

PNebulae

articoli

Due dinosauri nebulari

RE1738+655 & Ton 320



Diego Barucco

www.pnebulae.altervista.org

Introduzione

Nel panorama delle nebulose planetarie estremamente evolute, grande importanza riveste la loro individuazione e lo studio delle caratteristiche fisiche, poiché il calcolo dell'età reale e cinematica di espansione fornisce un secondo parametro di confronto nell'analisi evolutiva delle loro stelle centrali in nane bianche.

A causa dei tempi estremamente lunghi nei quali un nucleo di planetaria percorre la sua linea evolutiva verso la sequenza di nana bianca, non è possibile seguire in tempo reale le trasformazioni fisiche e chimiche di questi particolari astri, quindi le valutazioni devono basarsi su calcoli teorici e complessi rapportati successivamente al dato sperimentale di un campione più vasto possibile per verificarne o meno l'esattezza.

Senza entrare troppo in dettaglio nel descrivere l'evoluzione di una nana bianca, diremo che in questo contesto mettere in relazione le trasformazioni tipologiche dei nuclei di planetarie con le rispettive nane bianche potrebbe far comprendere meglio le velocità e i meccanismi di queste modificazioni. Ad esempio i nuclei di tipo spettrale PG1159 diventeranno nane bianche di tipo DO?

Un metodo molto interessante è il confronto tra il calcolo dell'età di una nana bianca ricavato dai grafici dei percorsi evolutivi e l'età di espansione dei resti nebulari. L'età di una nana bianca dipende dal tempo evolutivo di percorrenza della sua specifica linea evolutiva a sua volta determinata dalla massa; nuclei di planetarie con massa elevata, ad esempio prossima a quella solare, evolveranno in nana bianca più velocemente rispetto a nuclei meno massivi. La differenza fra le masse discrimina la posizione della traccia evolutiva nel digramma HR, in quanto ad una massa maggiore corrisponde una temperatura e una luminosità più elevata.

Il confronto dei due sistemi per ricavare l'età di una planetaria molto evoluta è un buon metodo per determinare l'affidabilità del procedimento teorico, tuttavia nei casi in cui è

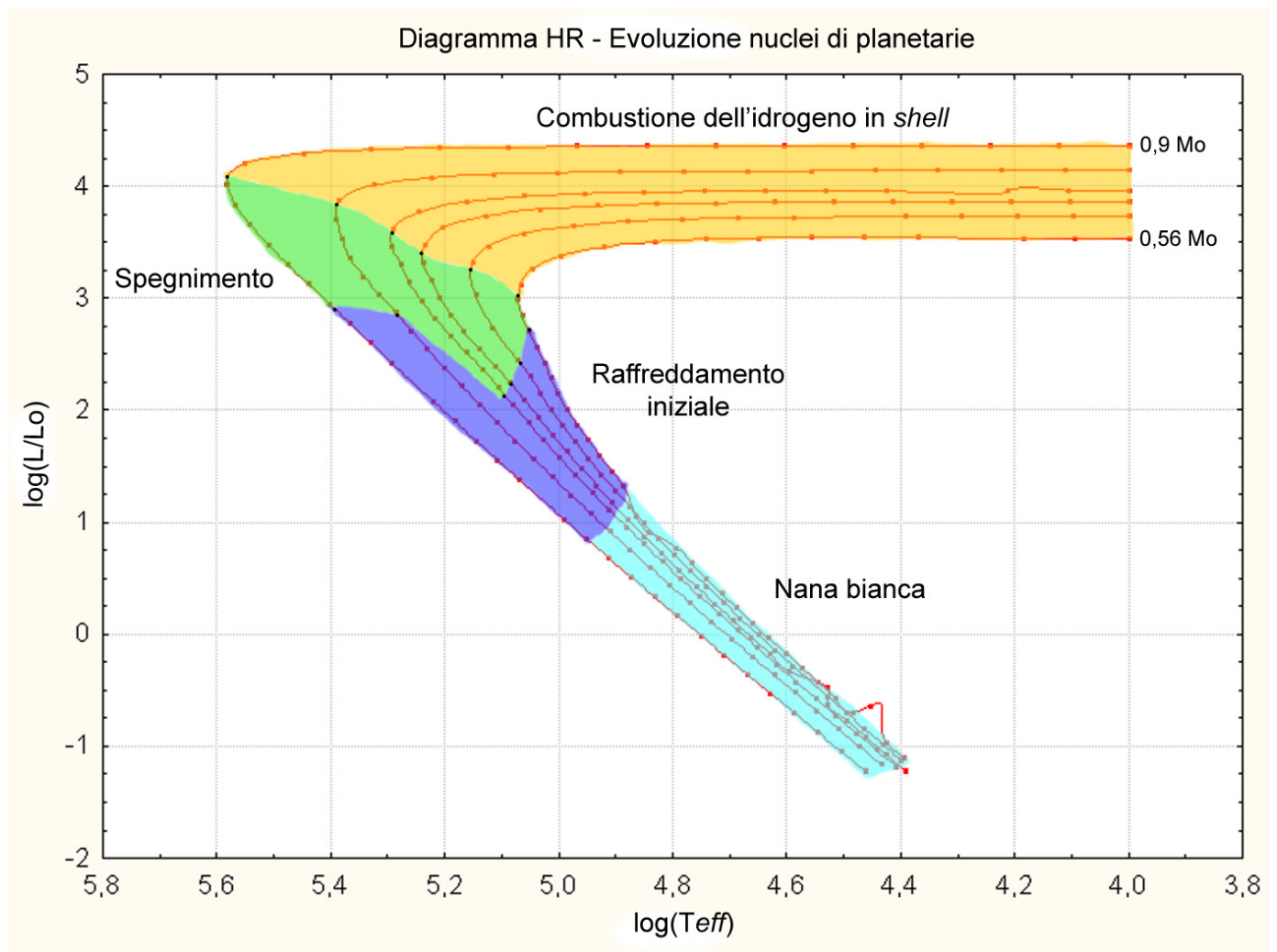


Figura 1 - Grafico dei percorsi evolutivi di nuclei di planetarie che illustra le varie fasi. La sequenza di nana bianca rappresenta l'ultimo stadio.

applicabile, può comportare dei problemi come la divergenza fra il calcolo dell'età della nana bianca e il resto nebulare, che conduce inevitabilmente a problemi di difficile soluzione.

Molte sono le possibili varianti che possono alterare la stima dell'età di espansione nebulare innescata dall'eiezione, oltre al fatto di riuscire a dimostrare che alcuni tipi di nuclei di planetarie come le PG1159, prima di evolvere in nane bianche sono soggette ad una momentanea riaccensione dell'elio che potrebbe incrementare, seppur brevemente, la pressione radiativa sulla nebulosa provocandone una momentanea accelerazione.

Onde poter ricavare un campione di nebulose tali da avere una valutazione statistica complessiva, in passato alcuni ricercatori hanno indagato la presenza di resti nebulari attorno a nane bianche. Considerando che per nana bianca s'intende lo stadio finale dell'evoluzione delle stelle centrali di nebulose planetarie, l'immissione nella sequenza finale avviene nel momento in cui lo shell superficiale (o quello immediatamente a contatto con il core degenere), esaurendo il combustibile nucleare, si spegne. Da quel momento in poi, mancando il contributo di pressione esterna, la stella si contrae subendo un crollo repentino di luminosità e l'inizio di una lenta flessione della temperatura che durerà molti miliardi di anni.

Le indagini sui resti gassosi attorno a questi oggetti sono pertanto molto ardue perché la condizione per rintracciare un qualche tipo di resto nebulare dipende dall'età complessiva della nana bianca e del resto nebulare, infatti, il limite temporale affinché la nebulosa non raggiunga la stessa densità del mezzo interstellare e quindi diventi indistinguibile, dovrebbe essere i 600.000-800.000 anni.

Qui di seguito descriviamo due nebulose planetarie attorno a due nane bianche di tipo DA (tipologia spettrale che indica atmosfere ricche di idrogeno) rintracciate dagli astronomi Richard W. Tweedy e Karen B. Kwitter. Le due nebulose scoperte hanno acquisito il nome delle due nane rispettivamente: Ton320 e RE1738+665.

I resti nebulari sono fra i più vasti nel cielo per quanto riguarda le nebulose planetarie e le analisi spettrali confermano l'origine post-AGB associata alle rispettive nane.

RE1738+655

Dati

Coordinate J2000 – RA: 17h 38m 05,6s Dec: +66° 53' 47"

Dimensione angolare: >1°

Distanza: 220 pc

Dimensioni fisiche: 3,8 pc

Età stimata: 200.000 anni

Costellazione: Drago

Anno della scoperta: 1994

Riguardo la planetaria gigante RE 1738+665 non sono ancora stati effettuati studi dettagliati per confermare o meno il trattarsi di un'antica planetaria. Neanche la struttura morfologica, molto asimmetrica, non sembra richiamare forme tipiche di una planetaria, mentre il fatto che questa si trovi nei pressi dell'omonima nana bianca e le caratteristiche spettrali ne sono indicative.

La segnalazione della scoperta si deve ad un lavoro di Tweedy & Kwitter (1994) che insieme a tanti altri studi dedicati alla ricerca di antiche planetarie attorno a nane bianche, riuscirono ad individuare la presenza di due esili resti gassosi solo attorno a due

nane di tipo DA, la RE 1738+665 e la Ton 320.

Il problema posto fin dall'inizio della segnalazione era verificare se effettivamente il resto gassoso costituisse realmente le vestigia di un'antica nebulosa planetaria eiettata dalla nana RE 1738+665; in mancanza di approfondite analisi spettrali, gli autori evidenziarono che la nebulosa era più luminosa nel [N II] che in H α , il che era giustificabile in un ambiente in precedenza ionizzato da una forte sorgente radiativa quale quella di un nucleo di planetaria poi trasformatosi in nana bianca.

A causa della grande distanza

raggiunta rispetto alla sorgente durante la continua espansione e al crollo di luminosità dopo lo spegnimento dell'idrogeno in shell sulla nana, i gas nebulari non più irradiati si sono trovati nelle condizioni di avere una prevalenza di ricombinazione elettronica rispetto alla fotoionizzazione.

Nell'unica foto attualmente disponibile pubblicata da Tweedy & Kwitter (1994), la planetaria si mostra come una serie di almeno tre strutture vagamente filamentose leggermente arcuate verso la posizione della nana bianca. Una tale morfologia sembra indicare con estrema probabilità un'avanzata interazione con l'ISM (mezzo interstellare), le vaghe strutture ricordano da vicino quelle già osservate nella planetaria Sh 2-216 e potrebbero essere, non solo la manifestazione di una vecchia interazione di collisione, ma anche una diretta influenza con l'ISM magnetico. Purtroppo la mancanza di analisi approfondite sulle intensità dei flussi zonali e della loro distribuzione su tutta la massa gassosa rilevata non aiuta a definire ulteriori certezze sulla dinamica generale. Se considerassimo questi grandi archi come l'antico margine di una struttura tondeggiante quale doveva essere in origine, vedremmo che la stella centrale non è collocata nel centro geometrico tanto che lo stato di interazione con l'ISM nella sua fase di decelerazione dell'espansione abbia portato a collocare la nana in prossimità del bordo, così come è avvenuto in planetarie con una forte interazione con l'ISM tipo la Sh 2-174 (Tweedy & Napiwotzki, 1994), ma anche qui a causa della mancanza di misure relative allo spostamento della RE 1738+665 e della massa gassosa, non è possibile giungere a nessuna conclusione.

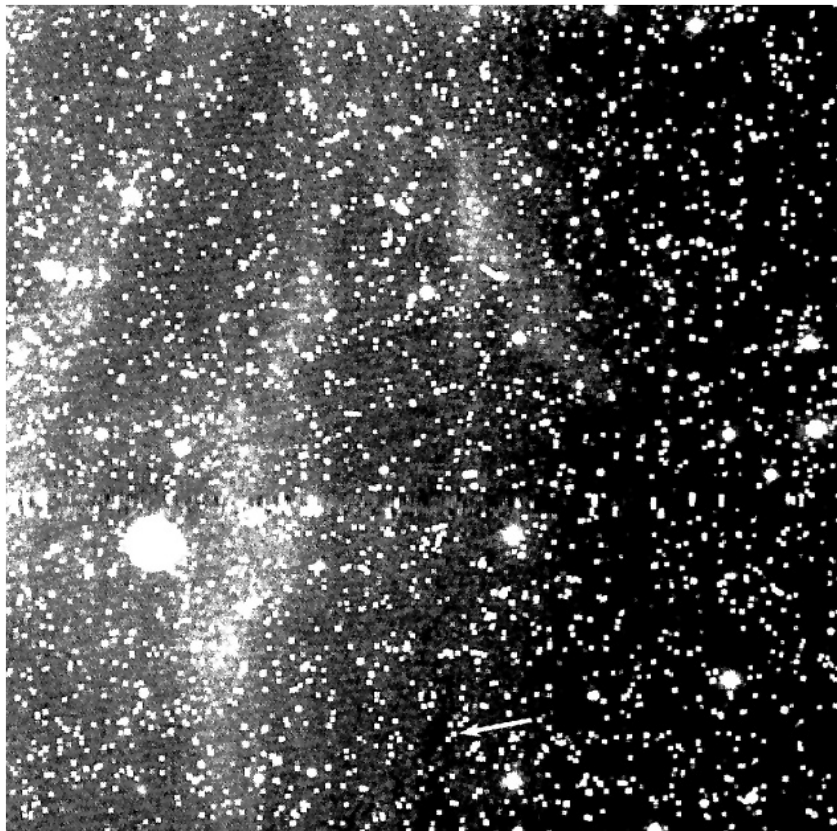


Figura 2 - L'unica immagine del resto nebulare di RE1738+655 che copre un grado quadrato. La freccia indica la nana bianca.

I parametri noti della nana RE 1738+665 riguardano una temperatura di circa 88.000 K il che la porta ad essere una delle più calde DA conosciute, ed un valore di gravità superficiale di $\log(g) = 7,7$; sulla base dei modelli teorici questi parametri indicano un tempo di raffreddamento pari a circa 200.000 anni. Nessun confronto attualmente è possibile effettuare con una stima di espansione della nebulosa.

L'approccio amatoriale

Siamo consci del fatto che un eventuale tentativo di ripresa di questo elusivo oggetto possa abbattere qualunque buona volontà da parte di astrofili interessati, tuttavia data l'inesistenza di immagini amatoriali, la non perfetta conoscenza della morfologia e dell'estensione completa, elevano l'interesse per questa planetaria al di sopra di tutte le altre. Qui l'importanza di ottenere immagini complete ricche di profondità e con ampio campo può avere un certo peso su considerazioni scientifiche di grande rilievo. La

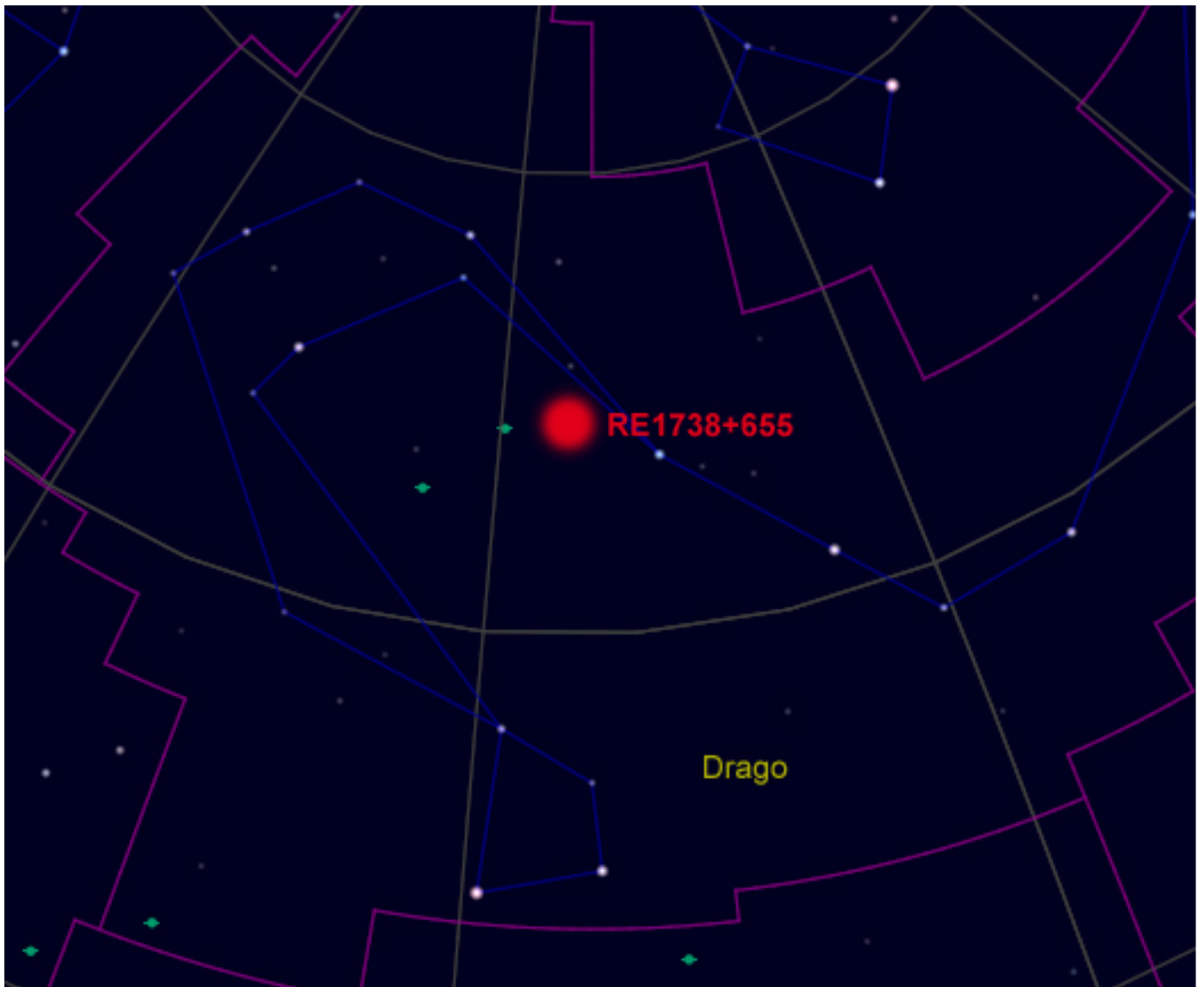


Figura 3 - Posizione della RE1738+655 nella costellazione del Drago

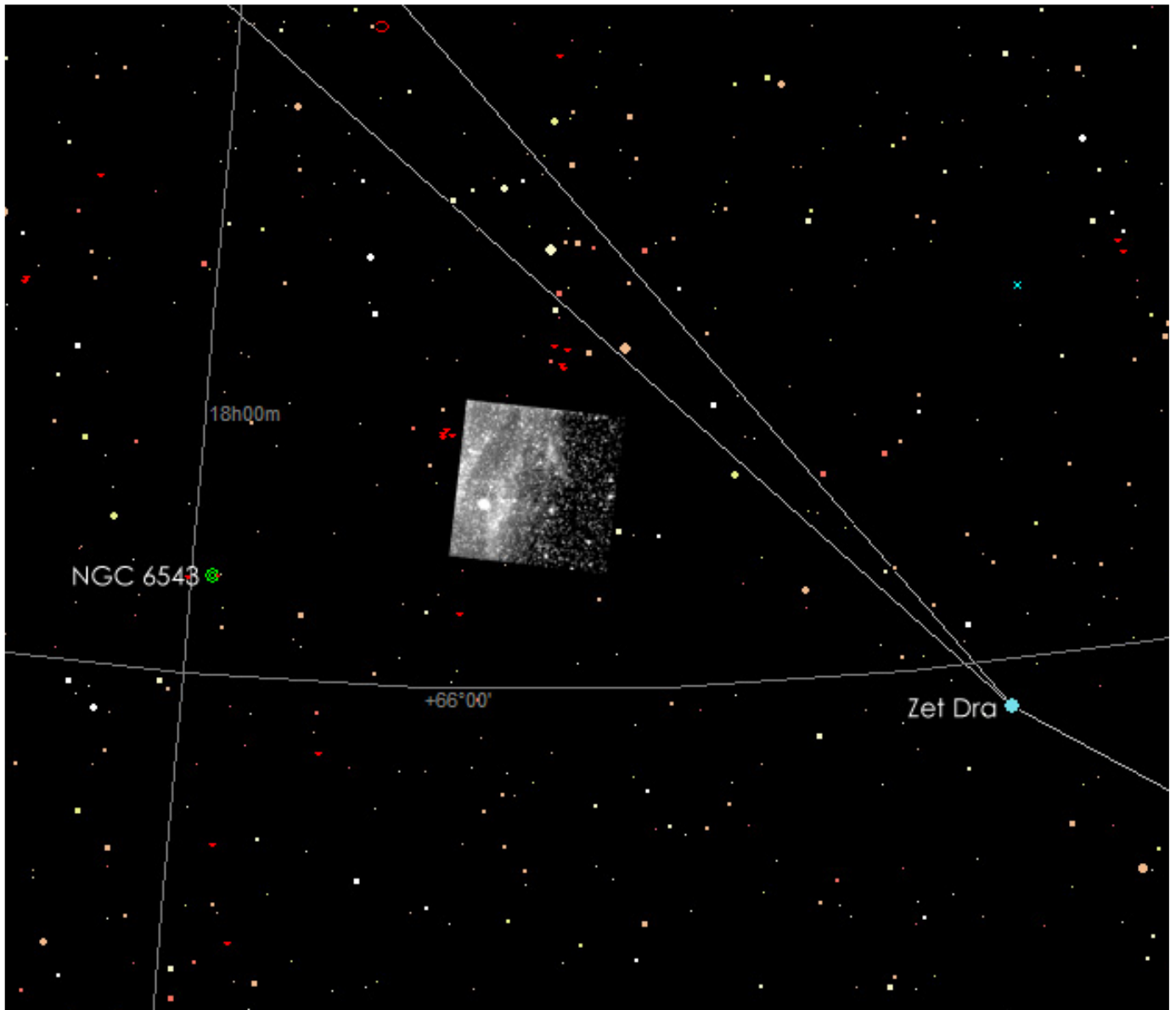


Figura 4 - Sovrapposizione dell'unica immagine disponibile della nebulosa nel settore della costellazione del Drago.

RE1738+665 ha una luminosità superficiale molto bassa per cui l'uso di filtri a banda molto stretta diventa essenziale. Data la prevalenza di ricombinazione del gas nebulare, ci dovremmo aspettare un'emissione molto esigua in $H\alpha$ e molto più intensa in [NII], per cui, la combinazione ideale per riuscire ad ottenere qualcosa è quella di tentare una ripresa in [NII] con un filtro di almeno 3nm, in queste condizioni avremo una situazione ideale onde poter ottenere il massimo possibile dalla configurazione ottica disponibile.

Ovviamente sarà necessario disporre di una camera CCD particolarmente sensibile nel rosso e in particolare verso l' $H\alpha$, i sensori KAF1603 e KAF3200 sono quindi i più indicati allo scopo nel campo della strumentazione amatoriale.

Particolare attenzione sarà data al tempo di esposizione. Se si unisce l'uso del filtro a 3nm [NII] ed un tempo di posa lungo, a partire almeno da 1800 secondi, vi è possibilità di staccare la nebulosità dal fondo cielo. Ciò consegue, naturalmente, anche di una montatura adeguata e precisa e un cielo più buio possibile.

Al momento non è chiara l'estensione massima della planetaria, il campo fotografato dagli astronomi è di un grado, per cui potrebbe essere molto utile disporre di una corta focale,

ma riuscire già a fotografare un'estensione di 1° attorno alla nana bianca sarebbe già un ottimo risultato.

L'impresa è certamente ardua ma non priva di fascino.

Si possono tentare due strade, la prima, quella più efficace è fotografare l'oggetto solo nella riga dell'[NII] e successivamente in H α stretto, mentre la seconda è fotografare con filtro largo centrato su H α e che includa anche [NII], in quest'ultimo caso però il problema è il minor contrasto con il fondo cielo

Alfine di incentivare maggiormente gli astrofili su questa planetaria, invito a non lasciarsi ingannare dalla scarsa quantità di segnale registrata nell'unica immagine professionale esistente qui pubblicata, poiché ci separano oltre dieci anni di evoluzione tecnologica, tanto che ora anche i dilettanti sono in possesso di strumentazioni in grado di reggere il confronto con le tecniche professionali dei decenni passati.

Ton 320

Dati

Coordinate J2000 – RA: 08h 27m 05,6s Dec: +31° 30' 09,0"

Dimensione angolare: 45'

Distanza: 440 pc

Dimensioni fisiche: 5,8 pc

Età stimata: 600.000 anni

Costellazione: Cancro

Scoperta da Tweedy & Kwitter (1994) in contemporanea con la RE 1738+665 durante un'estesa ricerca di resti gassosi attorno nane a bianche evolute, la Ton 320 prende il nome dall'omonima nana dalla quale presumibilmente ha preso origine. Anche per questo oggetto al momento non esistono studi approfonditi in particolare sulle velocità di espansione nebulare; dai pochi dati forniti dagli autori il resto gassoso si mostra più luminoso in [N II] che in H α caratteristica riconducibile ad uno stato di ricombinazione tipico di antiche planetarie, mentre le caratteristiche della stella centrale mostrano una nana bianca con temperatura effettiva di 69.000 K e un valore della gravità superficiale di



Figura 5 - Immagine della Ton 320 modificata per evidenziarne i dettagli. La freccia indica la posizione della nana bianca.

$\log(g) = 7.7$, parametri che riportati sui percorsi evolutivi teorici conducono ad una stima dell'età di raffreddamento di 600.000 anni. Così come per la Sh 2-216 è possibile che un'età così elevata possa essere discordante con l'eventuale stima ricavata dall'espansione dei gas nebulari. Purtroppo in mancanza delle velocità di espansione della nebulosa non sono ancora stati effettuati confronti.

Riguardo all'aspetto morfologico della Ton 320, la planetaria, benché mostri una distribuzione asimmetrica, è riconducibile ad una forma tondeggiante con epicentro

prossimo alla stella centrale. Nell'unica foto professionale disponibile al momento si distinguono nettamente due archi più luminosi, dove il più interno dei due ha una luminosa condensazione che inizialmente sembra essere dovuta alla presenza di una stella ma confrontando il campo stellare con le mappe a disposizione in quella posizione non compare nessun astro.

Aumentando il contrasto sull'immagine si può rendere evidente una generale difformità con una trama filamentosa molto simile ad altre antiche planetarie come la Abell 21, mentre si osserva come il margine esterno sia un arco di un cerchio sorprendentemente molto regolare e senza sostanziali deformazioni. Tale regolarità ha permesso con facilità di individuare il centro geometrico della struttura e di confrontarlo con la posizione della nana bianca in modo da poter stabilire

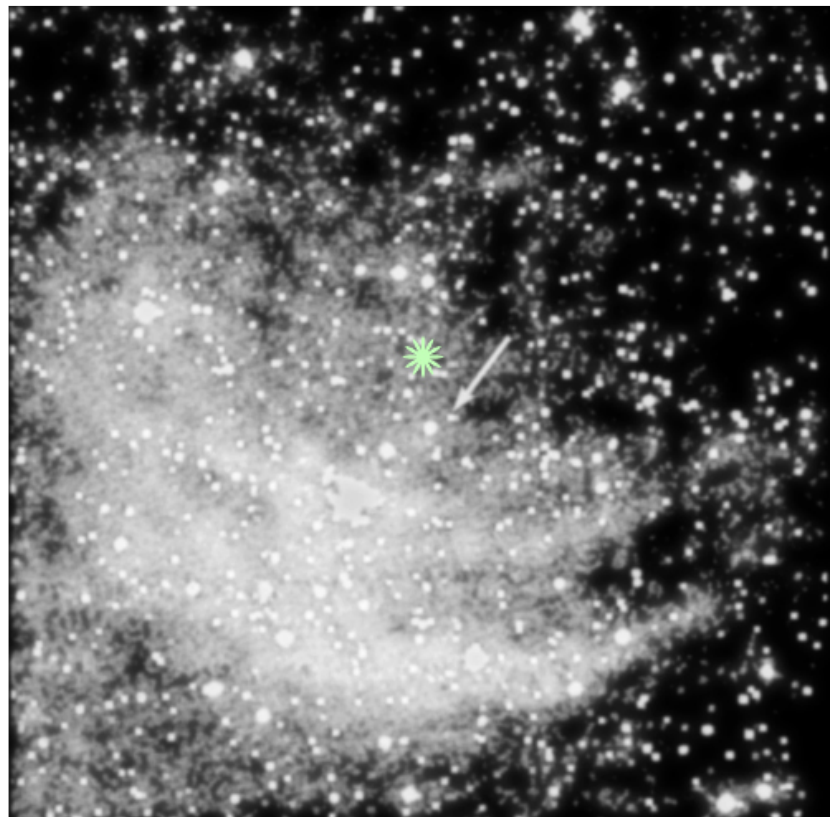


Figura 6 - Immagine della Ton 320 con indicato il centro geometrico rispetto alla posizione della nana bianca.

empiricamente se la direzione dello scostamento era confrontabile con la possibile direzione dell'interazione con l'ISM della planetaria.

Come si osserva dall'immagine il resto gassoso, sia da un punto di vista morfologico sia per l'asimmetrica distribuzione luminosa denuncia una marcata e prolungata interazione con l'ISM in direzione S; la posizione della nana bianca risulta anch'essa a sud di meno di 10' d'arco rispetto al centro geometrico individuato il che porta a sostegno l'ipotesi di un'intensa interazione con l'ISM con conseguente decelerazione della planetaria in direzione dello spostamento relativo.

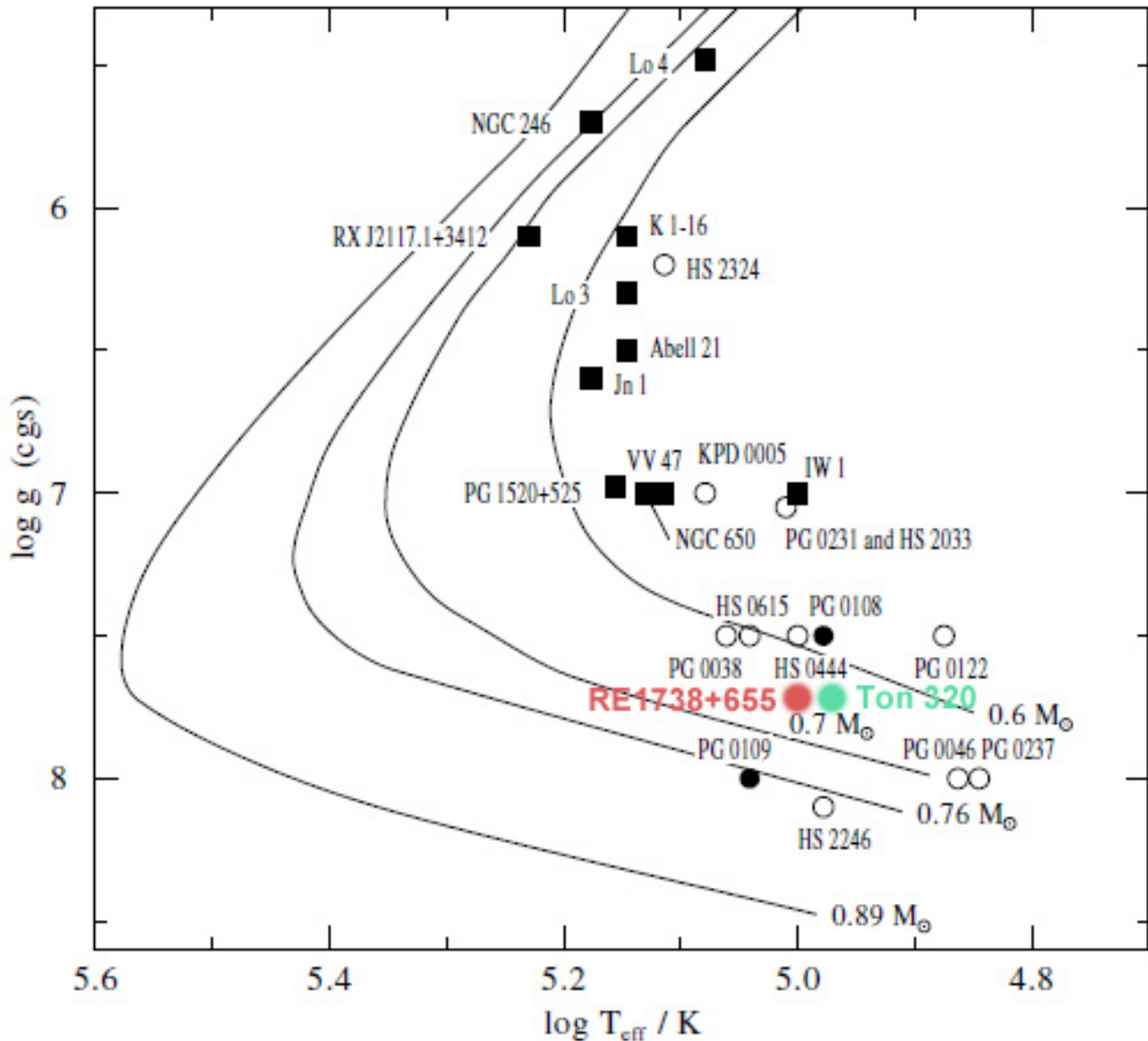


Figura 7 - Grafico evolutivo di nuclei di planetarie dove sono stati riportati le posizioni delle due nane bianche RE1738+655 e Ton 320 (da Werner et al. 1997 - modificato).

L'approccio amatoriale

Così come per la precedente RE 1738+665, la grande estensione e la bassa luminosità superficiale non facilitano la ripresa.

La Ton 320 si colloca in pieno cielo invernale a metà strada fra la costellazione dei Gemelli e il Cancro ad alta declinazione, per cui la grande altezza dall'orizzonte per i cieli boreali dovrebbe fornire una comoda posizione per lunghe esposizioni.

Il campo di quasi 50' d'arco coperto dalla planetaria può essere ideale per telescopi a grande campo fotografico accoppiati a sensori di discrete dimensioni.

Così come per la RE1738+665 lo stadio evolutivo molto avanzato ed una precedente fotoionizzazione rende la nebulosa ideale per riprese in banda [NII] molto stretta a

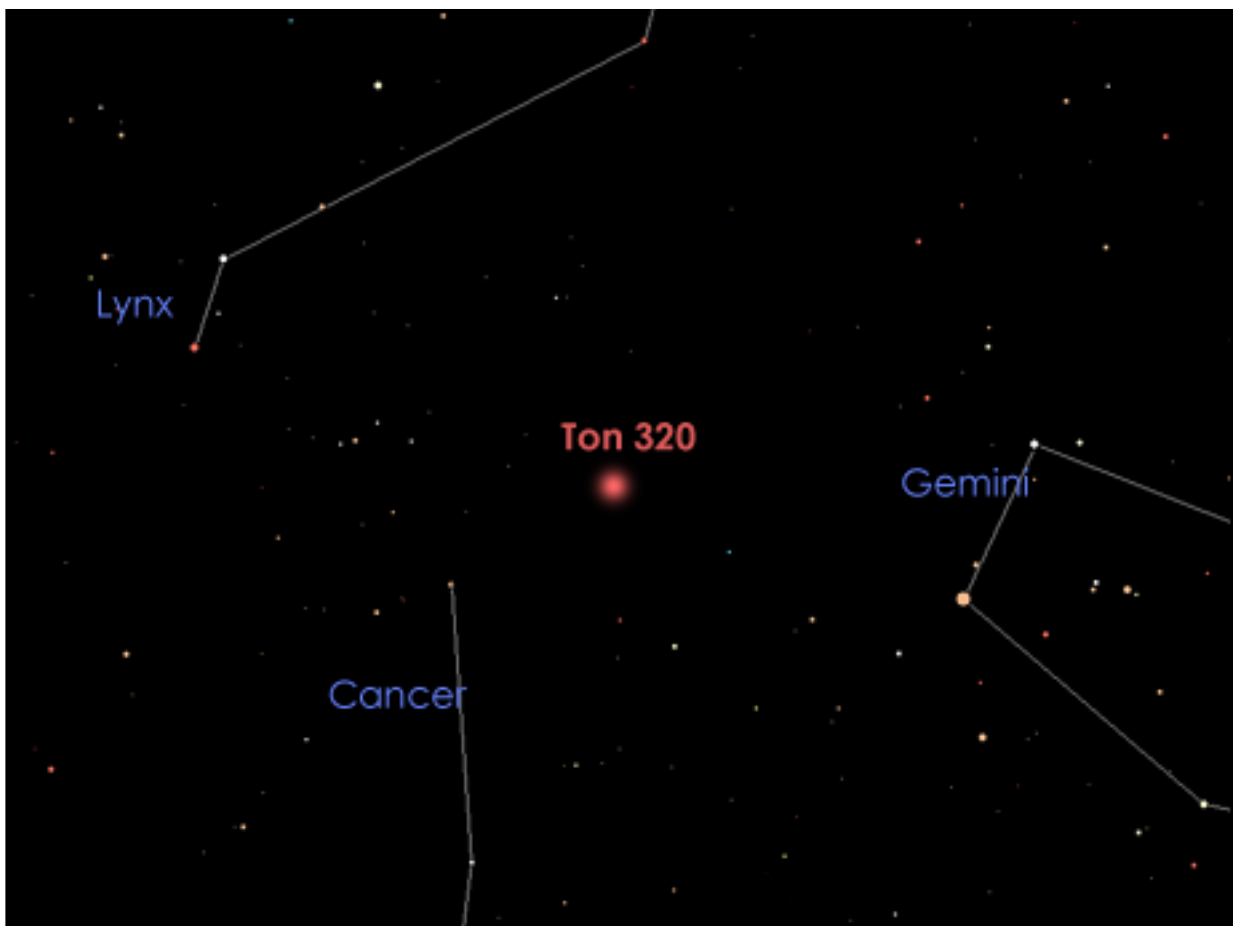


Figura 8 - Posizione nel cielo della Ton 320.

disapito dell'uso di filtri H α .

L'importanza che riserviamo a questo oggetto è al massimo livello soprattutto per l'attuale mancanza di studi specifici e di indagini a grande campo ed alta risoluzione



Figura 9 - Rapporto fra il resto nebulare riscontrato e il campo stellare.

nell'intorno, quindi invitiamo gli astrofili muniti di una strumentazione sufficiente a non sottovalutare questa planetaria, poichè qualunque tentativo di ripresa che non porti necessariamente ad immagini esteticamente appetibili, possa essere di grandissima utilità per ulteriori riflessioni di carattere fisico e morfologico.

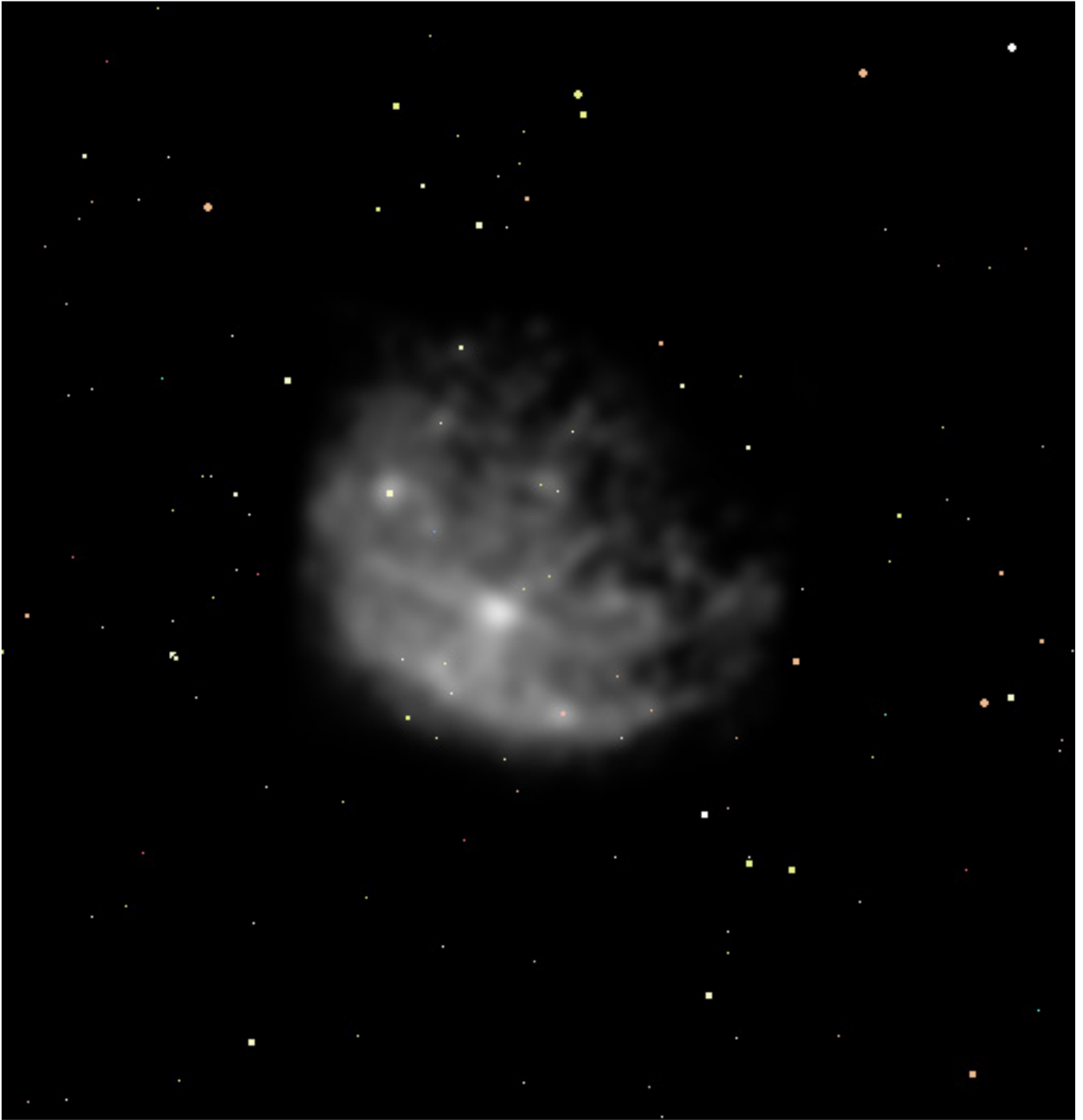


Figura 10 - Dettaglio del campo stellare interno alla Ton 320 dell'immagine precedente.

Bibliografia

- Two planetary nebula candidates around hot DA white dwarfs - Tweedy, Richard W.; Kwitter, Karen B. - Astrophysical Journal, Part 2 - Letters (ISSN 0004-637X), vol. 433, no. 2, p. L93-L96 (1994).
- A search for planetary nebulae around hot white dwarfs. - Werner, K.; Bagschik, K.; Rauch, T.; Napiwotzki, R. - Astronomy and Astrophysics, v.327, p.721-724 (1997).
- The planetary nebula abandoned by its central star - Tweedy, R. W.; Napiwotzki, R. - The Astronomical Journal, vol. 108, no. 3, p. 978-983 (1993).