

ESO

Osservatorio  
Europeo  
Australe

# Alla Conquista di Nuove Vette in Astronomia





## L'ESO e l'Astronomia

L'astronomia è la più antica delle scienze naturali. La maestosa Via Lattea, che si staglia nel cielo nelle limpide notti stellate, ha senza dubbio ispirato una meraviglia revèrenziale a popoli di tutte le epoche e culture, passate e presenti.

L'astronomia moderna si distingue come una delle scienze più dinamiche grazie all'ausilio di tecnologie all'avanguardia e di tecniche sofisticate che permettono di studiare oggetti ai confini dell'Universo osservabile, di scoprire pianeti intorno ad altre stelle e di esplorare molti corpi celesti con un dettaglio senza precedenti. Possiamo iniziare a rispondere ad alcuni dei quesiti più importanti per l'umanità: Da dove veniamo? Esistono forme di vita in altre zone dell'Universo? Come si formano stelle e pianeti? Come evolvono le galassie? Di cosa è fatto l'Universo?

L'ESO, l'Osservatorio Europeo Australe, è la principale organizzazione intergovernativa di astronomia al mondo. Promuove un programma ambizioso per la

progettazione, la costruzione e l'utilizzo delle strutture per l'osservazione da terra più potenti e più produttive al mondo. A questo scopo, l'ESO si basa su collaborazioni costruttive con la comunità scientifica e l'industria e anche con diversi attori in tutto il mondo.

Le richieste osservative per l'utilizzo dei telescopi dell'ESO superano dalle tre alle cinque volte il numero delle notti disponibili. La quantità di queste richieste contribuisce a fare dell'ESO l'osservatorio da terra più produttivo al mondo, con quasi tre articoli peer reviewed basati sui dati dell'ESO pubblicati in media ogni giorno. Questi articoli descrivono alcune delle più straordinarie scoperte astronomiche e l'ESO si impegna a continuare a renderle possibili dedicandosi al più ambizioso progetto di astronomia osservativa della storia: la costruzione dell'ELT, l'Extremely Large Telescope.

Xavier Barcons  
Direttore Generale — ESO



ESO/S. Gilibert (www.eso.org/~sgilibert)

L'immagine mostra la regione di cielo compresa tra la costellazione del Sagittario e quella dello Scorpione.



ESO/B. Tafreshi (twanight.org)

Toccare le stelle con un dito al Paranal.

ESO/J. Girard

# Momenti salienti della storia dell'ESO



**5 ottobre 1962**

I membri fondatori: Belgio, Francia, Germania, Paesi Bassi e Svezia firmano la Convenzione dell' ESO.



**6 novembre 1963**

Il Cile viene scelto come sito per l'Osservatorio dell' ESO e viene firmato il *Convenio* (anche noto come *Acuerdo*) tra il Cile e l'ESO.



**30 novembre 1966**

Prima luce per il telescopio dell'ESO da 1 metro di diametro a La Silla, il primo telescopio utilizzato dall'ESO in Cile.



**23 marzo 1989**

Prima luce per il telescopio NTT (New Technology Telescope).



**25 maggio 1998**

Prima luce per l'UT1, il primo telescopio del VLT, Antu.



**17 marzo 2001**

Prima luce per il VLTI, l'interferometro del Very Large Telescope.



**8 giugno 2011**

Prime immagini ottenute dal VST (VLT Survey Telescope).



**30 settembre 2011**

ALMA inizia la fase "Early Science" e viene pubblicata la prima immagine.



**5 ottobre 2012**

L'ESO celebra il suo 50esimo anniversario.

Immagine in infrarosso della Nebulosa della Carena ottenuta con lo strumento HAWK-I installato sul VLT.



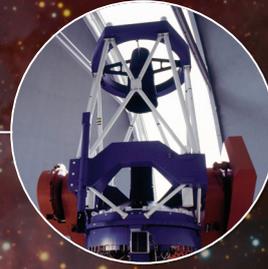
7 novembre 1976

Prima luce per il telescopio dell'ESO da 3,6 metri di diametro.



5 maggio 1981

Inaugurazione del quartier generale dell'ESO a Garching bei München, in Germania.



22 giugno 1983

Prima luce per il telescopio da 2,2 metri di diametro dell'MPG/ESO.



11 febbraio 2003

Prima luce per HARPS (High Accuracy Radial Velocity Planet Searcher) installato sul telescopio da 3,6 metri dell'ESO all'Osservatorio di La Silla.



14 luglio 2005

Prima luce per APEX (Atacama Pathfinder Experiment) che opera a lunghezze d'onda submillimetriche.



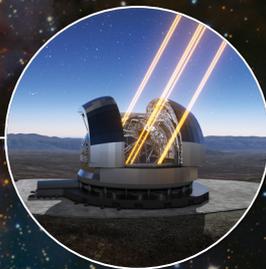
11 dicembre 2009

Inizio delle operazioni di VISTA, il pionieristico telescopio infrarosso per la mappatura del cielo.



19 giugno 2014

Cerimonia inaugurale dell'ELT (Extremely Large Telescope) all'Osservatorio del Paranal.



26 maggio 2017

Cerimonia per la posa della prima pietra dell'ELT alla presenza della Presidentessa del Cile, Michelle Bachelet Jeria.



Il futuro

*Mentre terabyte di dati astronomici continuano a essere trasmessi agli astronomi dei vari stati membri dell'ESO, nuove scoperte attendono...*

# I Siti dell'ESO

Il Cile del Nord, ove si trova il deserto di Atacama, è caratterizzato da cieli eccezionalmente bui e limpidi che, per 300 notti all'anno, offrono panorami mozzafiato sui cieli australi, compresa l'importante regione centrale della Via Lattea e le due Nubi di Magellano.

## L'Altopiano di Chajnantor

A 5000 metri sul livello del mare, l'Altopiano di Chajnantor è uno dei siti astronomici a più alta quota al mondo. È sede di ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) — una collaborazione tra l'ESO, l'America del Nord e l'Asia Orientale insieme con la Repubblica del Cile — e di APEX (Atacama Pathfinder Experiment), un telescopio da 12 metri di diametro che opera a lunghezze d'onda millimetriche e submillimetriche.

## Cerro Paranal

A 2600 metri sul livello del mare, 130 chilometri a sud di Antofagasta e a 12 chilometri dalla costa del Pacifico nel Cile settentrionale, il sito del Paranal è uno dei luoghi più aridi della Terra. È sede del VLT (Very Large Telescope) — una schiera di quattro telescopi principali (UT da Unit Telescope) e quattro telescopi ausiliari mobili (AT da Auxiliary Telescope), con un diametro di 1,8 metri, che fanno parte dell'interferometro del VLT — e due potenti telescopi per la mappatura del cielo (survey): VST e VISTA.

## Cerro Armazones

Qui, a soli 23 chilometri dall'Osservatorio del Paranal, è in fase di costruzione l'ELT (Extremely Large Telescope) da 39 metri di diametro che sarà integrato nel sistema gestionale del Paranal.

## Vitacura, Santiago del Cile, Cile

L'ufficio dell'ESO a Santiago è un centro attivo per la formazione di nuove generazioni di ricercatori e promuove gli scambi tra gli scienziati europei e cileni attraverso varie collaborazioni.

La zona di formazione stellare Gum 15 ripresa dal telescopio da 2,2 metri di diametro dell'MPG/ESO.



### La Silla

Il primo osservatorio dell'ESO fu costruito a La Silla, a 2400 metri sul livello del mare e a 600 chilometri a nord di Santiago del Cile. Nel sito sono presenti diversi telescopi ottici con specchi fino a 3,6 metri di diametro. Il telescopio dell'ESO da 3,6 metri ospita attualmente il sistema HARPS (High Accuracy Radial Velocity Planet Searcher), il cercatore di esopianeti più avanzato al mondo.

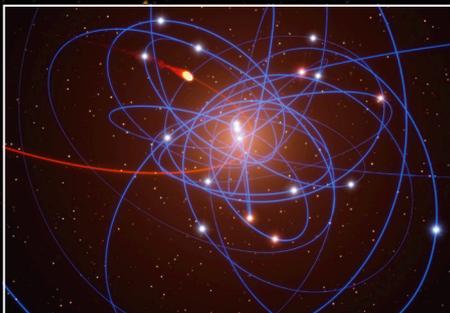
### Quartier Generale, Garching, Germania

Il Quartier Generale dell'ESO si trova a Garching bei München in Baviera, Germania. È il centro scientifico, tecnico e amministrativo dell'ESO. Il sito ospita un edificio tecnico dove vengono progettati, costruiti, assemblati, controllati e aggiornati gli strumenti più avanzati dell'ESO. Qui si trova inoltre uno degli archivi informatici di dati astronomici più grandi al mondo oltre a ESO Supernova, il Planetario e Centro Visitatori dell'ESO.

## Le 10 principali scoperte astronomiche dell'ESO

### 1 | Le stelle in orbita attorno al buco nero supermassiccio della Via Lattea

Molti dei principali telescopi dell'ESO sono stati utilizzati per una lunga e continua campagna di osservazioni che ha consentito di realizzare la più dettagliata mappa mai ottenuta della regione che circonda il mostro nascosto nel cuore della nostra galassia, un buco nero supermassiccio.



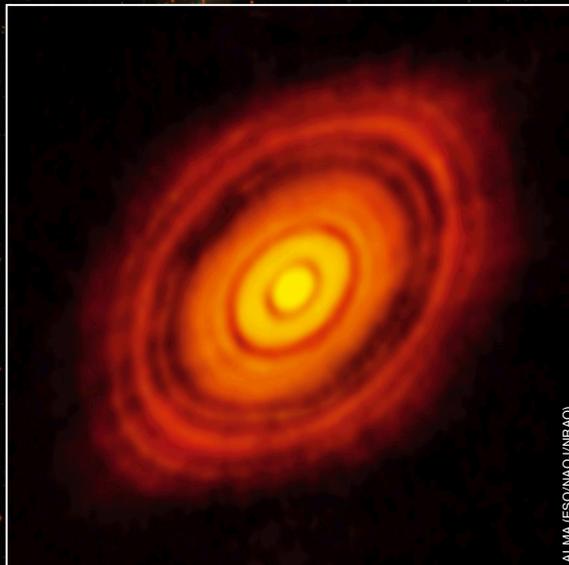
### 2 | L'accelerazione dell'Universo

Due gruppi indipendenti di ricercatori, partendo da osservazioni di esplosioni stellari in parte ottenute con i telescopi dell'ESO a La Silla e Paranal, hanno dimostrato che l'espansione dell'Universo sta accelerando. Il Premio Nobel per la Fisica del 2011 è stato assegnato proprio per questo risultato.



### 3 | Un pianeta nella zona abitabile della stella più vicina a noi, Proxima Centauri

Un mondo a lungo cercato, ora chiamato Proxima b, orbita ogni 11 giorni intorno alla sua stella madre, rossa e fredda, e ha una temperatura tale che l'acqua sulla superficie rimarrebbe liquida. Questo mondo roccioso è poco più massiccio della Terra. È l'esopianeta più vicino a noi, e potrebbe essere anche il più vicino a ospitare la vita al di fuori del Sistema Solare.

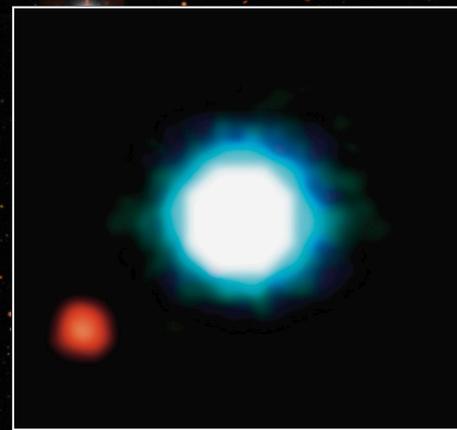


### 4 | Un'immagine rivoluzionaria di ALMA rivela la genesi planetaria

Nel 2014, ALMA, l'Atacama Large Millimeter/submillimeter Array, ha svelato dettagli straordinari di un sistema planetario in formazione. Le immagini di HL Tauri sono le immagini più nitide mai realizzate, fino a quel momento, a lunghezze d'onda submillimetriche: mostrano come i pianeti in formazione raccolgono la polvere e il gas in un disco protoplanetario.

### 5 | Prima immagine di un esopianeta

Il telescopio VLT ha prodotto la prima immagine mai ottenuta di un pianeta al di fuori del Sistema Solare, cioè un esopianeta. Tale pianeta, di massa pari a 5 volte quella di Giove, è in orbita intorno a una stella che non è riuscita a innescare le reazioni nucleari, una nana bruna, a una distanza pari a 55 volte la distanza media tra la Terra e il Sole.





SDSS

## 6 | La più antica stella conosciuta nella Via Lattea

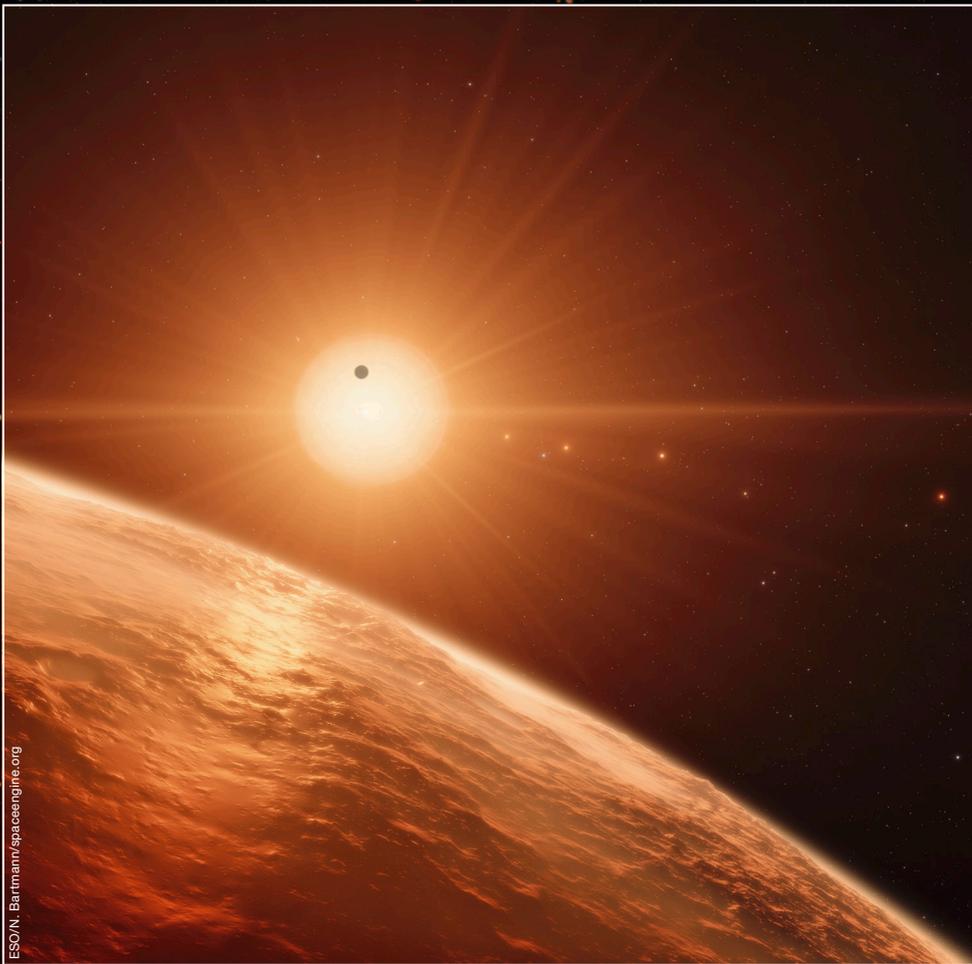
Grazie al telescopio VLT dell'ESO, alcuni astronomi hanno misurato l'età della più vecchia stella nota nella nostra galassia. La sua età di 13,2 miliardi di anni significa che questa stella è nata durante la primissima era di formazione stellare nell'Universo. Si è trovato anche dell'uranio in una stella nata quando la Via Lattea era in formazione, che ha permesso una stima indipendente dell'età della Galassia.



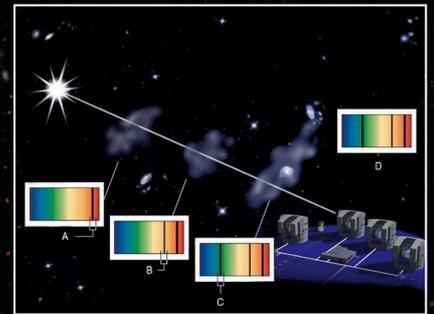
ESO/L. Galardi

## 7 | Misura diretta dello spettro di pianeti extra-solari e della loro atmosfera

L'atmosfera che circonda una super-Terra, un esopianeta di massa poco più grande della Terra, è stata analizzata per la prima volta utilizzando il telescopio VLT. Il pianeta, conosciuto con il nome GJ 1214b, è stato studiato mentre transitava davanti alla sua stella madre e parte della luce della stella è passata attraverso l'atmosfera del pianeta. L'atmosfera risulta composta per la maggior parte da acqua, sotto forma di vapore, oppure è dominata da spesse nebbie o foschie.



ESO/N. Bartmann/spacengine.org

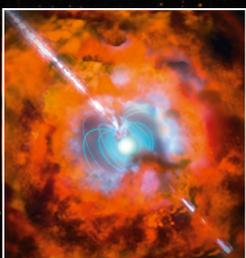


## 8 | Una misura indipendente della temperatura cosmica

Il telescopio VLT ha scoperto per la prima volta la presenza di molecole di monossido di carbonio in una galassia che noi vediamo com'era circa 11 miliardi di anni fa, un'impresa che era sfuggita agli astronomi per 25 anni. Questa scoperta ha consentito agli astronomi di ottenere una misura molto precisa della temperatura cosmica a quell'epoca così remota.

## 9 | Un sistema planetario da record

Alcuni astronomi, usando telescopi da terra e dallo spazio, tra cui il VLT (Very Large Telescope) dell'ESO, hanno trovato un sistema di sette pianeti di dimensioni simili alla Terra ad appena 40 anni luce da noi, in orbita intorno a una stella nana ultra-fredda chiamata TRAPPIST-1. Tre dei pianeti si trovano nella zona abitabile, aumentando la probabilità che il sistema stellare possa ospitare la vita. Questo sistema contiene il maggior numero di pianeti di dimensione terrestre trovato finora e il più grande numero di mondi che potrebbero sostenere acqua liquida in superficie.



## 10 | Lampi di luce gamma — la connessione tra supernove e fusione di stelle di neutroni

I telescopi dell'ESO hanno risolto un vecchio enigma fornendo la prova definitiva che i lampi di raggi gamma di lunga durata sono connessi con l'esplosione finale delle stelle massicce (le cosiddette supernove). Inoltre, un telescopio installato a La Silla ha potuto osservare per la prima volta la luce visibile prodotta da un lampo di raggi gamma corto, mostrando che questa famiglia di oggetti è probabilmente dovuta alla collisione violenta di due stelle di neutroni.

Un'immagine profonda ripresa dallo strumento WFI (Wide Field Imager) installato sul telescopio da 2,2 metri di diametro dell'MPG/ESO dell'Osservatorio di La Silla.

# Il Very Large Telescope

Il VLT (Very Large Telescope) è il fiore all'occhiello dell'astronomia ottica europea all'inizio del terzo millennio. Si tratta dello strumento più avanzato al mondo per l'osservazione nel visibile e nell'infrarosso, composto da quattro telescopi singoli con specchi primari del diametro di 8,2 metri. Possono essere utilizzati individualmente o insieme, anche con i telescopi ausiliari mobili da 1,8 metri, per formare un interferometro. Questi telescopi sono così potenti da poter catturare immagini di oggetti celesti quattro miliardi di volte più deboli di quelli visibili a occhio nudo.

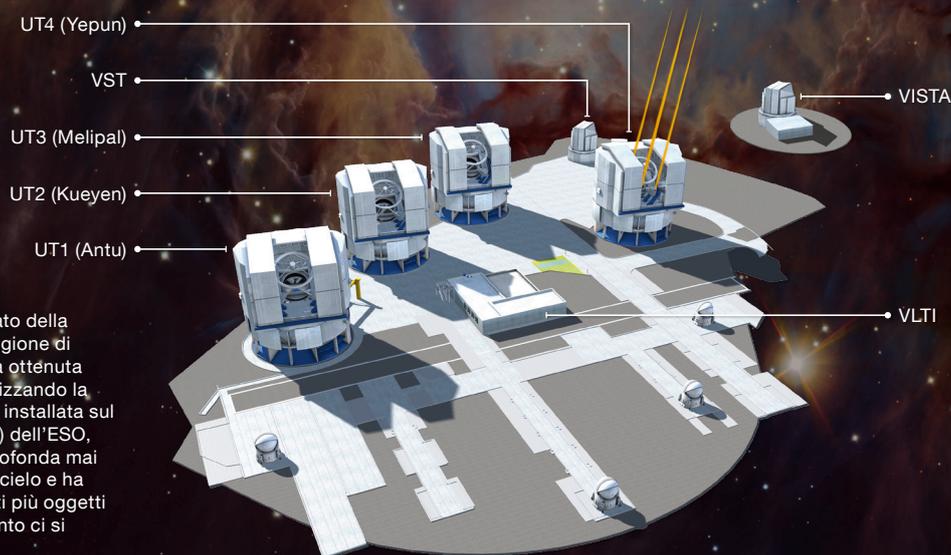
Il programma per la strumentazione del VLT è il più ambizioso mai concepito per un singolo osservatorio. Comprende fotocamere e spettrografi in grado di coprire un'ampia regione spettrale, con lunghezze d'onda che spaziano dall'ultravioletto (0,3  $\mu\text{m}$ ) fino al medio infrarosso (20  $\mu\text{m}$ ).

I telescopi principali da 8,2 metri sono alloggiati in edifici compatti e controllati termicamente, che ruotano in sincronia con i telescopi stessi. Questi accorgimenti riducono in modo significativo gli effetti locali sulle condizioni osservative, come la turbolenza dell'aria all'interno del tubo del telescopio che potrebbe derivare da variazioni di temperatura e dal flusso del vento.

Il primo dei telescopi principali ha iniziato la sua attività il 1° aprile del 1999 e da allora il VLT ha già avuto un impatto considerevole sull'astronomia osservativa ed è lo strumento astronomico da terra più produttivo al mondo. I risultati del VLT portano mediamente alla pubblicazione di più di un articolo scientifico e mezzo sottoposto a peer-review ogni giorno.

L'Osservatorio dell'ESO al Paranal ospita inoltre i telescopi nazionali NGTS (Next-Generation Transit Survey) e SPECULOOS (Search for habitable Planets EClipping ULtra-cOOl Stars).

Nome	VLT
Sito	Cerro Paranal
Altitudine	2635 metri
Lunghezze d'onda	Ultravioletto/luce visibile/infrarosso
Componenti/tecnologia	Interferometro di 4 telescopi (linea di base massima 130 m), 3 dei quali dotati di ottiche adattive
Configurazione ottica	Riflettore Ritchey-Chrétien
Diametro dello specchio primario	8,2 metri
Montatura	Alt-azimutale
Prima luce	Maggio 1998 - settembre 2000



Questa immagine mozzafiato della Nebulosa di Orione, una regione di formazione stellare, è stata ottenuta da esposizioni multiple utilizzando la camera infrarossa HAWK-I installata sul VLT (Very Large Telescope) dell'ESO, in Cile. È l'immagine più profonda mai ottenuta di questa zona di cielo e ha rivelato la presenza di molti più oggetti di massa planetaria di quanto ci si aspettasse.



ESO/H., Dress et al.



Y. Beletsky (LCO)/ESO

Questo scatto spettacolare, ottenuto dall'interno della cupola del quarto telescopio (UT4) del VLT, immortalava il sistema di guida laser (LSG da Laser Guide Star) del VLT, puntato verso il centro della Via Lattea.



ESO/G. Hudepohl (atacamaphoto.com)

Al tramonto, il Sole scende sotto l'orizzonte dell'Oceano Pacifico, illuminando la piattaforma del Paranal in questa splendida immagine aerea del deserto di Atacama, nel Cile settentrionale.

# L'ottica adattiva

La turbolenza nell'atmosfera terrestre distorce le immagini ottenute dai telescopi a terra e provoca lo scintillio delle stelle. Gli astronomi dell'ESO tuttavia utilizzano un metodo chiamato "ottica adattiva", in grado di compensare gli effetti di queste turbolenze.

Sofisticati specchi deformabili controllati da computer possono correggere in tempo reale la distorsione causata dalla turbolenza dell'atmosfera terrestre, rendendo le immagini nitide quasi quanto quelle ottenute dallo spazio.

Per poter misurare la distorsione causata dall'atmosfera, è necessario disporre di una stella di riferimento molto vicina in cielo all'oggetto in esame, così che l'ottica adattiva possa effettuare le correzioni.

Poiché non si hanno sempre a disposizione stelle di riferimento adatte, gli astronomi creano delle stelle guida artificiali grazie a un potente raggio laser proiettato a un'altezza di 90 chilometri negli strati superiori dell'atmosfera terrestre.

L'ESO primeggia nello sviluppo delle ottiche adattive e nella tecnologia delle stelle guida laser e collabora con industrie e istituti europei. Le ottiche adattive dell'ESO hanno prodotto molti risultati scientifici notevoli. Fra questi ricordiamo le prime osservazioni dirette di un esopianeta (vedi pag. 8) e lo studio dettagliato dell'ambiente intorno al buco nero al centro della Via Lattea (vedi pag. 8).

Le ottiche adattive di nuova generazione sono in fase di installazione sul VLT. Questa tecnologia impiega un sistema multiplo di stelle guida laser e strumenti con ottica adattiva molto avanzati, come i cercatori di pianeti. Sistemi ancora più evoluti, progettati per rispondere alle sfide dell'ELT, sono in fase di sviluppo. L'uso di stelle guida multiple consente di ottenere la correzione su un campo di vista più ampio, un risultato fondamentale per il futuro della ricerca del VLT e dell'ELT.

Il sistema a quattro stelle guida laser del Paranal punta verso la Nebulosa della Carena.

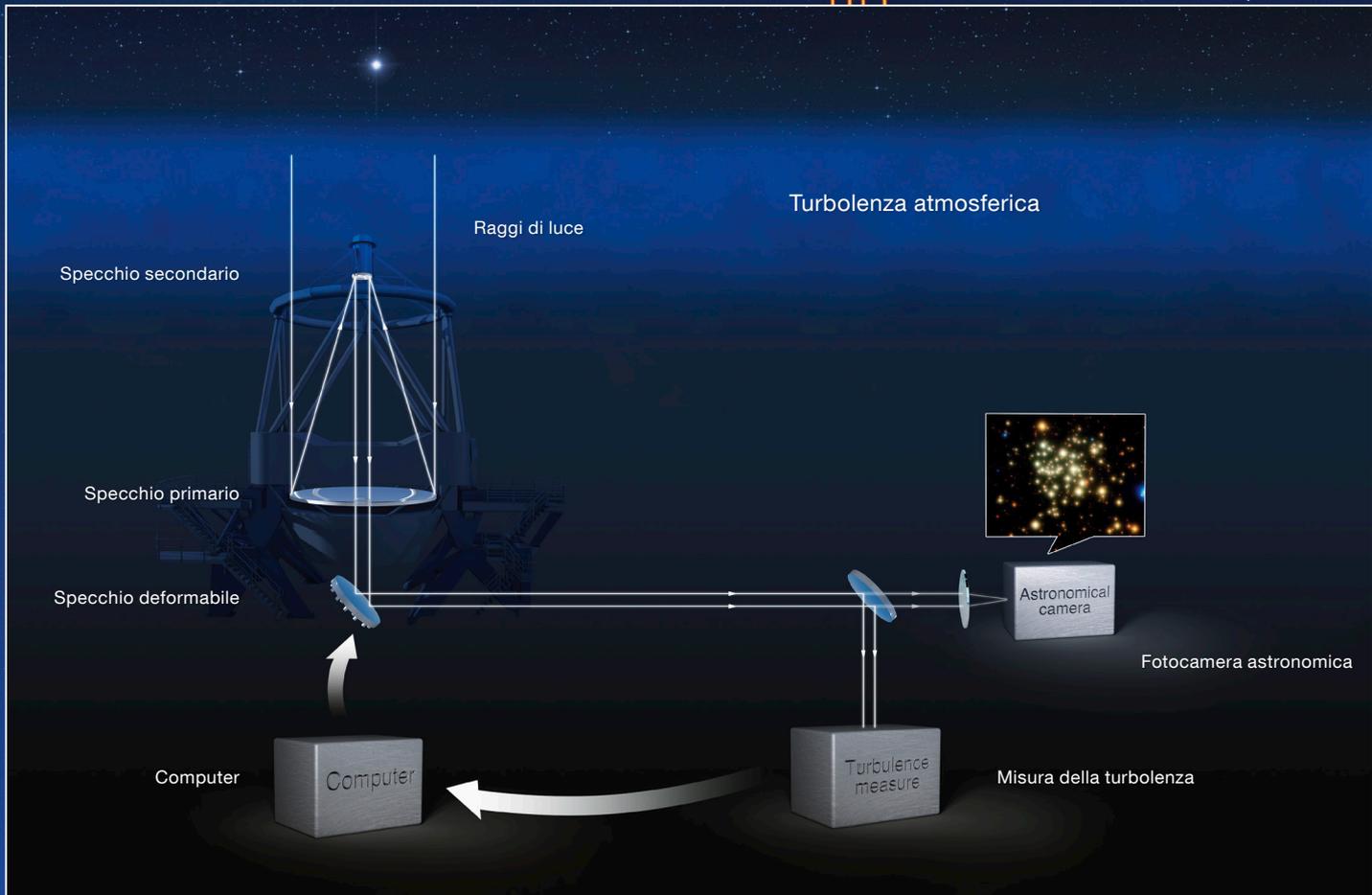


Illustrazione del funzionamento delle ottiche adattive.



Il sistema a quattro stelle guida laser sul telescopio UT4 del VLT.

# L'Interferometro del VLT

I singoli telescopi del VLT possono essere combinati per formare l'interferometro del VLT (VLTI da Very Large Telescope Interferometer), che permette agli astronomi di individuare dettagli fino a 16 volte più minuti di quelli visibili con i singoli telescopi. Con il VLTI è possibile distinguere particolari sulla superficie delle stelle e perfino studiare l'ambiente in prossimità di un buco nero al centro di un'altra galassia.

I raggi luminosi catturati dai singoli telescopi sono combinati nel VLTI per mezzo di un complesso sistema di specchi in gallerie sotterranee, dove i cammini ottici devono essere mantenuti identici fra di loro con una tolleranza inferiore a un millesimo di millimetro su una distanza di più di 100 metri. Con questo "telescopio virtuale" da 130 metri di apertura il VLTI può effettuare misure con una precisione pari a quella necessaria per individuare da terra la testa di una vite sulla Stazione Spaziale Internazionale, in orbita a un'altezza di 400 chilometri. Nonostante la luce

catturata dai quattro telescopi singoli da 8,2 metri possa essere combinata grazie all'interferometro, nella maggior parte dei casi questi grandi telescopi vengono utilizzati individualmente per altri scopi e perciò sono disponibili per le osservazioni interferometriche solo poche notti all'anno.

Per sfruttare la potenza del VLTI ogni notte, si usano i quattro telescopi ausiliari (ATs), più piccoli. Gli ATs sono montati su rotaie e possono essere spostati in diversi punti di osservazione ben definiti. Da qui, i raggi luminosi vengono riflessi dagli specchi dei telescopi ausiliari e combinati nel VLTI.

Gli ATs sono telescopi piuttosto insoliti — autosufficienti nelle loro cupole protettive ultra-compatte, dotati di propri sistemi elettronici, idraulici, di ventilazione e di raffreddamento, hanno perfino i propri trasportatori a disposizione, per sollevare i telescopi e spostarli da un punto d'osservazione all'altro.

Nome	Telescopi Ausiliari
Sito	Cerro Paranal
Altitudine	2635 metri
Lunghezze d'onda	Luce visibile/infrarosso
Componenti/tecnologia	Interferometro di 4 piccoli telescopi (linea di base massima 200 m)
Configurazione ottica	Riflettore Ritchey-Chrétien con schema ottico coudé
Diametro dello specchio primario	1,82 metri
Montatura	Alt-azimutale
Prima luce	Gennaio 2004 – dicembre 2006



Veduta panoramica della galleria dell'interferometro del VLT.



# I telescopi per survey

I telescopi VISTA (Visible and Infrared Survey Telescope for Astronomy) e VST (VLT Survey Telescope) sono ubicati all'Osservatorio dell'ESO al Paranal. Sono i più potenti telescopi al mondo dedicati alla mappatura del cielo (survey) e incrementano notevolmente il potenziale esplorativo dell'Osservatorio del Paranal.

Molti degli oggetti astronomici più interessanti — dalle fiocche nane brune nella Via Lattea fino ai quasar più distanti — sono difficili da identificare. I telescopi più grandi possono studiare solamente una minuscola porzione di cielo alla volta; al contrario, VISTA e il VST sono progettati per fotografare velocemente e in profondità grandi aree di cielo. I due telescopi stanno creando vasti archivi di immagini e di cataloghi di oggetti che saranno sfruttati a pieno dagli astronomi nei prossimi decenni.

VISTA ha uno specchio principale di 4,1 metri di diametro ed è il più potente telescopio per survey nel vicino infrarosso esistente al mondo. Il cuore di VISTA è una fotocamera da 3 tonnellate contenente 16 rivelatori sensibili alla luce infrarossa per un totale di 67 milioni di pixel. Ha il campo di vista più ampio di qualunque altro strumento nel vicino infrarosso.

Il VST è un modernissimo telescopio da 2,6 metri equipaggiato con OmegaCAM, una gigantesca camera CCD da 268 milioni di pixel, con un campo di vista che copre un'area superiore a quattro volte quella della Luna piena. Il VST è un complemento a VISTA ed effettua survey nella banda della luce visibile.

Nome	VISTA
Sito	Vicino al Cerro Paranal
Altitudine	2518 metri
Lunghezze d'onda	Infrarosso
Componenti	Camera da 67-megapixel VIRCAM; campo di vista $1,65^\circ \times 1,65^\circ$
Configurazione ottica	Riflettore Ritchey-Chrétien modificato; camera con lenti correttive
Diametro dello specchio primario	4,10 metri
Montatura	Forcella alt-azimutale
Prima luce	11 dicembre 2009

Nome	VST
Sito	Cerro Paranal
Altitudine	2635 metri
Lunghezze d'onda	Ultravioletto/luce visibile/vicino-infrarosso
Componenti	Camera da 268-megapixel OmegaCAM; campo di vista $1^\circ \times 1^\circ$
Configurazione ottica	Riflettore Ritchey-Chrétien modificato con correttori
Diametro dello specchio primario	2,61 metri
Montatura	Forcella alt-azimutale
Prima luce	8 giugno 2011

Questa immagine a grande campo della Nebulosa di Orione (Messier 42), a circa 1350 anni luce dalla Terra, è stata ottenuta con VISTA all'Osservatorio dell'ESO al Paranal in Cile.



Vista interna della cupola del VST, con la Via Lattea che risplende nel cielo notturno.

ESO/B. Tafreshi (twanight.org)



La cupola del telescopio VISTA al tramonto.

ESO/B. Tafreshi (twanight.org)

# ELT

I telescopi a grandissima apertura costituiscono una delle maggiori priorità per la ricerca astronomica. Essi, infatti, consentiranno un enorme progresso nelle nostre conoscenze di Astrofisica, permettendo uno studio dettagliato dei pianeti attorno ad altre stelle, degli oggetti più antichi dell'Universo, dei buchi neri supermassicci, nonché della natura e della distribuzione della materia e energia oscura che dominano l'Universo.

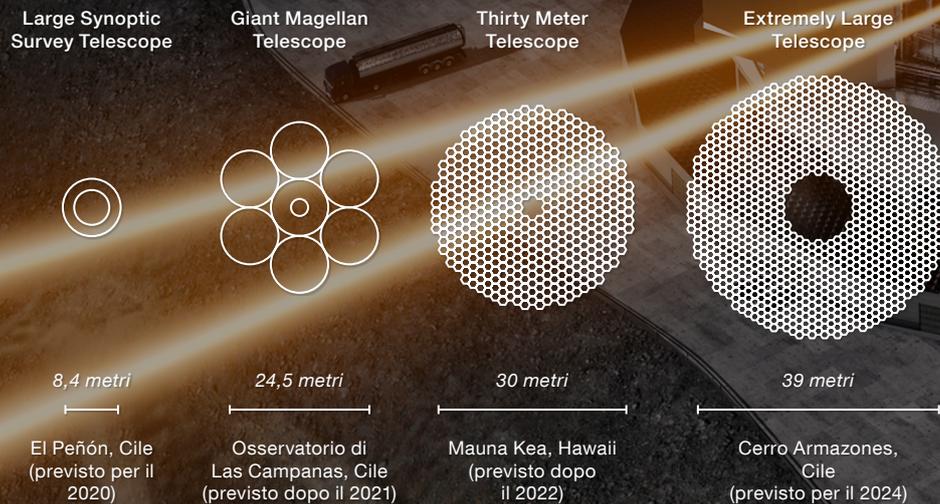
Il rivoluzionario ELT (Extremely Large Telescope cioè telescopio estremamente grande) dell'ESO, con il suo specchio primario dal diametro di 39 metri e con una superficie di quasi mille metri quadrati, sarà il "più grande occhio rivolto verso il cielo" della Terra. L'ELT sarà più grande di tutti i telescopi ottici di grande apertura oggi esistenti combinati insieme e sarà in grado di catturare circa 15 volte più luce del più grande telescopio ottico singolo attualmente in uso. La tecnologia basata su ottiche adattive fornirà immagini 15 volte più nitide di quelle del Telescopio Spaziale

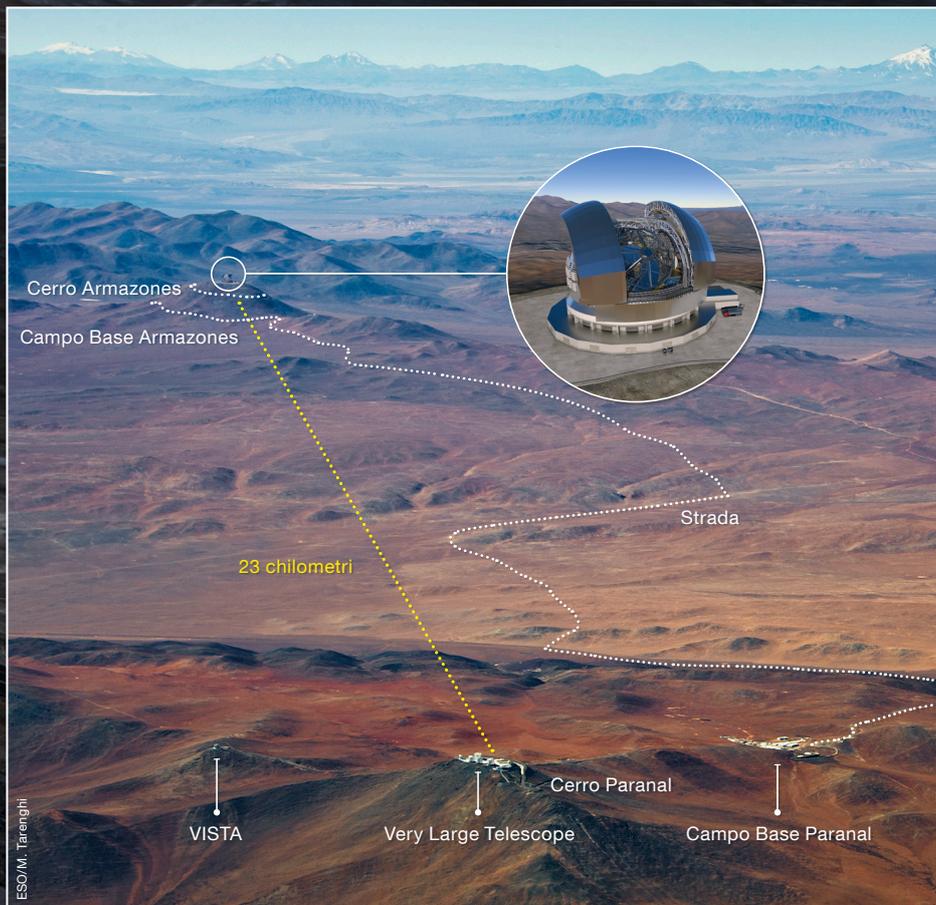
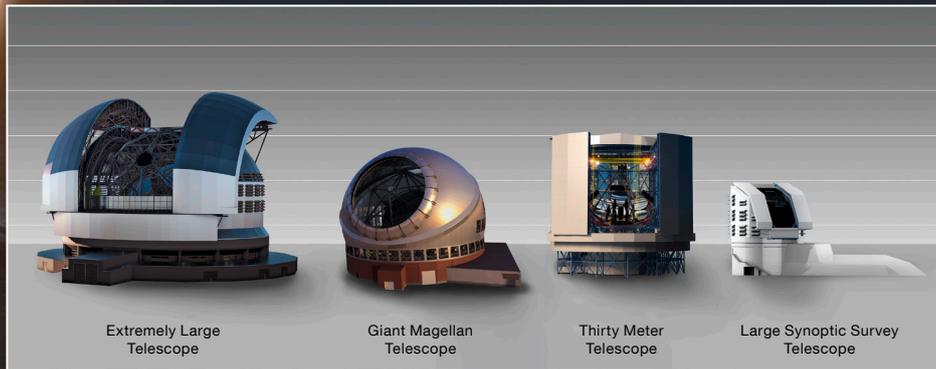
Hubble della NASA/ESA. L'ELT è basato su un progetto innovativo che prevede un sistema di 5 specchi. Lo specchio più grande, il primario, è composto da 798 segmenti esagonali, ciascuno di 1,4 metri di larghezza ma di soli 5 centimetri di spessore.

La prima luce dell'ELT è prevista per il 2024, quando inizierà ad affrontare le più grandi sfide scientifiche del nostro tempo. Sarà utilizzato per lo studio di pianeti simili alla Terra orbitanti nelle zone abitabili intorno ad altre stelle dove potrebbe esistere la vita — uno dei "Sacri Graal" della moderna astronomia osservativa. Darà impulso all'archeologia stellare analizzando antiche stelle e popolazioni stellari situate in galassie vicine e darà contributi fondamentali alla cosmologia tramite lo studio delle prime stelle e galassie apparse nell'Universo e all'indagine sulla natura della materia oscura e dell'energia oscura. Inoltre, gli astronomi si aspettano che nuove e impreviste domande sorgano dalle scoperte fatte con l'ELT.

Nome	ELT
Sito	Cerro Armazones
Altitudine	3046 metri
Lunghezze d'onda	Ottico/Vicino Infrarosso
Tecnologia	Ottica Adattiva incorporata con specchio deformabile dal diametro di 2,6 metri e fino a 8 stelle guida laser
Configurazione ottica	Schema a cinque specchi
Diametro dello specchio primario	39 metri
Montatura	Alt-azimutale
Prima luce	2024

Confronto tra le dimensioni degli specchi primari dei telescopi giganti in costruzione.





In alto: Il grafico mette a confronto la cupola dell'ELT (Extremely Large Telescope) con quelle dei principali telescopi da terra attualmente in costruzione.

In basso: La mappa del Cile settentrionale mostra i siti dell'ESO al Paranal e al Cerro Armazones e la strada che li collega.

Questa rappresentazione artistica mostra una visione notturna dell'ELT (Extremely Large Telescope) in funzione sul Cerro Armazones nel Cile settentrionale.

# ALMA

Alle quote elevate dell'Altopiano di Chajnantor nelle Ande cilene, l'ESO e i suoi partner internazionali gestiscono ALMA (Atacama Large Millimeter/sub-millimeter Array), il più grande progetto astronomico esistente. ALMA è un osservatorio avanzatissimo per le onde radio che studia la luce proveniente da alcuni degli oggetti più freddi nell'Universo.

ALMA è composto da 66 antenne di alta precisione: la schiera principale, di cinquanta antenne da 12 metri, che agiscono come un singolo telescopio, e un'ulteriore schiera compatta di quattro antenne da 12 metri e dodici antenne da 7.

ALMA osserva l'Universo alle lunghezze d'onda millimetriche e submillimetriche con una sensibilità e una risoluzione senza precedenti — le sue immagini raggiungono una nitidezza fino a dieci volte superiore rispetto a quelle ottenute dal Telescopio Spaziale Hubble della NASA/ESA. Nello spettro elettromagnetico, la luce osservata da ALMA si trova fra la luce infrarossa e le onde radio e proviene da nubi enormi e fredde nello spazio interstellare e da alcune delle galassie più antiche e lontane dell'Universo. Spesso queste regioni appaiono buie e oscure se osservate in luce visibile, mentre brillano intensamente nella banda millimetrica e submillimetrica dello spettro.

ALMA studia i mattoni fondamentali delle stelle, dei sistemi planetari, delle galassie e della vita stessa, consentendo agli astronomi di affrontare alcune delle più profonde domande sulle nostre origini cosmiche. Poiché le radiazioni millimetriche e submillimetriche sono fortemente assorbite dal vapore acqueo presente nell'atmosfera terrestre, ALMA è stato costruito a 5000 metri sopra il livello del mare sull'Altopiano di Chajnantor nel Cile settentrionale. Questo luogo possiede una delle atmosfere più asciutte della Terra e le condizioni in generale sono insuperabili per questo tipo di osservazioni.

*ALMA è il frutto di una collaborazione fra l'ESO, la U.S. National Science Foundation (NSF) e il National Institutes of Natural Sciences (NINS) giapponese in cooperazione con la Repubblica del Cile. ALMA è finanziata dall'ESO per conto dei suoi Stati membri, dal NSF in cooperazione con il National Research Council of Canada (NRC) e il National Science Council di Taiwan (NSC) e dal NINS in cooperazione con l'Accademia Sinica (AS) di Taiwan e il Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI).*

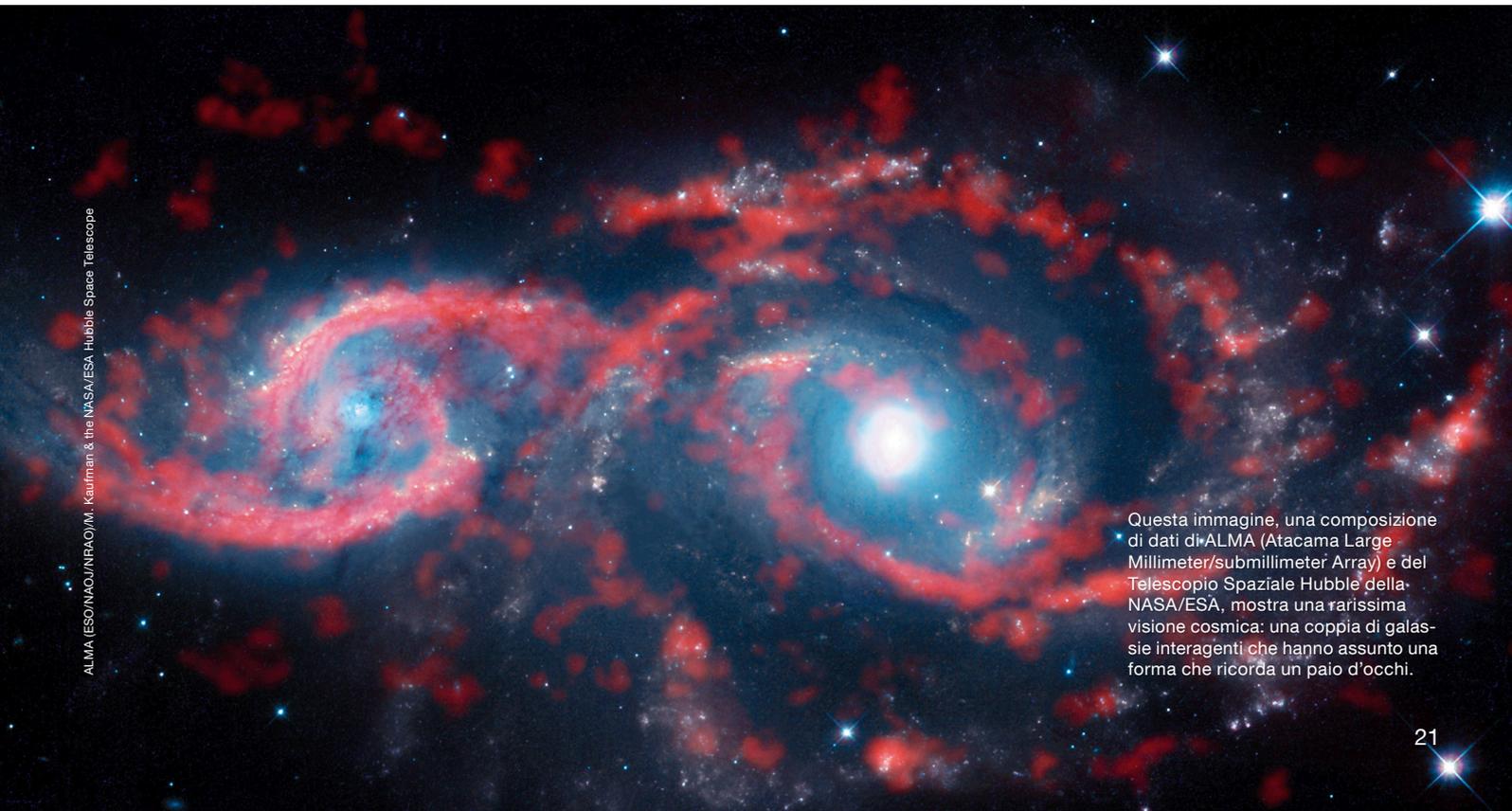
Nome	ALMA
Sito	Chajnantor
Altitudine	4576–5044 metri
Lunghezze d'onda	Submillimetriche
Tecnologia	Interferometria con linee di base da 150 metri a 16 chilometri
Configurazione ottica	Cassegrain
Diametro dello specchio primario	54 × 12 metri; 12 × 7 metri
Montatura	Alt-azimutale
Prima luce	30 settembre 2011

Veduta di alcune delle antenne di ALMA e, in alto, le regioni centrali della Via Lattea.



ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), J. Bally/H. Drass et al.

Le esplosioni stellari vengono spesso associate con le supernove, le spettacolari morti delle stelle. Ma nuove osservazioni di ALMA del complesso della Nebulosa di Orione legano le esplosioni anche all'estremo opposto del ciclo della vita stellare, la loro nascita.



ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/M. Kaufman & the NASA/ESA Hubble Space Telescope

Questa immagine, una composizione di dati di ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) e del Telescopio Spaziale Hubble della NASA/ESA, mostra una rarissima visione cosmica: una coppia di galassie interagenti che hanno assunto una forma che ricorda un paio d'occhi.

# APEX

Sull'Altopiano di Chajnantor si trova anche un'altra struttura complementare per l'astronomia millimetrica e sub-millimetrica: APEX (Atacama Pathfinder Experiment). Questo telescopio di 12 metri di diametro si basa su un'antenna prototipo di ALMA ed è installato nel medesimo sito. APEX è entrato in funzione molti anni prima di ALMA e ora che ALMA è completato assume un ruolo importante per la mappatura del cielo.

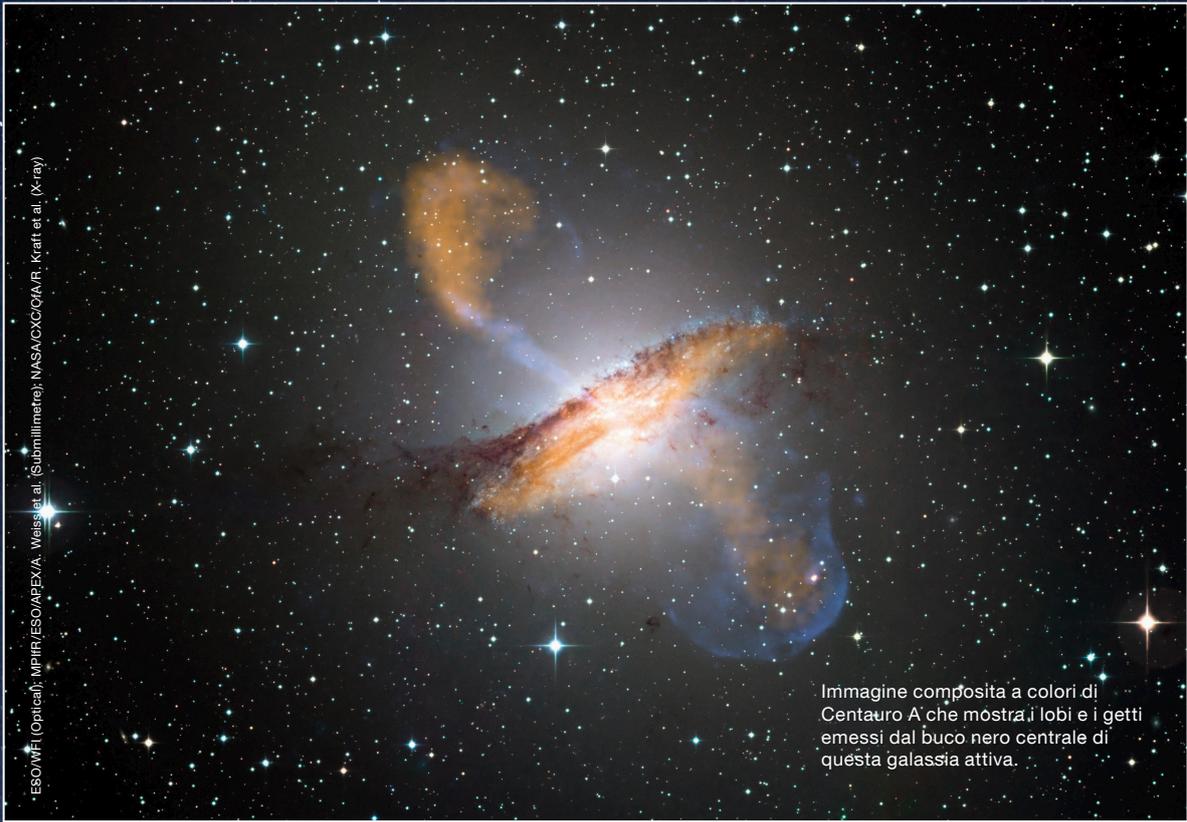
Come ALMA, APEX è stato progettato per operare a lunghezze d'onda sub-millimetriche, che sono la chiave per rivelare alcuni degli oggetti più freddi, polverosi e distanti nell'Universo. Nel corso degli anni ha analizzato i violenti

primordi delle galassie supermassicce attuali, ha studiato la materia strappata via da un buco nero supermassiccio e scovato per la prima volta nello spazio interstellare molecole di perossido d'idrogeno (noto anche come acqua ossigenata). APEX viene usato anche per studiare le condizioni all'interno delle nubi molecolari, come quelle nella Nebulosa di Orione o i Pilastrini della Creazione nella Nebulosa dell'Aquila, migliorando la nostra comprensione delle incubatrici di gas e polvere in cui nascono nuove stelle.

APEX è il frutto di una collaborazione fra il Max Planck Institut für Radioastronomie, l'Onsala Space Observatory e l'ESO. Il telescopio è gestito dall'ESO.

Nome	APEX
Sito	Chajnantor
Altitudine	5050 metri
Lunghezze d'onda	Submillimetriche
Configurazione ottica	Cassegrain
Diametro dell'antenna primaria	12 metri
Montatura	Alt-azimutale
Prima luce	14 luglio 2005

Il telescopio APEX (Atacama Pathfinder Experiment) punta lo sguardo verso il cielo durante una luminosa notte al chiaro di luna sul Chajnantor, uno dei siti osservativi più elevati e aridi.



ESO/WFI (Optical), MPIR/ESO/AFEX/A. Weiss et al. (Submillimetre), NASA/CXO/AVR. Kratt et al. (X-ray)

Immagine composta a colori di Centauro A che mostra i lobi e i getti emessi dal buco nero centrale di questa galassia attiva.



ESO/Digitized Sky Survey 2

In questa spettacolare immagine delle nubi cosmiche nella costellazione di Orione un nastro infuocato sembra solcare il cielo.

ESO/B. Tafreshi (twanight.org)

# La Silla

Sin dagli anni Sessanta l'Osservatorio di La Silla è stato un punto di forza dell'ESO. In questo sito, l'ESO gestisce due dei migliori telescopi della classe dei 4-metri, contribuendo a far mantenere a La Silla la sua posizione come uno degli osservatori più prolifici al mondo da un punto scientifico.

L'NTT (New Technology Telescope) da 3,58 metri ha aperto nuovi orizzonti nell'ingegneria e nella progettazione dei telescopi. È stato il primo telescopio al mondo a essere dotato di uno specchio primario controllato da un computer (ottica attiva), una tecnologia sviluppata dall'ESO e ora applicata anche al VLT e alla maggior parte dei grandi telescopi moderni.

Il telescopio dell'ESO da 3,6 metri è operativo dal 1977. In seguito a diversi importanti aggiornamenti, mantiene il suo posto in prima fila tra i telescopi della classe dei 4 metri dell'emisfero australe. Ospita il più avanzato cercatore di esopianeti: HARPS, uno spettrografo con una precisione senza eguali.

Le infrastrutture di La Silla sono utilizzate anche da molti degli Stati Membri dell'ESO per progetti nazionali specifici, come il telescopio svizzero Leonard Euler da 1,2 metri, il telescopio da 2,2 metri dell'MPG/ESO e il telescopio danese da 1,54 metri. I telescopi REM (Rapid EYE Mount) e TAROT (Télescope à Action Rapide pour les Objets Transitoires) sono cercatori di lampi gamma (Gamma Ray Burst). I telescopi TRAPPIST (TRANSiting Planets and Planetesimals Small Telescope), ExTrA (Exoplanets in Transits and their Atmospheres) e MASCARA (The Multi-site All-Sky CAMERA) danno la caccia agli esopianeti. Inoltre, il telescopio Black-GEM cerca le controparti ottiche delle sorgenti di onde gravitazionali e il Test-Bed Telescope — un progetto in collaborazione con l'ESA — ricerca gli oggetti NEO (Near Earth Objects, oggetti che orbitano molto vicini alla Terra) naturali e artificiali.

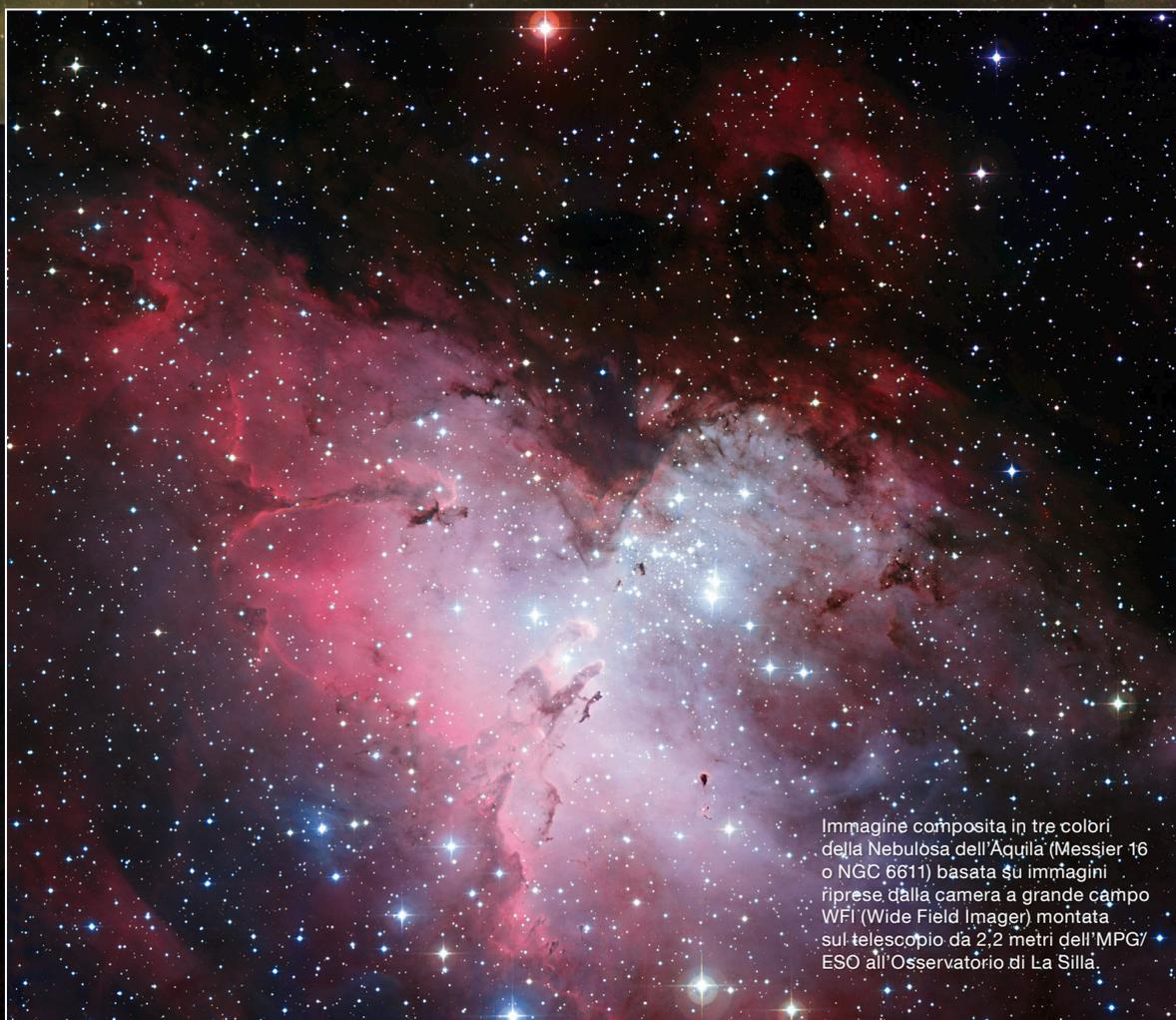


Immagine composta in tre colori della Nebulosa dell'Aquila (Messier 16 o NGC 6611) basata su immagini riprese dalla camera a grande campo WFI (Wide Field Imager) montata sul telescopio da 2,2 metri dell'MPG/ESO all'Osservatorio di La Silla.



La cupola del telescopio da 3,6 metri dell'ESO si staglia contro il cielo in un panorama notturno dell'Osservatorio di La Silla.

# CTA

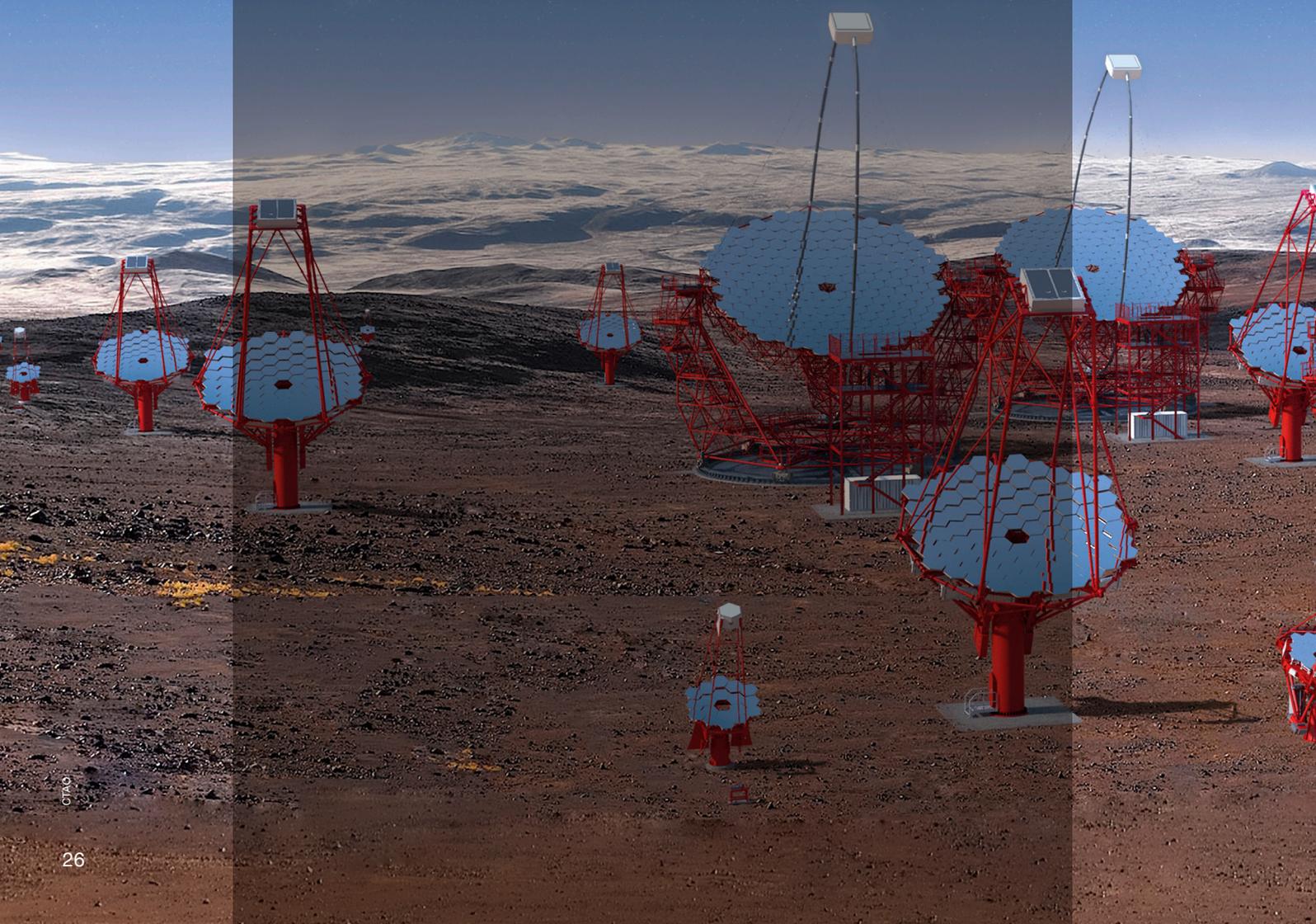
Il Cherenkov Telescope Array (CTA) è un osservatorio da terra di nuova generazione costruito per l'astronomia a raggi gamma ad altissima energia. L'Osservatorio dell'ESO al Paranal dovrebbe ospitare la schiera meridionale di telescopi, che verrebbe quindi supportata dalle infrastrutture avanzate dell'ESO già esistenti.

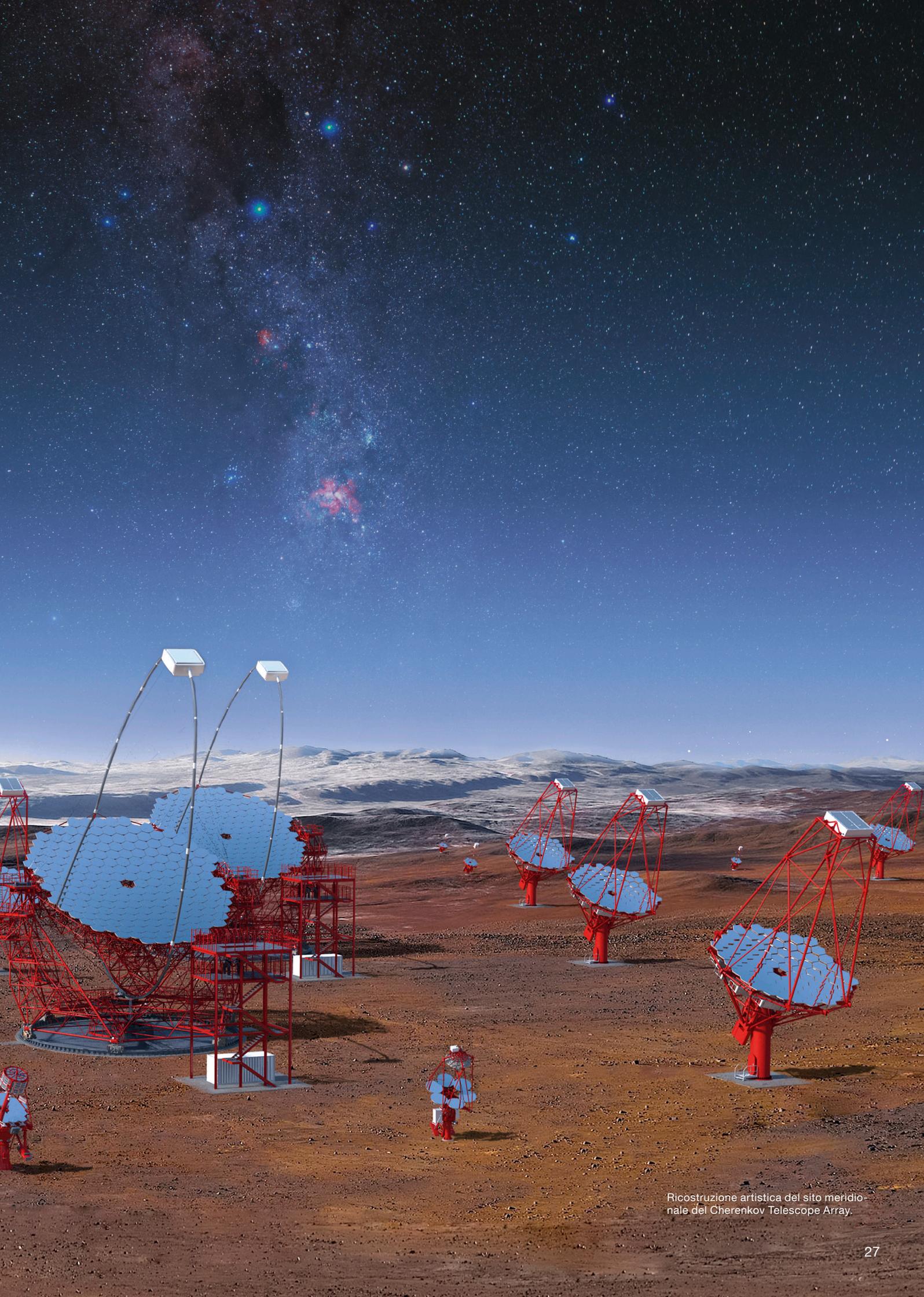
Il progetto del CTA prevede 118 telescopi distribuiti in tutto il mondo, di cui 99 nel sito australe, il più grande, a circa dieci chilometri a sud-est del VLT. L'ESO dovrebbe gestire la schiera meridionale e in cambio gli scienziati degli Stati Membri dell'ESO avrebbero a disposizione il 10% del tempo di osservazione delle due schiere, sia quella meridionale che quella settentrionale — a La Palma. Inoltre il 10% del tempo di osservazione della schiera meridionale sarà riservato agli istituti di ricerca cileni.

Il CTA sarà una struttura aperta a un'ampia comunità di astrofisici. Oltre 1350 scienziati e ingegneri provenienti da cinque continenti, 32 paesi e oltre 210 istituti di ricerca sono coinvolti attualmente nel progetto CTA.

Il CTA — con la sua grande area di raccolta e l'ampia copertura del cielo — sarà l'osservatorio per raggi gamma di alta energia più grande e più sensibile al mondo. Rileverà i raggi gamma con accuratezza senza precedenti e sarà 10 volte più sensibile degli strumenti attualmente in uso.

I raggi gamma sono emessi da alcuni degli oggetti più caldi e più energetici dell'Universo, come i buchi neri supermassicci e le supernove. Nonostante l'atmosfera impedisca ai raggi gamma di raggiungere la superficie terrestre, gli specchi e le fotocamere ad alta velocità del CTA cattureranno i brevi ed evanescenti lampi blu caratteristici della radiazione Cherenkov, prodotta quando i raggi gamma interagiscono con l'atmosfera. Individuare la fonte di questa radiazione permetterà di localizzare con esattezza la sorgente cosmica di ciascun raggio gamma, aiutando gli astronomi a studiare alcuni degli eventi più estremi e violenti dell'Universo ad alta energia.





Ricostruzione artistica del sito meridionale del Cherenkov Telescope Array.

# L'ESO e il Cile

Era il 6 novembre 1963 quando il Governo del Cile e l'ESO firmarono il primo accordo, che segnò l'inizio di una storia di successi internazionali lunga più di 50 anni e la formazione di un importante legame culturale tra il Cile e l'Europa. L'ESO è coinvolto in una stretta e proficua collaborazione con il Cile su più livelli, tra cui rapporti con il governo, le università, gli istituti scientifici e l'industria.

Con questa collaborazione, la capacità scientifica, tecnologica e ingegneristica cilena si è sviluppata di pari passo con i progressi in astronomia e nelle relative tecnologie degli Stati Membri dell'ESO. Questi avanzamenti hanno reso gli scienziati e gli ingegneri cileni dei collaboratori preziosi per l'ESO.

L'ESO contribuisce allo sviluppo dell'astronomia in Cile grazie ai fondi amministrati dalla Commissione Congiunta ESO-Governo del Cile e dalla Commissione Congiunta ALMA CONICYT, che

finanziano un'ampia gamma di attività scientifiche, astro-tecnologiche e didattiche. La comunità astronomica cilena ha anche un accesso preferenziale a una percentuale del tempo di osservazione ai telescopi dell'ESO.

Inoltre, l'ESO attua molti programmi di cooperazione regionale e locale nelle zone di Coquimbo e di Antofagasta, dove sono ubicati gli osservatori. L'ESO promuove inoltre nelle stesse regioni alcuni progetti di conservazione del patrimonio naturalistico locale e di sensibilizzazione sull'eredità culturale del luogo, compresi i cieli bui.

La cooperazione tra Cile e l'ESO ha dato prova di essere non solo solida e duratura, ma anche flessibile. L'effetto più importante è che questa associazione apre una strada entusiasmante per il futuro — a beneficio del Cile, degli Stati Membri dell'ESO e del progresso di scienza e tecnologia.

La Laguna Miñiques si trova ad alta quota nell'Altopiano andino, vicino al confine con l'Argentina e circa 80 chilometri a sud di ALMA. I visitatori costeggiano questo bellissimo lago viaggiando sulla Route 23 verso l'Argentina.

# Dalle idee alla pubblicazione degli articoli: il flusso dei dati

Il funzionamento dei telescopi dell'ESO costituisce un processo continuo che inizia quando gli astronomi presentano una proposta di progetto osservativo che mira a specifici obiettivi scientifici. Le proposte sono valutate inter pares da esperti della comunità scientifica e i progetti approvati vengono tradotti in una dettagliata descrizione delle osservazioni da condurre.

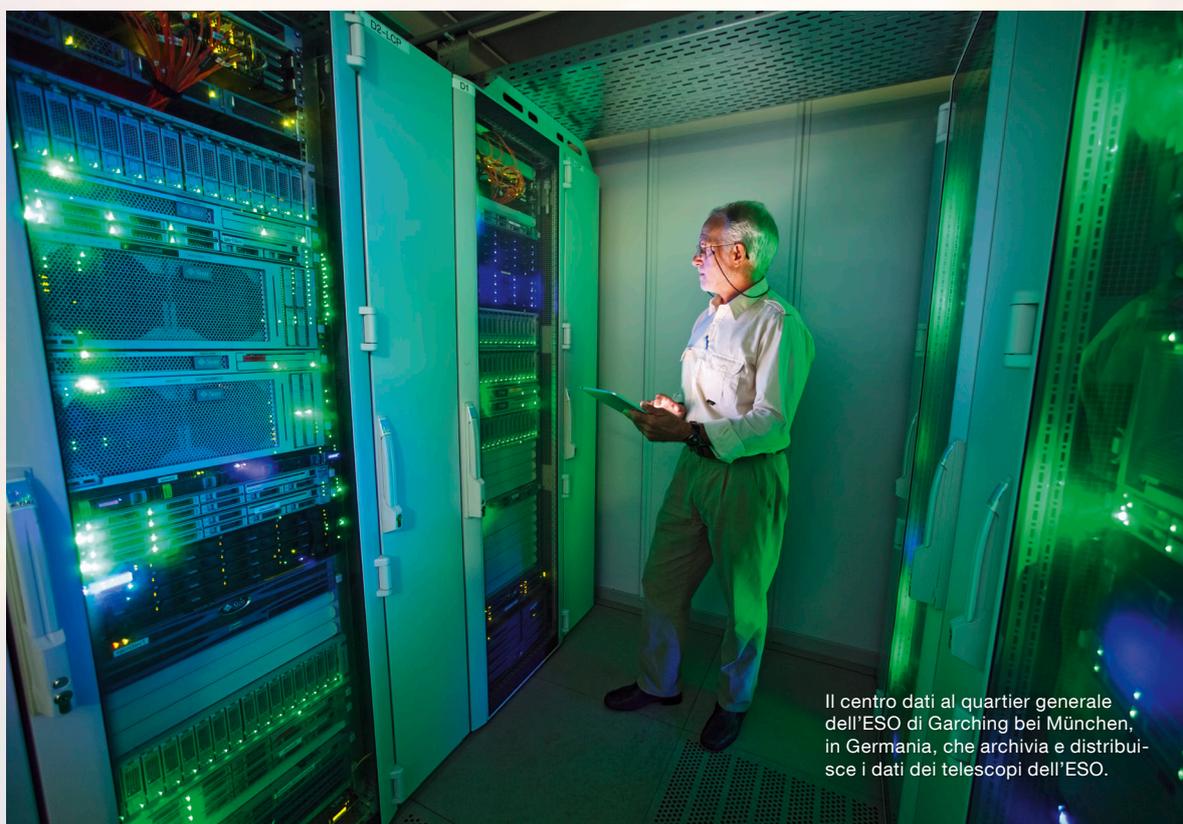
Le osservazioni sono quindi effettuate ai telescopi e i dati scientifici raccolti sono resi immediatamente disponibili ai gruppi di ricerca coinvolti, attraverso l'archivio dell'ESO. Le osservazioni scientifiche e i relativi dati di calibrazione sono usati anche dagli scienziati dell'ESO per verificare la qualità dei dati e tenere sotto controllo il comportamento degli strumenti, in modo da garantire che le loro prestazioni rientrino costantemente nelle specifiche richieste. L'intero processo si basa sul continuo trasferimento di enormi quantità di dati tra gli osservatori in Cile e il quartier generale ESO a Garching, in Germania.

Tutti i dati scientifici e di calibrazione raccolti sono immagazzinati nell'archivio scientifico dell'ESO, che contiene una copia completa di tutte le osservazioni effettuate da quando il VLT (Very Large Telescope), il suo interferometro e i telescopi per survey VISTA e VST sono entrati in funzione al Paranal. L'archivio contiene

anche le osservazioni ottenute coi telescopi di La Silla e con il radiotelescopio submillimetrico APEX a Chajnantor. Le osservazioni raccolte nell'archivio diventano di dominio pubblico tipicamente un anno dopo essere state effettuate, permettendo così anche ad altri scienziati di usarle.

Tradizionalmente, gli astronomi raggiungono direttamente i telescopi per effettuare le osservazioni di persona, assistiti da personale esperto in loco. Questa modalità, detta *visitor mode*, permette agli astronomi di adattare le proprie strategie osservative alle condizioni atmosferiche e ai risultati che vengono man mano ottenuti. Ma le condizioni necessarie all'osservazione non possono essere garantite a priori per una determinata notte.

L'ESO ha quindi sviluppato una modalità alternativa, detta *service observing*. In questo caso, per ogni osservazione pre-determinata si specificano le minime condizioni necessarie per raggiungere i relativi obiettivi scientifici. Basandosi su queste specifiche, le osservazioni vengono pianificate in maniera flessibile al telescopio e quindi eseguite. I molti vantaggi di questa programmazione flessibile hanno fatto del *service observing* la modalità d'elezione per circa il 60-70% degli utenti del VLT.



Il centro dati al quartier generale dell'ESO di Garching bei München, in Germania, che archivia e distribuisce i dati dei telescopi dell'ESO.

# Collaborazioni

Promuovere la cooperazione in astronomia è al centro della missione dell'ESO. L'organizzazione ha svolto un ruolo decisivo nella creazione dell'Area di Ricerca Europea per l'astronomia e l'astrofisica.

Ogni anno, migliaia di astronomi degli Stati Membri, ma non solo, fanno progredire la loro ricerca utilizzando i dati raccolti negli osservatori dell'ESO. Gli astronomi formano spesso gruppi internazionali di ricerca con membri in diverse nazioni.

L'ESO offre un esteso programma agli studenti e ai fellow (giovani astronomi con un dottorato di ricerca), mentre gli scienziati esperti degli Stati Membri o di altre nazioni possono lavorare come visiting scientist nei siti dell'ESO, contribuendo così alla mobilità dei ricercatori europei. Inoltre l'ESO sostiene un programma di conferenze internazionali su temi di frontiera nella scienza e nella tecnologia astronomiche e fornisce

supporto alla rivista internazionale *Astronomy & Astrophysics*.

L'industria europea svolge un ruolo fondamentale nei progetti dell'ESO. La stretta collaborazione con un grande numero di industrie europee di alta tecnologia fornisce agli utenti telescopi e strumenti astronomici sempre migliori, resi possibili dalla partecipazione attiva ed entusiastica di partner commerciali di tutti gli Stati Membri e del Cile.

Nel campo dello sviluppo tecnologico, l'ESO mantiene stretti contatti con molti gruppi di ricerca negli istituti scientifici degli Stati Membri e oltre. Gli astronomi degli Stati Membri sono quindi coinvolti nella pianificazione e nella realizzazione degli strumenti scientifici per i telescopi attuali dell'ESO, e per altri telescopi già esistenti o in fase di progettazione. Lo sviluppo di questi strumenti offre molte opportunità ai centri di ricerca di eccellenza delle varie nazioni, attirando giovani scienziati e ingegneri.

## Lavorare all'ESO

*Siete interessati a lavorare in un contesto internazionale stimolante e tecnologicamente all'avanguardia? All'ESO potrete sperimentare un ambiente lavorativo accogliente, internazionale e multiculturale dove il rispetto e la collaborazione sono di fondamentale importanza e dove si incoraggiano i contributi individuali e di squadra. Che vi uniate alle nostre squadre di tecnici, di scienziati o di supporto, sarete parte di un gruppo diversificato e talentuoso, contribuendo direttamente ad alcuni dei più stimolanti progetti astronomici. Per saperne di più, visitate il sito [jobs.eso.org](http://jobs.eso.org) e la pagina [www.linkedin.com/company/european-southern-observatory](http://www.linkedin.com/company/european-southern-observatory).*



Personale e visitatori a una conferenza dell'ESO.

Bandiere degli Stati membri dell'ESO sulla piattaforma del VLT (Very Large Telescope).

# Istruzione e Divulgazione

Investimenti mirati nell'istruzione e nella divulgazione permettono all'ESO di condividere con il pubblico e con i media sia la scienza astronomica in generale che i risultati dell'osservatorio da terra più importante al mondo. L'ESO produce una vasta gamma di prodotti divulgativi gratuiti di alta qualità, come immagini, video e prodotti a stampa.

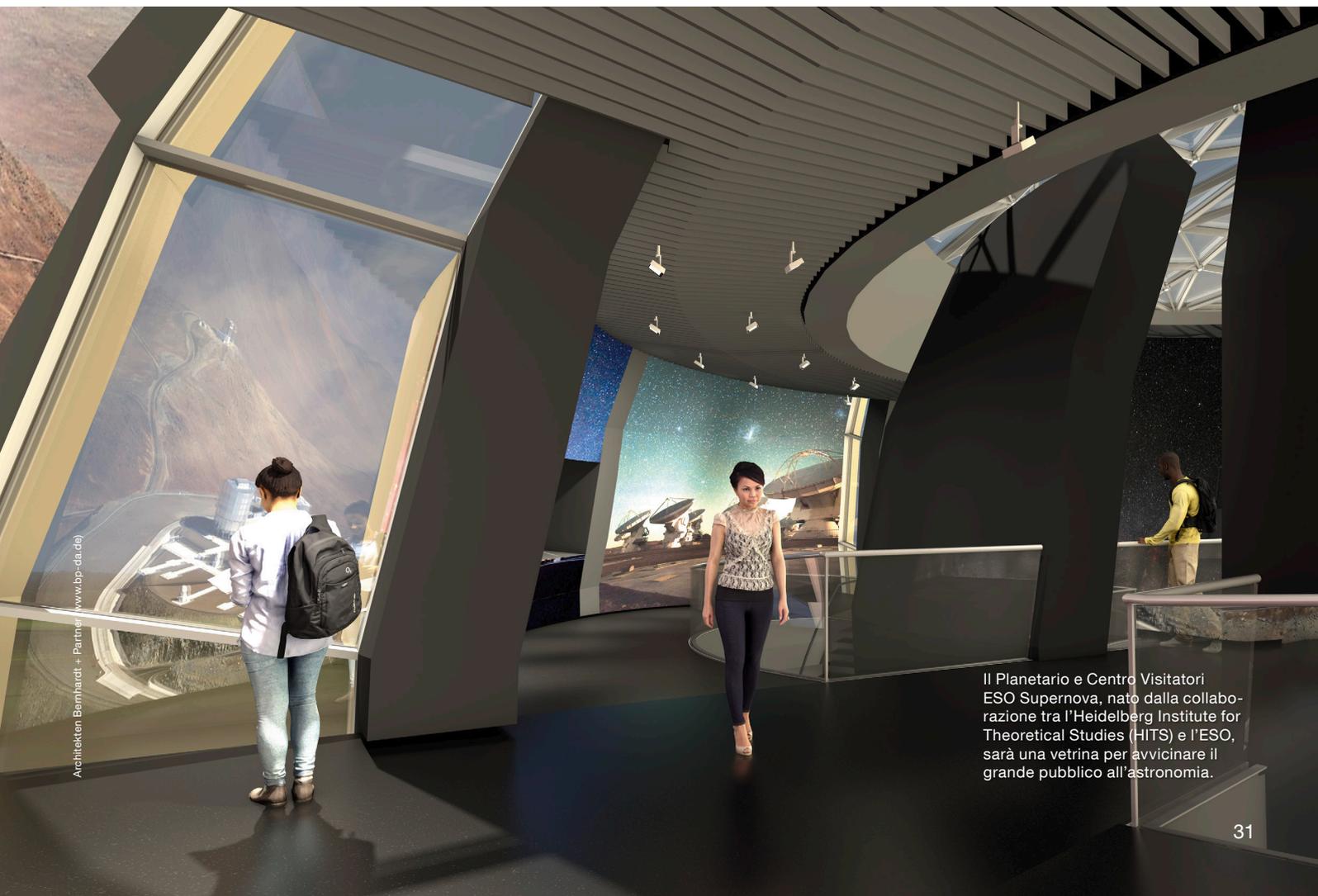
Il Planetario e Centro Visitatori ESO Supernova, ubicato al quartier generale dell'ESO in Germania, è il primo planetario open-source al mondo e un centro astronomico all'avanguardia ad accesso gratuito per il pubblico. Il Centro offre un'esperienza coinvolgente, che include

mostre astronomiche interattive per condividere l'affascinante mondo dell'astronomia e dell'ESO, lasciando sui visitatori una forte impressione dell'Universo in cui viviamo. Fornisce anche seminari educativi curriculari per studenti e insegnanti, garantendo un'indimenticabile esperienza di apprendimento per le scuole.

In collaborazione con ESO Supernova, l'ESO produce anche spettacoli gratuiti per altri planetari, visualizzazioni scientifiche innovative e autenticamente open-source e il primo sistema di distribuzione dei dati in tempo reale per i planetari di tutto il mondo.

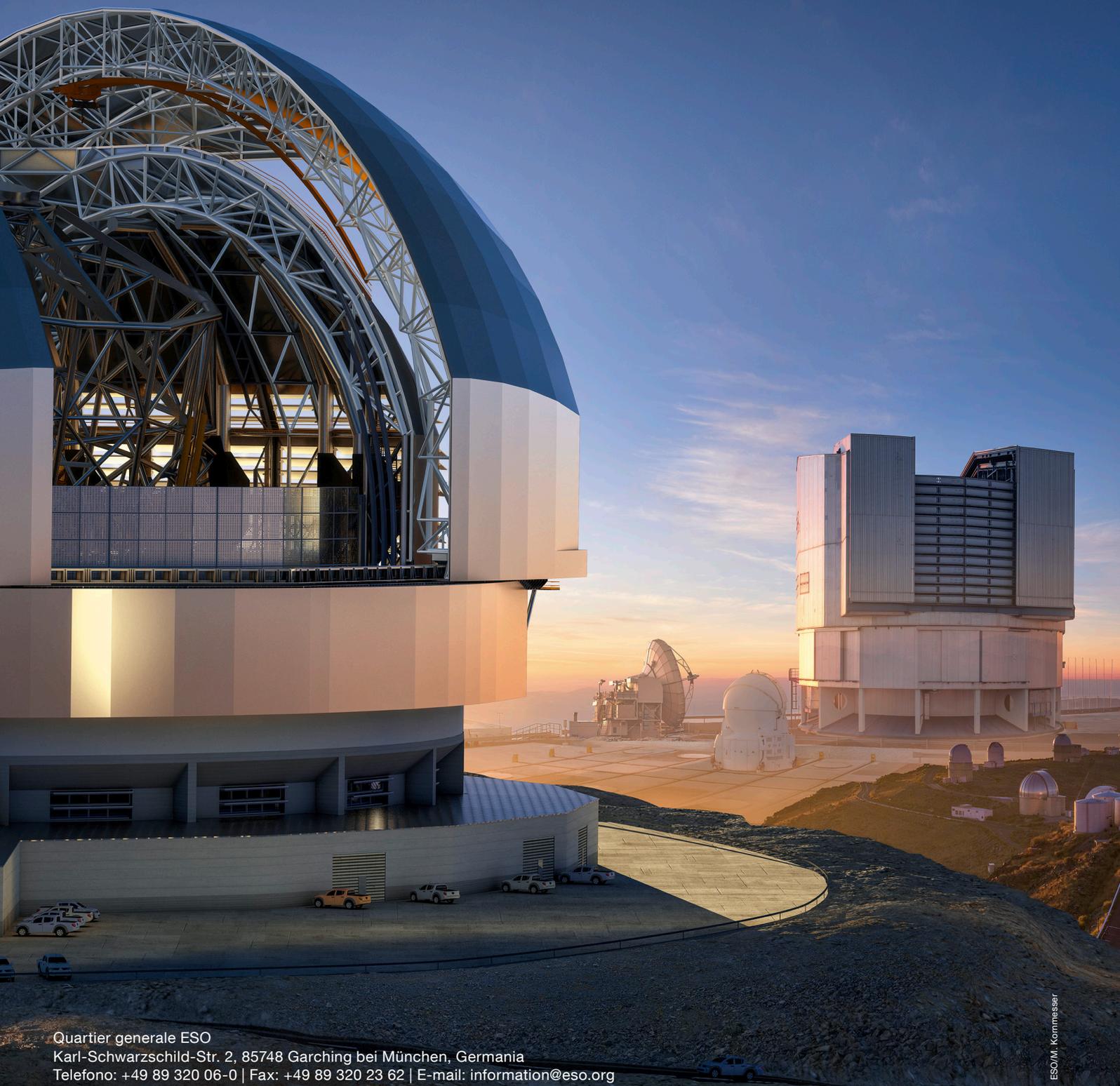
## Rimanete in contatto

*L'ESO ha una presenza attiva e diversificata su vari canali dei social media attraverso numerose piattaforme, raggiungendo centinaia di milioni di persone all'anno grazie a Facebook, Twitter, Instagram, Pinterest, Flickr, YouTube e LinkedIn. Collegatevi con noi per restare aggiornati sulle ultime scoperte, per essere i primi a vedere le immagini mozzafiato raccolte dai telescopi dell'ESO e scoprire le operazioni quotidiane dei nostri osservatori d'avanguardia. L'ESO invia anche bollettini settimanali e mensili contenenti affascinanti immagini dell'Universo, i più recenti risultati scientifici dei telescopi ESO e le notizie sull'organizzazione.*



Il Planetario e Centro Visitatori ESO Supernova, nato dalla collaborazione tra l'Heidelberg Institute for Theoretical Studies (HITS) e l'ESO, sarà una vetrina per avvicinare il grande pubblico all'astronomia.

[www.eso.org](http://www.eso.org)



Quartier generale ESO  
Karl-Schwarzschild-Str. 2, 85748 Garching bei München, Germania  
Telefono: +49 89 320 06-0 | Fax: +49 89 320 23 62 | E-mail: [information@eso.org](mailto:information@eso.org)



09.2017 — Italiano