

* NOVA *

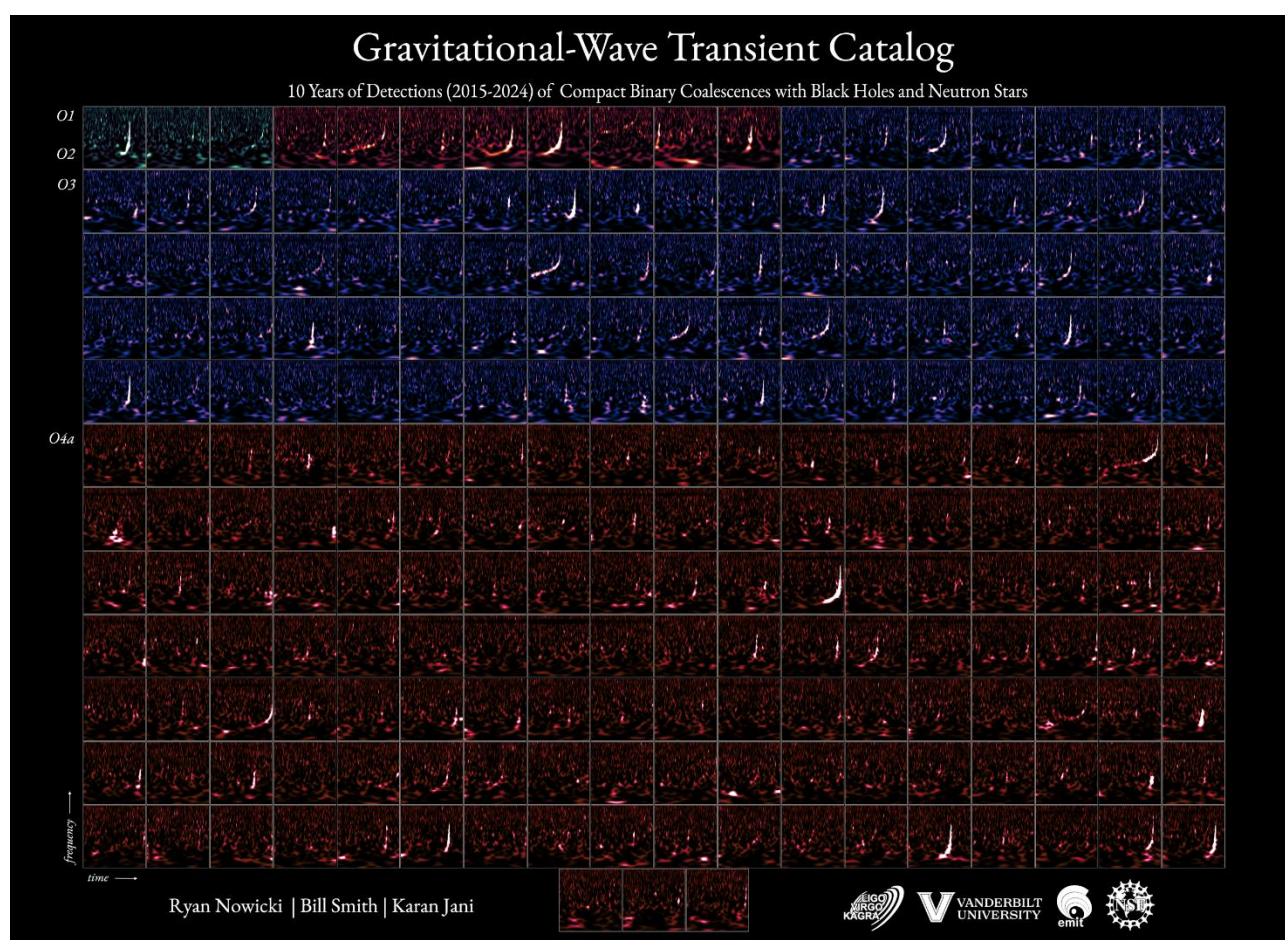
N. 2925 - 10 MARZO 2026

ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

NUOVO CATALOGO DI ONDE GRAVITAZIONALI

La rete internazionale di rivelatori di onde gravitazionali Ligo negli Stati Uniti, Virgo in Italia e Kagra in Giappone (Lvk) ha annunciato il 5 marzo 2026 la pubblicazione di un catalogo aggiornato di tutti gli eventi gravitazionali osservati finora, chiamato Gravitational-Wave Transient Catalogue-4.0 (GWTC-4).

Riprendiamo il Comunicato stampa dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) del 5 marzo 2026, intitolato "Un caleidoscopio di collisioni cosmiche" e pubblicato anche da MEDIA INAF il giorno successivo.



Infografica del Gravitational-Wave Transient Catalog 4.0, un archivio delle fusioni cosmiche rilevate tra il 2015 e il 2024 dagli osservatori di onde gravitazionali Ligo, Virgo e Kagra. Ogni pannello rappresenta la firma temporale e in frequenza di un singolo evento, ovvero la fusione di due buchi neri, due stelle di neutroni o uno di ciascuno, avvenuta da qualche parte nel cosmo. Gli eventi sono organizzati per serie di osservazioni. Ogni serie è evidenziata con una propria tavolozza di colori, che mostra come il catalogo sia cresciuto nell'ultimo decennio. Nella prima serie (O1) sono apparsi solo tre segnali, mentre O2 ha osservato otto eventi e O3 ne ha osservati 79. La prima parte della quarta sessione di osservazione (O4a) include 128 nuovi eventi. Pertanto, il Gravitational-Wave Transient Catalog 4.0 contiene 218 eventi rilevati nell'ultimo decennio.

Crediti: Ryan Nowicki/Bill Smith/Karan Jani (da MEDIA INAF del 6 marzo 2026)

NEWSLETTER TELEMATICA APERIODICA DELL'A.A.S. - ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI APS – ANNO XXI

La Nova è pubblicazione telematica aperiodica dell'A.A.S. - Associazione Astrofili Segusini APS di Susa (TO) riservata a Soci e Simpatizzanti.

È pubblicata senza alcuna periodicità regolare (v. Legge 7 marzo 2001, n. 62, art. 1, comma 3) e pertanto non è sottoposta agli obblighi previsti dalla Legge 8 febbraio 1948, n. 47, art. 5. I dati personali utilizzati per l'invio telematico della Nova sono trattati dall'AAS secondo i principi del Regolamento generale sulla protezione dei dati (GDPR - Regolamento UE 2016/679).

www.astrofilisusa.it

È stato pubblicato oggi, 5 marzo 2026, il catalogo di tutti i 128 nuovi eventi osservati da LIGO, Virgo e KAGRA tra maggio 2023 e gennaio 2024. Il catalogo rivela una varietà ancora maggiore di sistemi binari che producono onde gravitazionali rispetto a quanto noto in precedenza. Le nuove osservazioni ci permettono di comprendere meglio la formazione dei buchi neri, di indagare l'evoluzione cosmologica dell'universo e di fornire conferme sempre più rigorose della teoria della relatività generale.

La rete internazionale di rivelatori di onde gravitazionali LIGO negli Stati Uniti, Virgo in Italia e KAGRA in Giappone (LVK) ha annunciato oggi la pubblicazione di un catalogo aggiornato di tutti gli eventi gravitazionali osservati finora, chiamato Gravitational-Wave Transient Catalogue-4.0 (GWTC-4).

I risultati sono il frutto di analisi approfondite, condotte per oltre due anni dalle scienziate e dagli scienziati della collaborazione LVK, per verificarne la validità e studiarne le più importanti implicazioni astrofisiche e cosmologiche.

Il catalogo, accompagnato da una serie di articoli pubblicati su *The Astrophysical Journal Letters*, raccoglie 128 nuovi eventi, più che raddoppiando il numero di eventi del catalogo precedente, che conteneva i 90 segnali rivelati durante le tre campagne di osservazione precedenti. I dati, ora resi disponibili per ulteriori analisi da parte di gruppi di ricerca esterni alla collaborazione LVK, rivelano, infatti, una varietà ancora maggiore di sistemi binari sorgenti di onde gravitazionali rispetto a quanto noto in precedenza. Tra questi figurano il sistema binario di buchi neri più massiccio mai rivelato tramite onde gravitazionali, un sistema con la maggiore asimmetria di massa mai osservata e uno in cui entrambi i buchi neri presentano spin eccezionalmente elevati, oltre a due sistemi composti da un buco nero e una stella di neutroni.

«Nell'ultimo decennio, l'astronomia delle onde gravitazionali è passata dalla prima rivelazione all'osservazione di centinaia di fusioni di buchi neri», commenta **Stephen Fairhurst**, professore alla Cardiff University e coordinatore della LIGO Scientific Collaboration. «Queste osservazioni ci permettono di comprendere meglio come i buchi neri si formino dal collasso di stelle massicce, di sondare l'evoluzione cosmologica dell'universo e di fornire conferme sempre più rigorose della teoria della relatività generale».

«La pubblicazione del catalogo GWTC-4 rappresenta un passo in avanti decisivo, aggiungendo 128 nuovi segnali al nostro archivio in meno di un anno di osservazioni», sottolinea **Gianluca Gemme**, ricercatore dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare e coordinatore della collaborazione Virgo. «Questa ricchezza di dati rivela un vero caleidoscopio di collisioni cosmiche: dai buchi neri binari più pesanti mai rilevati, a coppie che ruotano a quasi metà della velocità della luce. Non si tratta più di casi eccezionali, e costituiscono la base statistica necessaria per testare la relatività generale di Albert Einstein con una precisione senza precedenti, e fornire una nuova misura indipendente della velocità di espansione dell'universo. Per Virgo e la rete LVK, questi risultati dimostrano che stiamo mappando l'evoluzione complessa del cosmo con una chiarezza mai raggiunta prima».

Segnali insoliti

Tra i segnali più insoliti rivelati nella prima fase della campagna di osservazione O4 vi è GW231123 (il nome si riferisce al giorno in cui il segnale è stato osservato, secondo la convenzione statunitense): questo segnale è stato generato dal sistema binario di buchi neri più massiccio mai rivelato finora, ciascuno con una massa pari a circa 130 volte quella del Sole. La maggior parte dei buchi neri nei sistemi binari finora osservati ha una massa di circa 30 masse solari. I buchi neri molto più massicci che hanno generato GW231123 suggeriscono che ciascuno di essi possa essere il risultato di una precedente collisione tra buchi neri "progenitori" più leggeri, probabilmente in ambienti cosmici estremamente affollati e caotici. Un altro caso di straordinario interesse è quello di GW231028, generato da una coppia di buchi neri con lo spin più elevato mai osservato: entrambi ruotano a circa il 40% della velocità della luce. Anche in questo caso, i buchi neri potrebbero essere il prodotto di collisioni precedenti, dalle quali avrebbero ereditato la loro enorme energia rotazionale. Tra gli eventi del catalogo vi è anche GW231118, generato da una coppia insolitamente sbilanciata, con un buco nero due volte più massiccio dell'altro. Grazie alle più recenti rivelazioni di onde gravitazionali e alla significativa crescita dei dati sulle fusioni di buchi neri, gli scienziati hanno iniziato a studiarne le proprietà anche in termini di popolazioni.



«Segnali inattesi come GW231123 e GW231028 ci ricordano che l'universo può sorprenderci. Per comprenderlo davvero, i nostri modelli scientifici devono essere in grado di spiegare, e persino anticipare, l'intera gamma di segnali che la natura produce», spiega **Filippo Santoliquido**, ricercatore al Gran Sasso Science Institute.

I nuovi dati consentono inoltre ai gruppi di ricerca di perfezionare test e misure precedentemente effettuati con un insieme di dati più limitato, continuando a esplorare alcune delle grandi questioni ancora irrisolte della fisica contemporanea.

Einstein aveva ragione?

Le nuove scoperte permettono, ad esempio, di testare ulteriormente e con maggiore precisione la teoria della relatività generale di Einstein: la teoria che un secolo fa ha rivoluzionato la nostra visione dell'universo, descrivendo la gravità come una proprietà geometrica dello spazio e del tempo. Da allora, la teoria di Einstein è stata confermata da numerosi test sperimentali e osservazioni, dimostrandosi la migliore descrizione teorica della gravità di cui disponiamo.

Tuttavia, il fatto che le collisioni tra buchi neri scuotano lo spazio e il tempo più intensamente di quasi ogni altro fenomeno concepibile le rende candidate ideali per mettere alla prova la teoria stessa.

«Quando testiamo le nostre teorie fisiche, è bene considerare le situazioni più estreme possibili, perché è proprio lì che le teorie hanno maggiori probabilità di fallire e dove abbiamo le maggiori possibilità di fare nuove scoperte», aggiunge **Aaron Zimmerman**, professore associato di fisica alla University of Texas di Austin.

I ricercatori e le ricercatrici hanno testato la teoria di Einstein utilizzando GW230814, uno dei segnali di onde gravitazionali più "forti" di quest'ultimo catalogo. La sorprendente nitidezza del segnale ha permesso di analizzarlo in dettaglio per verificare eventuali deviazioni dalla teoria di Einstein. Finora, tuttavia, la teoria ha superato tutti i test.

«Sono entusiasta di vedere come il numero crescente e la qualità in miglioramento delle rivelazioni di onde gravitazionali stiano consentendo test sempre più sensibili della relatività generale nel regime dinamico e di campo forte della gravità», commenta **Soumen Roy**, ricercatore al Centre for Cosmology, Particle Physics and Phenomenology (CP3) dell'Università di Louvain in Belgio. «Con future osservazioni che copriranno una gamma più ampia di masse, spin ed eccentricità orbitali dei buchi neri, potremo imporre vincoli più stringenti alle teorie alternative della gravità e, potenzialmente, scoprire anche segnali di nuova fisica».

Quanto velocemente si sta espandendo l'universo?

Un altro grande mistero della cosmologia riguarda la velocità con cui il nostro universo si sta espandendo oggi. Per rispondere a questa domanda è fondamentale stimare la costante di Hubble, che indica la velocità di espansione attuale dell'universo. Esistono diverse stime di questa costante che, utilizzando metodi e sorgenti astrofisiche differenti, hanno fornito risultati contrastanti.

Le onde gravitazionali offrono un ulteriore modo per misurare la costante di Hubble, perché studiando il segnale è possibile calcolare, in modo relativamente semplice, la distanza percorsa dalla sorgente.

Analizzando tutte le rivelazioni di onde gravitazionali dell'intero catalogo LVK, gli scienziati hanno sviluppato una nuova stima indipendente della costante di Hubble, che suggerisce che l'universo si stia espandendo a un ritmo di 76 chilometri al secondo per megaparsec, il che significa che una galassia distante un megaparsec dalla Terra si allontanerebbe da noi alla velocità di 76 km/s.

«C'è un entusiasmo crescente attorno alla cosmologia delle onde gravitazionali», commenta **Ulyana Dupletsa**, ricercatrice al Marietta Blau Institute (Accademia Austriaca delle Scienze). «Oltre a rappresentare un approccio nuovo e indipendente, è molto interessante perché evita la complessa calibrazione richiesta dai metodi consolidati. Anche se non disponiamo ancora di un numero sufficiente di osservazioni per eguagliare la precisione delle misure tradizionali, ogni nuova rivelazione di onde gravitazionali contribuisce a fare sempre più luce su quanto velocemente si stia espandendo il nostro universo».

<https://www.infn.it/un-caleidoscopio-di-collisioni-cosmiche/>

