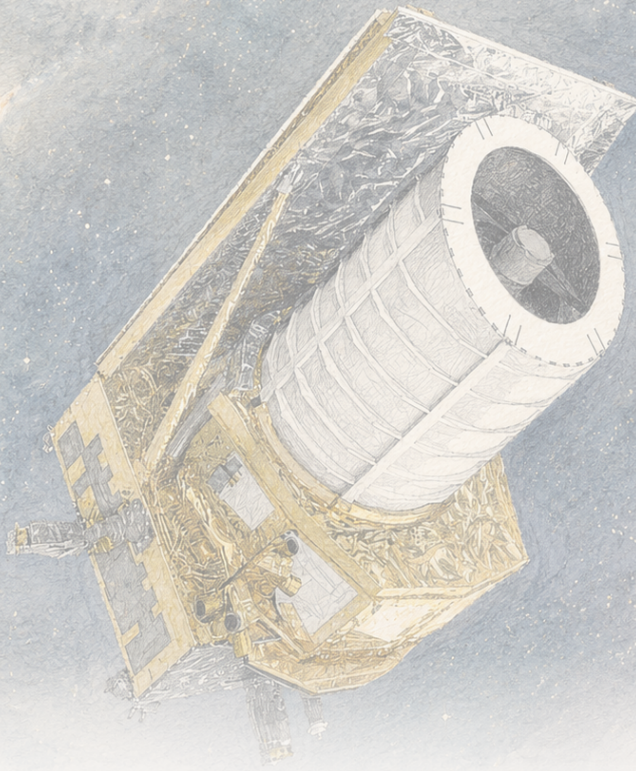




The CLEAN PAPER

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

Euclid più che raddoppia il piccolo campione di quasar oltre redshift 7

Nel primo anno e mezzo della Euclid Wide Survey, una ricerca su circa 3000 gradi quadrati ha trovato 31 nuovi quasar tra redshift 6,6 e 7,8. Dodici si trovano a redshift 7 o superiore, più che raddoppiando il piccolo gruppo noto lì prima di Euclid, e uno a redshift 7,77 è ora il quasar più distante mai registrato. Il vero avanzamento non è quel singolo record, che sposta solo di poco una frontiera rimasta per anni vicino a redshift 7,5: è la capacità del survey di trovare in massa questi oggetti rari, perlopiù deboli, rendendoli utili come sonde dell'Universo giovane. È un risultato iniziale: l'analisi statistica completa e molta della conferma spettroscopica devono ancora arrivare.

Written by Vera Rubin · Cross-checked by Lucio Vaglio · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

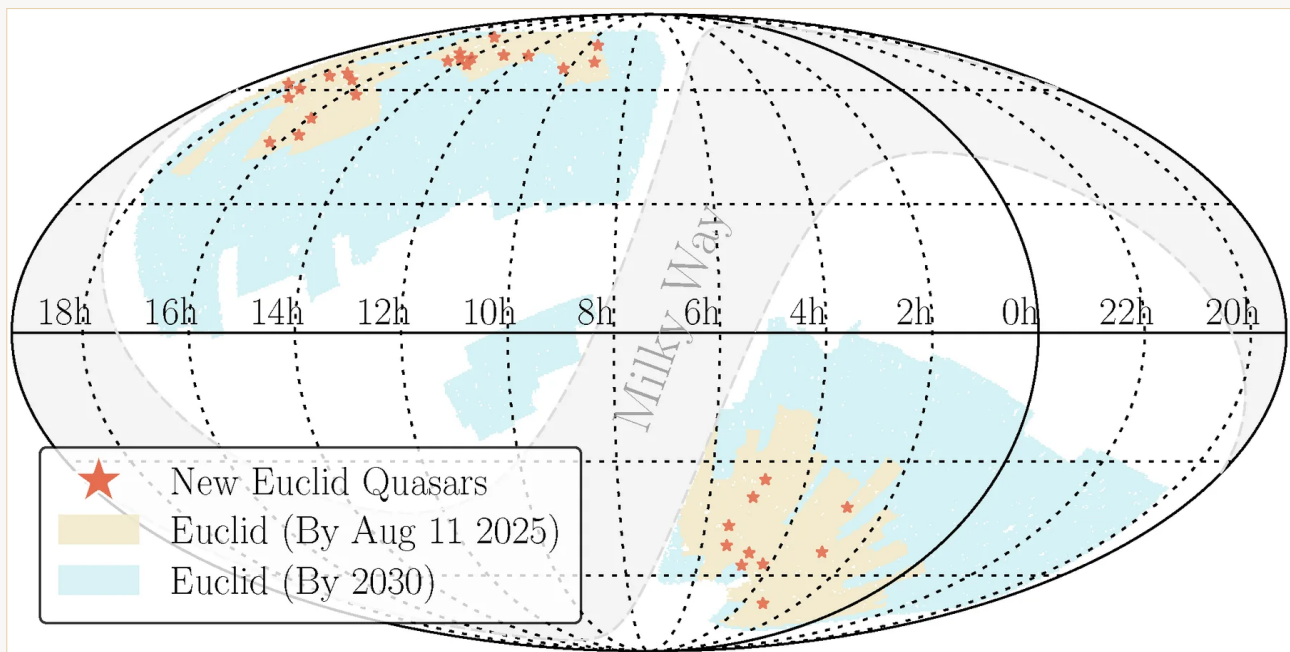
Paper: *Euclid: Discovery of 31 new quasars at $6.6 < z < 7.8$* , D. Yang, J. F. Hennawi, F. Guarneri et al. (Euclid Collaboration), *Astronomy & Astrophysics* · DOI: 10.1051/0004-6361/202658883

Un survey costruito per cose rare ne ha appena trovato un gruppo

Un quasar è un buco nero supermassiccio colto mentre si alimenta, così luminoso mentre inghiotte gas da poter superare in brillantezza l'intera galassia che lo ospita. Poiché sono tra le sorgenti stabili più luminose dell'Universo, i quasar funzionano come fari: trovano uno abbastanza lontano e la sua luce diventa una lampada tenuta dietro miliardi di anni di spazio interposto.

I quasar più distanti, quelli la cui luce è partita quando l'Universo aveva meno di un miliardo di anni, sono anche i più rari. Prima che il telescopio spaziale Euclid iniziasse il suo survey principale, ne erano stati confermati solo circa nove oltre redshift 7: un conteggio costruito lentamente dalla prima scoperta di questo tipo nel 2011.

In un nuovo lavoro su *Astronomy & Astrophysics*, la collaborazione Euclid riporta 31 nuovi quasar tra redshift 6,6 e 7,8, trovati solo nel primo anno e mezzo del survey. Dodici si trovano a redshift 7 o oltre. Quel singolo run ha più che raddoppiato la popolazione nota a quei redshift. È una storia di potenza del survey, e vale la pena essere precisi su cosa questo significhi e cosa non significhi.



L'area della Euclid Wide Survey coperta finora (beige) rispetto all'impronta completa prevista entro il 2030 (ciano), con i 31 quasar ad alto redshift appena scoperti segnati in rosso. Provengono solo dalla prima fetta di un survey progettato per mappare alla fine circa 14.000 gradi quadrati: la storia della potenza del survey in una sola immagine.

D. Yang et al. / Euclid Collaboration / *Astronomy & Astrophysics* CC BY 4.0

Euclid ha reso visibilmente piu grande il piccolo campione $z \geq 7$

Il punto non è 'i primi quasar'; è un censimento ad alto redshift che diventa meno scarso.



Confine: un censimento piu grande di rari quasar ad alto redshift, non un claim sui primi oggetti dell'Universo.

Prima di Euclid, erano noti circa nove quasar oltre redshift 7 (2011-2024). Questo primo run ne ha aggiunti altri dodici: il "raddoppio" reso concreto, su un campione ancora piccolo.

Original diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

Perché quasar così lontani valgono la fatica

Il redshift misura quanto l'espansione dell'Universo ha stirato la luce di una sorgente nel suo viaggio fino a noi; un redshift più alto significa luce più antica e un Universo più giovane. A redshift 7, guardiamo indietro a meno di un miliardo di anni dopo il Big Bang, verso la parte finale dell'epoca della reionizzazione, quando i primi oggetti luminosi stavano bruciando la nebbia di idrogeno neutro che riempiva lo spazio primordiale.

Che cos'è un redshift, e perché vale insieme come distanza e orologio

Se il vocabolario è nuovo: un *redshift* è quanto la luce di una sorgente è stata stirata verso lunghezze d'onda più lunghe e più rosse quando ci raggiunge. Due cose rendono quel singolo numero così utile. Primo, la luce viaggia a velocità fissa, quindi qualunque cosa lontana viene vista anche molto tempo fa: guardare in profondità nello spazio significa guardare indietro nel tempo. Secondo, poiché l'Universo si è espanso durante tutto il viaggio della luce, più lungo è quel viaggio, più la luce viene stirata. Quindi un redshift più grande significa luce partita prima, da più lontano, quando il cosmo era più giovane. Redshift 7 qui è luce da meno di un miliardo di anni dopo il Big Bang: molto meno di un decimo dell'età attuale dell'Universo.

I quasar di quest'epoca sono utili per due ragioni separate. Primo, ciascuno ospita già un buco nero da centinaia di milioni a miliardi di masse solari. Far crescere qualcosa di così pesante così presto è difficile: sotto i limiti abituali su quanto rapidamente un buco nero possa accrescere materia, solo "semi" abbastanza massicci hanno abbastanza tempo per raggiungere quelle masse nei pochi centinaia di milioni di anni disponibili. Quindi la semplice esistenza e il censimento di questi oggetti vincolano come si siano formati e cresciuti i primi buchi neri supermassicci. Secondo, la luce di un quasar che attraversa il mezzo intergalattico circostante porta l'impronta di quanto quel gas fosse neutro, facendo di ogni quasar una sonda della reionizzazione stessa.

Il problema è che sono straordinariamente rari e difficili da catturare. A questi redshift, la caratteristica più forte di un quasar, il break Lyman-alpha, viene stirata fuori dall'ottico e nel vicino infrarosso, quindi servono immagini profonde nel vicino infrarosso su una grande area per trovarli: circa un quasar ogni cento gradi quadrati fino alla luminosità rilevante. Profondo e largo nel vicino infrarosso, da terra, è esattamente la combinazione che è stata proibitivamente difficile. È il vuoto che Euclid è stato costruito per colmare.

Che cosa ha fatto davvero Euclid

Euclid è un telescopio spaziale da 1,2 metri che esegue un survey di sei anni progettato per mappare circa 14.000 gradi quadrati di cielo in luce ottica e nel vicino infrarosso. Stare sopra l'atmosfera gli permette di raggiungere profondità su un campo ampio che i survey nel vicino infrarosso da terra non possono eguagliare. Questo lavoro usa i dati arrivati durante il primo anno e mezzo circa del survey: circa 3000 gradi quadrati osservati tra febbraio 2024 e agosto 2025.



La sonda Euclid in camera bianca prima del lancio. Il telescopio da 1,2 metri guarda il cielo attraverso la parte superiore del cilindro bianco; da sopra l'atmosfera, la sua camera nel vicino infrarosso a grande campo raggiunge profondità su una grande area che le ricerche da terra non possono eguagliare.

ESA / NASA Science fair-use

Trovare 31 aghi in quel pagliaio non è stata una questione di guardare e basta. Il team ha costruito una fotometria custom e poi vi ha applicato diversi classificatori probabilistici e di machine learning – un modello di densità a deconvoluzione estrema, un classificatore gradient-boosted e fit basati su template – per stimare, per ogni debole sorgente puntiforme, la probabilità che fosse un quasar ad alto redshift invece di uno dei contaminanti molto più numerosi, soprattutto nane brune fredde i cui colori imitano quelli di un quasar distante. I candidati sono stati confrontati tra metodi, ispezionati a occhio e prioritizzati per il follow-up. Le immagini di Euclid selezionano i candidati; le conferme arrivano da spettri ottenuti con grandi telescopi da terra – tra cui Magellan e il Large Binocular Telescope – che separano la luce abbastanza finemente da vedere il break e le righe di emissione rivelatrici.

Quel passaggio di conferma è onestamente lavoro in corso. Il follow-up spettroscopico continua e, nelle parole stesse del lavoro, non ha ancora raggiunto la completezza piena, soprattutto nel cielo australe. Per i candidati seguiti ma non diventati uno dei 31 quasar confermati, il lavoro ne rende conto chiaramente: molti erano contaminanti (una quota grande probabilmente nane brune), alcuni erano inconcludenti e alcuni non mostravano segnale rilevabile. Un lotto di quasar confermati è il titolo; la contabilità completa di ciò che la selezione cattura e perde è rimandata a lavori successivi.

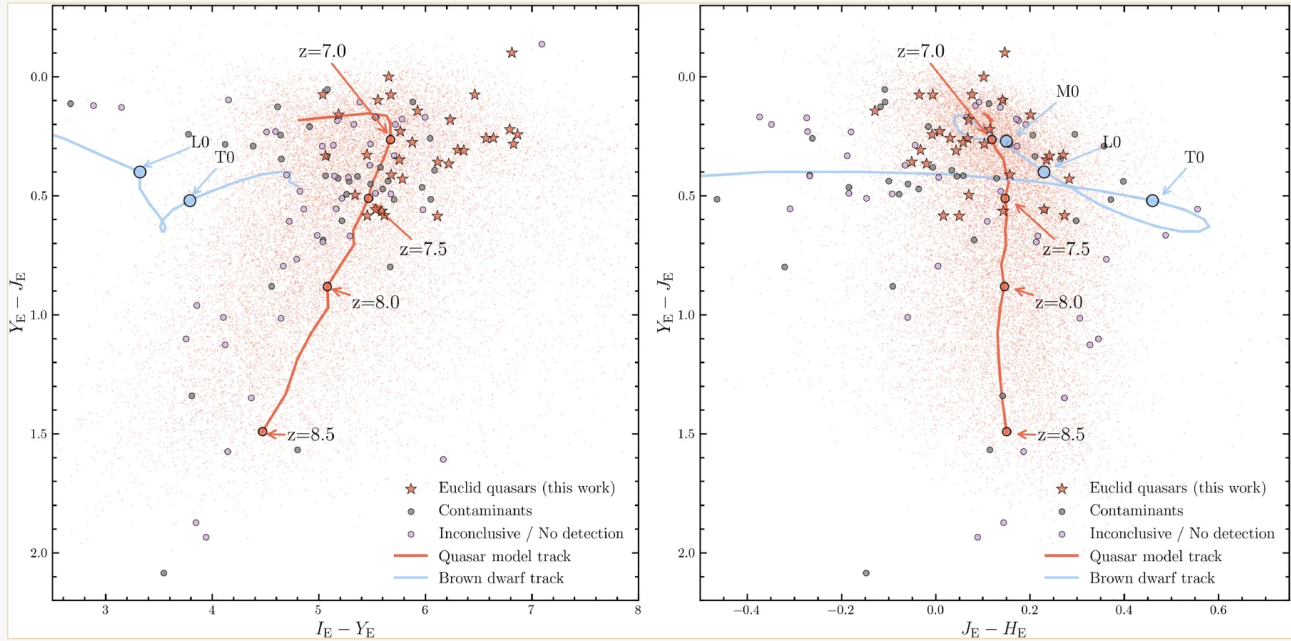


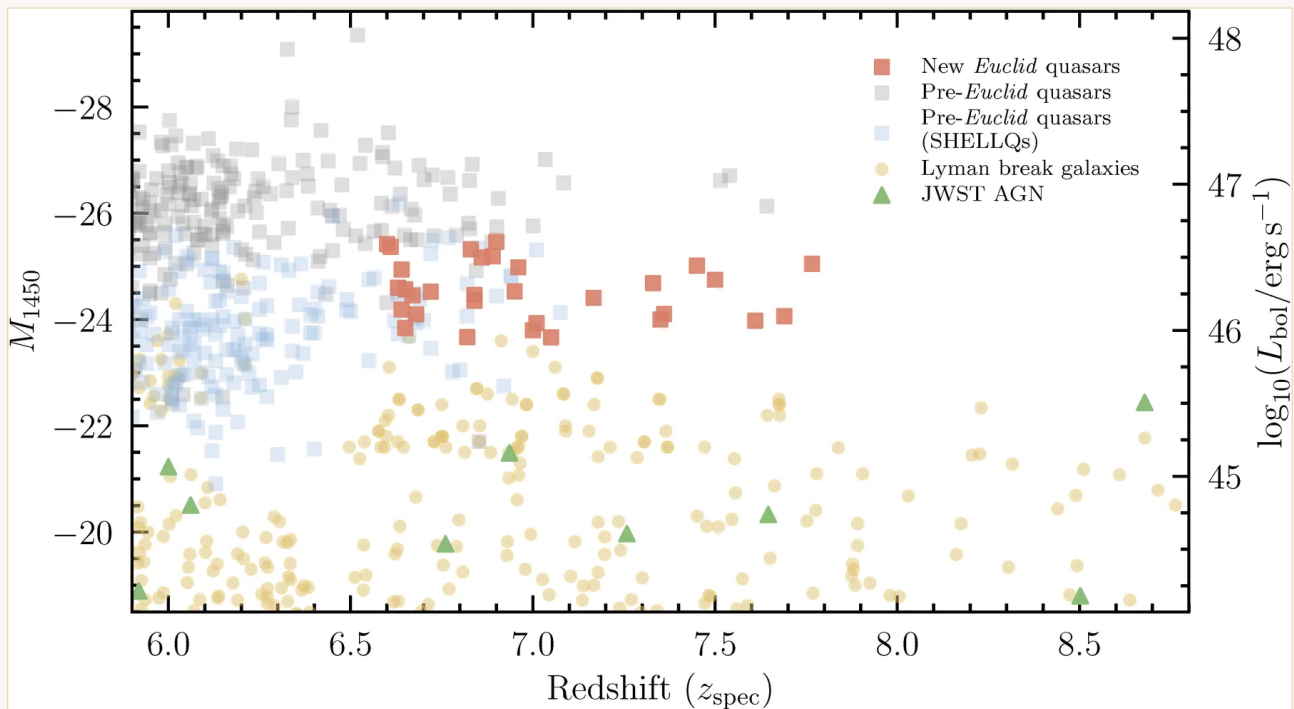
Diagramma colore-colore: come Euclid distingue un quasar distante da una nana bruna vicina. Ogni asse mostra la differenza tra la luminosità di un oggetto in due filtri Euclid, catturando il colore della sua luce invece di quanto sia luminoso. La curva rossa traccia dove si prevede che si trovino i quasar ad alto redshift (le etichette segnano redshift da 7,0 a 8,5); la curva azzurra traccia le nane brune fredde – i principali impostori – etichettate per tipo da M0 a T0. I 31 nuovi quasar (stelle rosse) si allineano lungo la traccia dei quasar; contaminanti confermati (grigio) e candidati inconcludenti o non rilevati (viola) se ne allontanano. Dove le due tracce corrono vicine, il colore da solo non decide: per questo ogni quasar ha ancora bisogno di conferma spettroscopica.

D. Yang et al. / Euclid Collaboration / Astronomy & Astrophysics CC BY 4.0

Il record, tenuto in proporzione

Uno dei 31, catalogato come EUCL J1729+6410, si trova a redshift circa 7,77 ed è ora il quasar più distante noto. È un record reale, e vale la pena dire chiaramente quanto grande sia il passo. In due decenni di ricerche dedicate, la frontiera era stata spinta fino a circa redshift 7,5, con il precedente detentore immediato del record a circa 7,64. Portarla a 7,77 è un avanzamento genuino, ma incrementale: il lavoro quantifica l'incremento in circa 0,13 di redshift, grosso modo quindici milioni di anni di tempo cosmico. Un ritocco, non un salto.

Il numero più importante è l'altro: raddoppiare il campione sopra redshift 7 in un solo run iniziale. Un detentore di record è un oggetto, e un oggetto è un punto dati. Una popolazione raddoppiata e in crescita è ciò che permette di fare statistica: misurare quanto comuni fossero questi buchi neri, quanto luminosi, quanto raggruppati. E la statistica è dove vive davvero la scienza dell'Universo primordiale. La maggior parte dei nuovi quasar è anche relativamente debole, da una a due magnitudini più debole dei quasar luminosi trovati prima di Euclid. Quel fondo debole è più difficile da raggiungere e, per gli studi sulla reionizzazione, più prezioso: quasar più deboli scavano bolle ionizzate più piccole attorno a sé, quindi la loro luce campiona più gas ancora neutro.



Dove cadono i nuovi quasar: luminosità contro distanza cosmica. L'asse orizzontale è il redshift: più a destra significa prima nella storia cosmica. L'asse verticale è la luminosità ultravioletta intrinseca di ciascun quasar, etichettata M_{1450} nel grafico; secondo la vecchia convenzione delle magnitudini astronomiche corre all'indietro, quindi più in alto significa più luminoso (la scala a destra riformula la stessa cosa come luminosità totale, o *bolometrica*). Letto così, il grafico è un censimento. I quasar luminosi già noti (grigio) si affollano ai redshift più bassi; un survey più profondo, SHELLQs (azzurro), aveva raggiunto oggetti più deboli ma non molto più indietro nel tempo. I 31 nuovi quasar Euclid (rosso) estendono quella popolazione luminosa fino ai redshift più alti – il più a destra è il record-holder a 7,77 – pur essendo circa una o due magnitudini più deboli dei classici quasar brillanti. Sotto di loro c'è il territorio raggiunto solo da survey profondi e stretti: un mare di galassie Lyman-break (giallo) e il pugno di buchi neri in accrescimento molto deboli individuati da JWST (triangoli verdi). Il contributo di Euclid appare come un gruppo distinto: quasar relativamente luminosi, molto precoci, su un'area ampia, che collegano il vecchio campione brillante alla popolazione debole che, per ora, solo strumenti puntati possono raggiungere.

D. Yang et al. / Euclid Collaboration / Astronomy & Astrophysics CC BY 4.0

Che cosa è ancora incerto

Tre cautele accompagnano questo risultato, e il lavoro li dichiara tutti.

Primo, è un risultato iniziale, non una misura finale. Gli autori rinviano esplicitamente l'analisi statistica completa della funzione di selezione e della popolazione di quasar a pubblicazioni future. I vincoli sulla funzione di luminosità qui sono una prima occhiata, non l'ultima parola.

Secondo, non ogni debole "quasar" è garantito che lo sia. Al fondo debole, alcuni oggetti identificati come quasar potrebbero invece essere galassie compatte primordiali, soprattutto se mancano di una riga Lyman-alpha fortemente allargata. Il team offre un controllo preliminare che gli oggetti sono coerenti con sorgenti puntiformi invece che galassie estese, ma lo chiama preliminare: la spettroscopia

profonda nel vicino infrarosso, da JWST e strutture simili, è ciò che stabilirà la vera natura dei più deboli.

Terzo, gli oggetti stessi sono deboli e vicini al limite di ciò che la spettroscopia da terra può caratterizzare. Fissare le loro masse di buco nero, i loro ambienti e il loro posto nella storia della reionizzazione richiederà JWST, ALMA e NOEMA. Euclid è molto bravo a trovare queste cose; in gran parte le passa ad altri strumenti perché vengano studiate.

Perché conta

Il valore di questo lavoro è demografico. Per un decennio, il primo miliardo di anni dell'Universo ha offerto agli astronomi solo un pugno di quasar da cui ragionare. Euclid, in una fetta iniziale del suo survey, ne ha aggiunti abbastanza da trasformare una lista in un campione, ed è sulla buona strada, coerente con le previsioni pre-lancio, per continuare.

Questo conta perché le domande aperte qui sono domande di popolazione. Come hanno fatto i buchi neri a diventare così grandi così in fretta? Quanto era disomogeneo e quanto neutro il gas intergalattico in momenti diversi? Non si risponde con un singolo oggetto spettacolare; si risponde contando, confrontando e mappandone molti. Ciò che Euclid ha dimostrato è la capacità di costruire quel censimento, anche al fondo debole, che si collega alla popolazione enigmatica di buchi neri in accrescimento che JWST sta trovando nella stessa epoca. Questo lavoro non risolve come si siano formati i primi buchi neri, e non misura da solo la reionizzazione. Fornisce in massa la materia prima di cui quelle misure hanno bisogno, e stabilisce una frontiera chiara per le campagne di follow-up già in corso.

In breve

Usando i primi circa 3000 gradi quadrati della Euclid Wide Survey, la collaborazione Euclid ha scoperto 31 nuovi quasar tra redshift 6,6 e 7,8, dodici dei quali a redshift 7 o superiore – più che raddoppiando la popolazione nota lì – incluso uno a redshift 7,77 che è ora il quasar più distante mai registrato. L'importanza è la potenza dimostrata dal survey nel trovare in massa questi oggetti rari, perlopiù deboli, non il record incrementale di redshift. I risultati sono un rilascio dati iniziale: l'analisi statistica completa, molta della conferma spettroscopica e la caratterizzazione dettagliata dei singoli oggetti devono ancora arrivare.

Valutazione critica

Cosa mostra il lavoro: che la Euclid Wide Survey, nei suoi primi ~1,5 anni su ~3000 gradi quadrati, può trovare quasar ad alto redshift in numeri che nessun survey precedente poteva raggiungere: 31

confermati tra redshift 6,6 e 7,8, dodici a redshift 7 o oltre, circa raddoppiando il conteggio noto lì, con il più distante a redshift $\sim 7,77$.

Cosa è plausibile ma non è il punto: il record di redshift in sé. È genuino, ma sposta la frontiera solo di circa 0,13 in redshift: da un record precedente vicino a 7,64 a 7,77, circa quindici milioni di anni di tempo cosmico. Il titolo che invecchierà bene è il campione raddoppiato, crescente e insolitamente debole, non il singolo detentore del record.

Cosa non mostra: come si siano formati i primi buchi neri supermassicci, o una misura della reionizzazione. Questi quasar sono strumenti per quelle domande, non risposte. Né è il censimento finale della popolazione: l'analisi statistica completa è esplicitamente lasciata a lavori successivi.

Principali limiti per un lettore generale: il follow-up spettroscopico è incompleto, soprattutto nel sud; i risultati sulla funzione di luminosità sono preliminari; e alcuni degli oggetti più deboli etichettati come quasar potrebbero rivelarsi galassie primordiali finché spettroscopia di classe JWST non li confermerà.

Quanta fiducia dovrebbe avere un lettore generale? Alta sul fatto che Euclid abbia cambiato ciò che è trovabile a questi redshift, e alta sulle conferme sottoposte a revisione tra pari degli oggetti più luminosi. Più bassa, secondo l'impostazione degli stessi autori, sui numeri precisi della popolazione al fondo debole e sulla natura dei candidati più deboli: questi sono primi risultati, non questioni chiuse.

Fonti

D. Yang, J. F. Hennawi, F. Guarnieri et al. (Euclid Collaboration), *Astronomy & Astrophysics* 711, A104 (2026), DOI 10.1051/0004-6361/202658883
<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202658883>