per essere in qualche modo competitivi è infatti indispensabile porsi in condizioni osservative ottimali (sito, strumenti, ecc.) tenendo conto che una cometa, per quanto luminosa, è sempre un oggetto difficile da studiare. Ci rendiamo conto che per un astrofilo non è una cosa facile da realizzare e che è richiesto un notevole impegno, ma l'occasione offerta dalla Hale-Bopp è unica e vale certamente qualche sacrificio.

L'apporto degli osservatori più esperti sarà sicuramente determinante per la riuscita della campagna osservativa, ma anche i meno esperti potranno senz'altro dare un valido contributo. Chi è alle prime armi ha invece nella Hale-Bopp la rara opportunità di iniziare una fruttuosa esperienza osservativa in campo cometario con un oggetto facile da osservare e sicuramente insolito; la pratica acquisita potrà essere preziosa in seguito per dedicarsi all'osservazione di oggetti più deboli ma non per questo meno interessanti.

Le condizioni geometriche dell'apparizione

Le previsioni relative alla coda, che emergono dalla valutazione delle condizioni geometriche, determinate dalla posizione della cometa rispetto al Sole e alla Terra, nella primavera del 1997 si presentano piuttosto interessanti.

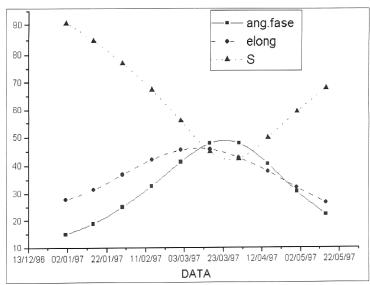
Per quanto riguarda la componente di plasma (coda di tipo I) si ha una indicazione sulla sua probabile estensione dal valore dell'angolo di fase (Terra-Cometa-Sole) che corrisponde anche alla lunghezza massima apparente per una coda infinita e giacente sul prolungamento del raggio vetore (congiungente Sole-Cometa). Dato che la coda di plasma si discosta dal prolungamento del raggio vettore solo di pochi gradi l'approssimazione è lecita.

Si può prevedere che la massima estensione apparente verrà raggiunta nella seconda metà di marzo 1997 e la lunghezza indicativamente potrebbe aggirarsi intorno ai 20 gradi (anche se teoricamente per una coda infinita l'estensione potrebbe superare i 40 gradi).

Per quanto riguarda la coda di polveri la situazione è più complessa: le polveri infatti tendono a disporsi sul piano orbitale della cometa e pertanto l'aspetto risente fortemente degli effetti di prospettiva dovuti alla mutevole posizione di Terra e Cometa. Un dato che ci aiuta ad effettuare una prima valutazione è il valore dell'angolo formato tra il piano di proiezione (piano del cielo) e il piano orbitale cometario: se l'angolo è 90 gradi significa che la Terra si trova sul piano orbitale della cometa (la coda di polveri sarà allora vista di taglio), se l'angolo è zero la linea di vista è perpendicolare rispetto al piano orbitale cometario e le distorsioni prospettiche sono praticamente nulle.

Le condizioni prospettiche per la coda principale, vista anche la distanza Terra-Cometa, non sono del tutto ideali, questa infatti





Nel grafico sono indicati i valori dell'angolo di fase (Terra-Cometa-Sole), dell'elongazione (Sole-Terra-Cometa) e dell'angolo, indicato con S, formato tra il piano del cielo (piano di proiezione) e il piano orbitale cometario. Si può notare che per tutti e tre gli angoli si hanno le condizioni migliori all'incirca tra la metà di febbraio e la metà di aprile. All'inizio di gennaio la Terra attraverserà il piano orbitale della cometa (S = 90°) e la coda sarà vista di taglio; in quel periodo tuttavia la cometa sarà difficilmente osservabile a causa del basso valore dell'elongazione (circa 30°).

appare inclinata di un angolo di circa 40 gradi nel periodo più favorevole. La situazione è però migliore (con meno deformazioni prospettiche) per l'osservazione della componente formata dalle polveri più vecchie che tendono a seguire il nucleo lungo l'orbita cometaria. Data la notevole attività della Hale-Bopp già a grande distanza dal Sole ci possiamo aspettare una coda di polveri molto ampia con una componente di polveri vecchie insolitamente intensa che meriterà un'attenzione particolare.

IL PROGRAMMA PRINCIPALE

Osservazioni visuali

Le osservazi visuali comprendono essenzialmente le stime relative alla magnitudine totale della chioma (m₁) e la rilevazione di improvvisi fenomeni peculiari (outbursts, variazioni di attività, ...). Le stime dovranno essere effettuate esclusivamente ad occhio nudo o mediante un piccolo binocolo. Per le stime ad occhio nudo si consiglia di utilizzare una lente (meglio se un doppietto acromatico) da 20 - 40 cm di focale posta vicino all'occhio per sfuocare le immagini. La stima va eseguita con il metodo di Bobrovnikoff mediante il confronto diretto tra stelle e cometa. Essendo la cometa bassa sull'orizzonte sarà anche indispensabile apportare una correzione per l'estinzione atmosferica, a meno che non siano disponibili stelle alla stessa altezza della cometa sull'orizzonte.

Riguardo alle osservazioni telescopiche, potrebbero essere di un certo interesse le stime relative alla magnitudine del falso nucleo (m₂) effettuate con ingrandimenti medio alti e la registrazione dell'aspetto (stellare, discoidale, diffuso, ...) e delle dimensioni apparenti della condensazione centrale.

Annotare per intero ogni stima relativa alla magnitudine totale della chioma, segnando le stelle di confronto usate e la loro altezza sull'orizzonte (oltre all'altezza della cometa). L'ora della stima va annotata con la precisione del minuto. Registrare anche Latitudine e Longitudine geografica del sito, altezza sul livello del mare e condizioni del cielo. La correzione per l'estinzione può essere effettuata direttamente dall'osservatore utilizzando ad esempio la procedura illustrata da Green (Interna-tional Comet Quarterly, July 1992) che sarà in ogni caso de-scritta anche sui prossimi numeri di astronomia UAI. Per ogni altro dettaglio relativo all'osservazione visuale, oltre al manuale di sezione, vedi anche il recente articolo di Gabriele Vanin apparso sul precedente numero di Astronomia UAI.

N.B. Indispensabile un buon sito di osservazione!

Osservazioni fotografiche a largo campo

Le riprese fotografiche più interessanti saranno quelle a grande campo relative alla coda (obiettivi da 50 a 200 mm di focale e telescopi Schmidt). La pellicola indicata è unicamente la Technical Pan 2415 ipersensibilizzata. Riprese a colori o con emulsioni a grana più grossa non saranno invece utili per un uso scientifico.

Per evidenziare la componente di polveri è eventualmente indicato l'uso di un filtro rosso (Wratten 25 o 29) purché questo non comporti un eccessivo aumento del tempo di esposizione. Intorno al perielio le componenti di gas e polveri non saranno sovrapposte e non si rende pertanto indispensa-



bile l'uso di filtri per separarle, almeno per quanto riguarda le regioni più esterne.

Per la coda di plasma è invece eventualmente indicato l'uso di un filtro blu che evidenzia le emissioni dovute al CO+ come ad es. il filtro blu (dicroico) della serie "filtri di separazione additiva" della Edmund (disponibile in un diametro da 50 mm) che tuttavia richiede un'ottica luminosa per limitare, come nel caso precedente, i problemi dovuti all'aumento del tempo di posa che in questo caso è particolarmente critico. È infatti indispensabile che siano contenuti preferibilmente entro i 15-20 minuti per evitare che le delicate strutture della coda di plasma, dotate di un elevato moto proprio, appaiano mosse. Il classico filtro blu Wratten 47A è invece sconsigliato in quanto richiede un aumento eccessivo della posa.

Se possibile, registrare sul negativo una scala di grigi per l'eventuale calibrazione in fase di analisi.

N.B. Indispensabile un buon sito di osservazione!

Osservazioni CCD a largo campo

Sono richiesti obiettivi a corta focale per inquadrare un campo di almeno 5 gradi.

Eventualmente usare un filtro rosso (Wratten 25) o anche un infrarosso (RG9, Wratten 89B, o altri equivalenti), purché il CCD sia sufficientemente sensibile a quelle lunghezze d'onda, per evidenziare meglio la coda di polveri aumentando il contrasto con il fondo cielo.

L'uso dei filtri non è strettamente indispensabile ma può certamente aiutare, soprattutto nei periodi con disturbo del chiaro di Luna.

N.B. Indispensabile un buon sito di osservazione!

Osservazioni CCD con filtri interferenziali a banda stretta

Queste osservazioni sono mirate a misurare l'abbondanza delle diverse molecole nella chioma e nella coda cometaria. Si tratta di riprendere immagini con almeno una coppia di filtri: uno centrato su di una emissione e l'altro centrato su di una zona dello spettro priva di emissioni (spettro continuo delle polveri). Con questa procedura, sottraendo dalla prima immagine il contributo del continuo, è possibile avere una misura relativa alla sola emissione gasso-sa

Per la calibrazione va ripresa almeno una stella spettrofotometrica con ogni filtro.

Considerando che i CCD amatoriali maggiormente diffusi hanno una elevata sensibilità soprattutto nel rosso e nel vicino infrarosso si consigliano i seguenti filtri con ampiezza di banda di 10 nm (reperibili ad es. presso la ditta *Edmund Scientific*, Dep. 16D9, N937 Edscorp Bldg., Barrington, NJ 08007-1380, USA; tel.: 001-609-547-8880; Fax: 001-609-573-6295:

E-mail: scientifics@edsci.com):

lunghezza d'onda	emissione
515,0 nm	C2
550,0 nm	C2
577,7 nm	continuo
620,0 nm	H_2O^+
647,0 nm	continuo

Chi dispone di un CCD con sensibilità estesa alle brevi lunghezze d'onda, o anche di un fotometro fotoelettrico dotato di tubo fotomoltiplicatore 1P21 o equivalente, può anche prendere in considerazione i seguenti filtri:

406,0 nm	C3
485,0 nm	continuo

Le riprese che riguardano la chioma vanno effettuate al telescopio senza arrivare mai a saturare l'immagine, cosa che renderebbe impossibile un'analisi fotometrica.

I filtri a 620,0 e a 647,0 sono molto interessanti oltre che per la chioma anche per riprese a largo campo della coda. In questo settore si possono effettuare osservazioni di altissimo livello che attualmente solamente pochissimi astrofili fanno (vedi ad es. Herman Mikuz nella vicina Slovenia) e che sono raramente intraprese da professionisti, impegnati per lo più in studi ad alta risoluzione o spettroscopici. Con questi due filtri la calibrazione può essere fatta studiando l'inquadratura in modo che nel campo appaia, in alternativa ad una stella spettrofotometrica, almeno una stella tra quelle elencate nelle tabelle.

NB: tutte le riprese CCD devono essere corrette per il "flat field" e la "dark current", inoltre per le riprese a largo campo della coda e con filtri a banda stretta è indispensabile che il ccd sia mantenuto a temperatura costante (variazione massima ± 0,2 gradi).

Data l'elevata luminosità della cometa, per le osservazioni della chioma può essere sufficiente un sito osservativo di qualità media, purché la trasparenza del cielo sia buona e la stella per la calibrazione sia abbastanza vicina alla cometa. Per la coda è invece sempre indicato un sito migliore possibile.

Osservazioni CCD della chioma senza filtri o con filtri a larga banda

Lo studio della chioma sarà sicuramente uno dei campi nei quali i professionisti la faranno da padroni. Considerando però gli inevitabili vuoti dovuti al maltempo c'è spazio anche per gli astrofili più preparati che con una sorveglianza giornaliera della chioma (con particolare riguardo alle regioni interne) potrebbero coprire

SEZIONE COMETE



NOME	R.A. (195	50.0) DEC.	V	B-V	U-B	TABELLA I
G22-2	18 46 19	+03 24.3	13.02	+1.52	+1.17	Le stelle riportate nella Tabella
G22-4	18 49 06	+02 42.9	11.33	+1.39	+1.27	sono da utilizzare per la calibra-
G22-5	18 49 56	+03 52.4	13.10	+1.14	+0.82	zione delle immagini CCD e foto-
G22-12	18 58 33	+05 23.6	10.66	+1.07	+1.02	grafiche (in particolare quelle a
G22-19	19 10 14	+06 38.5	12.64	+0.68	0.00	largo campo) ottenute con filtri
L15637	19 12 47	+10 29.2	9.41	+0.52	-0.15	sia nelle bande standard (BVR)
L15675	19 23 24	+24 49.0	6.19	+0.52	-0.06	sia con CCD e filtri a banda stret-
L15699	19 29 06	+36 03.0	10.30	+0.73	+0.14	ta (in particolare quelli centrati a
G23-4	19 31 42	+12 31.8	8.83	+0.81	+0.37	620 e 647 nm). La prima parte della Tabella comprende le stelle
G23-6	19 32 33	+11 18.8	7.91 6.86	+0.68 +0.58	+0.13 -0.04	utilizzabili tra gennaio e fine
L15756	19 41 00	+24 29.0	8.02	+0.45	-0.04	marzo, la seconda quelle che
L15834	19 54 48	+29 24.0 +14 07.4	11.07	+0.45	+0.51	coprono il periodo tra fine marzo
G23-23	20 00 33 21 19 06	+40 08.0	6.39	+0.54	-0.07	e fine aprile. Si noterà che il
L16255 L16266	21 23 30	+46 30.0	5.58	+0.33	-0.05	primo gruppo viene a trovarsi
L10200	21 23 30	140 50.0	5.50	10.55	0.00	vicino alla cometa solamente fino
						all'inizio di febbraio; tuttavia nel
G132-3	00 30 22	+41 43.6	11.24	+1.48	+0.84	periodo seguente le stelle conti-
G132-15	00 38 04	+39 55.2	7.37	+0.94	+0.74	nuano ad essere ancora osservabi-
G132-56	01 04 48	+39 09.4	11.20	+1.05	+0.90	li sia pure a distanza sempre cre-
G132-62	01 10 13	+41 23.4	7.27	+0.77	+0.31	scente dalla cometa.
G132-73	01 18 12	+37 46.3	7.87	+0.61	+0.09	Per quanto possibile si consi-
G133-28	01 37 43	+41 40.9	11.10	+1.15	+1.11	glia di inquadrare almeno una
G133-35	01 41 27	+44 12.8	10.18	+0.67	+0.12	stella (meglio più di una) assieme
G133-45	01 46 31	+43 31.4 +43 40.2	11.80 9.59	+0.54 +0.92	-0.15 +0.66	alla cometa badando che non siano sovrapposte. Alternativa-
G133-53 G133-57	01 53 34 01 54 31	+43 40.2	9.39	+0.72	+0.30	mente riprendere un campo con
G74-1	02 04 01	+39 30.7	11.0	+1.27	+1.22	stelle di confronto e la cometa in
G134-3	02 05 34	+44 51.7	10.32	+0.63	+0.05	successione e quando si trovano
G134—9	02 08 34	+45 31.6	9.76	+0.93	+0.72	alla stessa elevazione al di sopra
G134-10	02 08 35	+45 41.4	9.65	+0.89	+0.62	dell'orizzonte. In questo caso, per
G134-14	02 10 00	+46 02.8	10.29	+1.13	+1.12	quanto riguarda la fotografia, è
G74-22	02 21 34	+39 54.9	9.86	+1.04	+0.99	essenziale che il tempo di esposi-
G74-31	02 30 58	+42 34.2	7.61	+0.66	+0.18	zione si esattamente lo stesso per
G74-38	02 37 13	+42 03.1	9.63	+0.84	+0.46	i diversi fotogrammi; nelle riprese
G78-1	02 38 26	+47 08.6	9.16 9.88	+0.52 +0.94	-0.10 +0.63	CCD invece questo non è indi- spensabile purchè venga registra-
G78-2 G78-12	02 39 33 02 58 50	+48 45.4 +42 32.7	10.07	+0.74	+0.03	to il dark frame (meglio una
G78-12 G78-14	03 02 24	+44 53.9	9.71	+0.77	+0.17	sequenza di dark) relativo ad ogni
G78-14	03 04 29	+36 25.7	7.37	+0.66	+0.18	tempo di esposizione usato oltre
G37-27	03 04 25	+36 04.3	10.57	+1.12	+1.01	naturalmente al flat field per ogni
G78-33	03 20 10	+43 47.0	8.98	+0.98	+0.71	combinazione ottica usata.
G78-37	03 22 37	+45 17.0	10.18	+0.85	+0.56	
G95-40	03 27 21	+40 09.1	9.54	+0.91	+0.69	
G78-40	03 28 40	+43 30.1	8.56	+0.70	+0.28	
G78-44	03 35 31	+42 14.1	8.96	+0.81	+0.50	
G78-47	03 40 22	+42 27.0	7.49	+0.56	+0.04	
G95-58	03 44 22	+39 00.5	10.23	+1.20	+1.18	
G38-18	03 50 17	+34 57.2	11.89	+0.96	+0.67	Do: A Sandage et al New
G81-2	04 00 32	+39 36.2	10.71	+0.56 +0.97	-0.04 +0.72	Da: A. Sandage et al, New Subdwarfs. IV. UBV Photometry
G38-25	04 02 58 04 04 14	+32 49.7 +37 56.7	9.96 7.16	+0.97	+0.72	of 1960 High-proper-motion
G39-1 G38-26	04 04 14	+37 30.7	10.24	+1.52	+1.20	Stars, The Astronomical Journal,
G81-8	04 03 23	+41 51.9	10.52	+0.64	+0.02	Vol. 91, N. 5, pp 1140-1188.
301-0	0.0702					

Astronomia UAI n. 5/6 - 1996

AUTORE



gli eventuali buchi permettendo di avere un quadro generale completo sull'attività del nucleo.

Si tratta di effettuare riprese telescopiche a focale relativamente lunga (almeno 2 metri) con breve tempo di esposizione per registrare i dettagli interni (getti e aloni). Si raccomanda di calcolare il tempo di esposizione in modo che la condensazione centrale non arrivi mai a saturazione. I migliori risultati in questo campo si ottengono generalmente mediando molte immagini ed elaborando poi con i procedimenti usati da Sekanina e Larson.

Dato che l'attenzione è rivolta alla morfologia della cometa e non si effettuano misure di tipo fotometrico, in questo caso non è indispensabile un sito osservativo con un cielo particolarmente buono; più importante invece è avere poca turbolenza atmosferica.

PROGRAMMA SECONDARIO

In questa parte del programma vengono elencate tutte quelle osservazioni che hanno poca rilevanza dal punto di vista scientifico e che possono risultare interessanti solo nel caso di fenomeni peculiari non registrati in altro modo, un'eventualità in realtà piuttosto improbabile nel caso della Hale-Bopp.

In questo gruppo sono compre-

- Le fotografie a colori e in bianco e nero con pellicole e utilizzo di strumenti diversi da quelli indicati.
- Le osservazioni visuali generiche e disegni (va comunque considerato il fatto che i disegni sono molto interessanti per acquisire una esperienza in questo campo; il confronto con le riprese CCD permetterà di effettuare delle interessanti valutazioni sulle potenzialità delle osservazioni visuali, che su oggetti meno osservati della Hale Bopp rappresentano ancora un metodo valido soprattutto per rilevare e segnalare eventuali fenomeni insoliti).
- Le osservazioni CCD generiche effettuate in modo diverso da quello indicato sopra (non corrette per flat field e dark frame, ottenute da siti non buoni, ecc.).

ALCUNE CONSIDERAZIONI SUL SITO DI OSSERVAZIONE

Dato il carattere peculiare dalla Hale-Bopp e le condizioni critiche dell'apparizione (cometa bassa sull'orizzonte) è indispensabile porsi nelle condizioni migliori possibili per le osservazioni, questo almeno per quanto riguarda la maggior parte delle tecniche descritte nel programma principale che sono mirate a dei risultati scientifici di un certo rilievo. Un

cielo limpido e privo di inquinamento luminoso è quindi'un requisito essenziale. Probabilmente molti si stanno preparando con strumenti portatili e questo è senza dubbio vantaggioso. La recente apparizione della Hyakutake ci ha infatti insegnato che anche in periodi di tempo perturbato è possibile trovare ampie schiarite ed anche individuare (tramite i satelliti meteorologici o previsioni locali accurate — vedi ad es. il Centro Meteorologico di Arabba per la zona dolomitica) le aree con maggior probabilità di sereno. Avere la possibilità di accedere a siti diversi, a seconda delle condizioni del cielo, è indubbiamente un vantaggio non indifferente.

È opportuno tenere presente che tra febbraio e aprile in quota è ancora presente la neve e si deve quindi essere certi che il sito scelto sia agibile.

Ulteriori dettagli sul programma osservativo verranno comunicati sui prossimi numeri della rivista.

Nel frattempo gli osservatori che aderiscono al programma principale sono pregati di comunicare al coordinatore di sezione il campo di osservazione prescelto e gli strumenti che intendono utilizzare.

32 Astronomia UAI n. 5/6 - 1996