

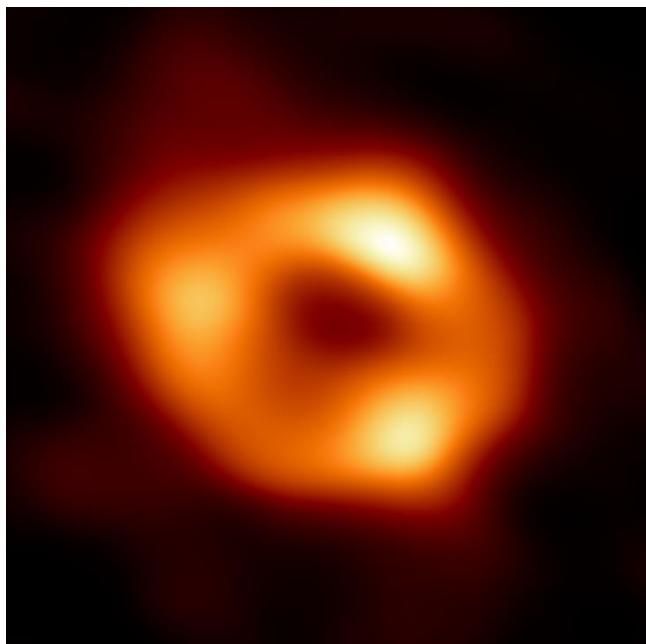
\* NOVA \*

N. 2137 - 12 MAGGIO 2022

ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

## PRIMA IMMAGINE DEL BUCO NERO AL CENTRO DELLA NOSTRA GALASSIA

Dal sito dell'ESO (European Southern Observatory) riprendiamo il Comunicato Stampa Scientifico del 12 maggio 2022.



Questa è la prima immagine di Sgr A\* [si legge "Sagittarius A star", *n.d.r.*], il buco nero supermassiccio al centro della nostra galassia. È la prima prova visiva diretta della presenza del buco nero, catturata dall'EHT (Event Horizon Telescope), una rete che collega otto tra i radio telescopi di tutto il pianeta per formare un unico telescopio virtuale delle dimensioni della Terra. Il telescopio prende il nome dall'orizzonte degli eventi, il confine del buco nero oltre il quale neppure la luce può sfuggire. Anche se non possiamo vedere l'orizzonte degli eventi stesso, poiché non può emettere luce, il gas incandescente che lo circonda mostra una firma rivelatrice: una regione centrale scura (possiamo dire un'ombra) circondata da una struttura brillante ad anello. La nuova veduta cattura la luce piegata dalla potente gravità del buco nero, quattro milioni di volte più massiccio del nostro Sole. L'immagine del buco nero di Sgr A\* è una media delle diverse immagini che la Collaborazione EHT ha estratto dalle proprie osservazioni del 2017.

Tra le varie strutture, la rete EHT di radiotelescopi che ha reso possibile realizzare questa immagine comprende ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) e APEX (Atacama Pathfinder EXperiment) nel deserto di Atacama in Cile, in comproprietà e co-gestiti dall'ESO per conto di suoi Stati membri in Europa. Crediti: EHT Collaboration

Oggi, durante diverse conferenze stampa simultanee in tutto il mondo, tra cui quella al quartier generale dell'ESO (European Southern Observatory) in Germania, gli astronomi hanno svelato la prima immagine del buco nero supermassiccio al centro della nostra galassia, la Via Lattea. Questo risultato rappresenta una prova schiacciatrice che l'oggetto sia veramente un buco nero e fornisce preziosi indizi sul funzionamento di questi giganti, che si pensa risiedano al centro della maggior parte delle galassie. L'immagine è stata prodotta da un gruppo di ricerca globale chiamato Collaborazione EHT (o Event Horizon Telescope Collaboration), utilizzando le osservazioni di una rete mondiale di radiotelescopi.

---

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

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 della 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](http://www.astrofilisusa.it)

L'immagine è la prima, tanto attesa occhiata sull'oggetto massiccio che si trova proprio al centro della nostra galassia. Gli scienziati avevano già visto stelle in orbita attorno a qualcosa di invisibile, compatto e molto massiccio al centro della Via Lattea. Ciò suggerisce fortemente che questo oggetto - noto come Sagittario A\* (Sgr A\*, pronunciato "sadge-ay-star" in inglese) - sia un buco nero e l'immagine odierna ne fornisce la prima prova visiva diretta.

Anche se non possiamo vedere il buco nero propriamente detto, poiché è completamente oscuro, il gas incandescente che lo circonda mostra una firma rivelatrice: una regione centrale scura (possiamo dire un'ombra) circondata da una struttura brillante ad anello. La nuova veduta cattura la luce piegata dalla potente gravità del buco nero, quattro milioni di volte più massiccio del nostro Sole.

*«Siamo rimasti sbalorditi da quanto le dimensioni dell'anello concordino con le previsioni della teoria della relatività generale di Einstein»,* ha affermato il responsabile scientifico del progetto EHT Geoffrey Bower dell'Istituto di Astronomia e Astrofisica, Academia Sinica, Taipei. *«Queste osservazioni senza precedenti hanno notevolmente migliorato la nostra comprensione di ciò che accade al centro della nostra galassia e offrono nuove informazioni su come questi giganteschi buchi neri interagiscono con l'ambiente circostante.»* I risultati del gruppo di lavoro EHT sono stati pubblicati oggi in un numero speciale di *The Astrophysical Journal Letters*.

Poiché il buco nero si trova a circa 27.000 anni luce dalla Terra, la sua dimensione in cielo ci appare all'incirca come quella di una ciambella sulla Luna. Per poterne catturare un'immagine, l'equipe ha creato il potente EHT, che collega tra loro otto osservatori radio in tutto il pianeta per formare un unico telescopio virtuale delle dimensioni della Terra [1]. L'EHT ha osservato Sgr A\* in più notti nel 2017, raccolgendo dati per molte ore di seguito, proprio come con un lungo tempo di esposizione su una macchina fotografica.

Oltre ad altre strutture, la rete EHT di osservatori radio comprende ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) e APEX (Atacama Pathfinder EXperiment) nel deserto di Atacama in Cile, in comproprietà e co-operati dall'ESO per conto di suoi Stati membri in Europa. L'Europa contribuisce alle osservazioni EHT anche con altri radio osservatori - il telescopio IRAM da 30 metri in Spagna e, dal 2018, il NOEMA (NOrthern Extended Millimeter Array) in Francia - oltre a un supercomputer per combinare i dati EHT ospitato dal Max Planck Istituto di Radioastronomia in Germania. Inoltre, l'Europa ha contribuito con finanziamenti al progetto del consorzio EHT attraverso sovvenzioni del Consiglio europeo della ricerca e della Max Planck Society in Germania.

*«È esaltante per l'ESO aver svolto un ruolo così importante nello svelare i misteri dei buchi neri, e di Sgr A\* in particolare, per così tanti anni»,* ha commentato il Direttore Generale dell'ESO Xavier Barcons. *«L'ESO non solo ha contribuito alle osservazioni EHT con le strutture ALMA e APEX, ma ha anche consentito, con i suoi altri osservatori in Cile, alcune delle precedenti osservazioni rivoluzionarie del centro galattico.»* [2]

Il risultato di EHT segue il rilascio nel 2019, sempre da parte della collaborazione, della prima immagine di un buco nero, chiamato M87\*, al centro della galassia Messier 87, ben più lontana da noi.

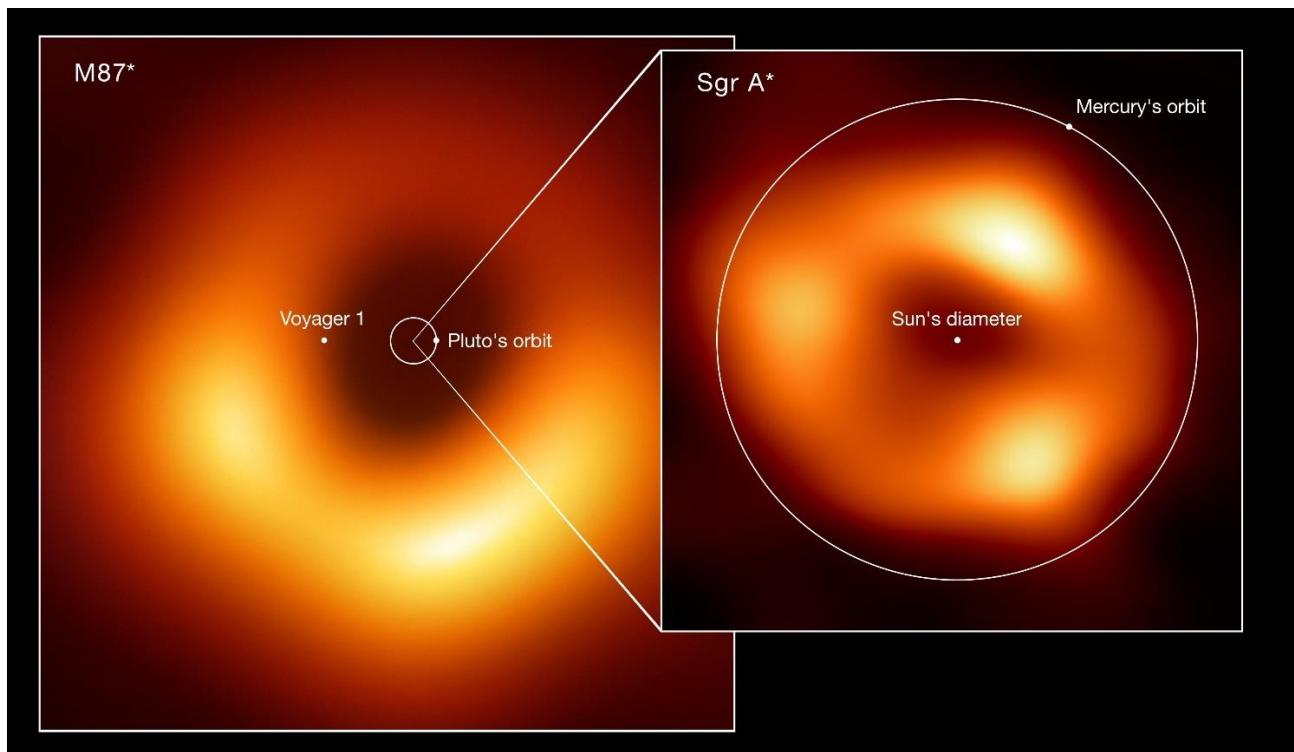
I due buchi neri appaiono notevolmente simili, anche se il buco nero della nostra galassia è più di mille volte più piccolo e meno massiccio di M87\* [3]. *«Abbiamo qui due tipi completamente diversi di galassia e due masse di buchi neri molto diverse, ma vicino al bordo questi buchi neri sembrano sorprendentemente simili»,* afferma Sera Markoff, co-presidente del Consiglio Scientifico dell'EHT e professoressa di astrofisica teorica all'Università di Amsterdam, nei Paesi Bassi. *«Questo ci dice che la Relatività Generale governa questi oggetti da vicino, e qualsiasi differenza che vediamo più lontano deve essere dovuta a differenze nel materiale che circonda i buchi neri.»*

Questo traguardo è stato decisamente più difficile che per M87\*, anche se Sgr A\* è molto più vicino a noi. Lo scienziato dell'EHT Chi-kwan ('CK') Chan, dell'Osservatorio Steward e del Dipartimento di



Astronomia e del Data Science Institute dell'Università dell'Arizona, USA, spiega: «Il gas in prossimità dei buchi neri si muove alla stessa velocità – veloce quasi come la luce – sia intorno a Sgr A\* che a M87\*. Ma mentre il gas impiega giorni o settimane per orbitare attorno a M87\*, più grande, in Sgr A\*, molto più piccolo, completa un'orbita in pochi minuti. Ciò significa che la luminosità e la configurazione del gas intorno a Sgr A\* cambiavano rapidamente mentre la collaborazione EHT lo osservava, un po' come cercare di scattare una foto nitida di un cucciolo mentre inseguiva la propria coda».

I ricercatori hanno dovuto sviluppare nuovi strumenti sofisticati che tenessero conto del moto del gas intorno a Sgr A\*. Mentre M87\* era un obiettivo più facile e più stabile, poiché quasi tutte le immagini si assomigliavano, questo non era il caso per Sgr A\*. L'immagine del buco nero di Sgr A\* è una media delle diverse immagini estratte dal gruppo di lavoro e rivela finalmente per la prima volta il mostro che si nasconde nel cuore della nostra galassia.



Confronto tra le dimensioni dei due buchi neri fotografati dalla collaborazione EHT (Event Horizon Telescope): M87\*, al centro della galassia Messier 87, e Sagittarius A\* (Sgr A\*), al centro della Via Lattea. L'immagine mostra la scala di Sgr A\* rispetto sia a M87\* che ad altri elementi del Sistema Solare, come le orbite di Plutone e Mercurio. Viene visualizzato anche il diametro del Sole e la posizione attuale della sonda spaziale Voyager 1, la sonda spaziale più lontana dalla Terra. M87\*, che si trova a 55 milioni di anni luce di distanza, è uno dei più grandi buchi neri che si conoscano. Mentre Sgr A\*, a 27 000 anni luce di distanza, ha una massa di circa quattro milioni di volte quella del Sole, M87\* pesa seicento volte tanto. Ma a causa delle loro distanze relative dalla Terra, molto diverse, entrambi i buchi neri appaiono della stessa dimensione il cielo. Crediti: EHT collaboration (acknowledgment: Lia Medeiros, xkcd)

Lo sforzo è stato possibile grazie all'ingegno di oltre 300 ricercatori provenienti da 80 istituti di tutto il mondo, che costituiscono la Collaborazione EHT. Oltre a sviluppare strumenti complessi per superare le sfide insite nel ritrarre Sgr A\*, l'équipe ha lavorato rigorosamente per cinque anni, utilizzando supercomputer per combinare e analizzare i propri dati, compilando nel frattempo una libreria senza precedenti di buchi neri simulati da confrontare con le osservazioni.

Gli scienziati sono particolarmente entusiasti di avere finalmente le immagini di due buchi neri di dimensioni molto diverse, cosa che offre l'opportunità di capire come si confrontano e in quanto differiscono.



Hanno anche iniziato a utilizzare i nuovi dati per verificare teorie e modelli di come il gas si comporta intorno ai buchi neri supermassicci. Questo processo non è ancora del tutto compreso, ma si ritiene che svolga un ruolo chiave nel plasmare la formazione e l'evoluzione delle galassie.

«*Ora possiamo studiare le differenze tra questi due buchi neri supermassicci per ottenere nuovi preziosi indizi su questo importante processo*», ha affermato lo scienziato dell'EHT Keiichi Asada dell'Istituto di Astronomia e Astrofisica, Academia Sinica, Taipei. «*Abbiamo immagini per due buchi neri - alle due estremità della distribuzione di massa dei buchi neri supermassicci nell'Universo - quindi possiamo progredire molto più di prima nella verifica del comportamento della gravità in questi ambienti estremi*».

I progressi sull'EHT continuano: un'importante campagna di osservazione nel marzo 2022 ha incluso un numero ancora maggiore di telescopi. La continua espansione della rete EHT e significativi aggiornamenti tecnologici consentiranno agli scienziati nel prossimo futuro di mostrare immagini ancora più impressionanti e anche filmati di buchi neri.

## Note

[1] I singoli telescopi coinvolti nell'EHT nell'aprile 2017, quando sono state condotte le osservazioni, erano: ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array), APEX (Atacama Pathfinder EXperiment), il telescopio IRAM da 30-metri, il JCMT (James Clerk Maxwell Telescope), i telescopi LMT (Large Millimeter Telescope Alfonso Serrano), SMA (Submillimeter Array), SMT (UArizona Submillimeter Telescope), SPT (South Pole Telescope). Da allora, l'EHT ha aggiunto alla rete il GLT (Greenland Telescope), il NOEMA (NOrthern Extended Millimeter Array) e il telescopio da 12 metri di diametro a Kitt Peak dell'Università dell'Arizona a Kitt Peak.

ALMA è una collaborazione tra l'ESO (European Southern Observatory; per l'Europa, in rappresentanza dei suoi stati membri), la National Science Foundation (NSF) degli Stati Uniti e il National Institutes of Natural Sciences (NINS) del Giappone, insieme al National Research Council (Canada), il Ministero della Scienza e della Tecnologia (MOST; Taiwan), l'Institute of Astronomy and Astrophysics dell'Academia Sinica (ASIAA; Taiwan) e l'Istituto Korea Astronomy and Space Science (KASI; Repubblica di Corea), insieme con la Repubblica del Cile. Il Joint ALMA Observatory è gestito dall'ESO, Associated Universities, Inc./National Radio Astronomy Observatory (AUI/NRAO) e dal National Astronomical Observatory del Giappone (NAOJ). APEX, una collaborazione tra il Max Planck Institute for Radio Astronomy (Germania), l'Osservatorio spaziale di Onsala (Svezia) e l'ESO, è gestito dall'ESO. Il telescopio da 30-metri è gestito da IRAM (le organizzazioni partner di IRAM sono MPG [Germania], CNRS [Francia] e IGN [Spagna]). Il JCMT è gestito dall'Osservatorio dell'Asia orientale per conto dell'Osservatorio astronomico nazionale del Giappone; ASIA; KASI; il National Astronomical Research Institute della Tailandia; il Center for Astronomical Mega-Science e le organizzazioni nel Regno Unito e in Canada. L'LMT è gestito da INAOE e UMass, lo SMA è gestito dal Center for Astrophysics | Harvard & Smithsonian e ASIAA, mentre l'UArizona SMT è gestito dall'Università dell'Arizona. L'SPT è gestito dall'Università di Chicago con strumentazione EHT specializzata fornita dall'Università dell'Arizona.

Il Greenland Telescope (GLT) è gestito da ASIAA e dallo Smithsonian Astrophysical Observatory (SAO). Il GLT fa parte del progetto ALMA-Taiwan ed è sostenuto in parte dall'Academia Sinica (AS) e da MOST. NOEMA è gestito da IRAM e il telescopio da 12 metri dell'UofArizona a Kitt Peak è gestito dall'Università dell'Arizona.

[2] Una solida base per l'interpretazione di questa nuova immagine è stata fornita da precedenti ricerche effettuate su Sgr A\*. Gli astronomi conoscono la luminosa e densa sorgente radio al centro della Via Lattea in direzione della costellazione del Sagittario sin dagli anni '70. Misurando le orbite di diverse stelle molto vicine al nostro centro galattico per un periodo di 30 anni, i gruppi guidati rispettivamente da Reinhard Genzel (Direttore del Max-Planck Institute for Extraterrestrial Physics a Garching vicino a Monaco, Germania) e da Andrea M. Ghez (Professoressa nel Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università della California, Los Angeles, USA) hanno concludere che la spiegazione più probabile per un oggetto di questa massa e densità è un buco nero supermassiccio. Le strutture dell'ESO (tra cui il VLT - o Very Large Telescope - e il VLTI - o Very Large Telescope Interferometer) e l'Osservatorio Keck sono stati utilizzati per svolgere questa ricerca, che ha meritato in modo condiviso il Premio Nobel per la fisica 2020.

[3] I buchi neri sono gli unici oggetti che conosciamo per cui la massa scala con le dimensioni. Un buco nero mille volte più piccolo di un altro è anche mille volte meno massiccio.



## Ulteriori Informazioni

Questa ricerca è stata presentata in sei articoli pubblicati oggi su *The Astrophysical Journal Letters*.

La collaborazione EHT coinvolge oltre 300 ricercatori provenienti da Africa, Asia, Europa, Nord e Sud America. La collaborazione internazionale sta lavorando per catturare le immagini del buco nero più dettagliate di sempre creando un telescopio virtuale di dimensioni pari a quelle della Terra. Sostenuto da considerevoli investimenti internazionali, l'EHT collega i telescopi esistenti usando nuovi sistemi - creando uno strumento fondamentalmente nuovo con il più alto potere risolutivo angolare che sia mai stato raggiunto.

Il consorzio EHT è composto da 13 istituti partecipanti; l'Academia Sinica Institute of Astronomy and Astrophysics, l'Università dell'Arizona, il Center for Astrophysics | Harvard & Smithsonian, l'Università di Chicago, l'Osservatorio dell'Asia orientale, Goethe-Universitaet Frankfurt, Institut de Radioastronomie Millimétrique, Large Millimeter Telescope, Max Planck Institute for Radioastronomy, MIT Haystack Observatory, l'Osservatorio astronomico nazionale del Giappone, il Perimeter Institute for Theoretical Physics, e la Radboud University.

ALMA, l'Atacama Large Millimeter/submillimeter Array, un osservatorio astronomico internazionale, è una collaborazione fra l'Europa, la U.S. National Science Foundation (NSF) e gli Istituti Nazionali di Scienze Naturali del Giappone (NINS), in cooperazione con la repubblica del Cile. ALMA è stato fondato dall'ESO per conto dei suoi stati membri, dall'NSF in cooperazione con il National Research Council del Canada (NRC) e il National Science Council di Taiwan (NSC) e dal NINS in cooperazione con l'Accademia Sinica di Taiwan (AS) e l'Istituto di Astronomia e Scienze Spaziali della Corea (KASI). La costruzione e la gestione di ALMA sono condotte dall'ESO per conto dei suoi stati membri, dall'Osservatorio Nazionale di Radio Astronomia (NRAO) gestito dalle Associated Universities, Inc. (AUI) per conto del Nord America e dall'Osservatorio Astronomico Nazionale del Giappone (NAOJ) per conto dell'Asia Orientale. L'osservatorio congiunto di ALMA (JAO: Joint ALMA Observatory) fornisce la guida unitaria e la gestione della costruzione, del commissioning e delle operazioni di ALMA.

APEX, Atacama Pathfinder EXperiment, è un telescopio di 12 metri di diametro, che opera a lunghezze d'onda millimetriche e submillimetriche, tra la luce infrarossa e le onde radio. L'ESO gestisce l'APEX in uno dei siti di osservazione più alti della Terra, a un'altitudine di 5100 metri, sull'altopiano di Chajnantor nella regione cilena di Atacama. Il telescopio è una collaborazione tra il Max Planck Institute for Radio Astronomy (MPIfR), l'Onsala Space Observatory (OSO) e l'ESO.

L'ESO (European Southern Observatory o Osservatorio Europeo Australe) consente agli scienziati di tutto il mondo di scoprire i segreti dell'Universo a beneficio di tutti. Progettiamo, costruiamo e gestiamo da terra osservatori di livello mondiale - che gli astronomi utilizzano per affrontare temi interessanti e diffondere il fascino dell'astronomia - e promuoviamo la collaborazione internazionale per l'astronomia. Fondato come organizzazione intergovernativa nel 1962, oggi l'ESO è sostenuto da 16 Stati membri (Austria, Belgio, Danimarca, Francia, Finlandia, Germania, Irlanda, Italia, Paesi Bassi, Polonia, Portogallo, Regno Unito, Repubblica Ceca, Spagna, Svezia e Svizzera), insieme con il paese che ospita l'ESO, il Cile, e l'Australia come partner strategico. Il quartier generale dell'ESO e il Planetario e Centro Visite Supernova dell'ESO si trovano vicino a Monaco, in Germania, mentre il deserto cileno di Atacama, un luogo meraviglioso con condizioni uniche per osservare il cielo, ospita i nostri telescopi. L'ESO gestisce tre siti osservativi: La Silla, Paranal e Chajnantor. Sul Paranal, l'ESO gestisce il VLT (Very Large Telescope) e il VLTI (Very Large Telescope Interferometer), così come due telescopi per survey, VISTA, che lavora nell'infrarosso, e VST (VLT Survey Telescope) in luce visibile. Sempre a Paranal l'ESO ospiterà e gestirà la schiera meridionale di telescopi di CTA, il Cherenkov Telescope Array Sud, il più grande e sensibile osservatorio di raggi gamma del mondo. Insieme con partner internazionali, l'ESO gestisce APEX e ALMA a Chajnantor, due strutture che osservano il cielo nella banda millimetrica e submillimetrica. A Cerro Armazones, vicino a Paranal, stiamo costruendo "il più grande occhio del mondo rivolto al cielo" - l'ELT (Extremely Large Telescope, che significa Telescopio Estremamente Grande) dell'ESO. Dai nostri uffici di Santiago, in Cile, sosteniamo le operazioni nel paese e collaboriamo con i nostri partner e la società cilene.

## Links

Articoli principali:

- Articolo I: [The Shadow of the Supermassive Black Hole in the Center of the Milky Way](#)
- Articolo II: [EHT and Multi-wavelength Observations, Data Processing, and Calibration](#)
- Articolo III: [Imaging of the Galactic Center Supermassive Black Hole](#)
- Articolo IV: [Variability, Morphology, and Black Hole Mass](#)
- Articolo V: [Testing Astrophysical Models of the Galactic Center Black Hole](#)
- Articolo VI: [Testing the Black Hole Metric](#)



Articoli addizionali:

- Articolo VII: [Selective Dynamical Imaging of Interferometric Data](#)
- Articolo VIII: [Millimeter Light Curves of Sagittarius A\\* Observed during the 2017 Event Horizon Telescope Campaign](#)
- Articolo IX: [A Universal Power Law Prescription for Variability from Synthetic Images of Black Hole Accretion Flows](#)
- Articolo X: [Characterizing and Mitigating Intraday Variability: Reconstructing Source Structure in Accreting Black Holes with mm-VLBI](#)

[Sito online di EHT all'ESO](#)

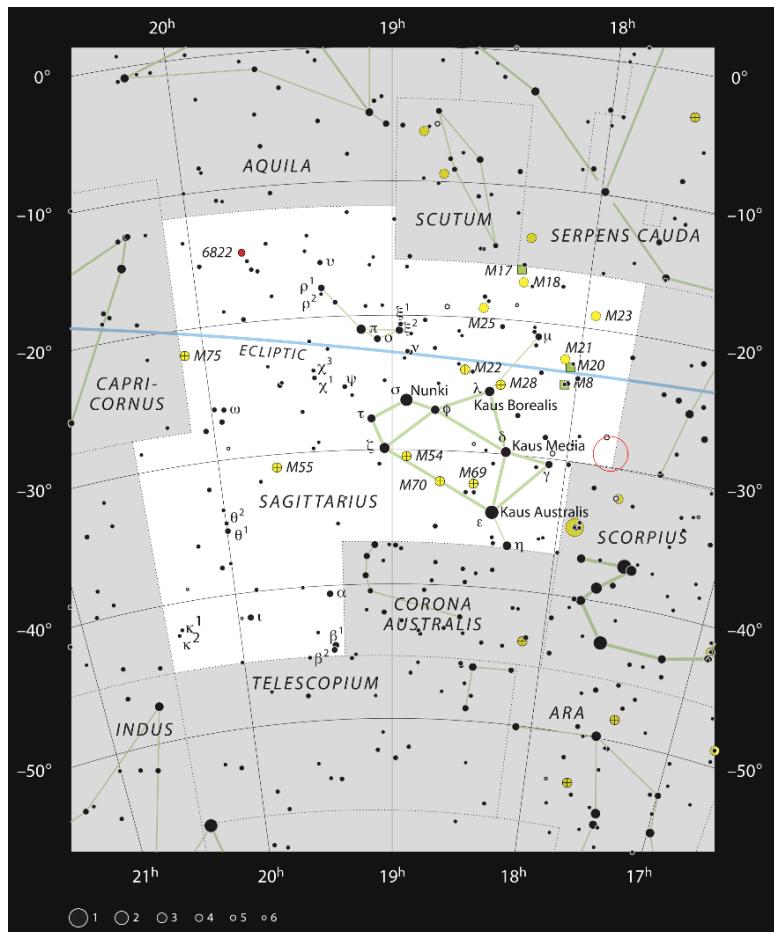
[Sito web di EHT e comunicato stampa](#)

[Immagini di ALMA](#)

[Immagini di APEX](#)

<https://www.eso.org/public/news/eso2208-eht-mw/>

<https://www.eso.org/public/italy/news/eso2208-eht-mw/?lang>



La cartina mostra l'ubicazione della zona in cui si trova Sagittarius A\*. La regione del buco nero è indicata da un cerchio rosso nella costellazione del Sagittario. La mappa mostra la maggior parte delle stelle visibili a occhio nudo in buone condizioni osservative. Crediti: ESO, IAU e Sky & Telescope

V. anche:

<https://skyandtelescope.org/astronomy-news/astronomers-unveil-image-of-the-milky-ways-central-black-hole/>

<https://www.media.inaf.it/2022/05/12/foto-sgr-via-lattea-eht/>

<https://www.media.inaf.it/2022/05/12/foto-buco-nero-rezzolla/>

<https://www.youtube.com/watch?v=pwHBrVpFmpY>

