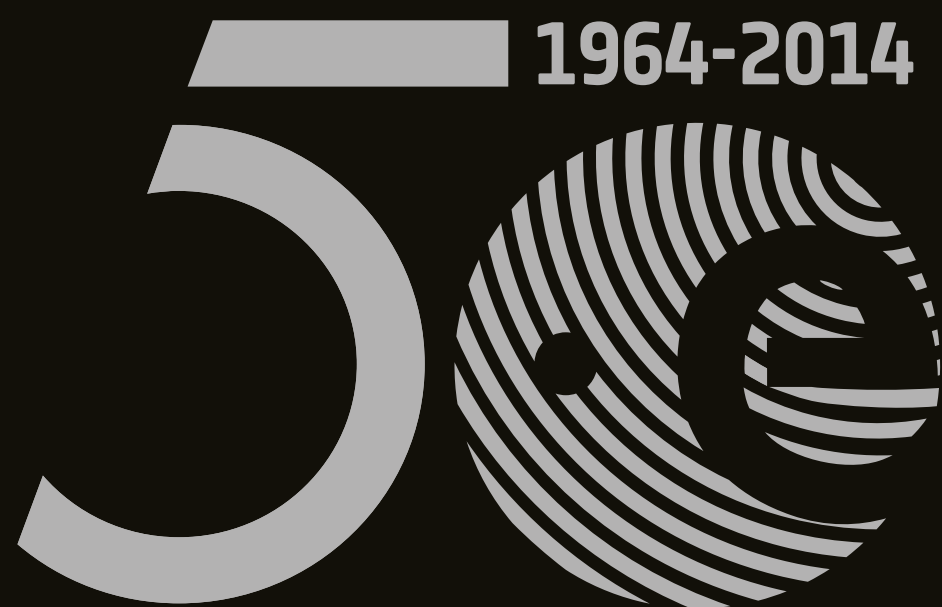
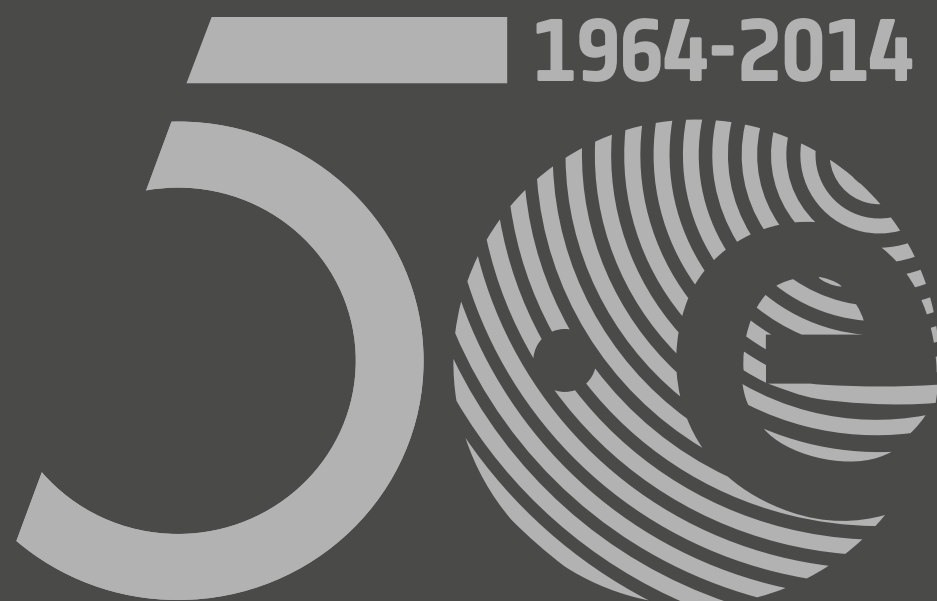




→ L'EFFETTO ESA

**Al servizio della cooperazione
e dell'innovazione europea**



→ L'EFFETTO ESA

Al servizio della cooperazione
e dell'innovazione europea

5 **CINQUANTA ANNI DI EUROPA NELLO SPAZIO**

6 **INTRODUZIONE**

- 8 Il budget dell'ESA
- 9 Basi spaziali
- 10 Ai posti di comando

12 **LE PROFONDITÀ DELLO SPAZIO E DEL TEMPO**

- 14 La flotta ESA attraverso lo spettro
- 16 La macchina del tempo
- 18 Viaggio al limite dello zero assoluto
- 20 Una mappa del tutto
- 22 Galassie come granelli di sabbia
- 24 Uno sguardo freddo
- 26 Il filo della creazione
- 28 Un fantasma a raggi X
- 30 Vita e morte delle stelle
- 32 L'Universo di Hubble
- 34 Materia oscura, nascosta in piena vista
- 36 Cercando le prime stelle
- 38 Il progetto di Webb
- 40 Osservando le stelle all'ombra
- 42 L'occhio di Gaia
- 44 Einstein e il sogno di cadere

46 **IL SISTEMA SOLARE**

- 48 Attraverso il vuoto
- 50 Atterraggio nella nebbia
- 52 Il serraglio delle lune
- 54 L'eclissi del Sole
- 56 Mondi di ghiaccio con oceani nascosti
- 58 Cacciatore di comete
- 60 Terra incognita
- 62 Doppio corpo
- 64 Oceano asciutto sul Pianeta Rosso?
- 66 Picco marziano
- 68 La faccia di Phobos
- 70 Benvenuti all'inferno
- 72 Una luce aliena
- 74 Missione verso l'anello mancante

- 76 Sotto i riflettori
- 78 Fuoco nel cielo
- 80 Il ciclo della violenza solare
- 82 Un tocco di Sole
- 84 Esplorazione polare
- 86 Una distante oasi

88 **IL CENTRO D'AFFARI DELLO SPAZIO**

- 90 Il mondo ad anello
- 92 Antenne pronte
- 94 Partnership pubblico-private
- 96 Le prestazioni del riflesso
- 98 Presentazione di Alphasat
- 100 Satelliti per cieli più sicuri
- 102 Pronto all'atterraggio
- 104 Tempesta in arrivo

106 **UN'ORBITA REGOLARE PER LA NAVIGAZIONE SATELLITARE**

- 108 Guidato dall'alto
- 110 Le fondamenta di Galileo
- 112 La nuova epoca della navigazione europea
- 114 Check-up sanitario
- 116 Galileo a terra
- 118 Un avamposto solitario
- 120 Il punto più in basso del mondo

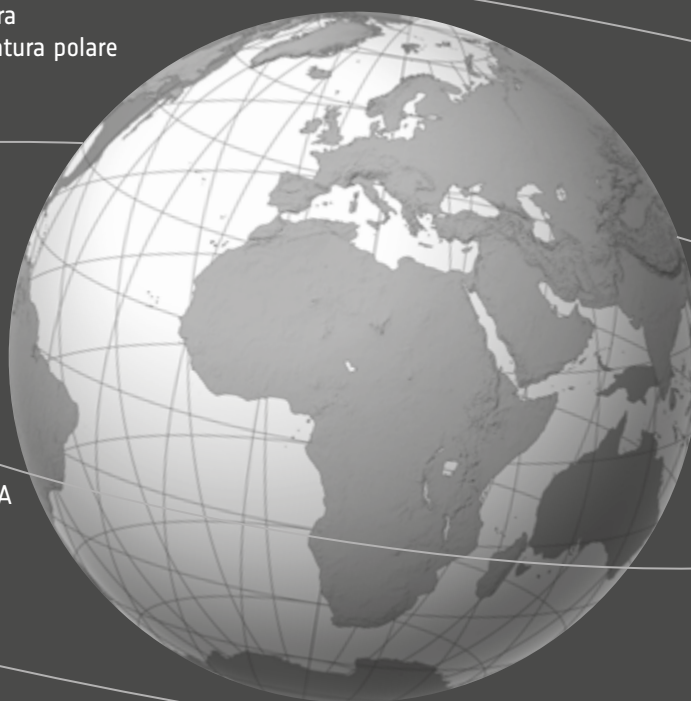
122 **SORVEGLIANDO IL NOSTRO PIANETA NATALE**

- 124 Pole position
- 126 L'arrivo di MetOp
- 128 Visione radar
- 130 Envisat: 10 anni di vita sulla terra
- 132 Sentinel: in volo per sorvegliare
- 134 Qualcosa nell'aria
- 136 Un buco nel cielo
- 138 Il pianeta del fuoco
- 140 Spolverando i cieli
- 142 Linee di volo
- 144 Il bordo di ghiaccio
- 146 La faccia dell'abisso
- 148 L'erba del mare
- 150 La respirazione del pianeta

152	Foreste che scompaiono
154	Il cuore pietroso dell'Asia
156	Non c'è fumo senza arrosto
158	L'attacco dello tsunami
160	Acque torbide
162	Un luogo in cui rifugiarsi
164	Pianeta urbano
166	Una città che affonda
168	Lavorando nei campi
170	La nuova stirpe
172	La mappa globale della gravità
174	La pelle salata e bagnata della Terra
176	Una nuova dimensione per la mappatura polare
178	Missione magnetica
180	L'occhio dell'ESA sulla Terra

UNA CASA IN ALTO

182	Uno spazio condiviso
184	Piattaforma di ricerca
186	Il posto dell'Europa nello spazio
188	Sfidando la gravità
190	Linee di alimentazione spaziale
192	Pacchi dell'ultimo minuto
194	ATV in marcia
196	Rendezvous robotico
198	Il fattore umano
200	Perdere peso velocemente con il metodo ESA
202	Tuffarsi e nuotare
204	Il miglior amico dell'uomo
206	Soyuz simulato
208	Treno a razzo
210	In alto
212	Una finestra sul mondo
214	Luci nella notte
216	I gioielli blu del Mar Rosso
218	Vette coperte dalla neve
220	Un occhio radio sul traffico marino della Terra
222	Andando in basso
224	Il segno del progresso
226	Cosa c'è sotto
228	Il preludio ghiacciato dell'esplorazione
230	



PONTI VERSO L'ORBITA

232	Pronto per il lancio
234	Volare con il fuoco
236	Un solido concorrente
238	Soyuz sudamericano
240	L'osservatorio sull'isola
242	Collegamenti radio verso l'orbita
244	Il grande piatto
246	Centro di controllo
248	Dando un'occhiata
250	

PREPARANDO LA VIA

252	Il cuore tecnico
254	Le missioni prendono forma
256	Lo spazio in una bottiglia
258	Sondando il nanomondo
260	La prova del fuoco
262	Il muro del suono
264	Scosso, non agitato
266	

LO SPAZIO SULLA TERRA

268	Come viviamo oggi
270	Piegando il metallo
272	Ruotando nel vento
274	L'arte del vetro
276	La progettazione dell'alloggiamento
278	Facendo business
280	Un pool di conoscenze
282	

È SOLO L'INIZIO

284	Spazio pulito
286	Osservando i cieli
288	Andando a fondo
290	Fuori dalla rete, sul telefono
292	Azione energetica
294	Un mondo a parte
296	Diffondere le idee
298	

Le missioni ESA	300
-----------------	-----



Una produzione ESA Communications

BR-306/IT Agosto 2014
Traduzione/impaginazione
Autore
Editor di produzione
Designer
Production Designer
ISBN
ISSN
Copyright © 2014 European Space Agency

Translatus
S. Blair
A. Wilson
G. Gasperoni (Taua)
H. Simões
978-92-9221-078-6
0250-1589

CINQUANTA ANNI DI EUROPA NELLO SPAZIO

Quali sono le origini dell'Agenzia Spaziale Europea, il soggetto di questo libro? L'impegno spaziale collaborativo che, nel tempo, avrebbe dato vita all'ESA risale a mezzo secolo fa. Quest'anno, il 2014, segna il cinquantesimo anniversario della costruzione dell'Europa come potenza spaziale, ed è stato caratterizzato da un insieme di eventi ed attività.

Negli anni '40 e '50 l'Europa era un continente segnato ancora dalle conseguenze della guerra. Una presenza europea nello spazio non era stata in alcun modo prevista, fino a che due eminenti statisti scientifici – Pierre Auger in Francia e Edoardo Amaldi in Italia – iniziarono a discutere di un impegno europeo congiunto. Amaldi dichiarò che il lancio di satelliti europei, che egli denominò *'Eurolune'*, sarebbe stato un fatto della "massima importanza, sia *morale* che *pratico*, per tutti i Paesi del continente".

In qualità di padri fondatori del CERN, l'Organizzazione europea per la ricerca nucleare, nei primi anni '50, la coppia aveva in mente quel modello per questa nuova impresa, che sarebbe stata guidata – come sostenne Amaldi – "sulla base dei principi tecnici e scientifici e non su argomenti politici e commerciali". La discussione diede luce alla Commissione per lo studio delle possibilità per una collaborazione europea nel campo dello spazio alla fine degli (COPERS) anni 1960.

Nel 1964 questo sforzo diede i suoi frutti: le Convenzioni dell'Organizzazione per lo sviluppo dei veicoli di lancio europei e l'Organizzazione per la ricerca spaziale europea acquistarono forma – in quell'epoca la scienza applicata allo spazio in Europa era distinta dallo sviluppo di mezzi per il lancio da un punto di vista organizzativo.

Dopo un decennio circa venne istituita l'ESA, rimpiazzando queste due organizzazioni. Nonostante le battute d'arresto tecnologiche e le incertezze politiche che hanno contrassegnato gli anni '60 e '70, il modello per uno sforzo collaborativo europeo nella scienza e nelle applicazioni spaziali – insieme allo sviluppo dei veicoli per il lancio – era ben definito. Questo modello ha offerto l'ossatura per tutti i programmi europei di successo che sono seguiti.

In che modo il 2014 ha realizzato l'ambiziosa visione di Amaldi? L'ESA è diventata il portale di accesso allo spazio l'Europa, e la sua missione è di sviluppare le capacità di operare nello spazio e assicurare che gli investimenti portino benefici ai cittadini europei e del resto del mondo. L'uso dello spazio offre sempre più servizi ai cittadini, dalle previsioni meteo alla telecomunicazioni e alla navigazione. L'esplorazione dello spazio offre una migliore conoscenza del nostro sistema solare e del pianeta Terra, inviando dati assolutamente unici per la comprensione dei cambiamenti globali.

Ciò è possibile grazie ai veicoli per il lancio, ai sistemi e alle tecnologie che ci permettono di inviare i satelliti nello spazio. I vantaggi dell'utilizzo e dell'esplorazione dello spazio si sono ampliati in modi che non sarebbe stato possibile prevedere 50 anni fa. Le applicazioni spaziali sono ora parte della vita quotidiana dei cittadini europei e sono divenuti uno dei percorsi più efficienti per la crescita. Per lo spazio, il futuro è molto più importante del passato.

Il motto celebrativo di quest'anno, "*Al servizio della cooperazione e l'innovazione europea*", sottolinea quanto l'ESA – insieme ai suoi Stati Membri, all'industria spaziale, alla comunità scientifica e più recentemente alla UE – abbia fatto la differenza per l'Europa e i suoi cittadini. Immaginare l'Europa senza spazio è diventato impossibile.

I cinquant'anni di cooperazione europea nello spazio sono un anniversario per l'intero settore spaziale in Europa, che può essere fiera dei propri risultati e successi. Si tratta di una testimonianza importante che sottolinea il fatto che quando gli Stati Membri condividono gli stessi ardui obiettivi e uniscono le forze, l'Europa può essere all'avanguardia del progresso scientifico, rafforzando la crescita economica e la competitività, a beneficio di tutti i cittadini.



Jean-Jacques Dordain
Direttore generale

INTRODUZIONE

L'Agenzia Spaziale Europea rappresenta lo strumento collettivo dell'Europa per per accedere, esplorare e trarre beneficio dall'universo nel suo complesso, incluso il nostro pianeta. Osservando l'infinita espansione dell'universo e le sconfinite possibilità che esso presenta, gli Stati membri dell'Agenzia hanno deciso di combinare i propri sforzi su base cooperativa per lavorare e conseguire risultati su una scala che nessuna singola nazione potrebbe ottenere.

L'Agenzia è composta da persone provenienti da tutti i propri Stati membri costituenti. L'ESA ha superato le barriere linguistiche e culturali forgiando una cultura comune guidata dalla ricerca dell'eccellenza e che include la diversità tra i propri principali punti di forza, oltre a tre valori centrali che caratterizzano tutte le proprie attività: Europeità, Visionarietà e Umanità. I risultati di ESA parlano da soli. Quando si lavora in modo eccellente si ha un grosso impatto. Nel corso di quattro decenni, l'effetto complessivo degli sforzi profusi dall'Agenzia ha creato differenze tangibili per l'Europa, per il mondo intero e per lo spazio al di là di esso.

Le linee di rifornimento per lo spazio

Ma per quale motivo l'Europa dovrebbe andare nello spazio? Il fatto che l'esplorazione faccia parte del patrimonio europeo costituisce una delle ragioni, ma solo una di esse. Lo spazio è stato definito un nuovo oceano e l'ultima frontiera ma, anche se ciò è indubbiamente vero, nessuna delle due espressioni trasmette nella sua interezza la gamma di opportunità che si aprirebbero lasciandosi la Terra dietro.

Ciò che l'accesso allo spazio offre realmente è costituito da un effetto di leva – l'amplificazione dello sforzo adoperato nel raggiungere un particolare obiettivo. I nostri antenati sapevano che il metodo migliore per affrontare un ostacolo consisteva nell'applicare una leva, uno dei più antichi strumenti ingegneristici. Più grande è l'ostacolo, maggiore sarà la lunghezza della leva richiesta per spostarlo.

Come scrisse Archimede: "Datemi una leva di lunghezza sufficiente e un fulcro sul quale poggiarla e vi solleverò il mondo."

I satelliti odierni sono strumenti incomparabilmente più sofisticati rispetto al passato, ma il principio operativo sottostante è il medesimo: è l'atto stesso di disporli a grandi distanze dal loro pianeta che dona loro il loro potere. Esso include la capacità di dare all'umanità la possibilità di scrutare lo spazio profondo, di comunicare istantaneamente e di navigare con precisione in tutto il mondo, di mappare la composizione dell'atmosfera della Terra e i più piccoli movimenti terrestri su scala millimetrica, o persino di comprendere il funzionamento interno del sistema terrestre. Conquistare questo punto strategico è il solo modo in cui sarà possibile realizzare questi compiti.

Le eredità dell'ESA

I risultati positivi dovuti all'esistenza dell'ESA sono numerosi e molto diversi tra loro. Le visioni meravigliose degli angoli più remoti del cosmo acquisite dalle missioni dell'ESA hanno cambiato il modo in cui il genere umano percepisce l'Universo e la propria collocazione in esso. La comprensione del mondo in cui viviamo e dei sistemi complessi che determinano il suo ambiente generatore di vita è stata rivoluzionata grazie a una prospettiva collocata nel contesto offerto dallo spazio. Nello stesso tempo, la Terra può essere messa a confronto con gli altri mondi che popolano il Sistema Solare, e ancora oltre.

Dai satelliti meteorologici alle telecomunicazioni basate sullo spazio e al monitoraggio ambientale, i sistemi progettati e messi in funzione dall'ESA hanno aiutato a rafforzare l'indipendenza strategica dell'Europa e il posto che occupa nel mondo, insieme così come la qualità della vita e la prosperità dei suoi cittadini.

La complessità stessa dei progetti spaziali diretti dall'ESA ha un effetto a lunga durata sull'economia europea. Le aziende acquistano esperienza in campo ingegneristico giungendo a gradi di precisione e prestazioni senza precedenti, elaborando spesso tecniche e tecnologie innovative, e quindi migliorando la competitività tecnica e commerciale dell'Europa. In parole povere, le aziende lavorano con degli standard superiori. Tutto questo know-how può essere quindi trasferito in campi di applicazione terrestri. I successi pionieristici di ESA nello spazio hanno portato a un contesto caratterizzato dall'organizzazione di servizi miranti a sfruttare tali conquiste in modo continuativo, oltre che all'emergere di imprese commerciali globali nei nuovi mercati aperti dall'innovazione spaziale.

Un compromesso per la collaborazione

L'impulso verso la creazione di una potenza spaziale indipendente si è solidificato nei primi anni '60 con la creazione della European Space Research Organisation (ESRO), il cui obiettivo era la realizzazione di progetti satellitari per uso scientifico, e la European Launcher Development Organisation (ELDO), per lo sviluppo di un veicolo per il lancio di satelliti. Nel 1973 gli Stati partner raggiunsero un accordo per la creazione di una entità unificata. La natura del ritardo era politica più che tecnica: al di là di una esplorazione puramente scientifica, i diversi Paesi europei avevano priorità nazionali molto diverse per la tabula rasa che è lo spazio, e queste differenze impedirono loro di accordarsi su un piano d'azione comune.

Tuttavia, le promesse offerte dallo spazio erano troppo grandi per non giungere a un accordo. Venne così negoziato un compromesso di stampo prettamente europeo, incarnato dalla Convenzione ESA. Il solo impegno vincolante per gli Stati membri dell'ESA era il programma scientifico dell'Agenzia, insieme al finanziamento delle sue infrastrutture operative, tecnologiche e di ricerca di base. Il supporto degli altri programmi ESA era solo opzionale.

Un tale approccio allo spazio venne inizialmente considerato con scetticismo, ma negli anni a seguire la Convenzione ESA ha dimostrato un metodo organizzativo notevolmente efficace e flessibile, consentendo agli Stati membri di sostenere le priorità nazionali e di prendere parte nel contempo ai benefici dell'azione collettiva.

La Convenzione costituisce dunque uno dei principali punti di forza dell'ESA. Essa rappresenta a tutti gli effetti un trattato internazionale, consentendo all'ESA, nella forma delle delegazioni del Consiglio degli Stati membri dell'ESA e del Direttore Generale dell'Agenzia, di trasformare programmi tecnici generali in dichiarazioni programmatiche consensuali (che a loro volta costituiscono degli accordi internazionali tra gli Stati membri partecipanti) in modo rapido e ottimizzato, consentendo di passare immediatamente al lavoro.

I governi Europei hanno dimostrato di approvare tale approccio. Durante gli anni trascorsi dalla sua formazione la partecipazione all'ESA è raddoppiata da 10 Stati membri agli attuali 20, con il Canada in qualità di membro associato. Nonostante si tratti di due entità distinte, essa coopera anche con l'Unione Europea e insieme lavorano per aumentare l'uso dello spazio a beneficio dei cittadini europei e globali.

Un esempio influente

I risultati positivi dovuti all'esistenza dell'ESA sono numerosi e molto diversi tra loro. Gli Stati esterni all'Agenzia hanno potuto osservare in che modo nazioni diverse riescano a lavorare insieme. Di conseguenza, la cultura generale dell'esplorazione spaziale globale si è spostata da un modello basato sulla competizione nazionale verso uno fondato sulla cooperazione internazionale.

Un'entità europea dotata di una prospettiva globale, l'Agenzia è stata progettata per lavorare in una prospettiva fondata sulla cooperazione ed è attivamente impegnata nello stabilire partnership bilaterali con agenzie spaziali in tutto il mondo o nello svolgere la funzione di punto di nucleazione per accordi internazionali. La partnership internazionale che ha costruito la Stazione Spaziale Internazionale rappresenta l'esempio più notevole. Il suo successo ha condotto a un tacito accordo in base al quale l'esplorazione futura al di là della Terra procederà su una base internazionale coordinata. Esistono poi i programmi congiunti, gli accordi per la condivisione di dati e risorse nei campi delle scienze spaziali e dell'osservazione della Terra, come ad esempio il ruolo fondante dell'ESA nella Carta Internazionale 'Spazio e disastri naturali', che si occupa di raccogliere le osservazioni satellitari per fornire supporto nella risposta ai disastri.

Insieme possiamo fare molto di più: questo è stato il credo dell'ESA e questo atteggiamento sta raccogliendo consensi sempre più ampi nel mondo. Le pagine che seguono mostrano cosa fa l'ESA, da sola o in partnership, e ciò che sta pianificando di fare nel futuro.

Presentando un'impressione generale dei risultati dell'Agenzia più che una guida missione per missione, questo libro registra tutte le sfumature dell'Effetto ESA in una varietà di dimensioni, dall'osservazione dei confini dello spazio e del tempo all'esplorazione del nostro Sistema Solare, dai sistemi satellitari per le comunicazioni, la meteorologia, o la navigazione e l'osservazione della Terra fino alle teste di ponte orbitali dell'umanità, le rampe di lancio e le stazioni di terra che collegano l'Europa allo spazio, e il flusso costante di nuove tecnologie che portano lo spazio più vicino a noi e offrono l'opportunità di sviluppare sbocchi applicativi anche nella vita quotidiana.

Austria	
Belgio	
Danimarca	
Finlandia	
Francia	
Germania	
Grecia	
Irlanda	
Italia	
Lussemburgo	
Norvegia	
Paesi Bassi	
Polonia	
Portogallo	
Regno Unito	
Repubblica Ceca	
Romania	
Spagna	
Svezia	
Svizzera	
Canada	

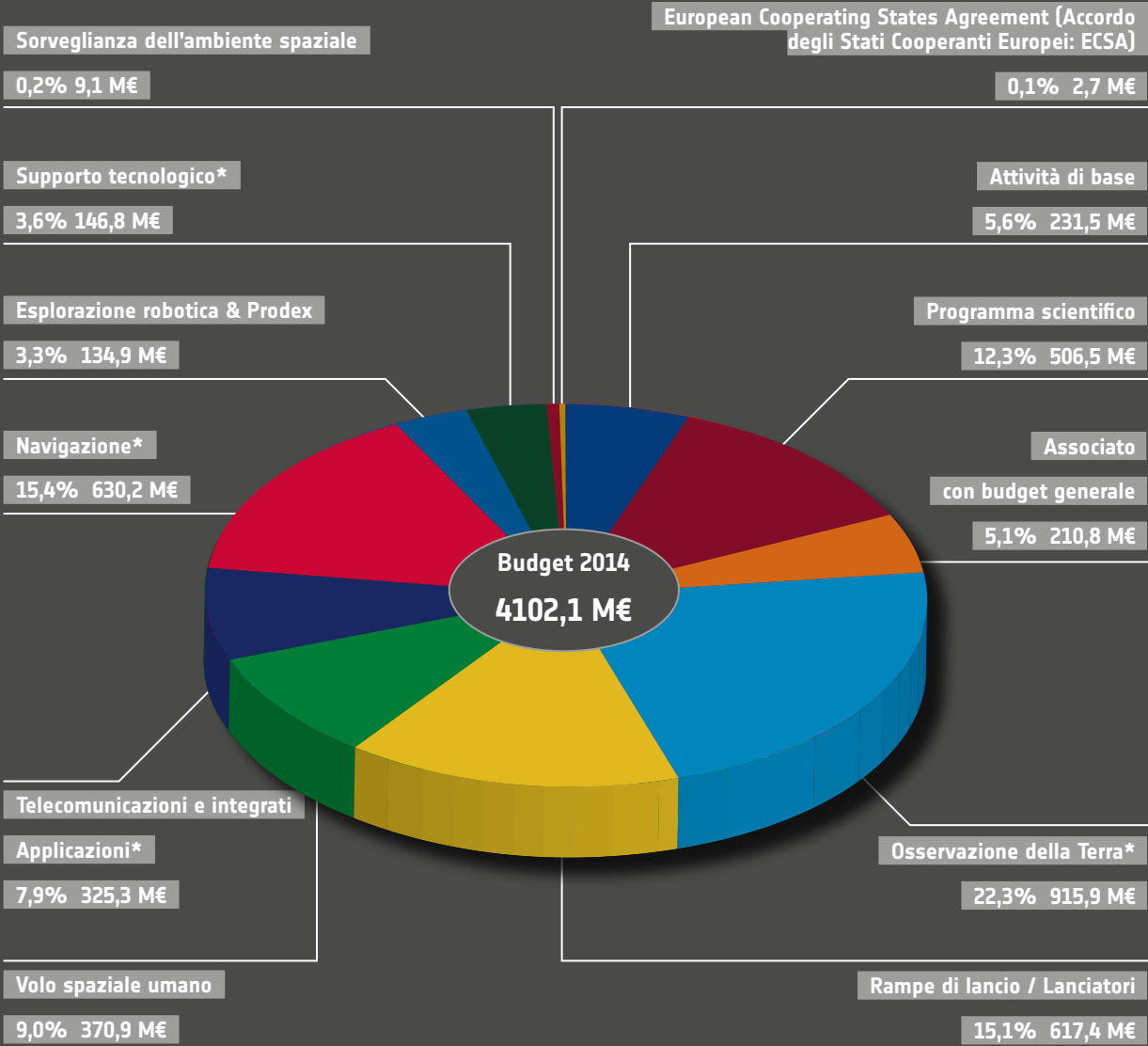


IL BUDGET DELL'ESA

L'ESA è una delle poche agenzie spaziali al mondo a combinare responsabilità in quasi tutte le aree dell'attività spaziale, passando dalla ricerca scientifica fondamentale al supporto della competitività industriale, con un costo medio per ciascun cittadino degli Stati membri pari a quello di un biglietto del cinema all'anno. Gli Stati membri contribuiscono ai programmi obbligatori dell'Agenzia (circa 20% del suo budget) in una scala basata sul Prodotto Interno Lordo. Gli altri programmi opzionali sono di interesse solo di alcuni Stati membri, che sono liberi di decidere il proprio livello di coinvolgimento.

Tutto il budget annuale di 4 miliardi di euro viene usato per attività sul campo, e l'85% di esso è usato per contratti con compagnie, università e istituzioni di ricerca europee. Questi contratti vengono distribuiti sulla base del principio del 'Juste Retour' – il livello di denaro che uno Stato membro investe in un certo programma ESA determina il potenziale di accesso ai contratti risultanti per l'industria di quel Paese. Tuttavia, questi contratti vengono assegnati nell'ambito di procedure d'appalto definite in modo preciso.

Una caratteristica importante del settore scientifico e industriale che l'ESA supporta è che si tratta di manifattura ad alto valore aggiunto, con poche possibilità di essere delocalizzata o esternalizzata a causa della propria natura strategica. Queste competenze e operazioni sono avviate in Europa e rimarranno in Europa. Gran parte delle attività e del know-how sono realizzati in Europa. Si tratta di un aspetto molto importante: molte innovazioni nascono dal processo di manifattura stesso – si impara facendo. Altri settori i cui processi di fabbricazione sono stati esternalizzati fuori dall'Europa hanno perso competitività a beneficio di altre economie. Non è il caso dello spazio, soprattutto grazie ai regolamenti sulla politica industriale di ESA e al continuo supporto degli Stati membri.



*Include i Programmi implementati per altri Partner istituzionali

M€: Milioni di euro

BASI SPAZIALI

L'ESA dispone di locazioni in tutta Europa, un sito di lancio nella Guyana Francese in Sud America e una rete di stazioni di tracciamento che si estende in tutto il globo.

IL QUARTIER GENERALE DELL'ESA Il quartier generale dell'ESA si trova a Parigi. Il Direttore Generale e il gabinetto hanno qui i propri uffici, insieme ad alcuni altri Direttori dei programmi ESA. Le decisioni che danno forma alle attività presenti e future dell'ESA vengono prese qui.

ESTEC: Lo European Space Research and Technology Centre di Noordwijk, nei Paesi Bassi, è la più grande struttura dell'ESA e il suo cuore ingegneristico, un centro di collaudo e uno snodo per le attività spaziali europee.

ESOC: Lo European Space Operations Centre di Darmstadt, Germania, garantisce un funzionamento senza intoppi dei veicoli spaziali in orbita.

ESRIN: Il centro ESA per l'Osservazione della Terra di Frascati, nei pressi di Roma, gestisce il segmento di terra per i satelliti di osservazione della Terra dell'ESA e di terze parti, mantenendo il più grande archivio di dati ambientali in Europa, coordinando oltre 20 stazioni di terra e impianti per i segmenti di terra in Europa e cooperando con altri 20 operatori di segmenti di terra in tutto il mondo.

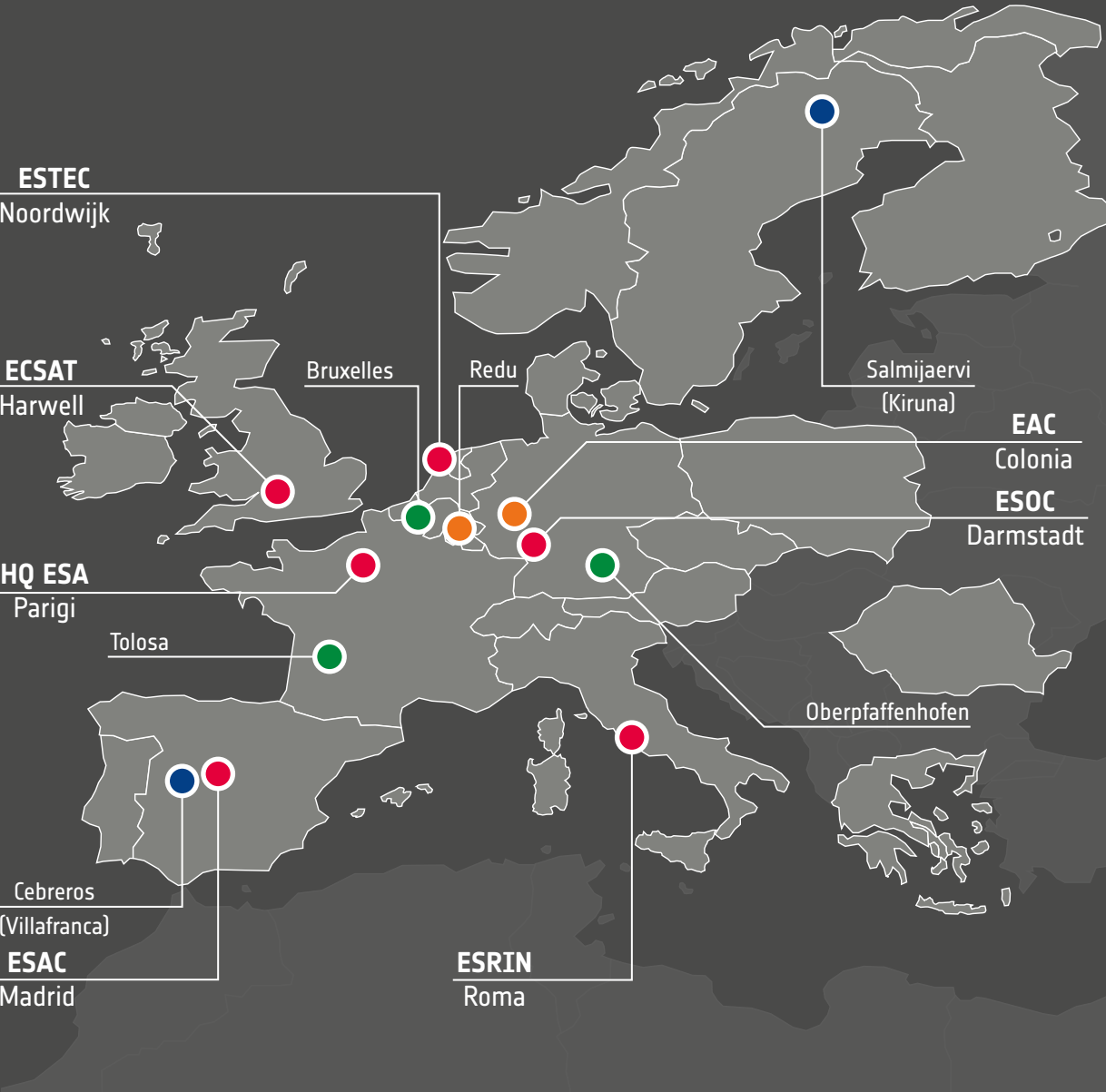
EAC: Lo European Astronaut Centre a Colonia, in Germania, è un impianto di addestramento e la base principale per tutti gli astronauti europei, membri degli Astronaut Corps ESA.

ESAC: Lo European Space Astronomy Centre a Villanueva de la Cañada, nei pressi di Madrid, in Spagna, ospita il centro per le operazioni scientifiche e le missioni planetarie e astronomiche dell'ESA, nonché i rispettivi archivi.

ECSAT: Lo European Centre for Space Applications and Telecommunications di Harwell, Regno Unito, si occupa della modellazione del cambiamento climatico usando dati satellitari, tecnologie per l'esplorazione dello spazio e applicazioni spaziali integrate.

Redu Centre: è situato in Belgio ed è responsabile per il controllo e il collaudo di una serie di satelliti e fa parte della rete di stazioni di terra dell'Agenzia. È anche la sede dello Space Weather Data Centre.

- Siti ESA
- Impianti ESA
- Uffici ESA
- Stazioni di terra ESA



AI POSTI DI COMANDO

Ecco come appare la cooperazione spaziale europea: la veduta del Direttore generale dell'ESA del Consiglio dell'ottobre 2011. Intorno al tavolo sono presenti i 19 Stati membri dell'ESA e il Canada. Oltre a essi, ci sono anche 10 Stati membri della UE che non fanno ancora parte dell'ESA ma cooperano con essa.

Il Consiglio dell'ESA è il principale organismo di governo e offre le linee guida di base sulla policy nel cui ambito l'ESA sviluppa il programma spaziale europeo. Il Direttore Generale sottopone le proposte riguardanti politica, programmi e attività al Consiglio. Il Consiglio discute le sue proposte e prende le decisioni, che vengono poi eseguite dal Direttore Generale e dall'esecutivo.

Ogni Stato membro è rappresentato nel Consiglio e dispone di un voto, indipendentemente dalle proprie dimensioni o dal proprio contributo finanziario.

A partire dalla riunione rappresentata nell'immagine, le delegazioni dei 10 Membri dell'UE che non fanno ancora parte dell'ESA hanno avuto la possibilità di partecipare come osservatori al Consiglio durante la discussione e la definizione dei programmi spaziali europei. Nel giugno 2011, il Consiglio dell'ESA ha deciso infatti di assegnare lo stato di osservatore ai 10 stati membri dell'UE ma non dell'ESA. Bulgaria, Cipro, Estonia, Ungheria, Lettonia, Lituania, Malta, Polonia, Repubblica Slovacca e Slovenia. Questi Stati sono invitati a partecipare al Consiglio ESA e alle riunioni dei suoi organismi subordinati riguardanti le questioni di comune interesse tra l'ESA e l'UE.

Lo stato di osservatori di questi Paesi consente loro di seguire le discussioni sulle questioni riguardanti l'ESA e l'UE per apprendere di prima mano i processi che riguardano il processo decisionale dell'ESA.

L'ESA e l'UE condividono un obiettivo comune: rafforzare l'Europa e dare benefici ai cittadini. Il Trattato di Lisbona del 2009 dà mandato alla UE di elaborare una politica spaziale europea e stabilire relazioni adeguate con l'ESA, considerando il ruolo di una agenzia spaziale di ricerca e sviluppo. Con l'accordo-quadro ESA-UE del 2004, le due parti hanno istituito la Policy Spaziale Europea come quadro politico comune per le attività spaziali in Europa.

Infine, i 29 Stati membri dell'ESA e della UE sono stati raggiunti nel Consiglio ESA dal Canada, che partecipa grazie al suo ormai lungo accordo di cooperazione con l'Agenzia.

Il Consiglio si riunisce a livello ministeriale ogni tre anni. Il Consiglio dei Ministri prende decisioni chiave sui programmi nuovi e in corso e sugli impegni finanziari, stabilendo l'ambito di azione per gli anni a seguire.





→ LE PROFONDITÀ DELLO SPAZIO E DEL TEMPO

Se la Terra si fosse evoluta con un'atmosfera più densa, forse i nostri occhi non avrebbero mai potuto osservare i cieli e la storia dell'umanità sarebbe stata molto diversa. In realtà, l'Universo visibile venne compreso nella misura in cui lo rendevano possibile i limiti della nostra vista, e il sistema solare venne ridotto a soli sei pianeti. Vedere oltre richiedeva un potenziamento della nostra capacità visiva. Il telescopio fu probabilmente un'invenzione olandese, ma nel 1609 lo scienziato italiano Galileo Galilei fu il primo a pensare di puntare al cielo questo 'tubo ottico' fatto in casa. L'anno successivo egli fu ricompensato con la scoperta di quattro lune intorno a Giove.

L'Universo in espansione

Oggi sappiamo che se osserviamo il cielo notturno stiamo guardando indietro nel tempo in un misterioso Universo in espansione di circa 14 miliardi di anni. Il nostro Sole è una delle 200 miliardi di stelle nella galassia della Via Lattea, a sua volta parte di un super ammasso di migliaia di galassie lungo 100 milioni di anni luce o forse di più, che potrebbe essere parte di una struttura ancora più grande chiamata 'Grande muraglia'. Ma ci sono voluti quattro secoli di progresso per arrivare a questo punto, e l'Universo conosciuto si è ampliato gradualmente insieme all'arrivo di telescopi

più grandi. Il XX secolo ha visto l'astronomia espandersi al di là dei limiti biologici dell'occhio umano, che riesce a percepire solo una finestra molto piccola dello spettro elettromagnetico. Guardare più in là significava portare i telescopi e gli altri strumenti fuori dalla Terra – tentare di osservare il cosmo sotto un'atmosfera turbolenta è come osservare dal fondo di una piscina. I telescopi spaziali possono osservare con più nitidezza attraverso uno spettro più ampio. La gamma ad alta energia, i raggi X e le radiazioni ultraviolette sono bloccate dalla nostra atmosfera, e ciò è una grande fortuna se consideriamo che queste energie sono pericolose per gli organismi viventi. Gli infrarossi emessi dagli oggetti più freddi dell'Universo possono essere analizzati solo da sistemi ancora più freddi, senza aria calda che si frapponga a essi.

Mappando le stelle

La necessità per la scienza di sistemi dislocati nello spazio era così evidente che il programma scientifico spaziale europeo iniziò molto prima della nascita dell'ESA: il suo predecessore è stata la European Space Research Organisation (ESRO) e iniziò a operare nel 1964. La scienza spaziale europea è oggi un leader riconosciuto in molte aree chiave, come l'astronomia infrarossa e a raggi X e la realizzazione di mappe stellari

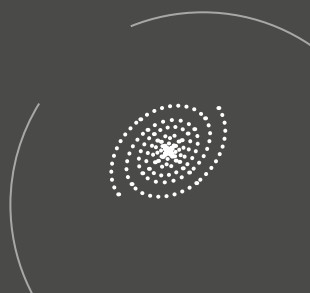
estremamente accurate. Come parte della sua ricerca per scrutare più a fondo nell'Universo, l'ESA sta posizionando i telescopi spaziali molto più lontano dall'influenza perturbante della Terra.

Il percorso stabilito per la scienza

Una delle ragioni principali dei continui successi del programma scientifico spaziale dell'ESA è che le priorità vengono stabilite dalla comunità scientifica. L'Agenzia lavora per individuare tematiche per i programmi futuri ricorrendo a gruppi consultivi scientifici come lo Astronomy Working Group, il Fundamental Physics Advisory Group e, più vicino a casa, il Solar System Exploration Working Group. E poiché sono necessari molti anni di duro lavoro per realizzare le missioni spaziali sempre più ingegnose necessarie a rispondere ai misteri scientifici più complessi, l'ESA lavora sulla base di piani a lungo termine, organizzati su questi temi.

Il piano corrente è chiamato Cosmic Vision 2015–2025, e si pone quattro domande principali sull'Universo e sul posto da noi occupato in esso. Quali sono le condizioni per la formazione dei pianeti e la nascita della vita? Come funziona il sistema solare? Quali sono le leggi fisiche fondamentali dell'Universo? Come è nato l'Universo e di cosa è fatto? Queste domande coprono

una gamma enorme di argomenti, quindi i concetti guida per le missioni vengono selezionati attraverso una serie di proposte di missioni, con opzioni per cooperazioni non-europee più ampie applicate ogni volta che è possibile.



La flotta ESA attraverso lo spettro

Grazie alla tecnologia più moderna, l'astronomia odierna sta rivelando un nuovo Universo intorno a noi. Grazie alla flotta di osservatori astronomici dell'ESA, la scienza è in grado di esplorare lo spettro completo della luce, osservare l'Universo nascosto a infrarossi, visitare l'indomito e violento cosmo ad alta energia, mappare la nostra galassia e persino guardare indietro nel tempo.

herschel

Rivelando un Universo
freddo e polveroso



planck

Guardando indietro
verso l'alba del tempo



microonde

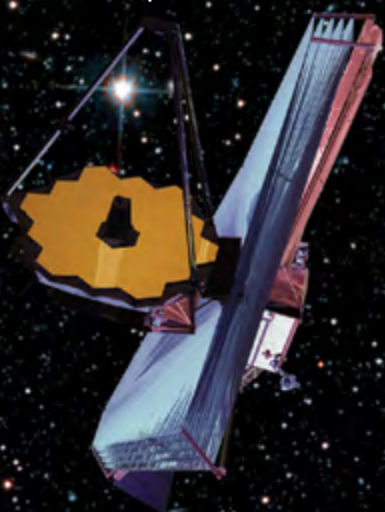
sotto-mm

onde radio



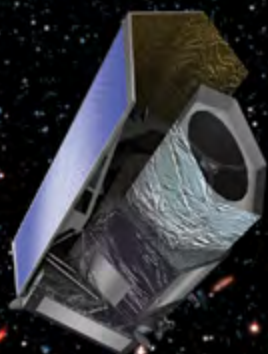
jwst

Lottando per osservare
la prima luce



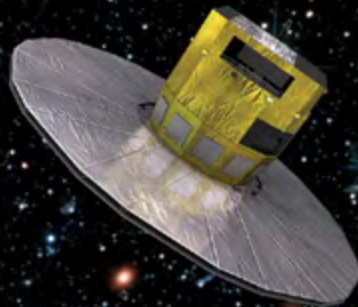
euclid

Rivelando l'energia oscura, la
materia oscura e il destino
dell'Universo in espansione



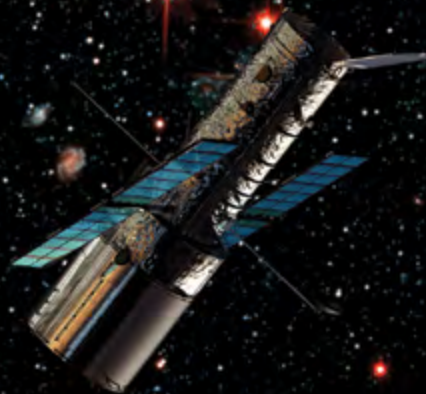
gaia

Indagando miliardi di stelle



hst

Espandendo le frontiere
dell'Universo visibile



xmm-newton

Guardando a fondo
nell'Universo caldo e violento



integral

Cercando gli estremi
dell'Universo



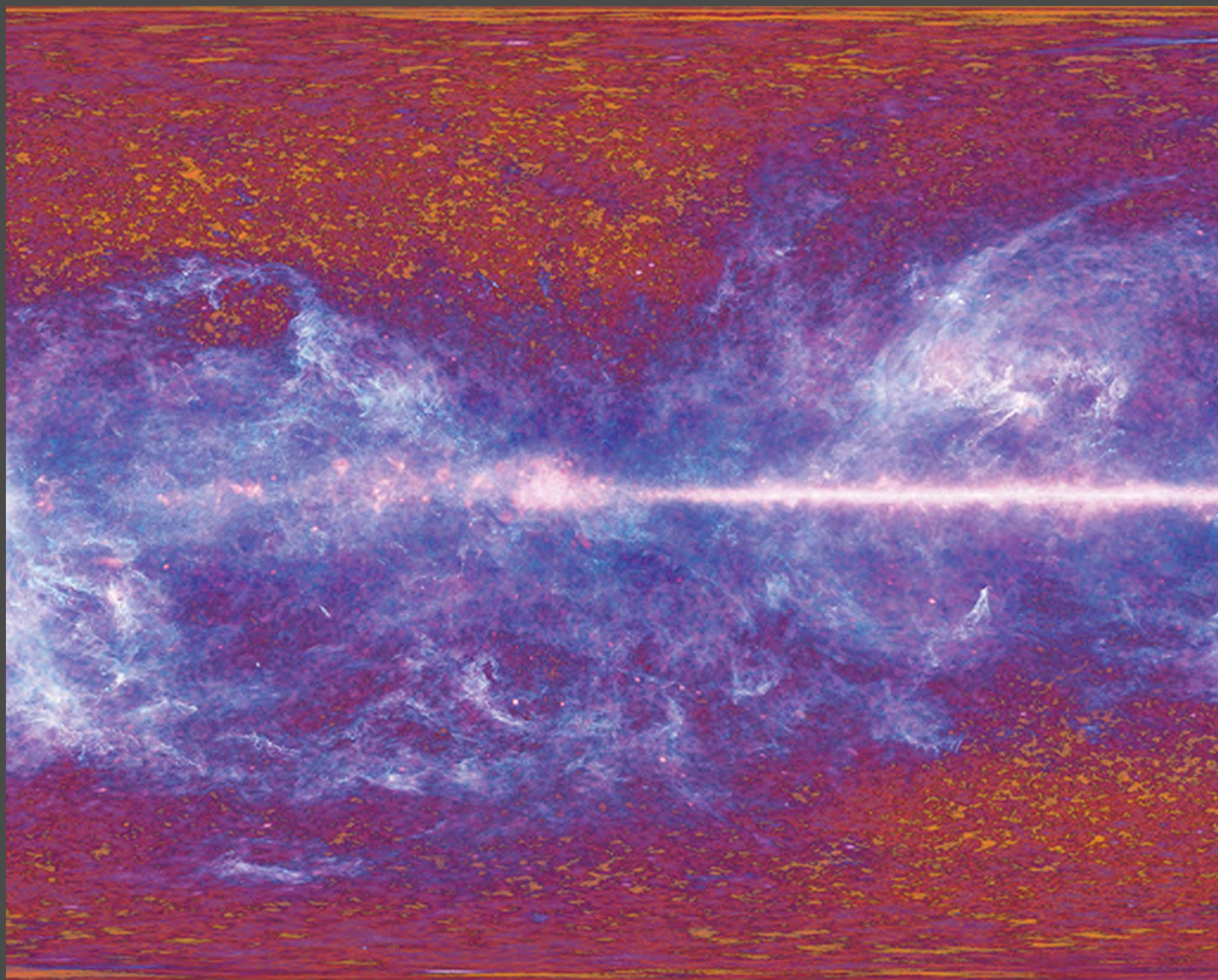
infrarossi

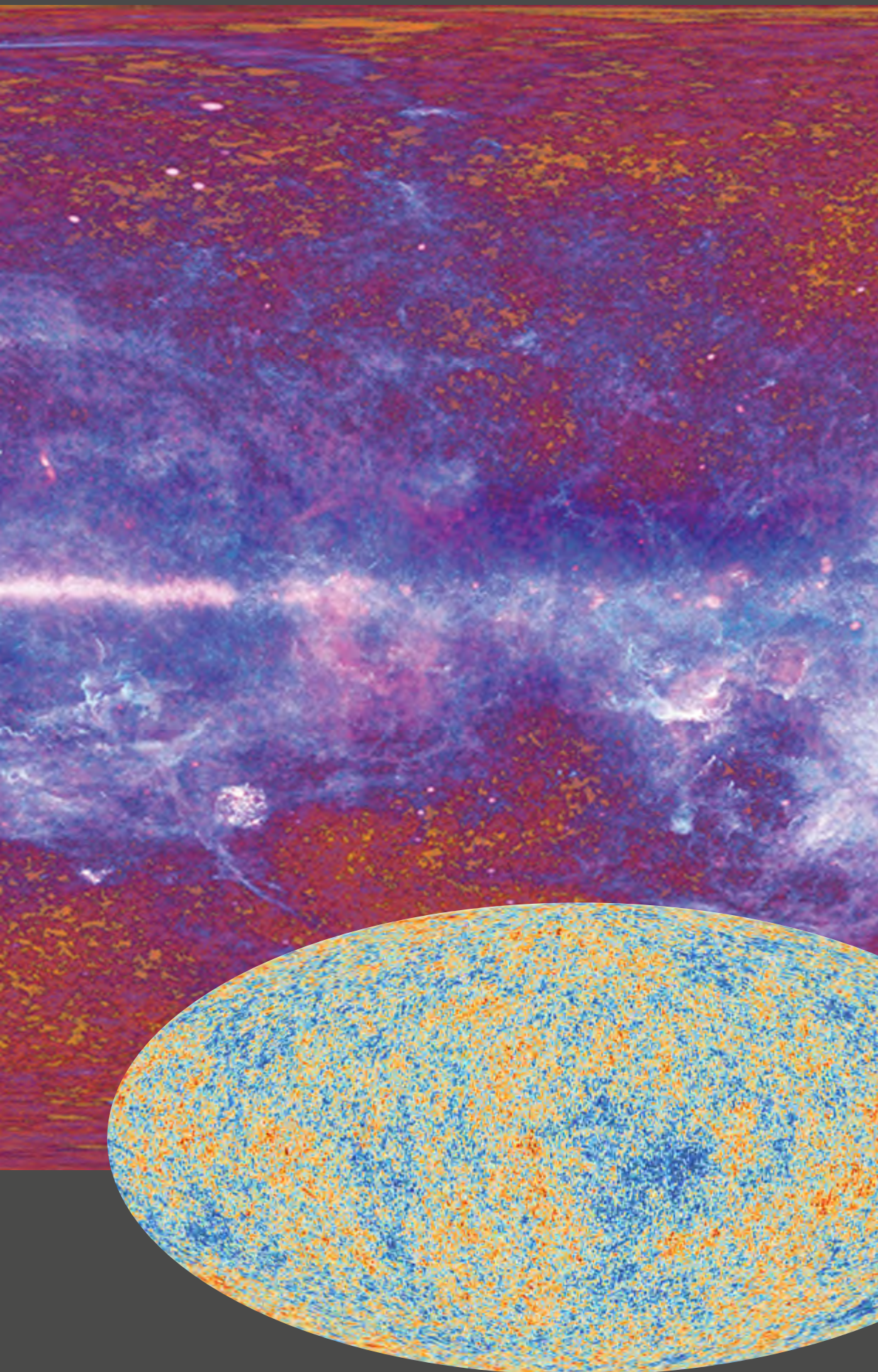
ottico

ultravioletto

raggi X

raggi gamma





La macchina del tempo

L'osservatorio spaziale Planck dell'ESA ha ottenuto la mappa più dettagliata mai creata delle radiazioni cosmiche di fondo – il relitto radioattivo del Big Bang (in basso). Questa immagine è una istantanea della luce più antica nel nostro Universo di 13,8 miliardi di anni, impressa sui cieli 380.000 anni dopo il Big Bang.

A quell'epoca, il giovane Universo era riempito di una zuppa densa e bollente di protoni, elettroni e fotoni che interagivano tra di loro a circa 2700 °C. Quando i protoni e gli elettroni si sono uniti per formare gli atomi di idrogeno, è stata sprigionata la luce. Nel corso dell'espansione dell'Universo, questa luce è stata stirata fino a raggiungere le lunghezze delle microonde, equivalente a una temperatura di poco più di 2,7 °C al di sopra dello zero assoluto di -273 °C.

Le radiazioni cosmiche di fondo mostrano piccole fluttuazioni delle temperature che corrispondono a regioni di densità leggermente differente nei primissimi attimi, e che rappresentano i semi di tutte le strutture future: le stelle e le galassie di oggi. Gli scienziati ritengono che queste fluttuazioni si siano verificate subito dopo il Big Bang e siano state estese su dimensioni cosmiche molto grandi durante un breve periodo di espansione accelerata nota come inflazione.

Planck è stato progettato per mappare queste fluttuazioni, che ammontano solo a una frazione di grado, attraverso l'intero cielo a una risoluzione e sensibilità maggiore che in passato. Analizzando la natura e la distribuzione dei semi nell'immagine a microonde di Planck, i cosmologi sono in grado di determinare la composizione e l'evoluzione dell'Universo dalla sua nascita fino a oggi.

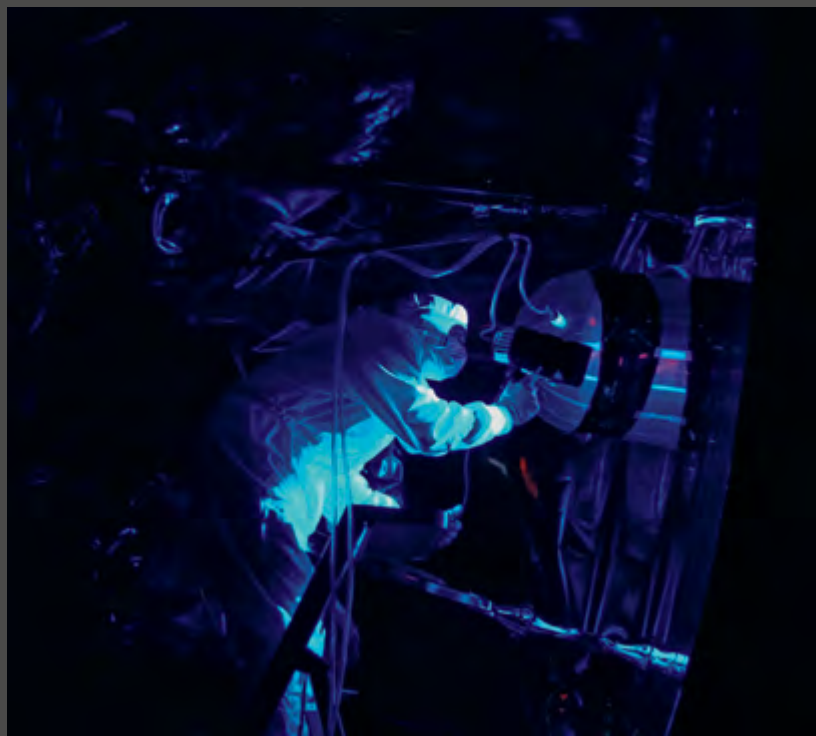
Estrarre informazioni così dettagliate richiede un'analisi molto accurata. L'immagine a sinistra mostra lo sfondo a chiazze della radiazione di fondo con il gas e la polvere della Via Lattea che si estende al centro. È stato necessario rimuovere tutte le emissioni in primo piano per far emergere i deboli segnali nello schema della radiazione di fondo. Planck ha terminato la propria missione nell'ottobre 2013 ma è ancora in corso l'analisi dei dati per estrarre altre informazioni sui primissimi momenti della vita dell'Universo.

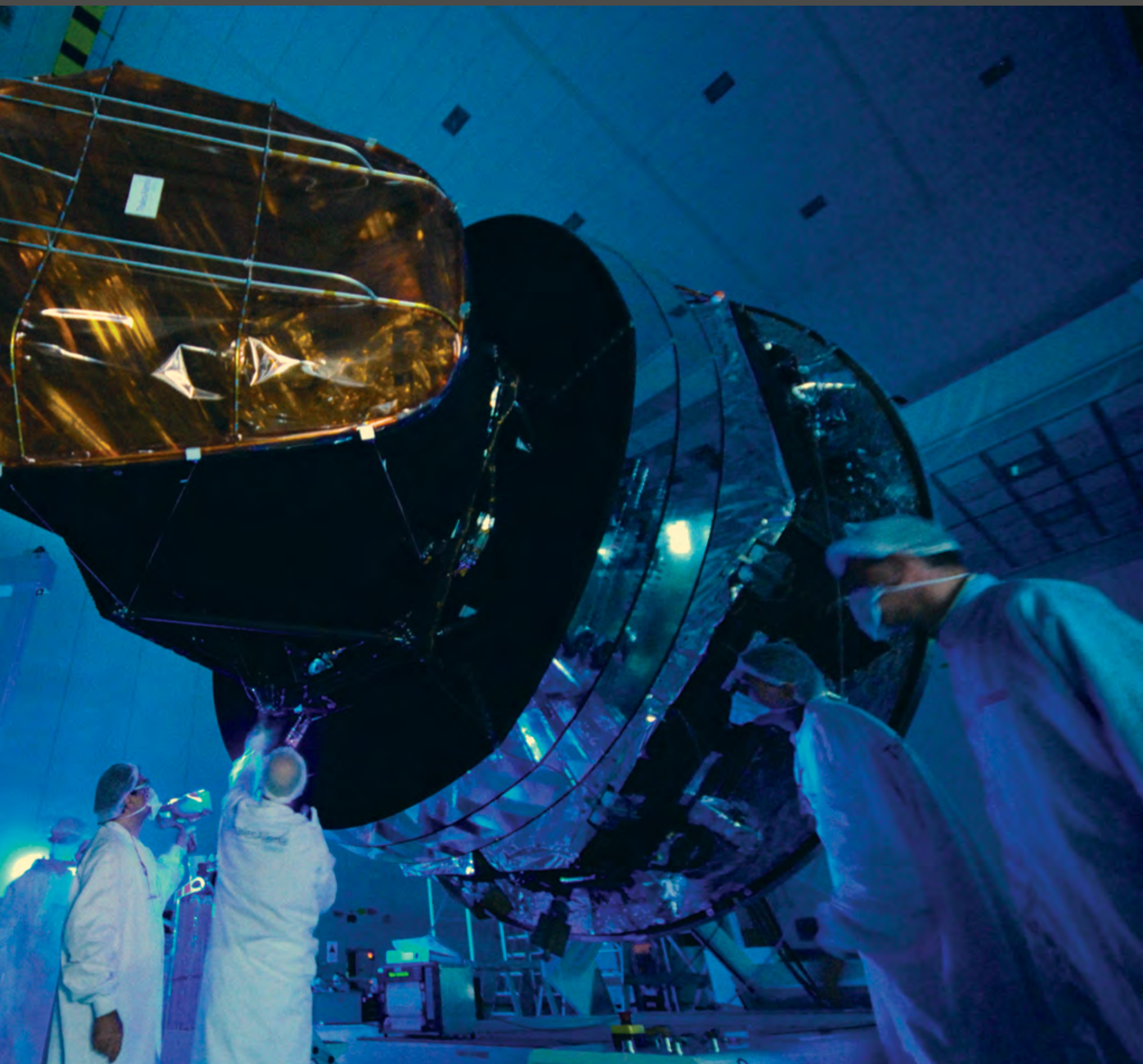
Viaggio al limite dello zero assoluto

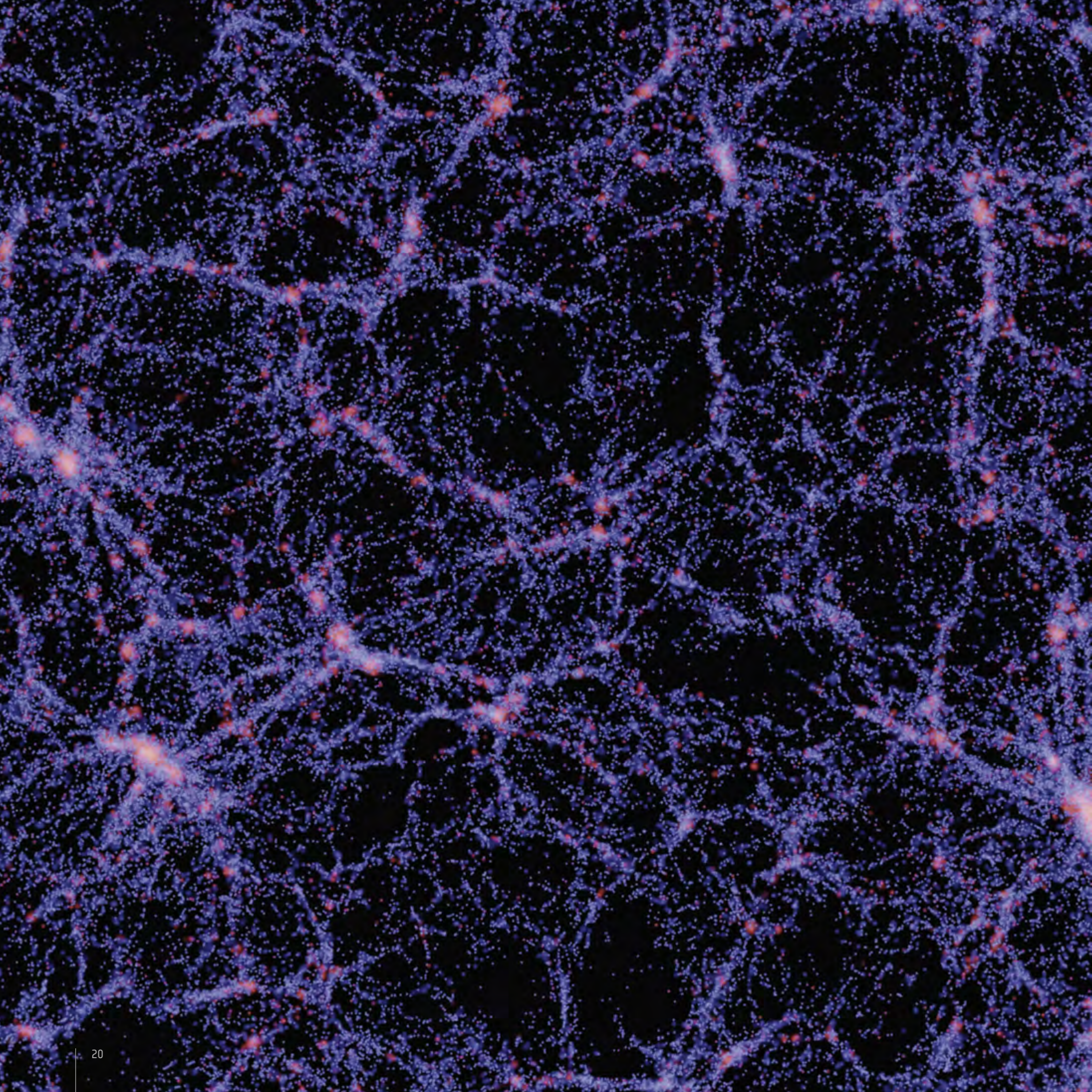
L'osservatorio Planck dell'ESA è stato controllato per individuare eventuali contaminazioni prima del lancio del 2009, insieme al telescopio spaziale Herschel. Planck era davvero notevole poiché conteneva gli oggetti più freddi mai mandati nello spazio: una tecnologia criogenica avanzata ha portato i rilevatori dello Strumento ad alta frequenza fino a un decimo di grado di distanza dallo zero assoluto. Questa temperatura di funzionamento estrema era necessaria per osservare le caratteristiche più fredde dell'Universo – la radiazione cosmica di fondo – altrimenti i risultati sarebbero stati sommersi dalle emissioni del rilevatore.

Ma nessun sistema avrebbe potuto raggiungere la temperatura obiettivo di Planck in una sola fase. Al contrario, il veicolo spaziale ha usato una catena composta da quattro diverse tecniche di raffreddamento, annidate tra di loro come una matriosca. Ognuna di esse ha abbassato la temperatura a un punto tale che consentisse alla successiva di dare inizio al proprio lavoro. Questo processo è iniziato usando scudi termici passivi, quindi una coppia di raffreddatori a espansione a gas a ciclo chiuso (una basata su idrogeno, l'altra su elio), fino a uno stadio finale basato sulle curiose proprietà dell'elio liquido: l'evaporazione di un composto di atomi di elio-3 ed elio-4 raffredda quanto rimane del miscuglio. Raggiungere $-273,05\text{ }^{\circ}\text{C}$ ha richiesto tre mesi, durante i quali Planck si è diretto verso la posizione di osservazione a 1,5 milioni di km dalla Terra.

Ora che i diversi metodi di raffreddamento di Planck sono stati dimostrati in volo saranno disponibili per altre missioni e strumenti, offrendo un mezzo per migliorare le prestazioni dei sensori usati per l'ambiente e per l'astronomia a infrarossi.





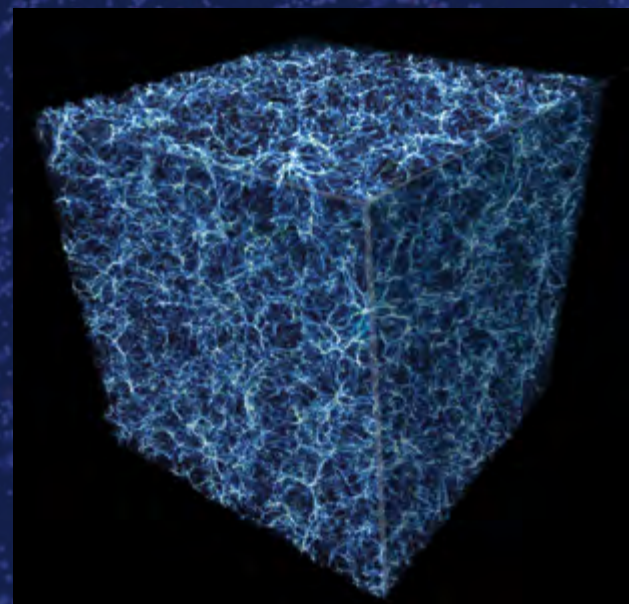


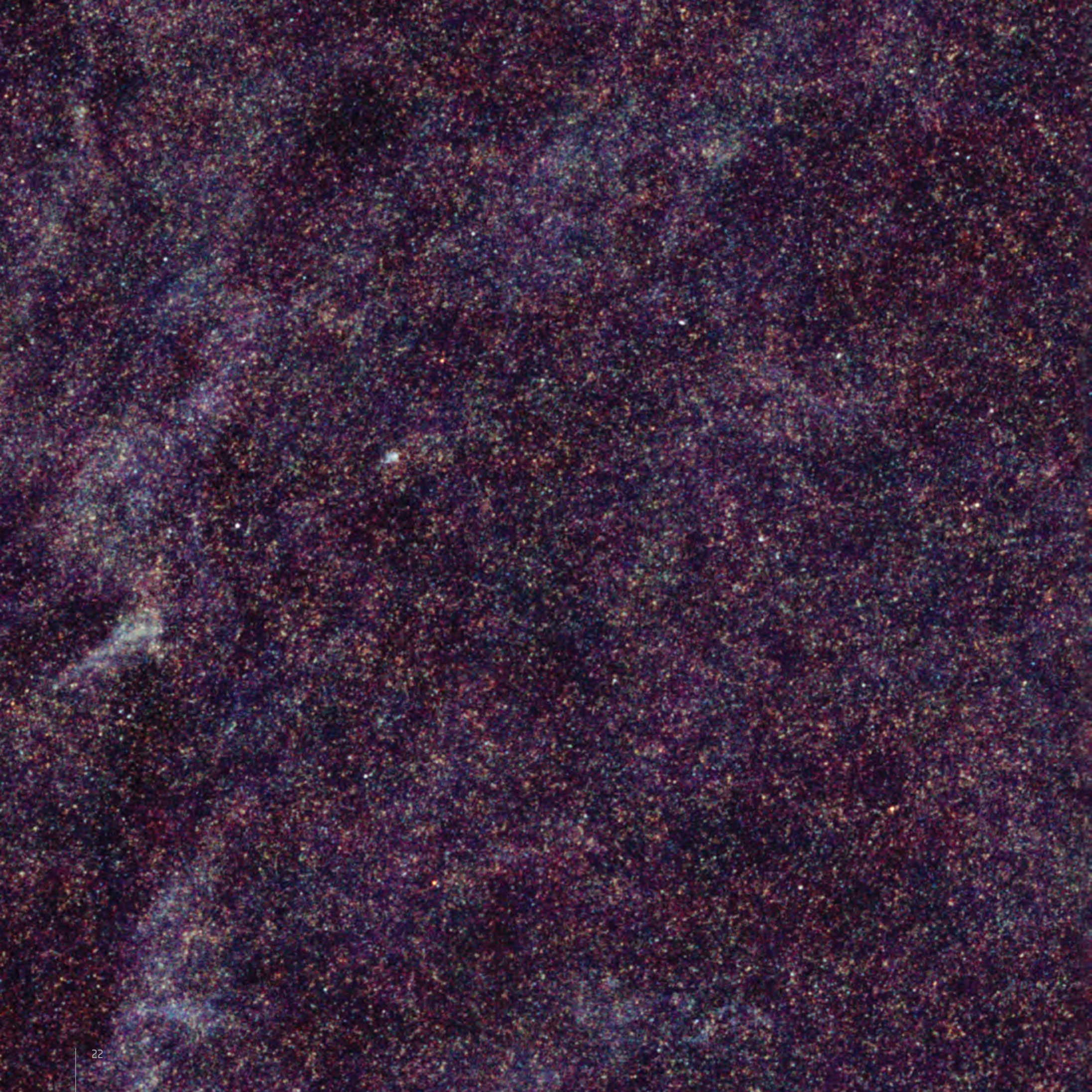
Una mappa del tutto

Questa immagine, che emerge dalle complessità di una simulazione al computer, è la nostra migliore comprensione della struttura a grande scala della materia contenuta nell'Universo. Essa illustra come il cosmo da poco venuto alla luce e rivelato dalla radiazione cosmica di fondo si è evoluto nei 13 miliardi di anni successivi al Big Bang. L'aggregazione estrema di ammassi e superammassi di galassie separate da spazi vuoti è determinata dalla gravità, generata sia dalla materia ordinaria – la materia di cui siamo fatti, e che rappresenta solo il 4% dell'energia nell'Universo – sia dalla 'materia oscura', che può essere rilevata solo attraverso la sua influenza gravitazionale ma che rappresenta il 30% dell'Universo. Quanto rimane – la parte più grande – dell'energia dell'Universo è attribuito a una misteriosa 'energia oscura' che determina l'accelerazione corrente dell'espansione cosmica.

Questa immagine proviene dalla Millennium Simulation realizzata dal Max Planck Institute for Astrophysics' – una simulazione creata su un super-computer dell'espansione dell'Universo all'interno di un cubo di due miliardi di anni luce, il cui punto di partenza è la radiazione cosmica di fondo conosciuta prima di Planck. I risultati di Planck miglioreranno l'accuratezza delle simulazioni future.

Euclid, una missione ESA che sarà lanciata nel 2020, confronterà i risultati di queste simulazioni con la realtà osservata. Euclid misurerà la metà del cielo non oscurata dalle stelle e dalle nuvole nella Via Lattea in una indagine su grande scala attraverso 10 miliardi di anni. La sua missione durerà sei anni e si occuperà di mappare la struttura a grande scala dell'Universo in 3D con un'accuratezza senza precedenti. L'evoluzione dell'aggregazione della materia visibile e oscura, a partire dalla nascita dell'Universo, è influenzata dalla presenza dell'energia oscura, consentendoci di indagarne le proprietà. Euclid darà agli scienziati la mappa più accurata mai realizzata dell'Universo visibile.



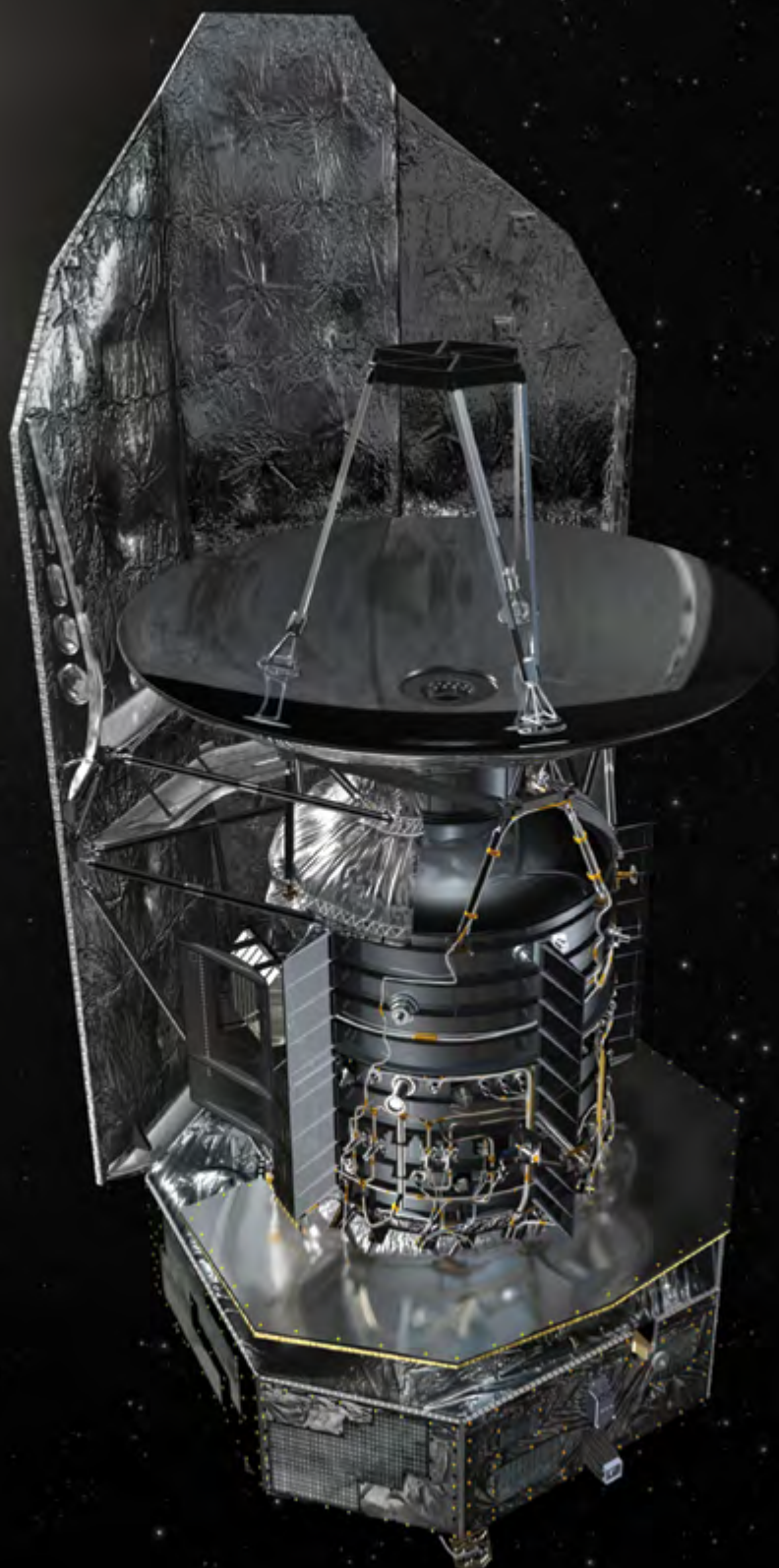


Galassie come granelli di sabbia

Un segmento dello spazio profondo che alla luce visibile si presentava totalmente vuoto assume un aspetto del tutto differente quando viene osservato dalla missione gemella di Planck, Herschel – il più grande telescopio a infrarossi a volare nello spazio. Questa immagine copre un'area pari a circa 70 Lune piene. Quasi tutti i 6000 punti di luce sono delle galassie ricolme di stelle da poco formatesi, molte sono oscurate da nubi di polveri su lunghezze d'onda ottiche, ma sono visibili con gli infrarossi.

Alcune delle galassie visibili qui sono molto vicine alla nostra, altre si allontanano nello spazio e nel tempo – fino a 12 miliardi di anni, e la luce è emessa solo due miliardi di anni dopo il Big Bang. La luminosità indica il numero di stelle in formazione – le evidenze suggeriscono che tanto più distante e antica è la galassia, maggiore sarà il numero di stelle in formazione. La Via Lattea genera solo poche stelle ogni anno, ma tre miliardi di anni fa la percentuale tipica di formazione era migliaia di volte superiore.

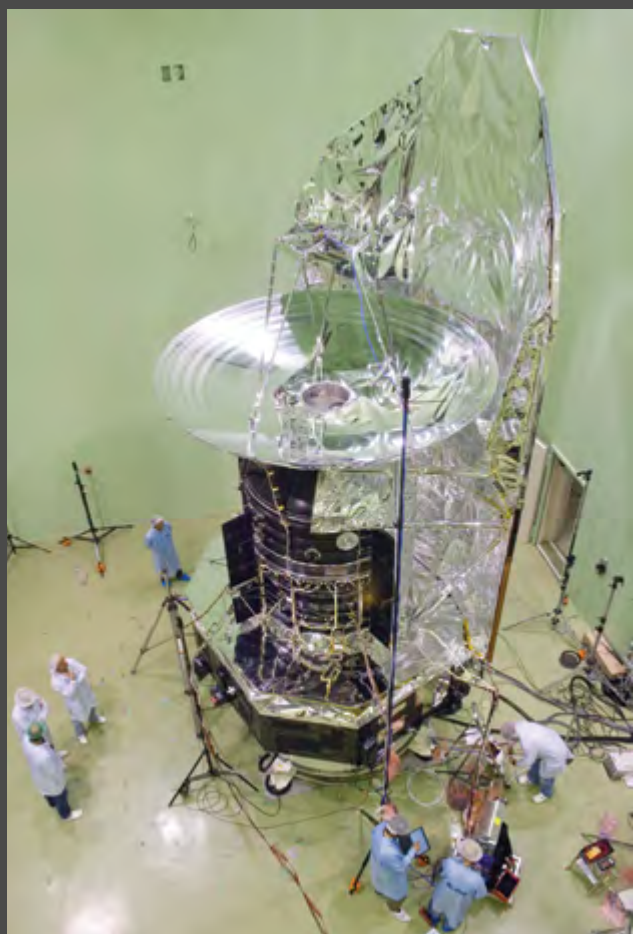
Questa immagine del 2010 fa parte dell'indagine Atlas effettuata da Herschel, il cui obiettivo era di mappare circa un ottavo del cielo nel corso della vita dell'osservatorio, campionando circa 250.000 galassie in tutto.



Uno sguardo freddo

Il telescopio spaziale a infrarossi Herschel dell'ESA, lanciato con Planck nel 2009, aveva il singolo specchio più grande mai mandato nello spazio. Con i suoi 3,5 metri, era dotato di un'area di raccolta due volte più grande del telescopio spaziale Hubble, ma con una massa pari a un terzo. Mentre lo specchio principale di Hubble era in vetro, quello montato su Herschel è stato realizzato con un materiale mai usato per lo spazio: ceramica al carburo di silicio, originariamente sviluppato come diamante sintetico. Prodotto in 12 segmenti saldati assieme, lo specchio pesava solo 300 kg – uno specchio paragonabile simile a quello di Hubble sarebbe pesato quasi 1,5 tonnellate.

Oltre alla sua forza e resistenza, il carburo di silicio è praticamente immune dalla deformazione causata dalle temperature. Ciò è importante perché Herschel ha operato a temperature estremamente basse. Herschel ha studiato gli oggetti freddi che irradiano calore e non luce, pertanto i suoi rilevatori dovevano lavorare a -271°C o meno. A temperature leggermente meno fredde i rilevatori stessi avrebbero emesso infrarossi, oscurando le deboli emissioni dei loro obiettivi. A differenza del sistema di raffreddamento interamente attivo di Planck, tuttavia, Herschel faceva affidamento su una alimentazione di bordo iniziale di 2300 litri di elio superliquido che gradualmente sarebbe stato consumato dall'ebollizione, oltre a raffreddatori dedicati per la strumentazione. Questo 'criostato' ha mantenuto la temperatura del veicolo nello stesso modo in cui il corpo umano usa il sudore che evapora dalla pelle per restare fresco. Questo significa che Herschel è stata una missione con una durata limitata: la sua missione nel freddo Universo è terminata ad aprile 2013.





Il filo della creazione

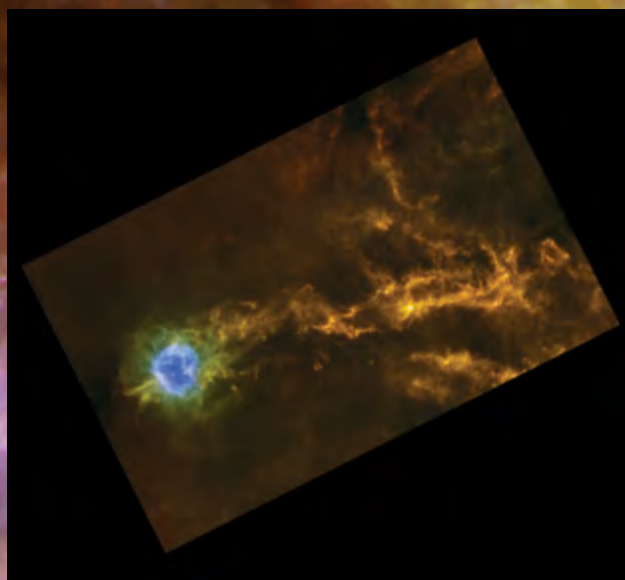
Reti caotiche di polvere e gas segnalano la prossima generazione di stelle massive in questa immagine dell'incubatrice di stelle Cygnus-X catturata da Herschel. Cygnus-X è una regione estremamente attiva che genera stelle di grandi dimensioni a 4500 anni luce dalla Terra, nella costellazione di Cygnus, il Cigno.

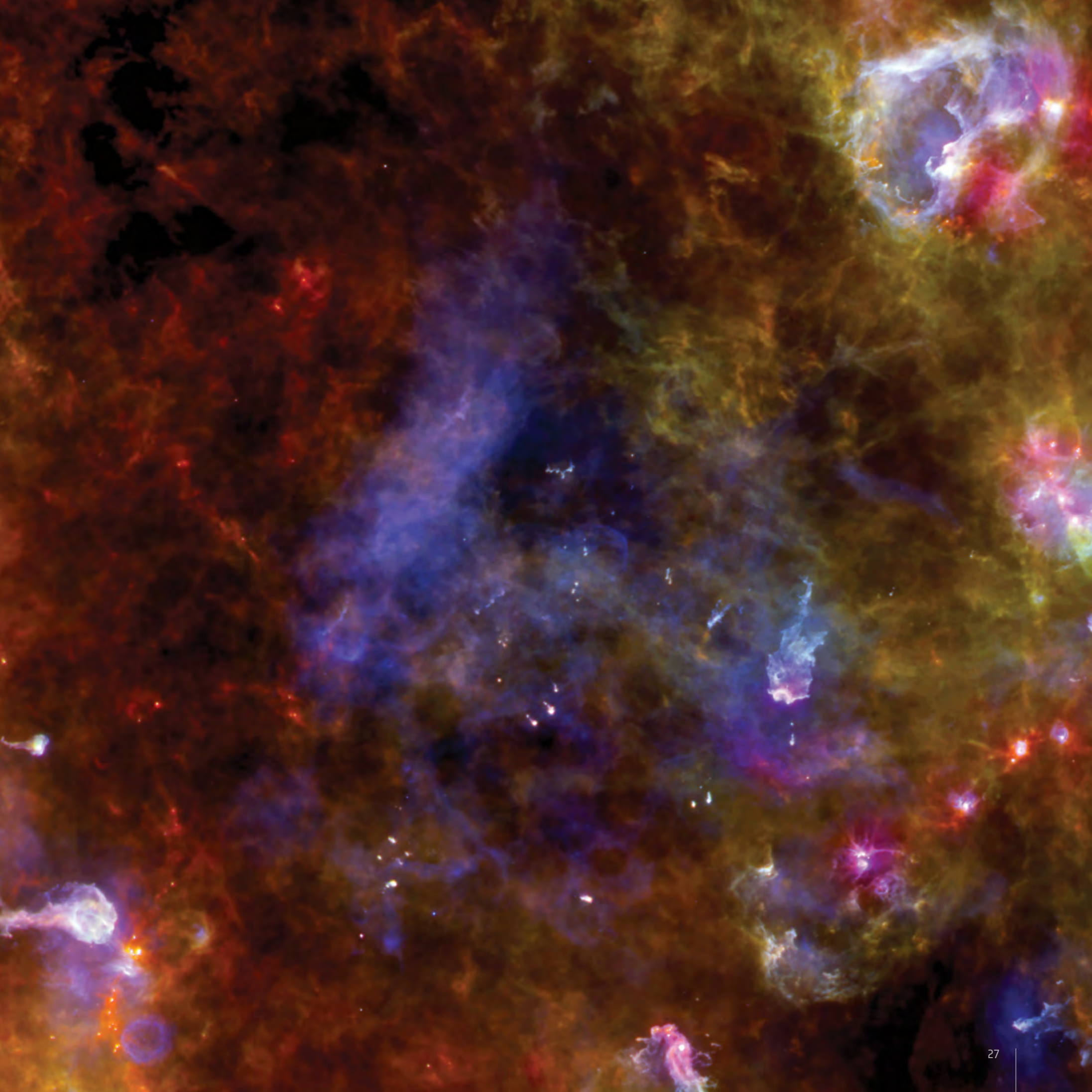
Utilizzando gli occhi a lontani infrarossi di Herschel, gli astronomi hanno cercato le regioni in cui la polvere viene gentilmente riscaldata dalle stelle, puntandoli verso dense masse di gas in cui si stanno formando le nuove generazioni di stelle. Le aree bianche e luminose evidenziano le zone in cui stelle di grandi dimensioni sono emerse di recente dalle turbolenze.

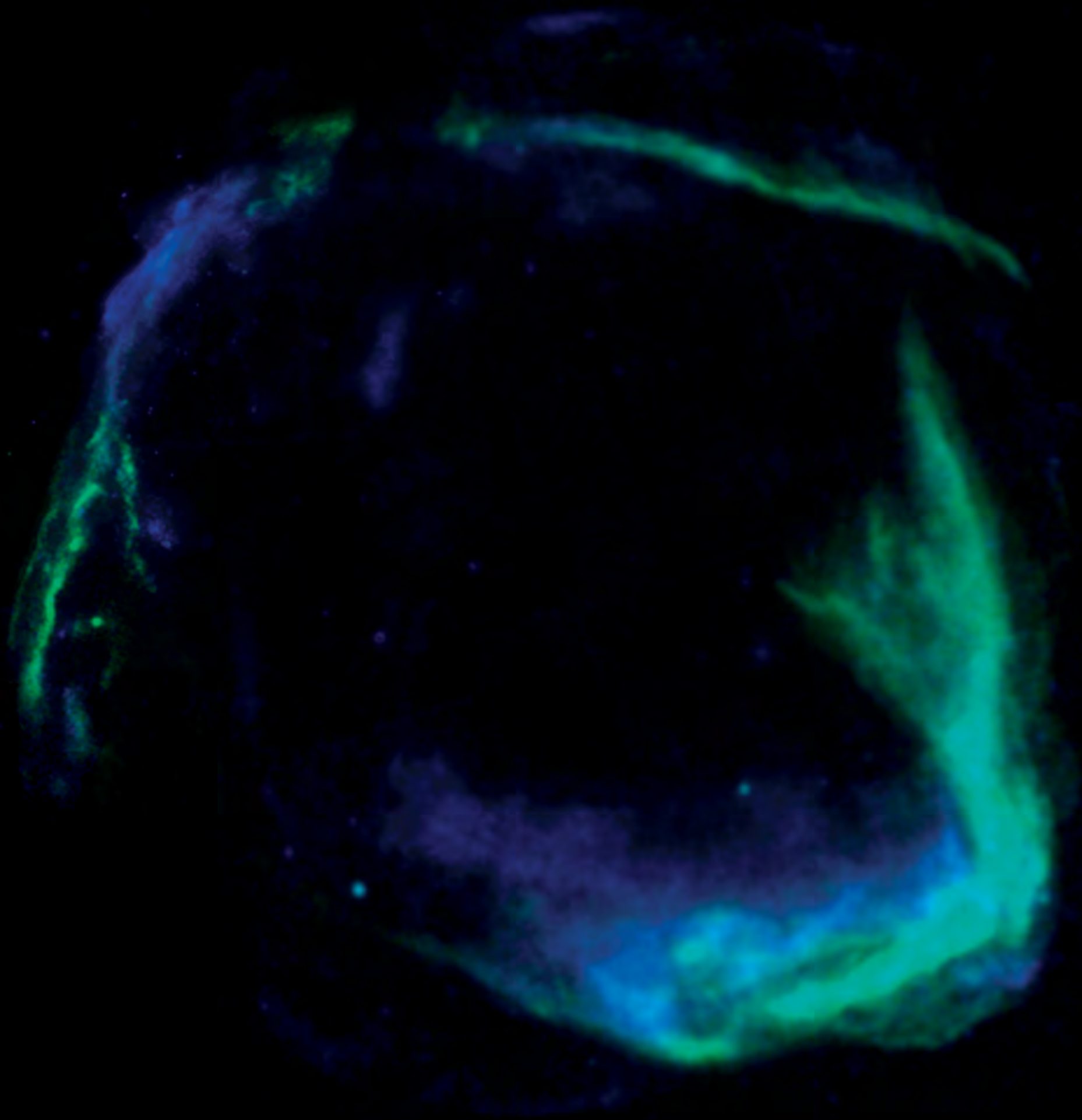
Qui, densi grovigli di gas e polveri contrassegnano le intersezioni in cui i filamenti si incontrano e collassano per formare nuove stelle, e in cui strutture simili a bolle vengono ricavate dalla loro immensa radiazione. Nella parte centrale destra dell'immagine, una violenta radiazione e forti venti provenienti da stelle non rilevate dalle lunghezze d'onda di Herschel hanno parzialmente rischiarato e riscaldato il materiale interstellare, illuminato in blu in questa rappresentazione. La parte sinistra della scena è dominata da una colonna di gas.

Herschel è stato il primo osservatorio a coprire l'intera gamma che va dalle lunghezze d'onda a lontano infrarosso a quelle submillimetriche, esplorando più di ogni altra missione precedente il lontano infrarosso per analizzare regioni fredde e polverose altrimenti invisibili, vicine e lontane.

L'immagine in riquadro mostra un filamento gassoso tracciato grazie alle sue polveri all'interno del centro della nebulosa Bozzolo. Herschel ha mostrato che, indipendentemente dalla lunghezza o della densità di un filamento, l'ampiezza è sempre la stessa: circa 0,3 anni luce, vale a dire circa 20.000 volte la distanza della Terra dal Sole. Si ritiene che questi filamenti ospitino centinaia di nuove stelle.









Un fantasma a raggi X

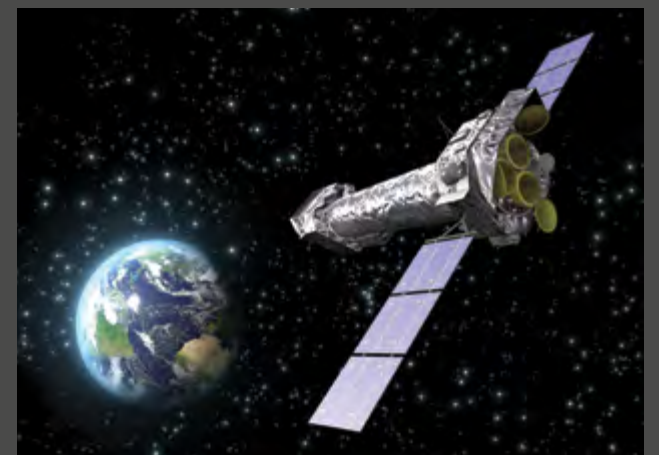
Evidenziati dai raggi X, gli spettrali resti di RCW 86, la prima supernova registrata dagli astronomi, visualizzata dagli osservatori a raggi X XMM-Newton dell'ESA e Chandra della NASA. I cinesi osservarono l'evento nel 185 d.C., documentando una misteriosa 'stella ospite' che brillò nel cielo per otto mesi. La visione a raggi X rivela il gas interstellare riscaldato a milioni di gradi dal passaggio dell'onda d'urto della supernova.

L'immagine a sinistra combina i dati di XMM-Newton e Chandra con un trattamento ottico dei dati, e mostra una giovane pulsar – una stella estremamente densa che ruota velocemente – a fianco dei resti di una supernova nella Piccola Nube di Magellano, una galassia nana vicina alla nostra.

Osservando il cielo ad alte energie, viene rivelato un Universo fatto di stelle che esplodono, buchi neri e nuvole di gas incandescente. Con temperature di milioni di gradi, questi oggetti ad alta energia brillano alle lunghezze d'onda a raggi X ma non alla luce visibile.

I raggi X altamente energetici vengono riflessi solo ad angoli molto piccoli. Mentre la luce visibile viene riflessa da uno specchio come una palla che rimbalza sulla parete, i riflessi dei raggi X somigliano a una pietra che cade in uno stagno. Gli specchi dei telescopi devono essere puntati di lato, non di fronte: XMM-Newton usa più di 250 specchi con nickel rivestito d'oro.

Integral, l'osservatorio a raggi X duri e raggi gamma morbidi dell'ESA, collega la banda di energia osservata da XMM-Newton e Chandra con quella delle missioni spaziali per i raggi gamma ad alta energia e degli osservatori di terra per i raggi gamma ultra-alte. Con la sua telecamera ottica e i rilevatori di alta energia, Integral è in grado di osservare simultaneamente oggetti con raggi gamma, raggi X e luce visibile. Nonostante sia unico nella sua capacità di studiare la nucleosintesi – la produzione di nuovi nuclei atomici – nella nostra galassia, gli obiettivi di Integral includono un'ampia gamma di fenomeni astrofisici ad alta energia, come le esplosioni a raggi gamma – violente deflagrazioni sui bordi dell'Universo osservabile – e obiettivi più vicini, come questa indagine a raggi X duri della Via Lattea (in basso a sinistra).



Vita e morte delle stelle

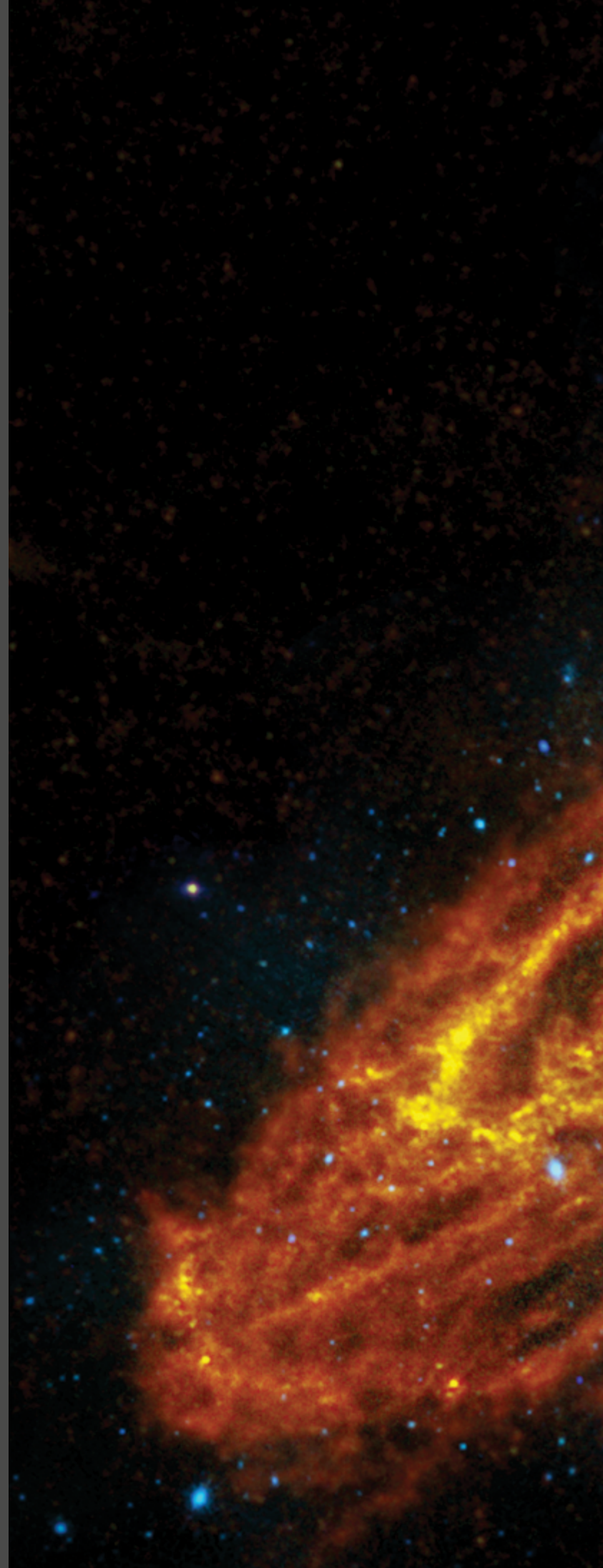
Combinare gli osservatori spaziali ESA offre prospettive ancora più ricche. Questa vista dettagliata della galassia M31 Andromeda, simile alla nostra Via Lattea, è stata realizzata da Herschel e XMM-Newton insieme. Herschel (arancione) vede anelli di nuove stelle mentre XMM-Newton (blu) mostra stelle moribonde che inviano raggi X nello spazio.

Sensibile alla luce a infrarossi, Herschel ha scoperto nuvole di polvere e gas freddi nel punto in cui si formano le stelle. All'interno di queste nuvole si trovano diversi bozzoli di polvere contenenti stelle in formazione, ognuna delle quali si addensa in una lenta contrazione gravitazionale che può durare centinaia di milioni di anni. Una volta che la stella è sufficientemente densa inizia a brillare alla luce visibile, ed emerge dalla nube che le ha dato la vita diventando visibile ai telescopi ordinari. Herschel ha individuato almeno cinque anelli concentrici di gas generatori di stelle segnalati dalla loro polvere, probabilmente le conseguenze di una collisione con un'altra galassia.

Sovrapposta all'immagine a infrarossi, la vista a raggi X quasi simultanea di XMM-Newton. Mentre gli infrarossi rivelano la nascita delle stelle, i raggi X solitamente ne mostrano la fine e le immagini ottiche mostrano come sono le stelle nel corso della loro vita, come il nostro Sole.

XMM-Newton evidenzia centinaia di sorgenti a raggi X all'interno di Andromeda, molte delle quali sono ammassate intorno al centro. Alcune di queste sono onde d'urto e detriti che vagano nello spazio a seguito dell'esplosione di stelle, altre sono coppie di stelle bloccate in combattimenti gravitazionali mortali.

In questi abbracci mortali, una stella è già morta ed estrae gas dalla sua compagna ancora in vita. Mentre il gas precipita nello spazio, si riscalda fino a milioni di gradi ed emette raggi X. La stella in vita verrà in larga parte consumata, e la sua massa sarà strappata via dalla forza del suo partner più denso. Quando il cadavere stellare si avvolge con il gas che ha sottratto potrebbe esplodere.





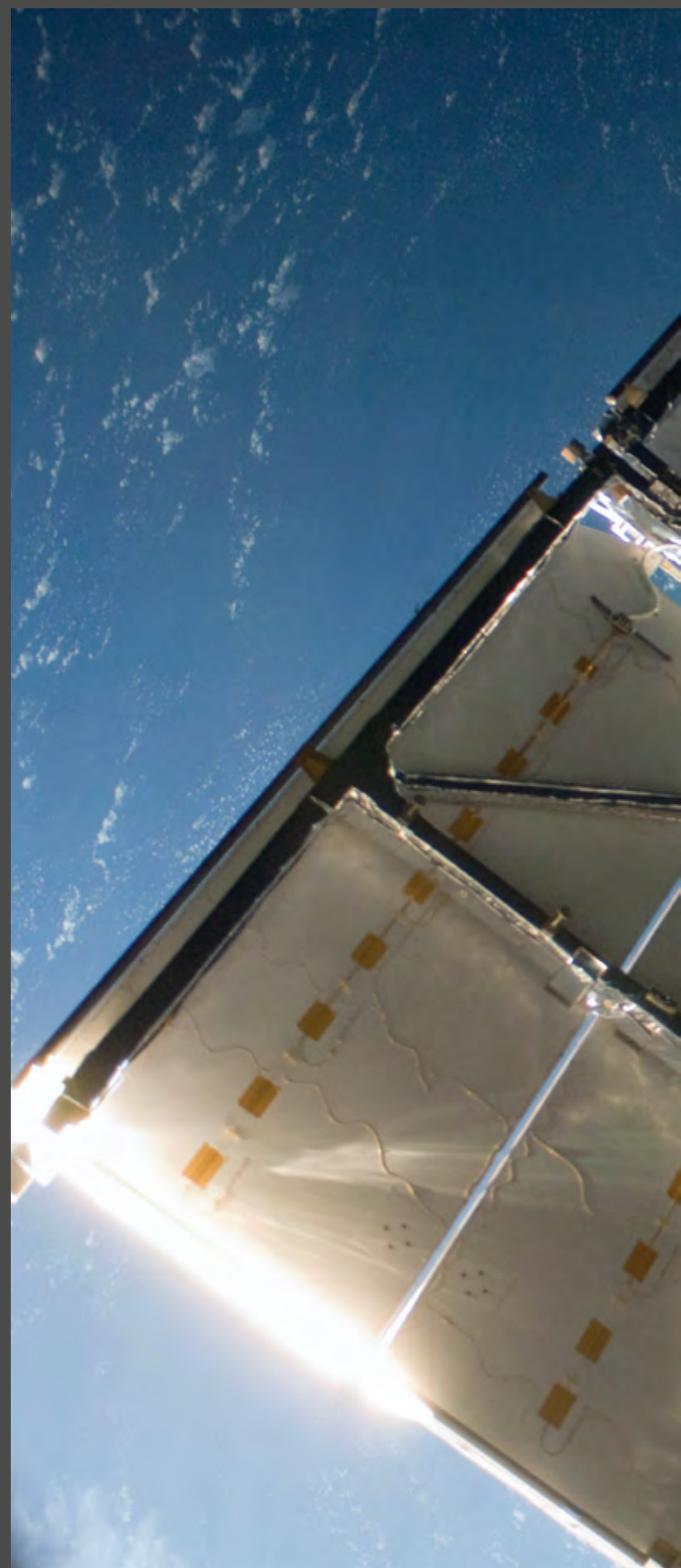
L'Universo di Hubble

Più di ogni altra missione spaziale, il telescopio spaziale Hubble della NASA–ESA ha cambiato il modo in cui osserviamo l'universo. Ci sono molti telescopi ottici più grandi dello specchio di 2,4 metri di diametro di Hubble, ma esso è il solo a essere in funzione al di là della distorsione causata dall'influenza dell'atmosfera terrestre. Alla fine del 2011 è stato pubblicato il decimillesimo articolo scientifico basato sui risultati di Hubble.

L'ESA è entrata nel progetto nel 1977 per ottenere il 15% del tempo di osservazione di Hubble e ciò si è dimostrato un ottimo affare. In cambio, l'Agenzia ha contribuito alla Faint Object Camera, ha progettato e costruito le ali solari di Hubble e fornito supporto tecnico e scientifico durante la vita operativa della missione.

Lanciato nel 1990, Hubble è stato periodicamente rinnovato da parte degli astronauti dello Space Shuttle che hanno sostituito strumenti e altri componenti nel corso di cinque missioni di manutenzione, con due astronauti ESA, Claude Nicollier e Jean-François Clervoy che hanno svolto ruoli chiave in due missioni. Gli astronauti USA John Grunsfeld (a sinistra) e Andrew Feustel sono ritratti durante la loro missione di assistenza finale del 2009. Sebbene le ali solari attuali di Hubble siano state costruite dagli USA, il loro meccanismo guida centrale e i dispositivi elettronici che le tengono allineate al Sole restano europei. Inoltre l'ESA ha 15 scienziati nello Space Telescope Science Institute, il centro responsabile delle operazioni scientifiche di Hubble, mentre gli ingegneri dell'ESA hanno fornito consulenze su tutte le missioni di servizio di Hubble.

Trovandoci al termine dell'era degli Shuttle, mentre Hubble è più potente che mai, l'ultima missione verso il telescopio spaziale sarà quasi sicuramente priva di equipaggio umano, molto probabilmente si tratterà di un robot che collegherà uno stadio di propulsione per l'uscita dall'orbita del venerando osservatorio spaziale – ma ciò accadrà solo fra molti anni a venire.







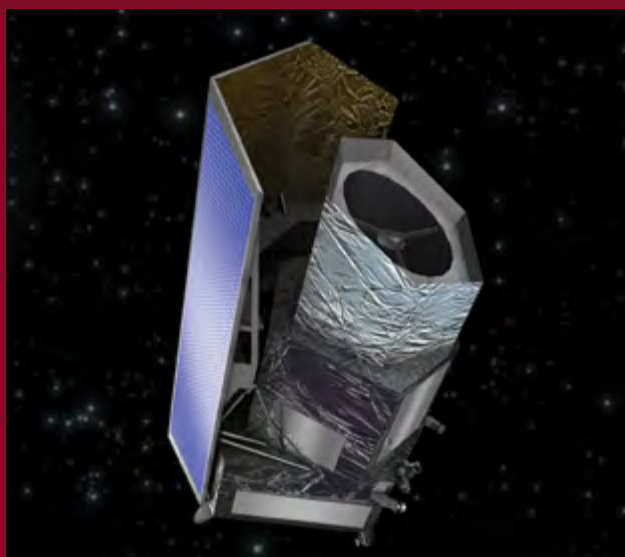
Materia oscura, nascosta in piena vista

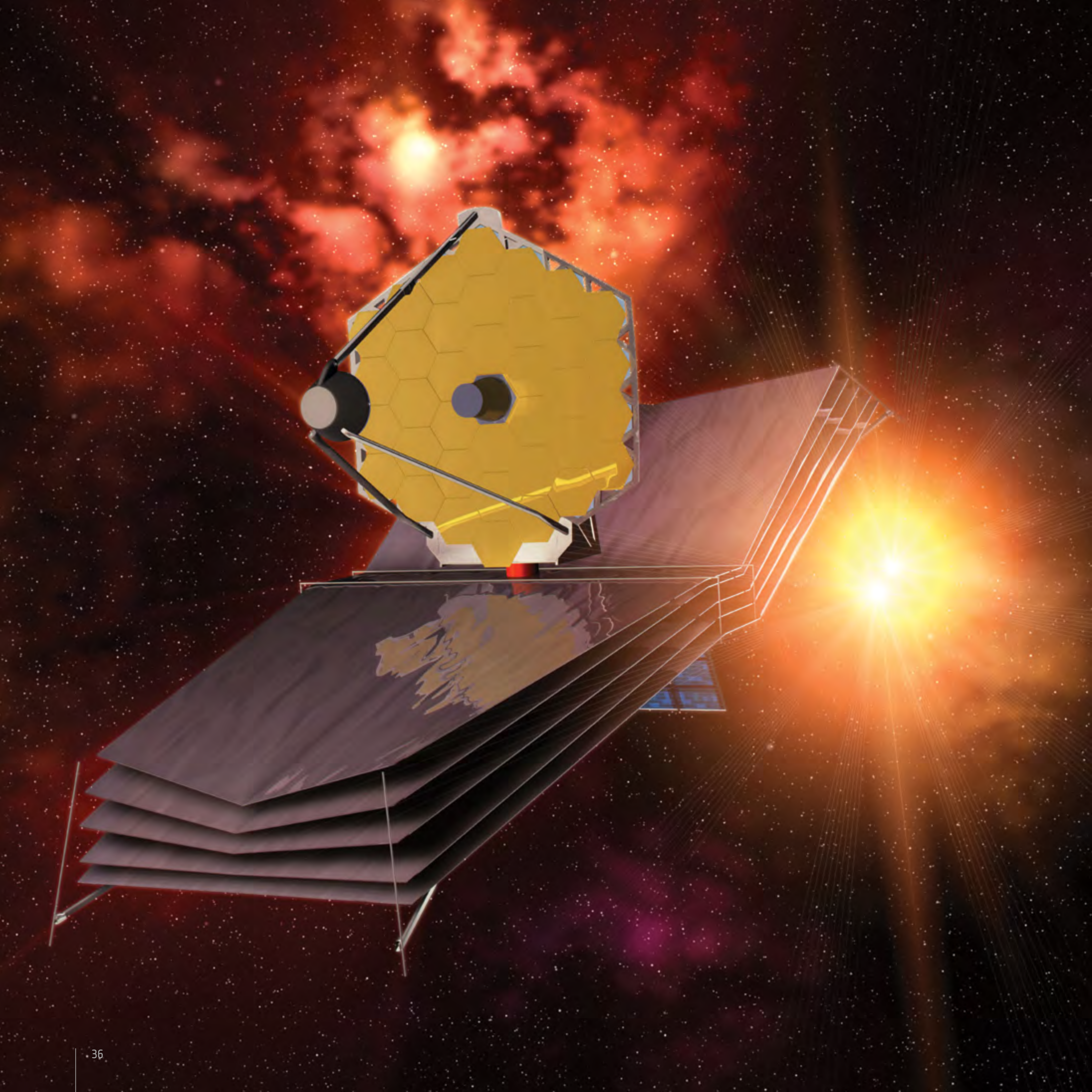
Questa immagine di Hubble rivela la presenza nascosta della materia oscura nell'ammasso di galassie MACS J1206.2-0847. A circa 4,5 miliardi di anni luce di distanza nella costellazione della Vergine, questo raggruppamento di galassie è stato ammassato dalle loro rispettive gravità, inclusa quella della materia oscura. Il campo gravitazionale risultante dell'ammasso è così intenso che piega e distorce i raggi della luce provenienti da galassie lontane, stirandoli e contorcendoli in uno schema circolare intorno al centro.

La materia oscura costituisce gran parte della massa dell'Universo – è circa cinque volte quella della materia visibile – ma può essere rilevata soltanto misurando il modo in cui la sua gravità trascina la materia visibile e avvolge lo spazio come una stanza degli specchi, distorcendo la luce degli oggetti lontani. Gli ammassi di galassie come MACS 1206 sono dei perfetti laboratori per studiare gli effetti gravitazionali della materia oscura perché sono le strutture più massicce dell'Universo. A causa del loro peso, gli ammassi agiscono come enormi lenti cosmiche, ingrandendo, distorcendo e piegando la luce che passa attraverso di loro, un effetto conosciuto come lente gravitazionale.

Questo ammasso è stato uno dei primi obiettivi di una indagine che consentirà agli astronomi di costruire le mappe più dettagliate della materia oscura sul maggior numero di ammassi di galassie raggiunto sino a ora, chiamata Cluster Lensing And Supernova Survey with Hubble, o CLASH.

La missione Euclid dell'ESA studierà lo stesso fenomeno su scala più ampia, analizzando effetti più leggeri di piegatura della luce noti come 'lente gravitazionale lenta' per dare una stima affidabile non solo della distribuzione della materia oscura dell'Universo, ma anche della misteriosa energia oscura che lo spinge in direzioni diverse a velocità crescente. Il modo in cui la distribuzione si è evoluta fornirà informazioni sulle proprietà della materia oscura e dell'energia oscura.





Cercando le prime stelle

NASA ed ESA, insieme all'Agenzia Spaziale Canadese, stanno estendendo la propria partnership per Hubble verso il James Webb Space Telescope (JWST), molto più grande e nuovo, il cui lancio con Ariane 5 è previsto nel 2018. Il suo specchio principale di 6,5 metri ha un'area sette volte più grande di quella di Hubble, e lo renderà molto più sensibile.

Posizionato a 1,5 milioni di km dalla Terra, JWST cercherà le stelle e le galassie meno visibili sulle lunghezze d'onda a infrarossi. Trovando rifugio dietro uno schermo solare multi-strato delle dimensioni di un campo da tennis, JWST opererà a -220°C per ottenere una sensibilità ottimale agli infrarossi. Gli oggetti più distanti si allontanano da noi a grande velocità e di conseguenza la loro luce si sposta dall'ultravioletto e dall'ottico nel infrarosso vicino. Questo significa che studiare gli oggetti più lontani nell'Universo richiede un telescopio a infrarossi.

Uno degli obiettivi principali di JWST è di rilevare la primissima generazione di stelle, la prima a formarsi dopo la creazione dell'Universo e molto più grande dei processi odierni di generazione delle stelle / dei processi di generazione delle stelle odierne. Questi giganti stellari si sarebbero formati da idrogeno ed elio – i soli elementi esistenti dopo il Big Bang di 14 miliardi di anni fa – ma hanno svolto la funzione di fornaci cosmiche per produrre tutti gli elementi più pesanti trovati nelle generazioni successive di stelle e galassie – incluse le nostre materie prime. Una teoria sostiene che le esplosioni di raggi gamma sono i fugaci spasmi mortali di queste prime stelle.



Il progetto di Webb

I sei segmenti finali del sistema dello specchio principale del James Webb Space Telescope sottoposti a collaudo ultrafreddo (in alto) presso il Marshall Space Flight Center della NASA in Alabama, USA, nel dicembre 2011.

Lo specchio completo di 6,5 metri di diametro di JWST è costituito da 18 segmenti esagonali di berillio, ciascuno dei quali misura 1,3 metri. Nello spazio, la forma e il posizionamento del segmento saranno regolati tramite degli attuatori controllati da computer per dare un'immagine nitida di alta qualità. Gli specchi rimarranno allineati come se fossero un singolo specchio di grandi dimensioni con una accuratezza pari a un decimillesimo di un capello umano.

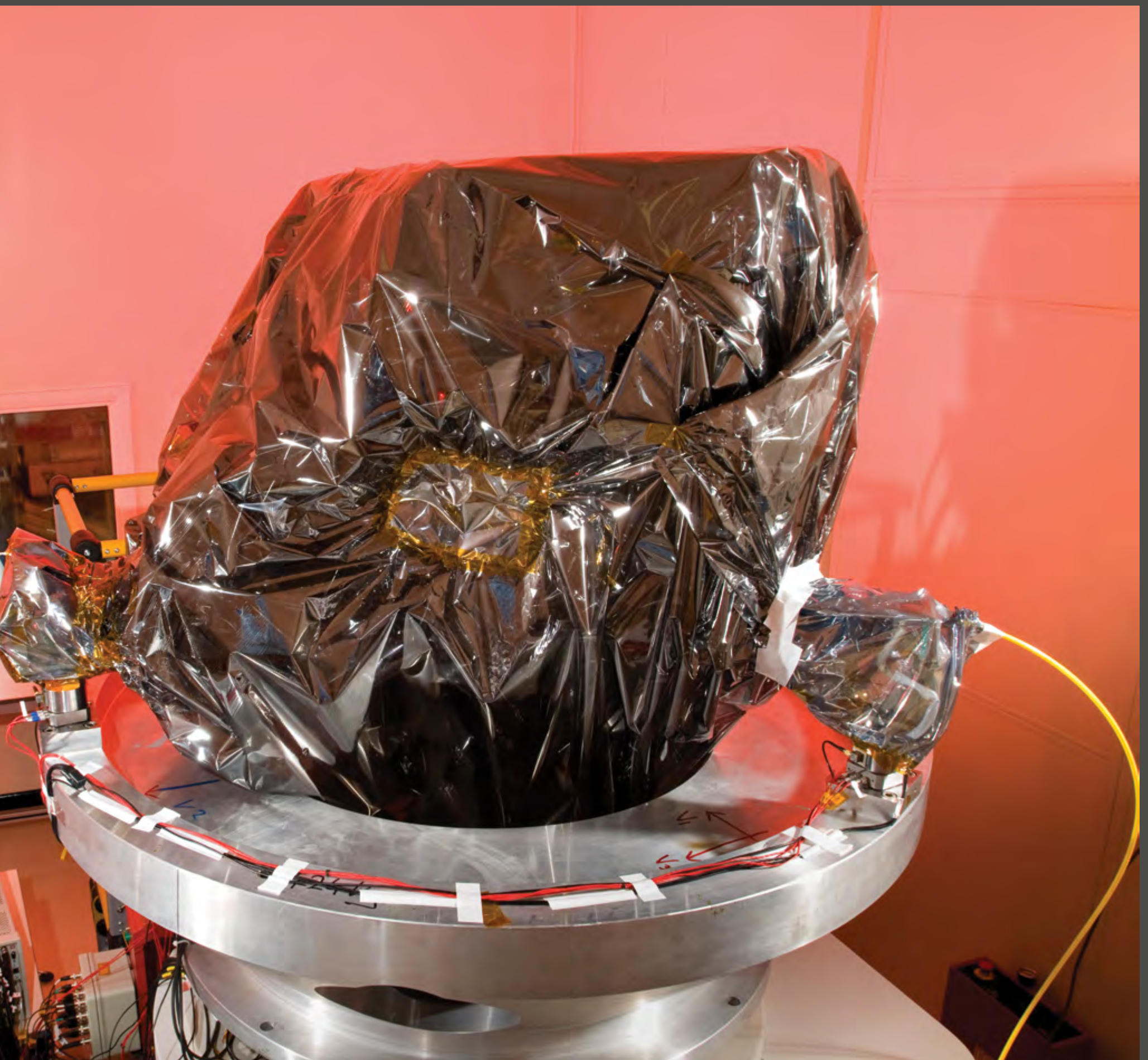
Lo specchio è segmentato perché deve adattarsi alla carenatura di 5 m di diametro del razzo Ariane 5. Similmente, lo specchio solare delle dimensioni di un campo da tennis di JWST sarà ripiegato per il lancio e spiegato una volta che il veicolo avrà raggiunto la sua orbita.

Dei quattro strumenti che riceveranno la luce da questo specchio, due sono europei. Il Mid-InfraRed Instrument (MIRI, immagine principale), il primo strumento di JWST a completare il collaudo (qui durante il collaudo nel Regno Unito), sarà usato dagli astronomi per studiare le comete poco visibili che circolano intorno al Sole, i pianeti lontani di recente formazione e le regioni oscure generatrici di stelle, oltre che alle galassie vicine ai confini dell'Universo.

Il Near-InfraRed Spectrograph (NIRSpec, in fondo) indagherà le galassie lontane per rivelare gli elementi da cui sono costituite e il tasso di generazione delle stelle, grazie alla sua capacità di ottenere spettri di più di 100 galassie o stelle poco visibili simultaneamente.

La NASA fornirà la Near-Infrared Camera (NIRCam) per la rilevazione e il trattamento di immagini dirette degli oggetti scarsamente visibili. L'Agenzia Spaziale Europea è responsabile per il Fine Guidance Sensor, una telecamera dedicata per il puntamento accurato dell'osservatorio su obiettivi astronomici, che incorpora un riproduttore di immagini quasi-infrarosso e uno spettrografo per osservazioni scientifiche dirette individuali.





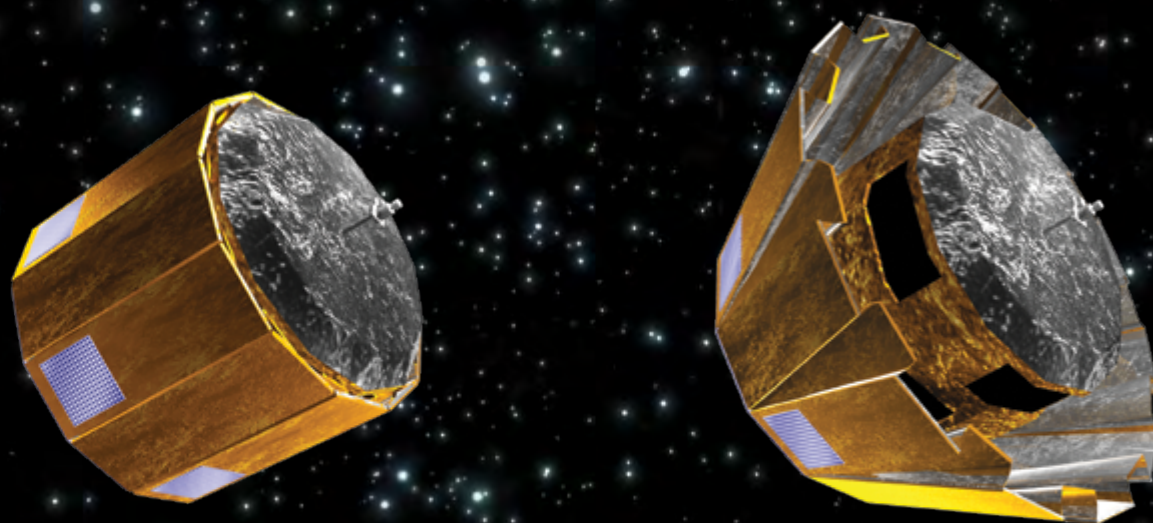
Osservando le stelle all'ombra

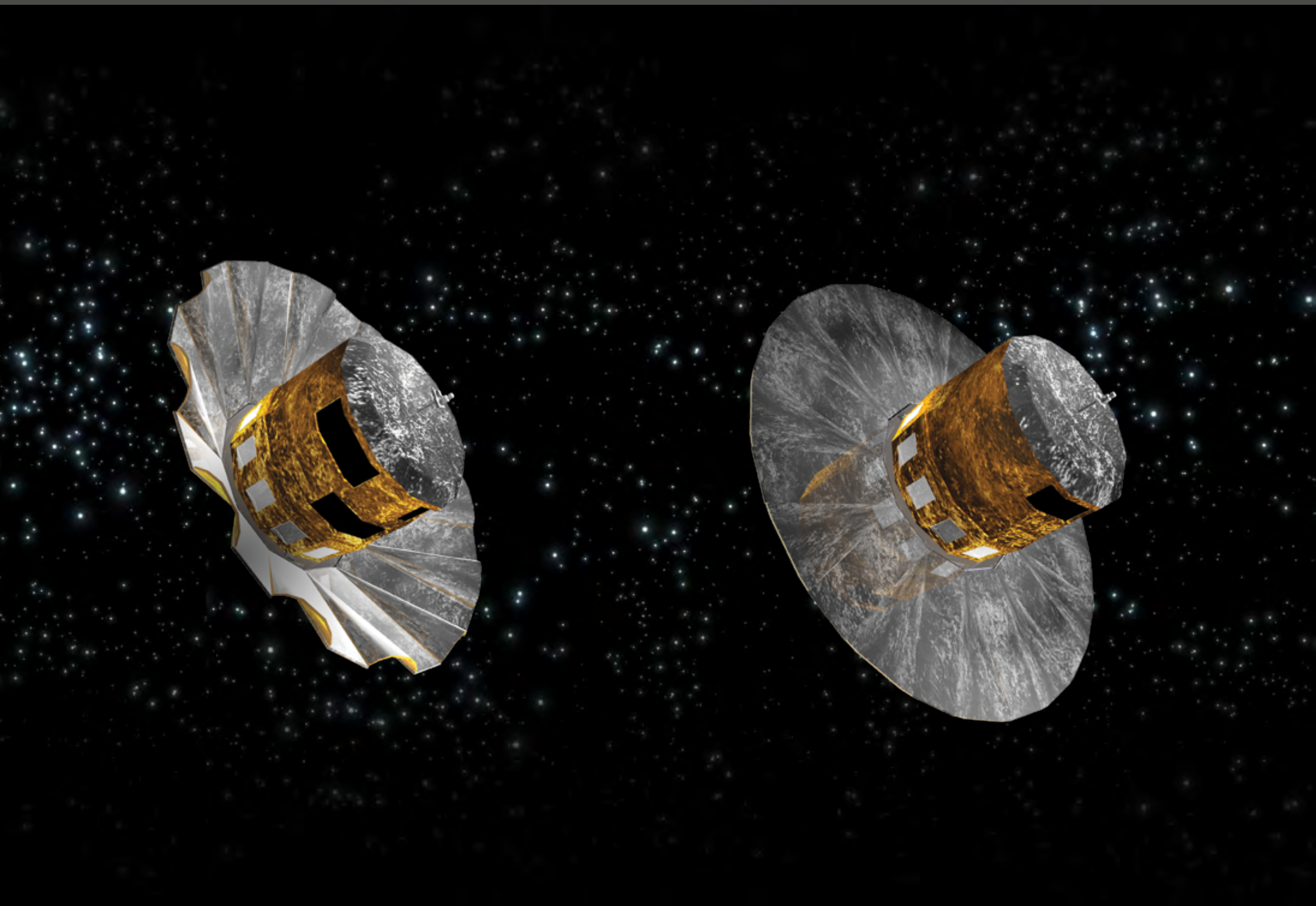
Con il solo occhio umano si riescono a vedere solo poche migliaia di stelle nel cielo notturno. La missione Gaia dell'ESA sta scansionando i cieli con i suoi due telescopi per rilevarne molte di più: essa punta a individuare un miliardo di stelle nel corso dei cinque anni della sua missione. Queste misurazioni precise possono essere effettuate solo con un veicolo spaziale estremamente stabile, una stabilità assicurata operando dietro un parasole spiegato. Con un'area di 75 m², lo scudo solare è progettato per l'uso nell'assenza di peso dello spazio e durante questo test della Astrium, in Francia, è supportato da cavi e contrappesi. I 12 pannelli che compongono lo scudo solare sganciati dal veicolo spaziale hanno una planarità di pochi millimetri.

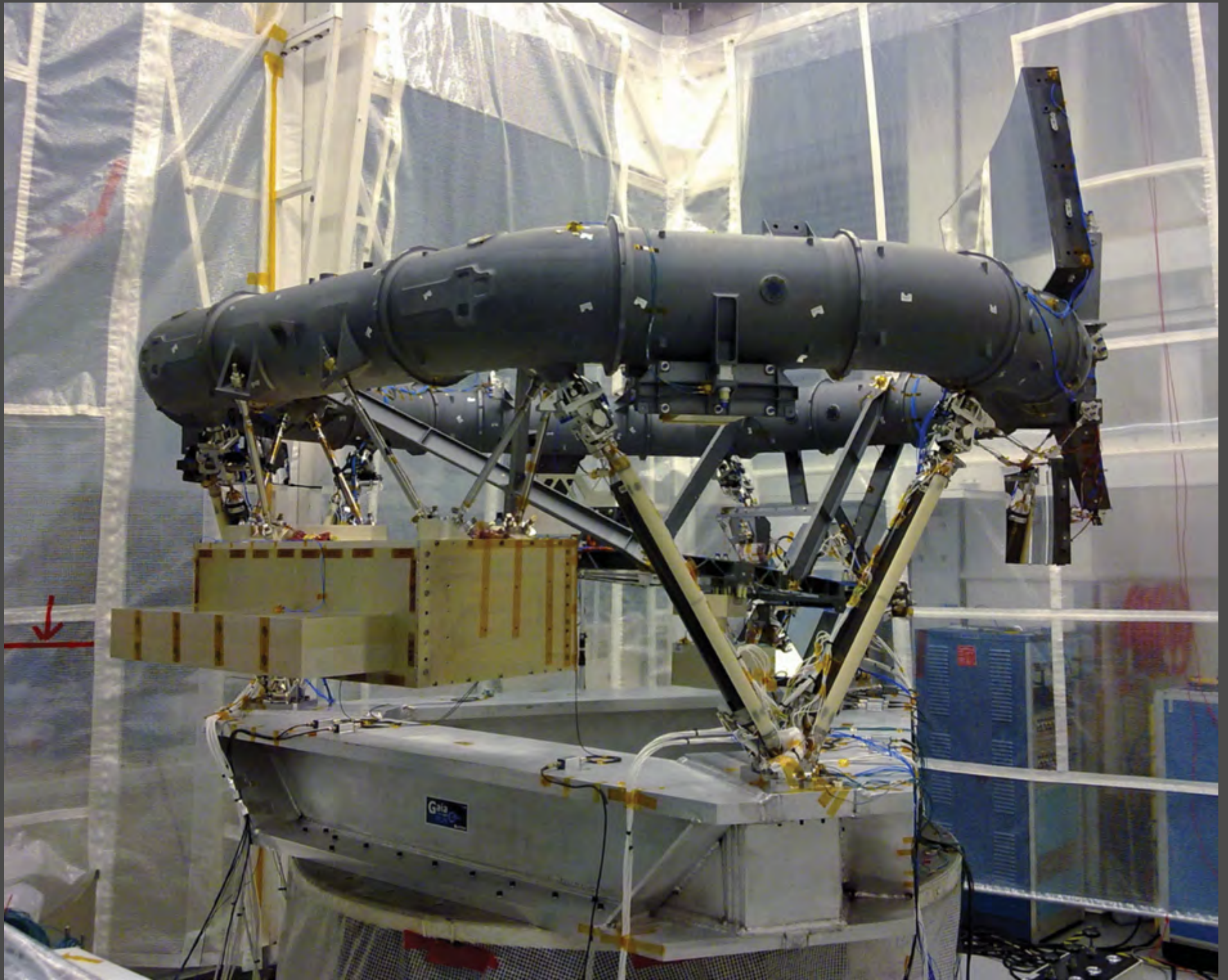
Lanciata nel dicembre 2013, Gaia tratterà l'1% delle stelle nella nostra Galassia, realizzando mappe delle loro caratteristiche spettrali e luminosità, insieme alle loro posizioni in 3D e ai movimenti nel tempo. La mappa stellare mobile di Gaia tratterà la storia della Via Lattea e ne prevederà il futuro.

Operando a circa 1,5 milioni di km dalla Terra, la temperatura di Gaia deve rimanere costante fino a pochi milionesimi di grado dietro lo schermo solare per evitare anche le più minime deformazioni del telescopio e raggiungere così la precisione necessaria.

Gaia conferma la leadership europea nella mappatura delle stelle, iniziata con la missione Hipparcos che ha dato vita ai cataloghi di stelle Hipparcos e Tycho, divenuti le fonti di riferimento 'astrometriche' standard. I cataloghi Gaia formeranno il nuovo quadro di riferimento per l'astronomia.







L'occhio di Gaia

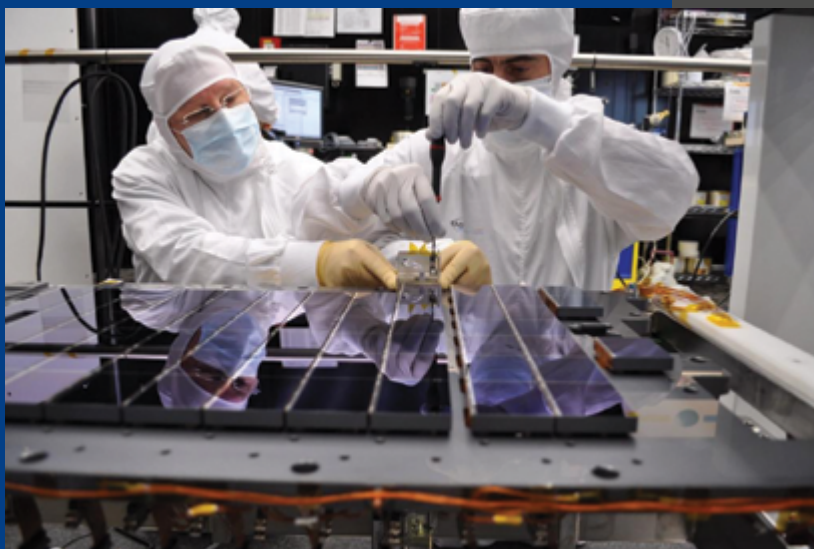
Per poter rilevare stelle lontane la cui luce è milioni di volte più debole di ciò che l'occhio umano riesce a vedere, Gaia sta trasportando la fotocamera digitale più grande mai costruita per una missione spaziale. Essa consiste di un mosaico di 106 rilevatori elettronici separati conosciuti come dispositivi ad accoppiamento di carica (CCD), versioni avanzate dei circuiti presenti nelle normali fotocamere digitali.

Sviluppati per la missione da e2v Technologies di Chelmsford, nel Regno Unito, questi rilevatori rettangolari sono poco più piccoli di una carta di credito, misurando 4,7x6 cm e con un sottostrato in silicone sensibile alla luce più sottile di un capello umano.

Il mosaico grande 0,5x1,0 metri è stato assemblato nel 2011 nell'impianto di Tolosa del principale appaltatore di Gaia, Astrium SAS. La schiera da un miliardo di pixel risultante, che copre un'area pari a 0,38 m² è l'occhio' super-sensibile di Gaia.

I tecnici hanno impiegato molte settimane per imbullonare e allineare con attenzione ciascun CCD nella struttura di supporto. Lavorando su due turni in condizioni di camera bianca, il piano focale rettangolare è cresciuto a un passo di circa quattro CCD al giorno. Per incrementare la sensibilità dei suoi rilevatori, il veicolo spaziale li mantiene a -110 °C.

La struttura di supporto dei CCD di Gaia, il suo anello principale (pagina contigua) e quasi tutto il modulo di carico sono realizzati in carburo di silicio, straordinariamente resistente alla deformazione causata da cambiamenti della temperatura. Il carburo di silicio ha anche il vantaggio di avere un peso molto basso e un'estrema rigidità che gli consentono di essere lavorato come uno specchio: tutti i 10 specchi dei telescopi gemelli di Gaia sono realizzati in carburo di silicio.





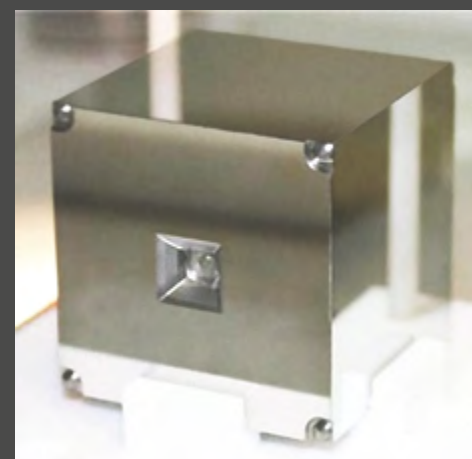
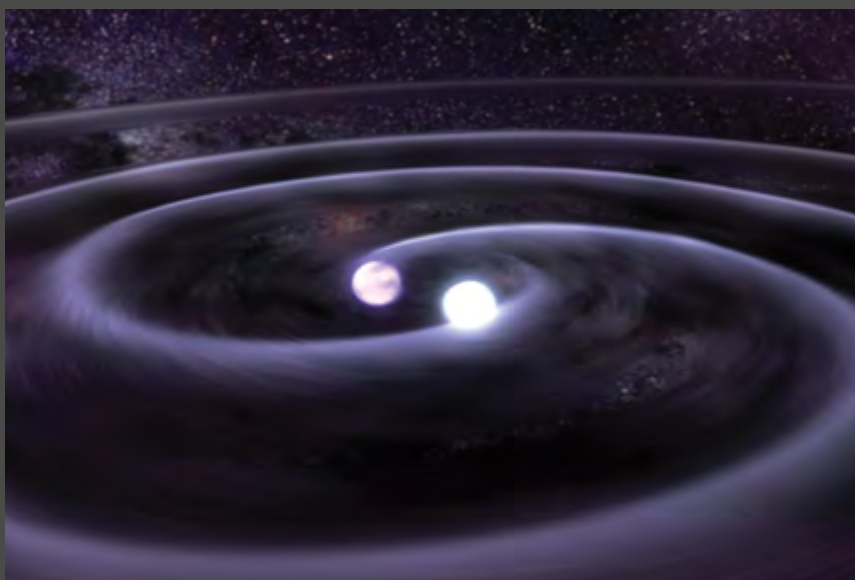
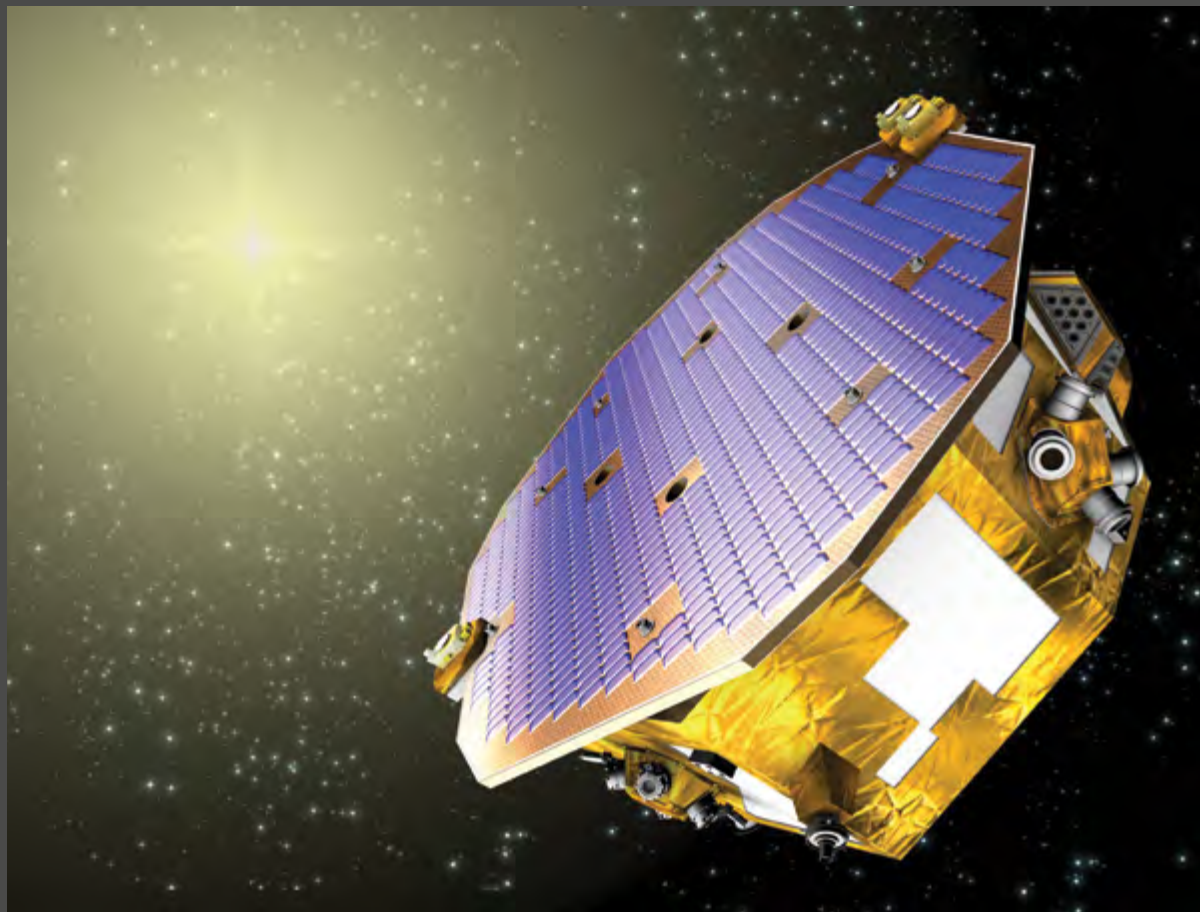
Einstein e il sogno di cadere

LISA Pathfinder è il veicolo spaziale più precisamente controllato mai costruito. Ufficialmente è una missione per la dimostrazione di tecnologie, ma i suoi progettisti devono affrontare la sfida di attuare uno dei famosi esperimenti del pensiero di Albert Einstein.

Mentre stava sviluppando la Teoria della Relatività Generale, nel 1915, Einstein si chiese come potrebbe cadere un oggetto nello spazio se fosse realmente privo di tutte le influenze esterne. Egli decise che invece che spostarsi lungo una linea retta, avrebbe tracciato una leggera curva chiamata 'geodesica' – nello stesso modo in cui gli aerei di linea seguono ampi cerchi sulla superficie arrotondata della Terra – perché la gravità piega la struttura stessa dello spazio e del tempo.

LISA (Laser Interferometer Space Antenna) Pathfinder eseguirà questa caduta priva di impedimenti, sfuggendo all'influenza di tutte le forze esterne. Operando a 1,5 milioni di km nello spazio, si tratterà di una speciale missione di volo in formazione, con due piccoli veicoli spaziali alloggiati dentro un terzo. Due cubi da 4,6 cm (in fondo a destra) galleggeranno liberamente all'interno di una coppia di camere distanti 35 cm nel cuore del veicolo spaziale principale. La loro separazione sarà tracciata da un sistema laser accurato fino a un livello subatomico.

Lo scopo non è tanto di creare un movimento geodesico, quanto di collaudare in volo tecnologie e tecniche per una missione futura ancora più ambiziosa chiamata New Gravitational Wave Observatory. Collegare questo tipo di veicoli spaziali usando raggi laser attraverso milioni di chilometri offre la possibilità di rilevare le onde gravitazionali. Queste increspature nello spaziotempo sono una previsione particolarmente evidente della Relatività Generale di Einstein, e si ritiene che siano emanate da esotici oggetti astronomici come buchi neri in collisione e stelle binarie ravvicinate. Un successo aprirebbe le porte a un tipo interamente nuovo di astronomia, che non si dedicherebbe più alla luce irradiata dalle stelle nello spettro elettromagnetico ma a rilevare piccole increspature nello spaziotempo causate dalla forza fondamentale della gravità.



→ IL SISTEMA SOLARE

La Terra non è sola, ma si trova all'interno di un Universo più ampio. Nonostante sia innegabilmente unica, è fatta degli stessi ingredienti del Sole e del sistema che lo circonda, composto da otto pianeti, da oltre un centinaio di lune e da infiniti corpi più piccoli. Tutti i membri del Sistema solare condividono la stessa origine, ma ognuno di essi ha una storia personale da raccontare. Alcuni, come Marte e Venere, hanno iniziato la loro esistenza come mondi simili alla Terra ma successivamente si sono sviluppati in modi molto diversi. Altri, come Titano, la luna di Saturno, sono apparentemente rimasti in stasi subito dopo la loro creazione.

Nati dalla morte di una stella

La creazione si è svolta in modo piuttosto tipico, attivata dallo stesso tipo di morte stellare che i telescopi spaziali dell'ESA scoprono nell'Universo. Gli elementi che bruciano al centro delle stelle si sono riversati nel vuoto circostante quando questi corpi hanno esaurito il loro carburante, arricchendo le nuvole di gas negli abissi che separano le stelle. Circa 4,6 miliardi di anni fa una detonazione stellare distruttiva chiamata supernova ha lanciato onde d'urto attraverso una di queste nuvole molecolari giganti, facendo sì che collassasse a causa della sua stessa gravità. Venne a formarsi un disco protoplanetario, con una protostella centrale circondata da gas e polveri in rotazione, dai quali si addensarono grani microscopici che si unirono poi in planetesimi, e che a loro volta hanno costituito i semi dei pianeti.

Il cosmo sulla porta di casa

A differenza delle immagini più remote delle stelle e delle galassie, il sistema in cui ci troviamo può essere

osservato da vicino, ed è possibile persino viaggiare verso di esso per studiarlo *in situ*. I veicoli spaziali sono in grado di mappare le caratteristiche degli altri pianeti con lo stesso livello di dettaglio ottenuto sulla Terra, monitorare le atmosfere e le condizioni meteorologiche o campionare e analizzare il suolo. E lo spazio tra di essi non è realmente vuoto ma ospita una ricca rete di plasma e radiazioni, campi magnetici e forze gravitazionali, tutte dominate dal Sole.

La nostra potente stella madre merita un'attenzione particolare. Essa è la fonte di energia principale nel nostro Sistema solare e per noi, gli abitanti del pianeta Terra, è una compagna fondamentale. Il Sole è studiato come un oggetto astronomico – una tipica stella che per noi è più facile osservare – che è come un laboratorio per le teorie sulla costituzione e l'evoluzione stellare. Noi sappiamo che le particelle dei venti solari generate dal Sole interagiscono con la magnetosfera della Terra e potrebbero interferire con le telecomunicazioni e altri sistemi creati dall'uomo, essenziali per la vita moderna. C'è ancora molto da imparare su come vivere vicino alla nostra stella, e questo è solo un 'brillante' esempio fra i tanti possibili di astrofisica al servizio della vita moderna.

Esplorazione europea

Nel 1968 l'ESRO – il predecessore dell'ESA – lanciò lo Highly Eccentric Orbit Satellite-1 la sua prima missione nello spazio interplanetario, che nel corso di sette anni ha preso campioni del vento solare. Negli anni a seguire, l'ESA è diventata uno dei contributori più importanti per la scienza solare, la fisica del plasma solare, la scienza planetaria, l'eliofisica e la scienza delle comete. La missione Ulysses dell'ESA ha orbitato

intorno al piano del Sistema solare per mappare i poli del Sole, mentre Giotto ha incontrato da vicino il nucleo della cometa di Halley (e Rosetta punta a effettuare il primo atterraggio su una cometa). Una sonda realizzata dall'ESA è atterrata su Titano, un veicolo spaziale ESA è in orbita intorno a Marte e Venere, mentre un altro ancora è in preparazione per Mercurio.

Le avanzate missioni tecnologiche dell'ESA rappresentano uno sforzo concentrato che consente di fare paragoni con il nostro pianeta. Quali fattori hanno guidato gli sviluppi di questi mondi e perché la vita sembra essere sbocciata solo sulla nostra Terra, il terzo pianeta dal Sole? Nel Sistema solare esistono forse altre forme di vita?

Una ricerca guidata da interrogativi

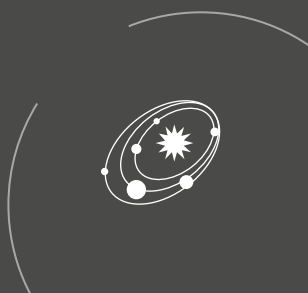
Alla fine, lo studio del Sistema Solare cerca di comprendere l'Universo e il posto che occupiamo in esso. Quali sono le leggi fisiche fondamentali dell'Universo? Come è nato l'Universo e di cosa è fatto? Quali sono le condizioni necessarie alla formazione dei pianeti e alla nascita della vita? Come funziona il sistema solare?

Esistono ovvie sinergie con l'astronomia dello spazio profondo. Per molto tempo l'uomo non sapeva se il nostro Sistema Solare fosse un fenomeno unico nell'Universo, ma oggi ci sono molti altri sistemi esoplanetari con cui fare confronti. Sappiamo che il nostro, in linea di principio, non è un sistema stellare tanto inusuale.

Quindi quali sono i fattori che rendono un ambiente potenzialmente in grado di sostenere la vita? È

necessario soddisfare specifici criteri geofisici, geochimici e astrofisici affinché un corpo astronomico possa essere classificato come abitabile. Osservando le diverse condizioni offerte dal nostro Sistema Solare potremmo essere in grado di delimitare le condizioni 'ideali' per la vita.

Le risposte a queste domande dovrebbero aiutarci a determinare quanti altri mondi sono potenzialmente adatti a ospitare la vita. E guardando la nostra Terra da sonde lontane, possiamo scoprire strategie da usare per il rilevamento a grande distanza di questi mondi viventi e, cosa ancora più importante, strategie per conservare la vita sulla Terra, la nostra 'astronave'.



Attraverso il vuoto

Le missioni ESA per l'esplorazione del Sistema Solare. La maggior parte delle missioni spaziali non lascia il nostro pianeta, ma le sonde interplanetarie hanno energia sufficiente a penetrare il campo gravitazionale della Terra e andare oltre, in orbita o persino atterrare su altri corpi planetari. I veicoli spaziali interplanetari spesso devono prendere in prestito energia aggiuntiva impegnandosi in complesse manovre che consistono nel passare in prossimità di pianeti interni per essere catapultati più lontano e più velocemente nello spazio. Queste manovre vengono progettate per l'ESA dagli esperti nelle dinamiche di volo dello European Space Operations Centre (ESOC) di Darmstadt. E oggi le tecnologie della nuova generazione promettono una drastica riduzione dei tempi richiesti dai viaggi verso destinazioni lontane nel Sistema Solare.

Altre missioni – Cluster, SOHO e il microsatellite Proba-2 – rimangono nelle vicinanze della Terra ma guardano lontano da essa. Le ultime due costituiscono delle sentinelle in orbita intorno al corpo più importante per la Terra – il nostro Sole – mentre Cluster ne esamina l'influenza diretta nel nostro ambiente locale dallo spazio.

soho

Affrontando il Sole

venus express

Studiando l'atmosfera di Venere

bepicolombo

Esplorando Mercurio

solo

Il Sole da vicino

cluster

Misurando il campo magnetico della Terra

proba-2

Osservando le dinamiche delle corone e delle eruzioni solari

juice

Esplorando l'emersione dei mondi abitabili intorno ai giganti di gas

mars express

Investigando il Pianeta Rosso

cassini-huygens

Studiando l'atmosfera di Venere e atterrando su Titano

rosetta

Inseguendo una cometa

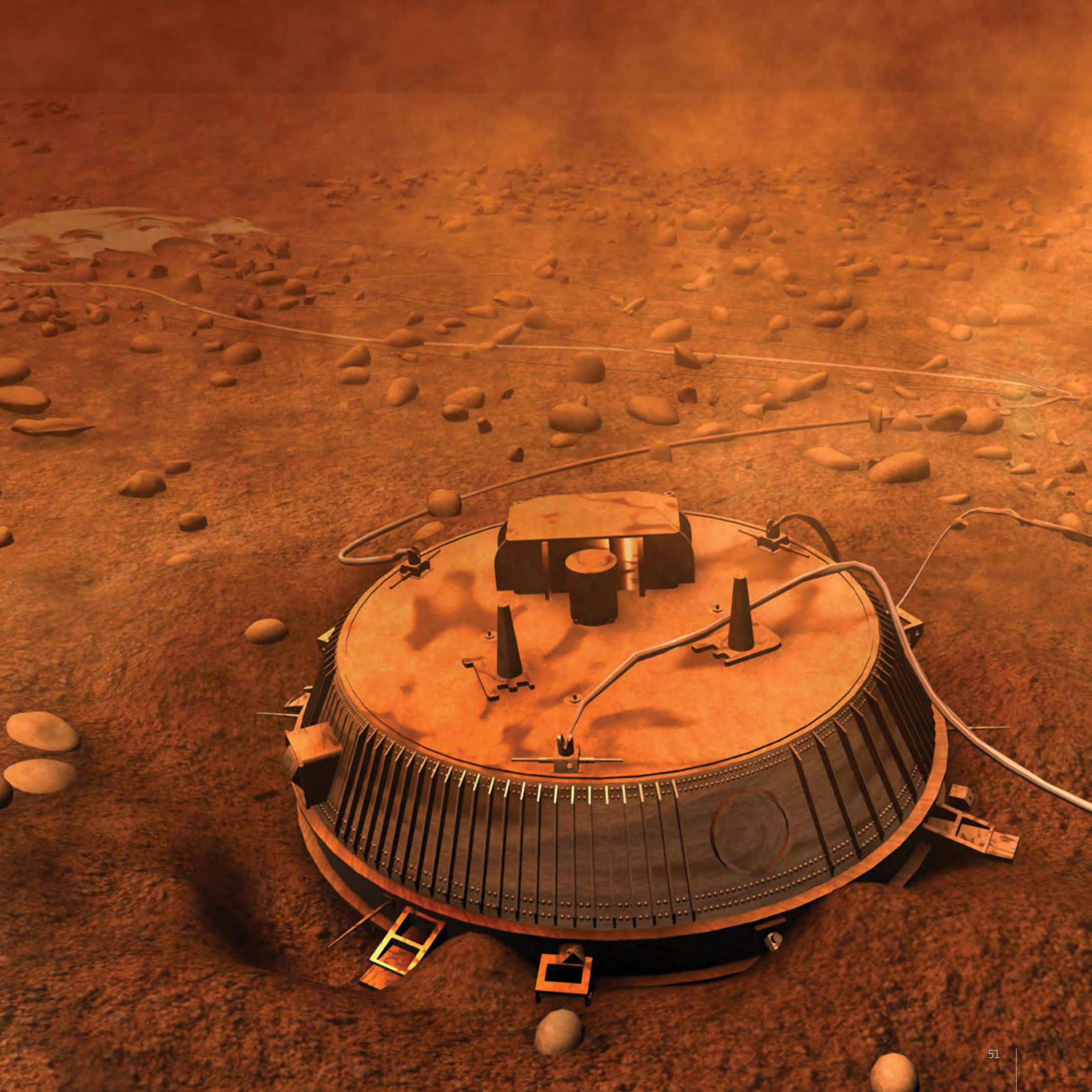
Atterraggio nella nebbia

Il 14 gennaio 2005, l'ESA ha effettuato l'atterraggio su un altro corpo celeste più lontano nella storia dell'uomo. Il modulo di atterraggio Huygens si è paracadutato nella superficie mai osservata in precedenza di Titano, la luna maggiore di Saturno, a 1,4 miliardi di km dalla Terra, dopo un viaggio di sette anni. Prima di questo, l'atmosfera nebbiosa di Titano ha reso gli 80 milioni di km della sua superficie un punto vuoto sulle mappe del Sistema Solare.

Il modulo di atterraggio faceva parte della missione combinata Cassini-Huygens preparata insieme alla NASA e all'agenzia spaziale italiana. Con una massa di lancio di 5,82 tonnellate, l'unità è uno dei veicoli spaziali interplanetari più grandi mai decollati e ha dovuto effettuare numerosi voli ravvicinati intorno ai pianeti interni per accumulare la velocità sufficiente a raggiungere Saturno. Il veicolo è entrato nell'orbita di Saturno nel luglio 2004, i due veicoli spaziali si sono separati il giorno di Natale e Huygens è caduto su Titano nel corso dei 20 giorni seguenti.

Il modulo di atterraggio a forma di crostaceo ha iniziato le sue osservazioni durante i 148 minuti finali della discesa permessa da tre set di paracadute attraverso la densa atmosfera di nitrogene di Titano, campionando l'aria, registrando velocità del vento e persino suoni insieme alle immagini acquisite. Lo strato di foschia si dirada al di sotto di 25 km e la telecamera – progettata specificamente per i bassi livelli di luminosità di Titano – ha iniziato a riprendere il paesaggio. È possibile vedere gli alvei di fiumi ormai asciutti sfociare nel letto annerito di un lago. Infine il suo pacchetto scientifico di superficie lo ha mostrato mentre atterrava tra gli schizzi di fango. Le immagini trasmesse alla Terra da Cassini hanno mostrato il punto in cui Huygens si è poggiato: una pianura piatta cosparsa da pietre ghiacciate arrotondate. La trasmissione è cessata circa 70 minuti dopo l'atterraggio, quando Cassini è uscita dalla portata raggiungibile. Quindi le sue batterie si sono esaurite, sopraffatte dalla temperatura di -179°C .



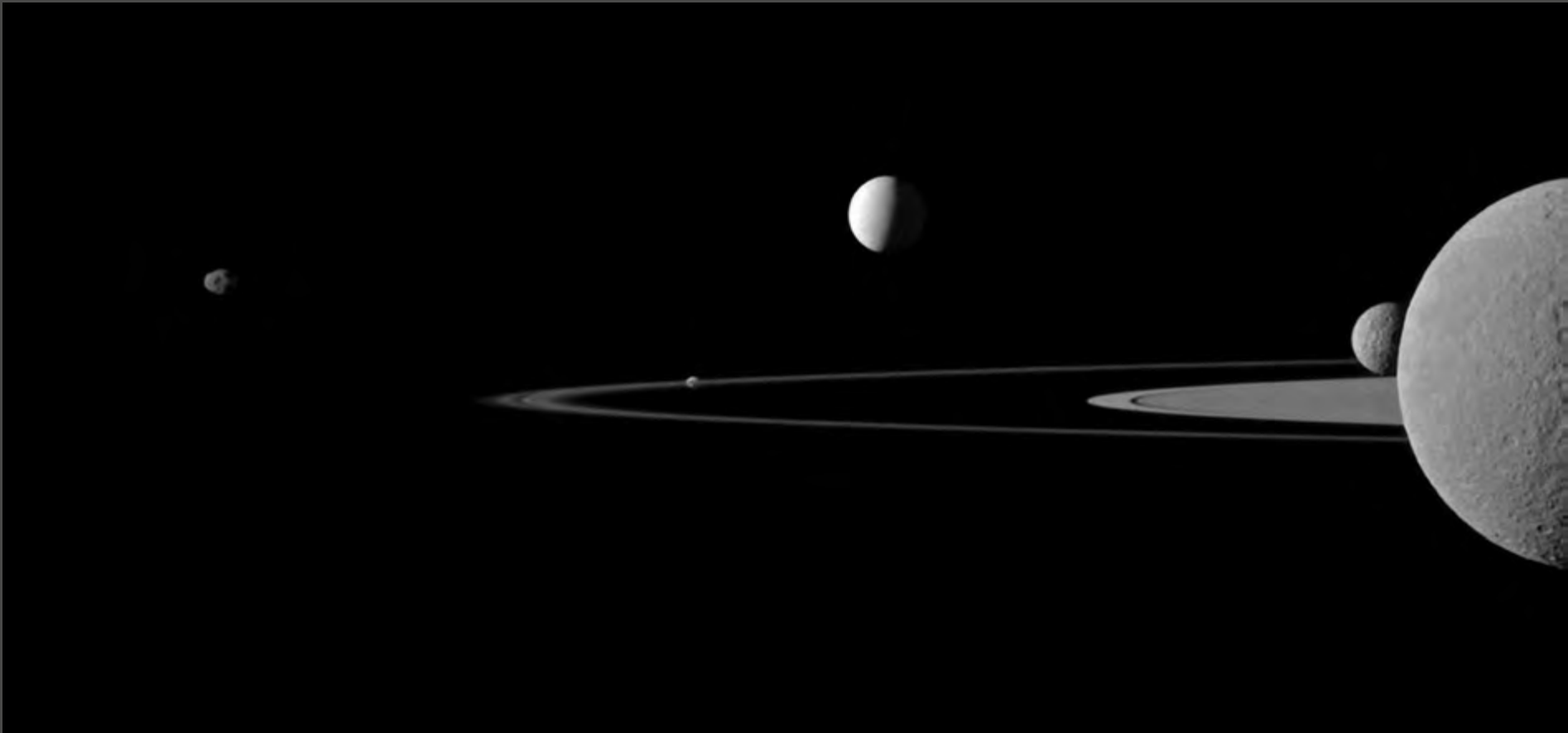


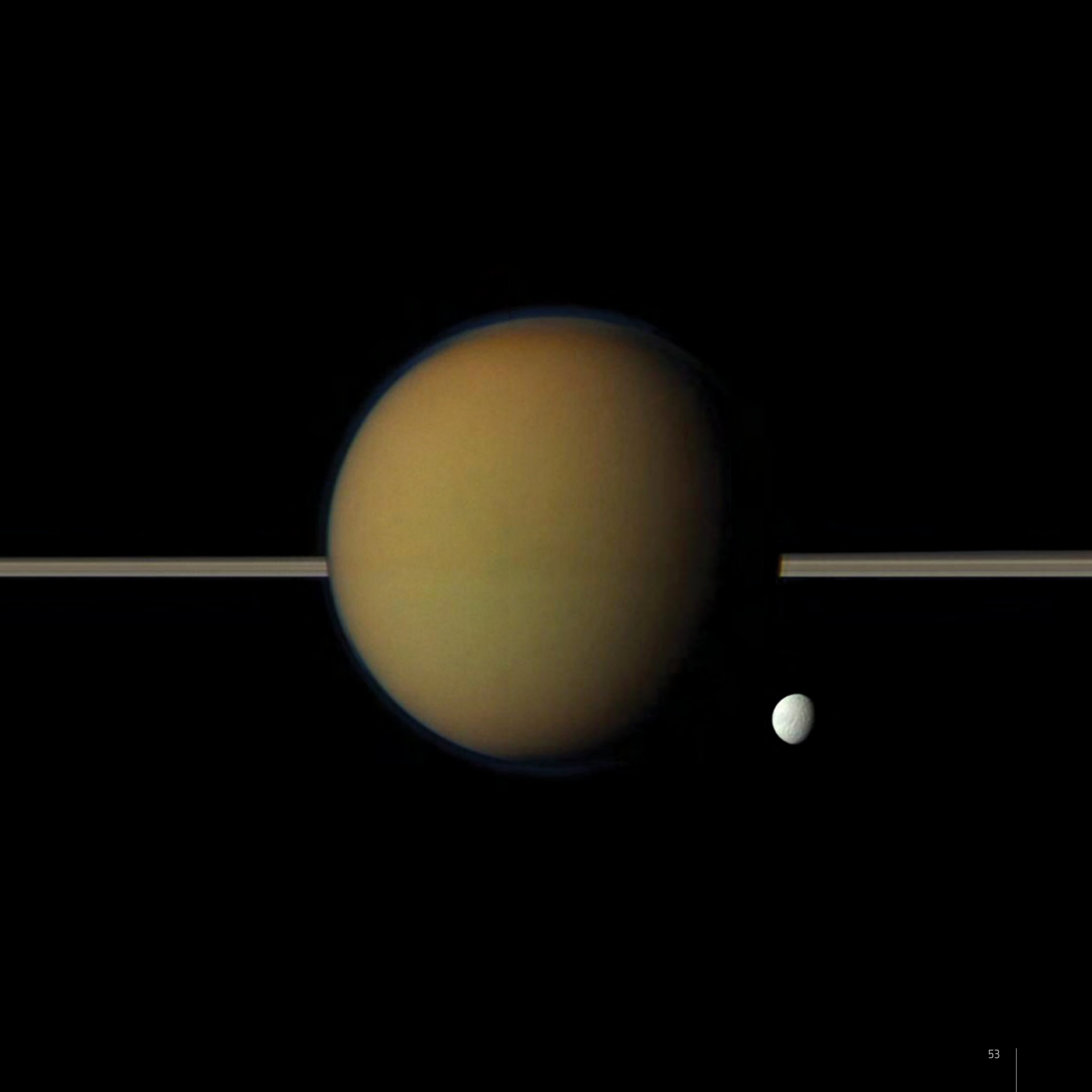
Il serraglio delle lune

La nave madre di Huygens–Cassini rimane in condizioni di completa operatività in orbita intorno a Saturno, effettuando osservazioni per imparare di più su Titano, Saturno e sulle dozzine di altre lune, sulla magnetosfera e gli anelli del pianeta gigante. L'immagine principale mostra Titano, coperto di foschia e di colore arancio, di fronte agli anelli laterali di Saturno, con la luna ghiacciata Tethys sullo sfondo.

Cassini penetra le nuvole per esaminare la superficie di Titano (immagine adiacente) con il radar e gli spettrometri, e i risultati di Huygens sono un'analisi accurata del suolo per le osservazioni orbitali del veicolo spaziale. Grande una volta e mezza le dimensioni della nostra Luna, Titano ha un carattere sorprendentemente simile alla Terra, con nuvole, vento e pioggia che danno forma a dune di sabbia, fiumi e laghi lungo la sua superficie (immagine in riquadro), ma con metano liquido, etano e altri idrocarburi al posto dell'acqua e acqua ghiacciata al posto della roccia terrestre. A profondità maggiori è presente acqua liquida – osservazioni scientifiche radio a lungo termine effettuate da Cassini suggeriscono l'esistenza di un oceano composto da ammoniaca e acqua in profondità.

La veduta inferiore presenta una campionatura di altre cinque lune, in tutta la loro varietà, vicine agli anelli di Saturno: Janus (179 km), Pandora (81 km) tra l'anello A e il sottile anello F vicino al centro dell'immagine, con il luminoso e ghiacciato Enceladus (504 km) sopra il centro dell'immagine. La seconda luna più grande di Saturno, Rhea (1528 km), è divisa in due dal bordo destro dell'immagine. La luna più piccola Mimas (396 km) è dietro Rhea.



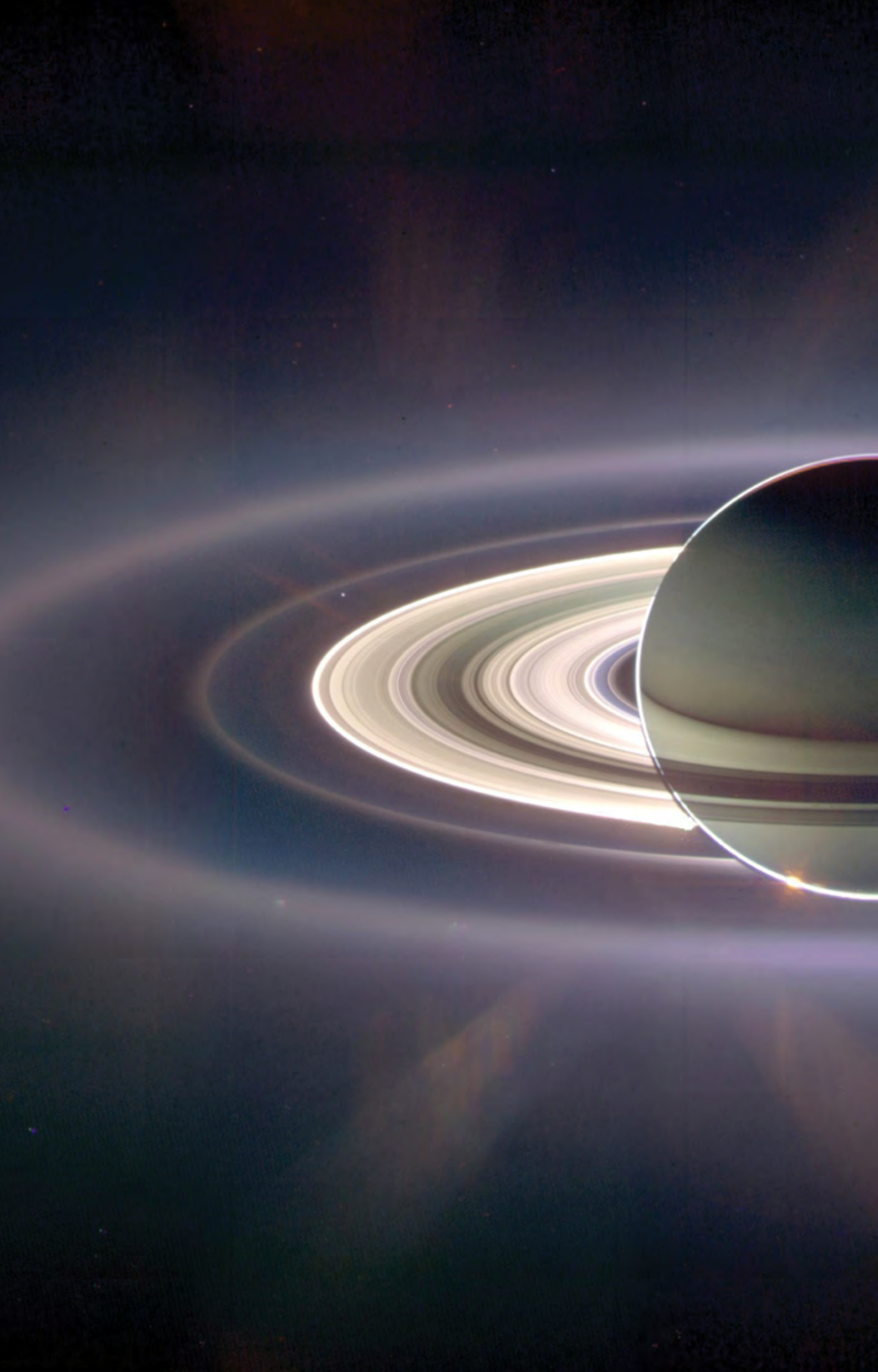


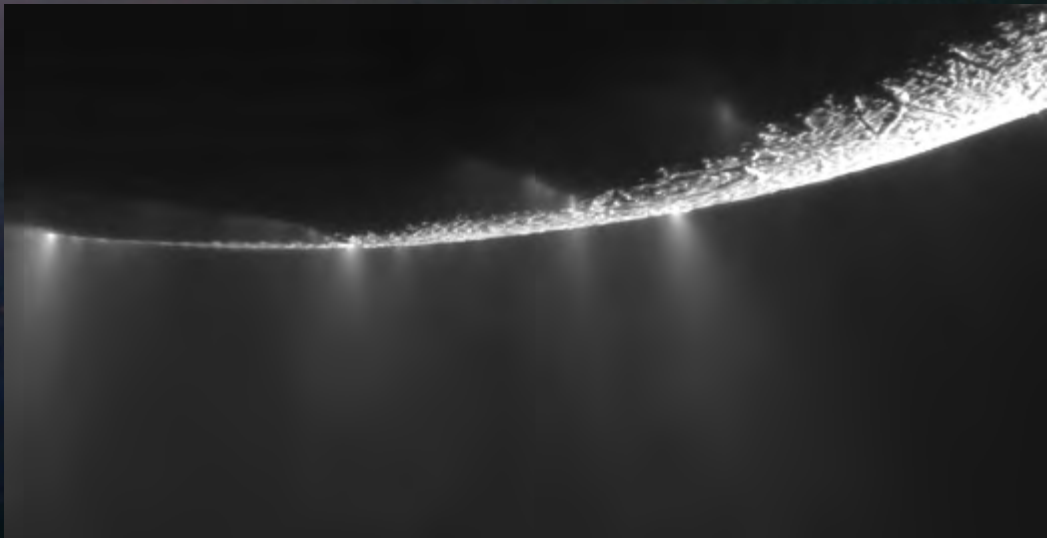
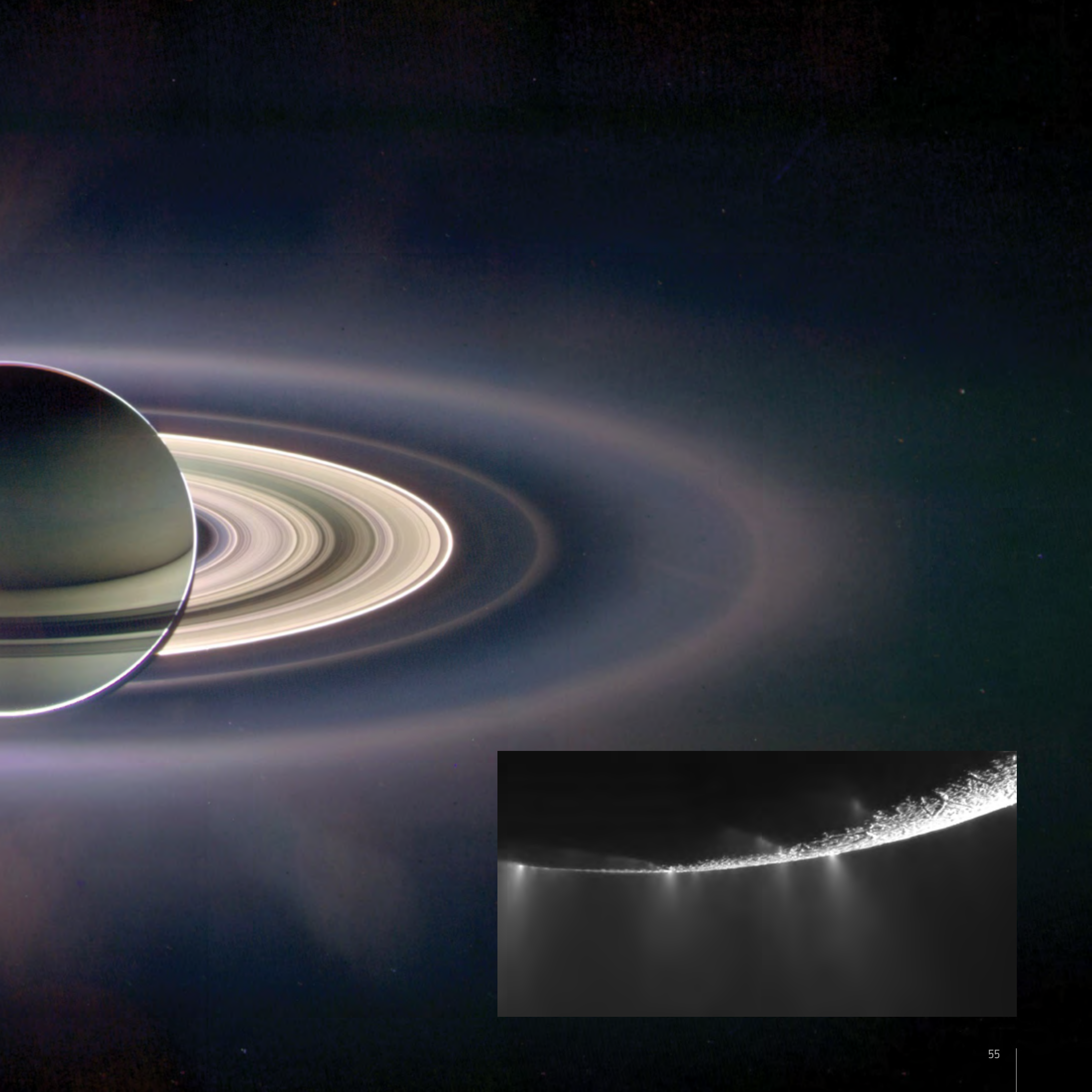
L'eclissi del Sole

Nel 2006 Cassini è scivolata nell'ombra, da dove ha registrato questo spettacolare panorama di Saturno mentre eclissa il Sole. Gli anelli del pianeta risplendono alla luce del sole, e il pallido punto blu che si intravede a sinistra del pianeta tra il luminoso sistema dell'anello principale e il più indefinito anello G non è una luna di Saturno ma la Terra così come viene vista da 1,3 miliardi di km di distanza. Normalmente la luce abbagliante del Sole rende il mondo di Cassini praticamente invisibile.

Particolarmente chiaro è l'anello E più esterno che, come hanno mostrato le osservazioni di Cassini, è formato da dozzine di fontane di acqua ghiacciata che eruttano dalla superficie della sesta luna più grande di Saturno, Enceladus (vedere riquadro), che orbita all'interno dell'anello. Questi pennacchi di ghiaccio si sollevano per centinaia di migliaia di chilometri nello spazio dai promontori 'tigrati' che attraversano la regione polare meridionale della luna. La loro ascesa, alimentata dal riscaldamento geologico, potrebbe anche essere il risultato di riserve d'acqua nascoste sotto la superficie ghiacciata di Enceladus. L'ipotesi è stata rafforzata dall'analisi dei livelli di sale delle particelle ghiacciate dell'anello E, i cui campioni sono stati rilevati da Cassini, che suggerisce che potrebbero avere come origine un oceano liquido.

Quando l'acqua ghiacciata si congela lentamente, il sale viene espulso, lasciando solo acqua pura. Quindi se i pennacchi provenissero dal ghiaccio superficiale dovrebbero contenere pochissimo sale. Il team Cassini ritiene che esista uno strato di acqua tra il nucleo roccioso e il mantello ghiacciato, mantenuto liquido dalla forza delle maree generate da Saturno e da alcune delle lune vicine, oltre che dal calore generato dal decadimento radioattivo, con il sale nella roccia che si dissolve nell'acqua. La scoperta ha reso Enceladus una destinazione ricca di fascino per le future esplorazioni.





Mondi di ghiaccio con oceani nascosti

Ganimede, Europa e Callisto, le tre lune più grandi del più grande pianeta del Sistema Solare, sono il prossimo obiettivo dell'ESA nel Sistema Solare esterno. La missione Jupiter Icy Moons Explorer, o Juice, sarà lanciata nel 2022 e raggiungerà Giove circa 8 anni dopo. Si occuperà di sondare l'atmosfera e la magnetosfera del pianeta gigante, volare vicino a Europa e Callisto e infine diventare il primo modulo orbitante di una luna ghiacciata, Ganimede.

Visto lateralmente nell'immagine a fianco, il famoso punto rosso gigante di Giove sembra osservare Ganimede, la più grande delle sue 66 lune confermate. Questa immagine è stata catturata nel 2000 da Cassini-Huygens in viaggio verso Saturno.

Con il suo reame di lune, Giove è un mini-Sistema solare ed è considerato l'archetipo dei giganti di gas. Queste lune coperte di ghiaccio saranno esplorate come potenziali habitat. Poiché sono stati scoperti altri pianeti della classe di Giove in orbita intorno a molte altre stelle, la lezione appresa qui getterà luce sull'emersione di ambienti abitabili lontano nell'Universo.

Anche se Europa è molto famosa per la sua superficie di ghiaccio spaccato, le prove suggeriscono che tutte le tre lune ospitano un oceano di acqua liquida al di sotto della superficie. Juice effettuerà le prime indagini sulla crosta ghiacciata di Europa e identificherà i siti candidati per future esplorazioni in-sito. Essa ispezionerà la superficie deturpata di Callisto – l'oggetto con più crateri nel Sistema Solare – per decodificare la violenta storia del sistema di Giove. Mettendosi in orbita intorno a Ganimede nel 2032, Juice ne studierà la superficie ghiacciata e la struttura interna, incluso l'oceano. Più grande del pianeta Mercurio, Ganimede è la sola luna nel Sistema Solare a generare un proprio campo magnetico. Juice osserverà dettagliatamente le davvero uniche interazioni magnetiche e al plasma con la magnetosfera di Giove – la vicinanza del pianeta funziona come un acceleratore di particelle gigante.

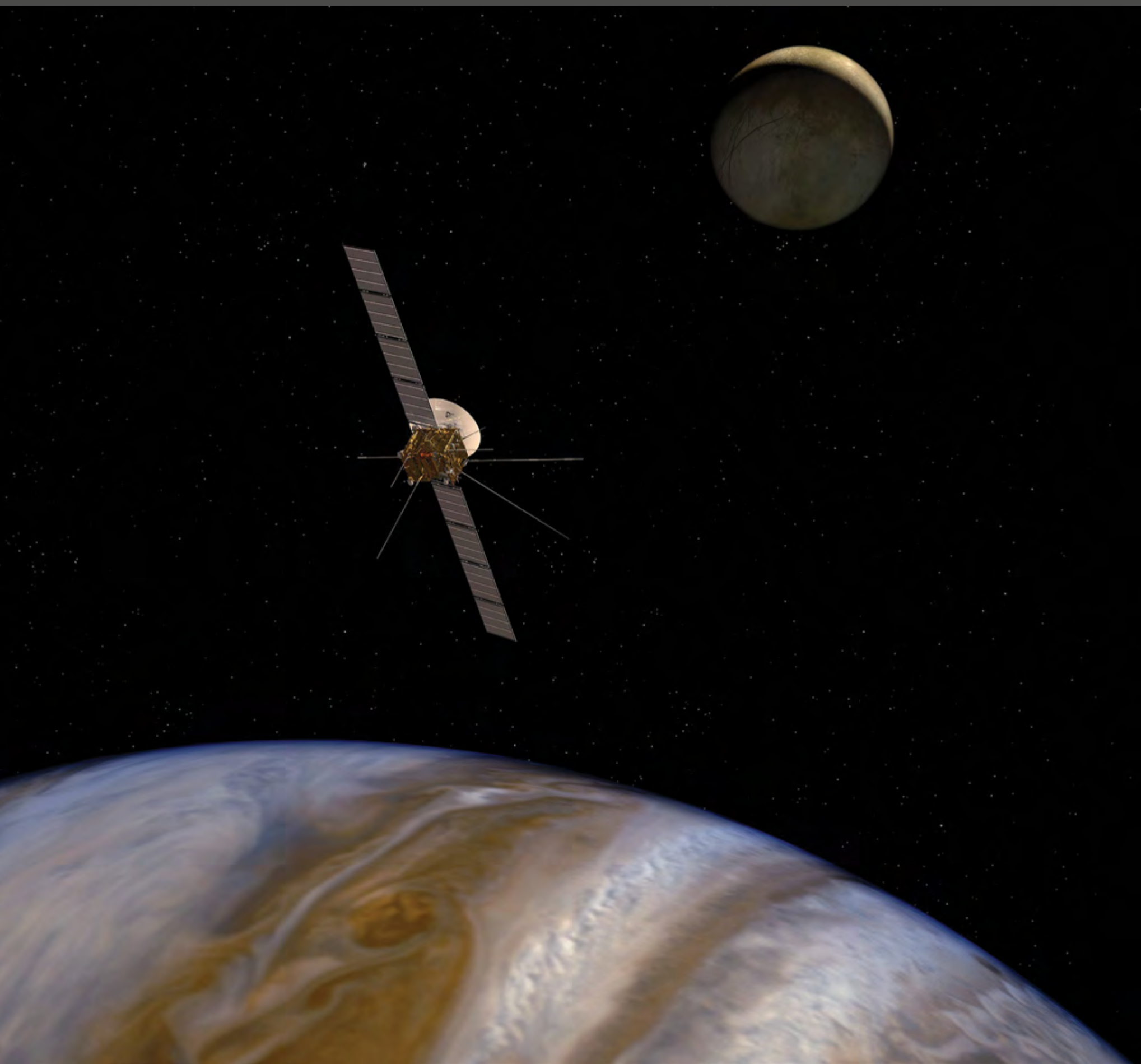
Juice è la prima missione di grandi dimensioni del programma Cosmic Vision e costituirà il punto di riferimento dell'ESA per l'esplorazione del Sistema Solare esterno.

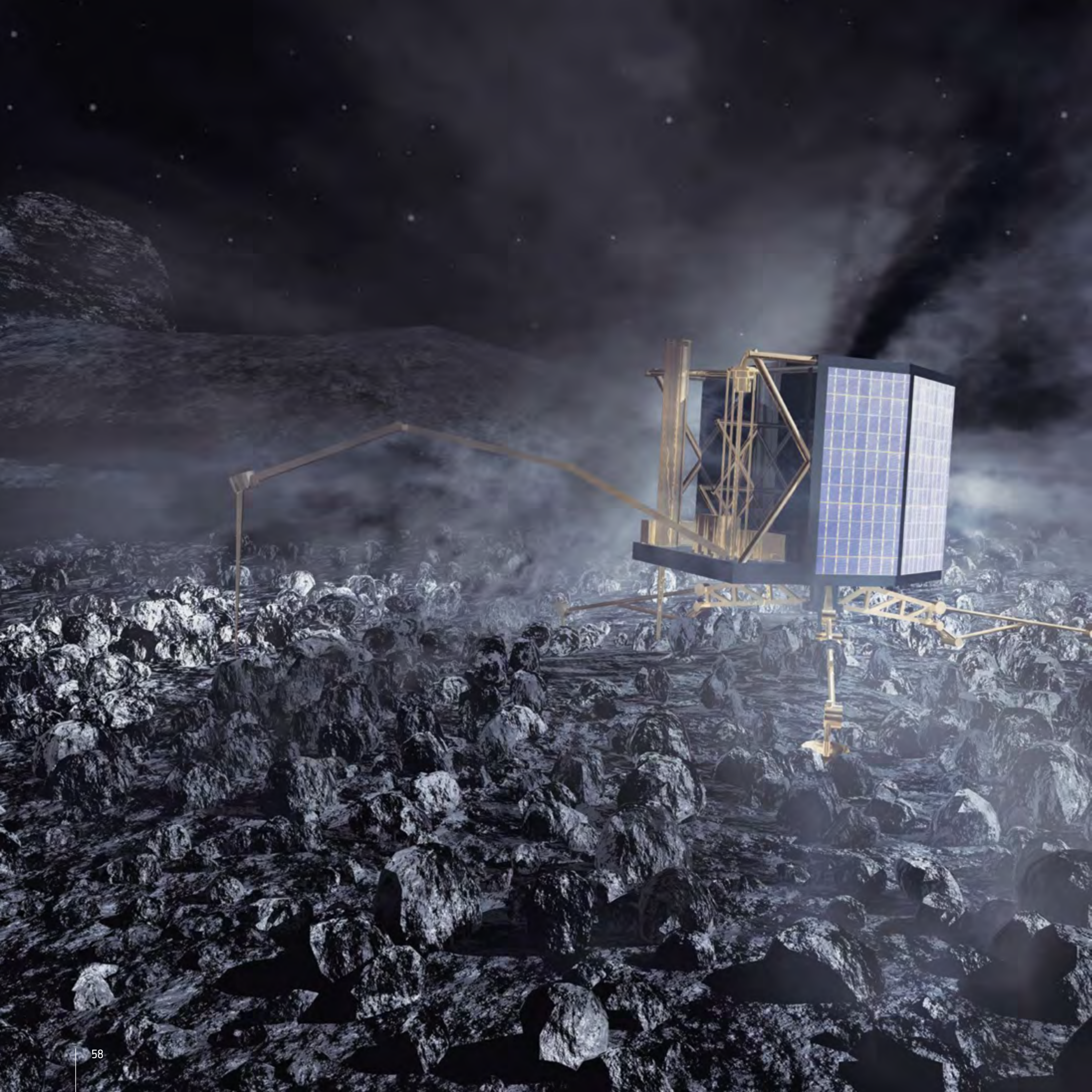


Europa

Callisto

Ganimede





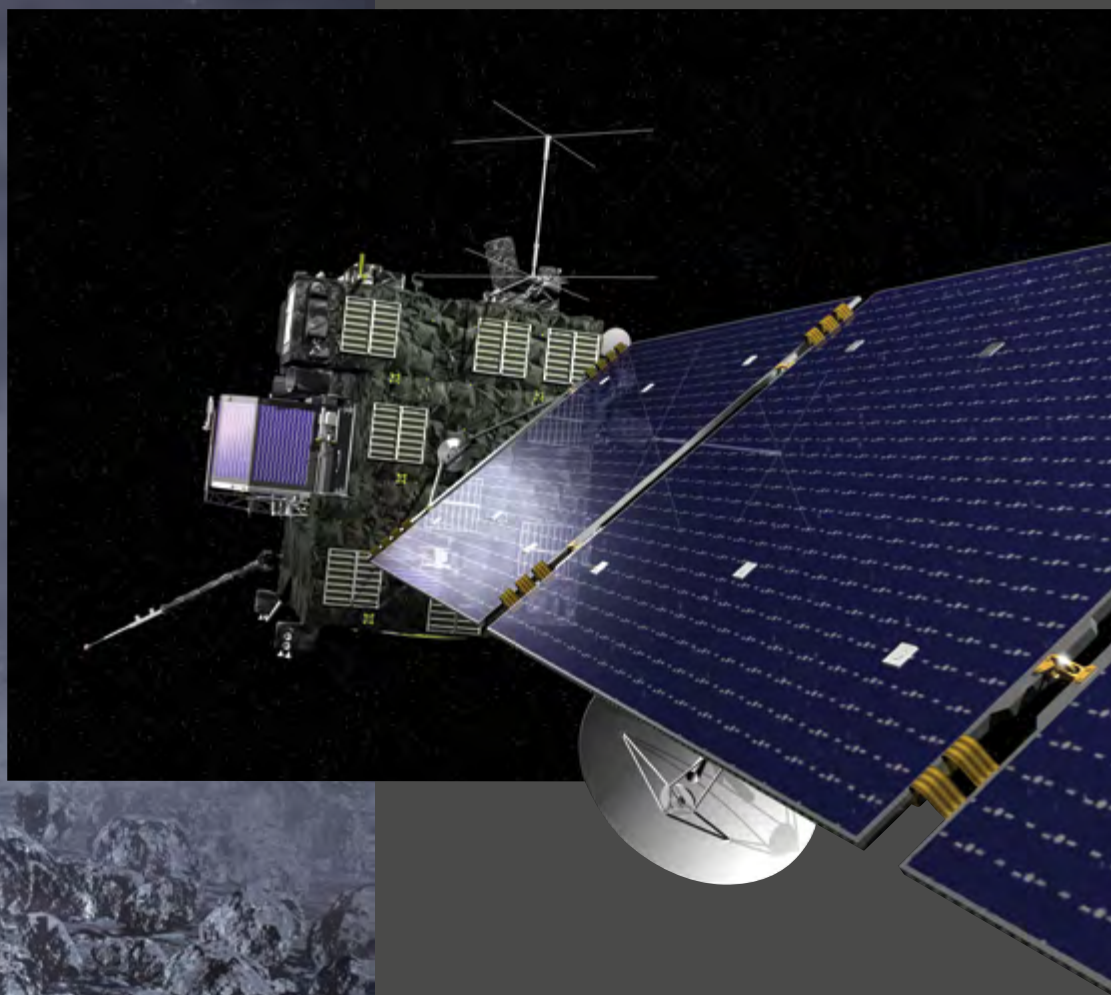
Cacciatore di comete

La missione Rosetta è rivolta a un obiettivo di 4 km di ampiezza lungo uno spazio interplanetario di 450 milioni di km – in termini navali, ciò equivale a trovare un ago da cento chilometri di distanza. Nel maggio 2014 il veicolo spaziale inizierà ad andare in orbita intorno alla cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko, nei pressi di Giove, e nel novembre dello stesso anno il modulo di atterraggio Philae arpionerà la superficie della cometa.

Il veicolo spaziale da 1,5 tonnellate prende il nome dalla stele di Rosetta, che consentì agli Europei di comprendere i geroglifici degli antichi Egizi. Il suo pacchetto di strumenti dovrebbe permettere agli scienziati di decifrare i segreti delle capsule del tempo ghiacciate chiamate comete, e di guardare indietro di 4600 milioni di anni per osservare la nascita del Sistema Solare, quando un denso sciame di comete ha formato la materia prima dei mondi che sono seguiti.

Sfortunatamente, non esistono razzi capaci di far accelerare un veicolo spaziale alla velocità di una cometa. Invece Rosetta ha dovuto rimbalzare intorno al Sistema Solare interno come una palla da biliardo cosmica, girando intorno al Sole quasi quattro volte durante il suo viaggio di dieci anni per guadagnare velocità. Lungo questa rotta, Rosetta è entrata due volte nella fascia di asteroidi e ha ricevuto spinte gravitazionali volando intorno a Marte (2007) e alla Terra (2005, 2007 e 2009).

Ma il viaggio di Rosetta non terminerà quando inizierà a orbitare intorno alla sua preda, lontano dalla Terra e vicina a Giove. Il veicolo spaziale rimarrà con Churyumov-Gerasimenko quando/mentre si avvicineranno alla Terra e il calore del Sole farà evaporare il ghiaccio sulla loro superficie, i getti di gas spareranno granelli di polvere nello spazio, diventando ciò che i nostri antenati chiamavano una 'stella con la barba'. Nel corso di un intero anno, mentre ruota intorno al Sole, Rosetta orbiterà intorno alla cometa, mappandone e analizzandone il nucleo e studiando i cambiamenti nella sua attività. Man mano che i ghiacci della cometa evaporano, gli strumenti studieranno le particelle di polvere e gas che circondano la cometa e la inseguono creando le sue code, interagendo con il vento solare e il campo magnetico interplanetario.



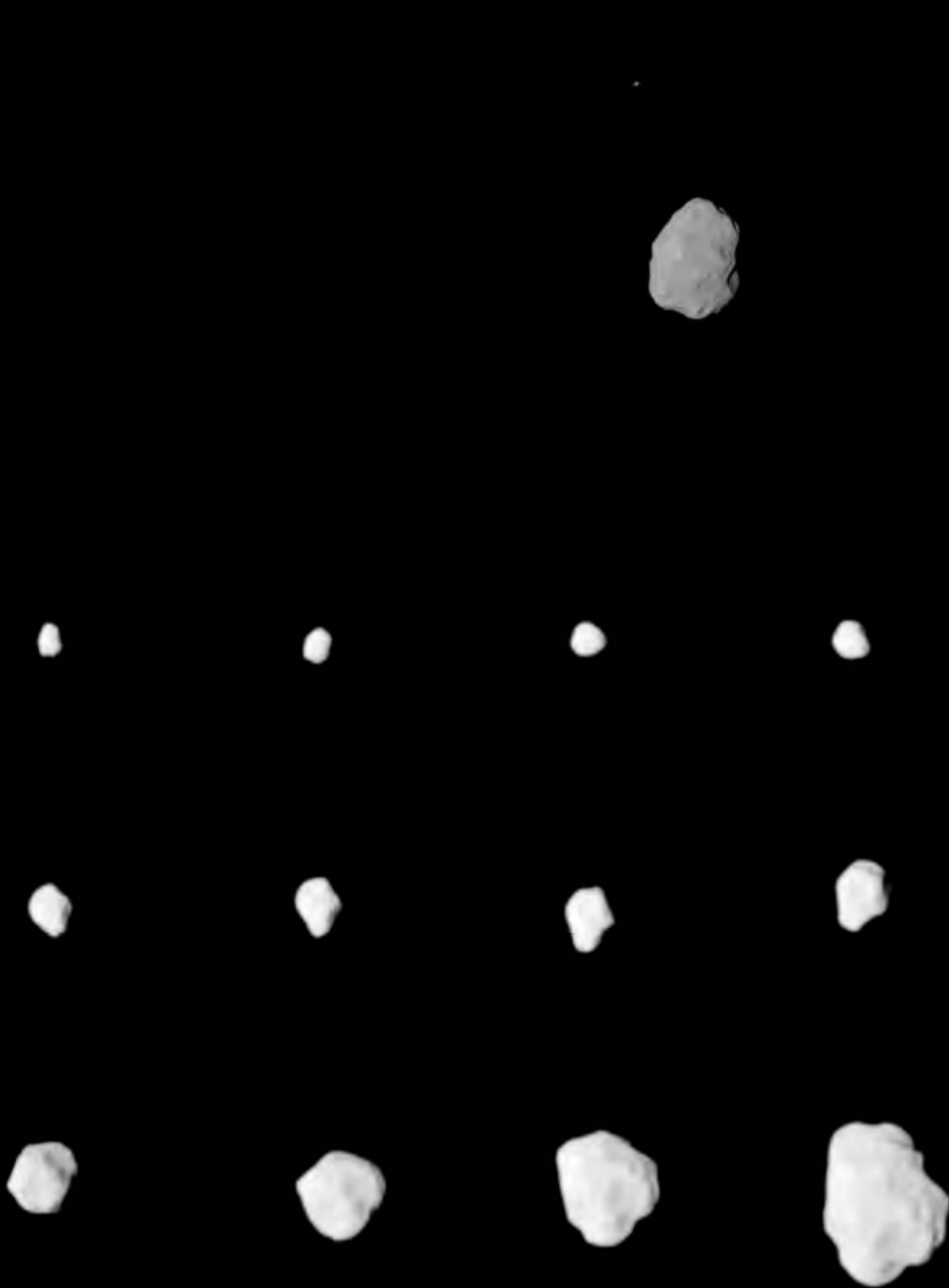
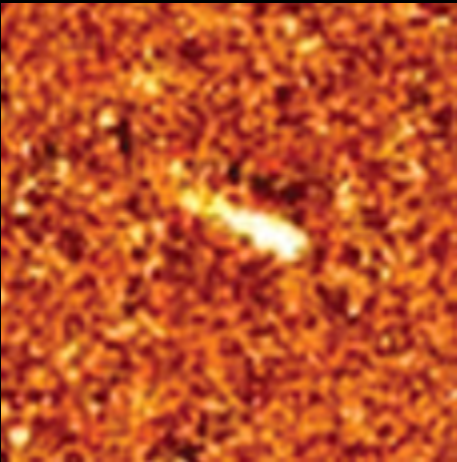
Terra incognita

L'odissea di Rosetta verso la cometa di Churyumov-Gerasimenko è stata essa stessa un viaggio di scoperta. Il veicolo spaziale ha oltrepassato diversi corpi, dei quali Lutetia è stato il più grande. Rosetta ha volato al di là dell'asteroide lungo 130 km il 10 luglio 2010 a una velocità di 54.000 km/h, arrivando a meno di 3170 km.

Gli altri voli ravvicinati di Rosetta hanno coinvolto oggetti – come l'asteroide Steins nel 2008 e la coda di polvere (in fondo) dell'asteroide simile a una cometa P/2010 A2 agli inizi del 2010 – che sembrano essere frammenti di corpi più grandi.

Lutetia rappresenta un mini-mondo più antico e primitivo. Alcune parti della sua superficie hanno circa 3,6 miliardi di anni, mentre altre sono giovani per gli standard astronomici, avendo solo 50–80 milioni di anni. Queste aree più recenti di Lutetia sono costituite da frane, probabilmente provocate dalle vibrazioni di impatti particolarmente potenti nelle vicinanze. I detriti risultanti da questi numerosi impatti adesso sono sparsi sulla superficie come uno strato di roccia polverizzata di centinaia di metri di profondità. Lungo la superficie ci sono anche dei massi: alcuni lunghi 300–400 metri, circa la metà di Ayers Rock in Australia.

Lutetia è più simile a un pianeta di quanto si direbbe a un primo sguardo. È denso per essere un asteroide, e ciò suggerisce che contenga quantità significative di ferro, ma non necessariamente un nucleo ferroso. La sua superficie primordiale implica che Lutetia non ha mai raggiunto temperature causate dalla radioattività interna sufficientemente elevate da fondere questo ferro in un nucleo, come si è verificato sulla Terra in ciò che gli geologi chiamano la 'catastrofe del ferro', creando il mondo a strati che conosciamo oggi. Così questo asteroide si rivela essere una istantanea in miniatura di una fase particolare dello sviluppo della Terra.







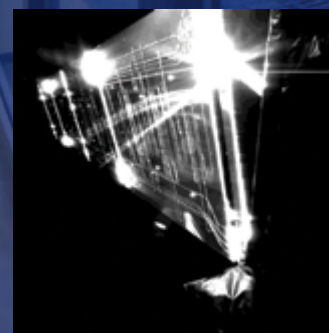
Doppio corpo

Il 'gemello' di Rosetta è ancora sulla Terra; questo modello di ingegneria di veicolo spaziale si trova presso lo European Space Operations Centre (ESOC) dell'ESA a Darmstadt, in Germania, da cui la missione viene controllata. Prima che gli aggiornamenti software vengano trasmessi al veicolo spaziale, vengono collaudati in questo banco di prova interamente funzionale. Il modello è usato anche per l'addestramento, degli operatori che comprenda tecniche di verifica con Hardware in-the-loop.

Rosetta è il primo veicolo spaziale a energia solare ad avventurarsi a tali distanze nello spazio (vedere l'autoritratto che ha realizzato nell'immagine in riquadro) e nel 2011 è passata in ibernazione per conservare energia mentre scivolava a 790 milioni di km dal Sole verso Churyumov-Gerasimenko. È diventata silenziosa, attendendo di essere risvegliata automaticamente dal software del computer di bordo e da quattro orologi – che hanno attivato la procedura di risveglio alle 10:00 GMT del 20 gennaio 2014.

Le operazioni sono state riavviate: le comunicazioni radio tra Rosetta e le postazioni di terra fanno uso delle antenne per lo spazio profondo dell'ESA di New Norcia in Australia, Malargüe in Argentina e Cebreros in Spagna, ognuna con una antenna parabolica di 35 m di diametro e capace di concentrare l'energia del segnale radio in un raggio contenuto, consentendo di raggiungere distanze di oltre 1000 milioni di chilometri dalla Terra. Anche il Deep Space Network della NASA offre copertura in caso di necessità.

La velocità a cui è possibile inviare i dati da Rosetta alla Terra varia da 10 a 22.000 bit al secondo. Ad ogni modo, la rotazione della Terra significa che la comunicazione in tempo reale non sempre è possibile. Per superare queste limitazioni, la memoria a stato solido da 25 GB di Rosetta è in grado di conservare tutti i dati scientifici e quindi trasmetterli alla Terra alla prima occasione.



Oceano asciutto sul Pianeta Rosso?

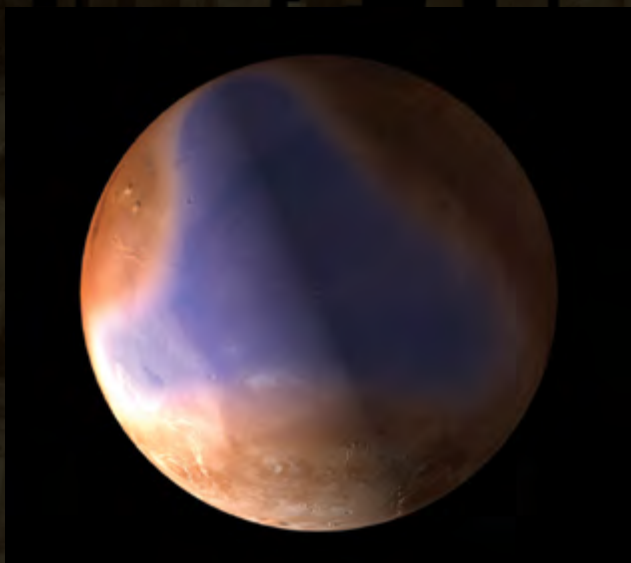
Copertura globale del Pianeta Rosso da parte della missione Mars Express dell'ESA fino al giugno 2011, in orbita dal dicembre 2003. Nonostante sia più piccolo della Terra, Marte ha un'area di superficie di poco più piccola di tutta la terraferma della Terra messa insieme.

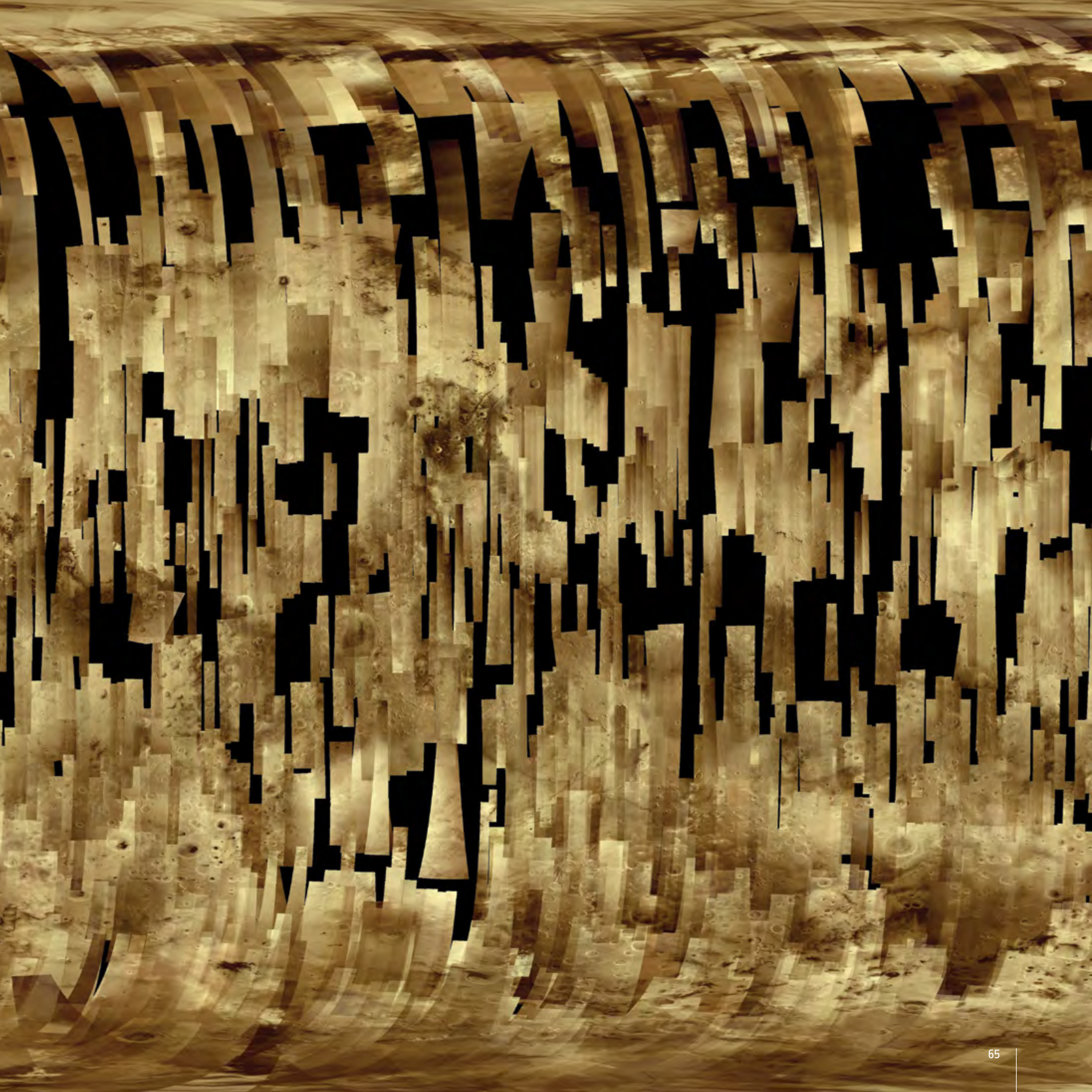
La prima missione europea su Marte dispone di carburante sufficiente per andare avanti per molti anni, quindi i vuoti sulla mappa molto probabilmente saranno riempiti prima che la missione si concluda.

Gli strumenti del veicolo spaziale includono una telecamera stereo ad alta risoluzione che mappa la topografia del pianeta in 3D, una serie di spettrometri che rivelano la composizione della superficie e dell'atmosfera, un analizzatore di particelle e un radioscandaglio per l'analisi della ionosfera della parte superiore dell'atmosfera e del campo gravitazionale misurando al tempo stesso la scabrezza della superficie del pianeta e studiando la corona solare.

Mars Express ha spiegato la sua antenna di 40 metri di lunghezza nel 2005 per dare ai ricercatori una visione dettagliata della superficie marziana. Ha rilevato strati simili a rocce sedimentarie che suggeriscono la presenza di un antico fondo oceanico al di sotto delle pianure settentrionali del pianeta (in basso), che si aggiungono alle evidenze esistenti di ciò che sembrano essere linee costiere disseccate.

Due opzioni sono state proposte: quattro miliardi di anni fa, quando prevalevano condizioni più miti, e tre miliardi di anni fa quando il ghiaccio al di sotto della superficie si è sciolto, probabilmente per effetto di una maggiore attività geotermica, creando canali di deflusso che hanno fatto defluire le acque in aree più basse. Questo secondo oceano sarebbe stato temporaneo. In un milione di anni la sua acqua si sarebbe congelata e sarebbe stata conservata nel sottosuolo, oppure si sarebbe trasformata in vapore e sollevata gradualmente nell'atmosfera.





Picco marziano

Secondo gli standard terrestri, il vulcano Tharsis Tholus – osservato qui (in alto a sinistra) dalla telecamera stereo ad alta risoluzione di Mars Express con un codice cromatico che indica l'altezza – è un gigante di otto chilometri al di sopra del terreno circostante, alto quasi quanto il monte Everest, con una base che si estende per oltre 155x125 chilometri. Ma su Marte è solo un vulcano di medie dimensioni.

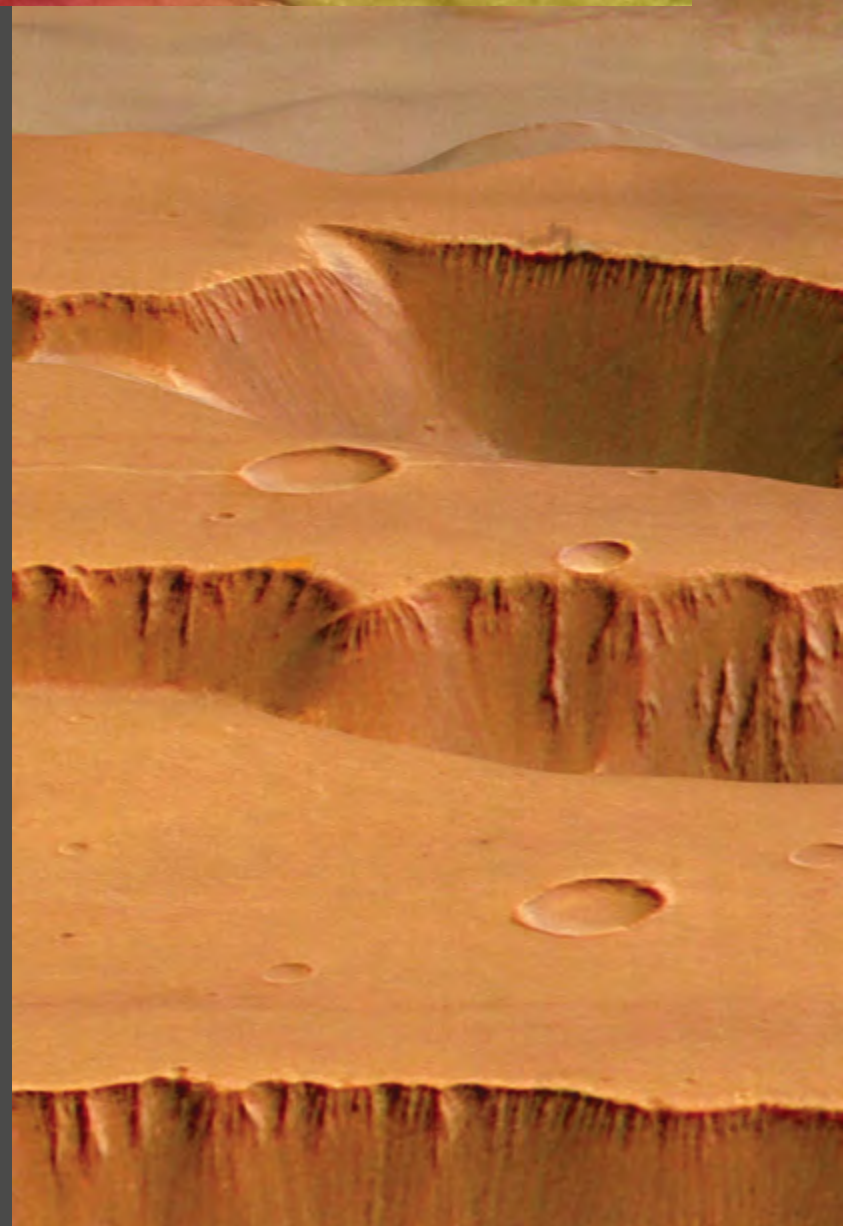
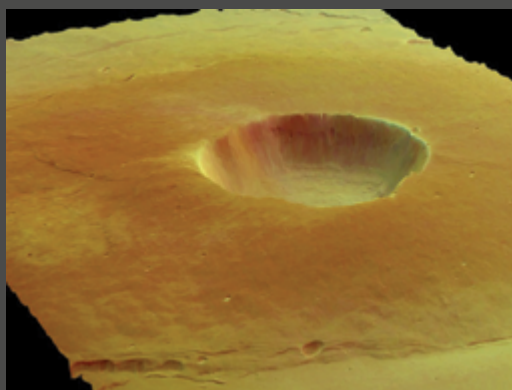
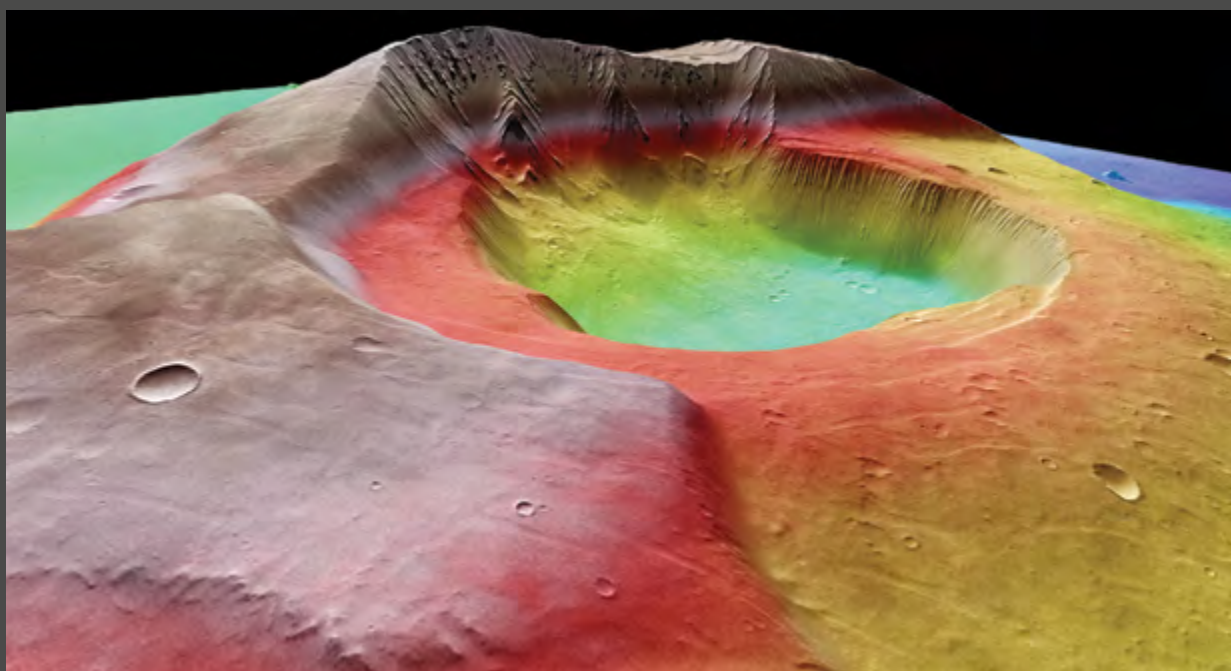
La cosa che lo rende inusuale sono le sue condizioni, con i fianchi collassati e una caldera centrale ormai crollata, causate dallo svuotamento della camera del magmatica fino al punto in cui non è più stato in grado di sostenere il proprio peso. La natura inattiva di Tharsis Tholus è enfatizzata dai crateri da impatto che costellano i suoi fianchi – ma si ritiene che la lava sia confluita da una delle fenditure del fianco meridionale del vulcano fino a 200 milioni di anni fa.

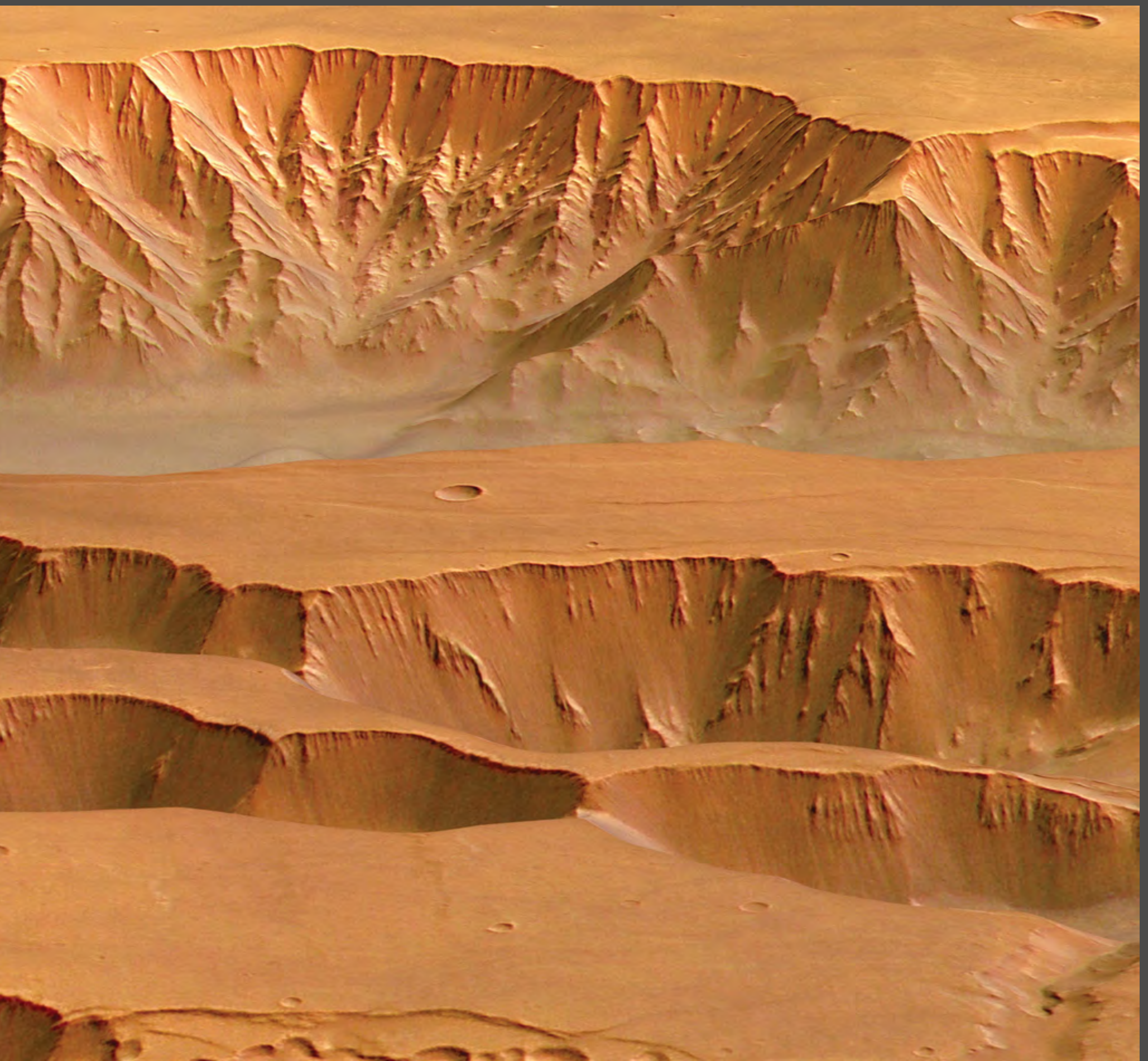
Marte potrebbe essere ancora geologicamente attivo? Una delle scoperte più significative di Mars Express sono state piccole quantità di metano in alcune regioni dell'atmosfera marziana, che indicano la presenza di una attività vulcanica che continua a generare calore al di sotto della superficie oppure una qualche forma di vita su Marte. Nella rarefatta atmosfera, il metano ha una vita relativamente breve pari a 300–600 anni prima di essere disintegrata dalla radiazione ultravioletta, dunque esiste qualcosa che la sta alimentando in modo attivo. Sono anche possibili altri processi geologici abiologici, ma questi implicano la presenza di acque sotterranee liquide. I risultati di Mars Express sono stati confermati da indagini di controllo effettuate da telescopi terrestri e stanno preparando la strada alla pianificazione di missioni future verso Marte.

Un'altra sorprendente scoperta di Mars Express è stata la relativa abbondanza di acqua liquida sulla superficie marziana nel corso del tempo, nonché la storia del suo clima. Possibili ghiacciai erano attivi solo poche centinaia di migliaia di anni fa.

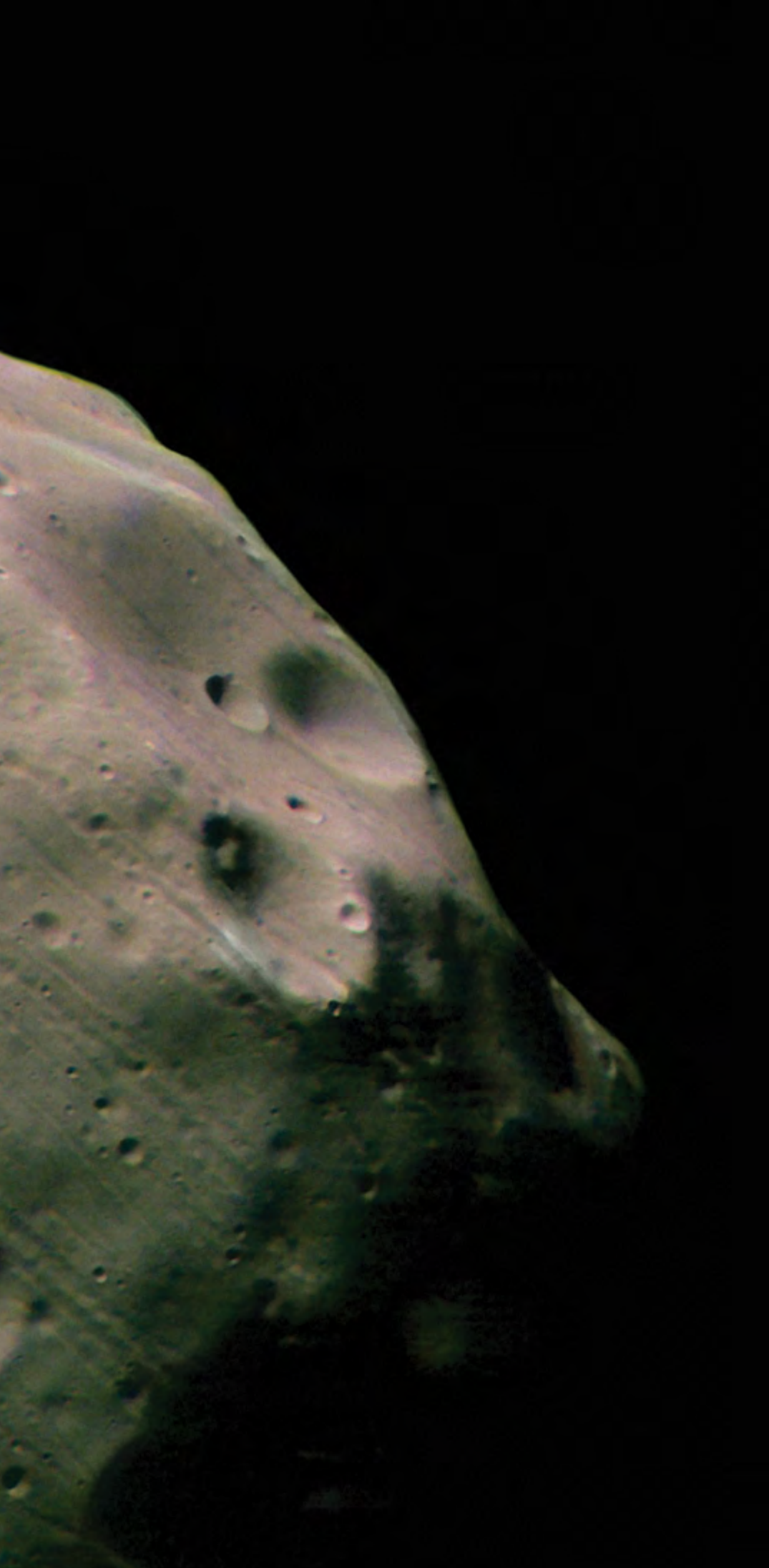
L'ESA sta pianificando un ritorno in due parti sul Pianeta Rosso. Nel 2016, la missione ExoMars Orbiter dell'Agenzia esaminerà le tracce di gas nell'atmosfera, incluso il metano. Due anni dopo sarà la volta di ExoMars Rover, che trasporterà una trivella e una serie di strumenti dedicati alla ricerca geochimica ed esobiologica.

Il sito dell'atterraggio del rover sarà selezionato da una rosa di didestazioni. I risultati di Mars Express hanno sottolineato alcune delle caratteristiche più spettacolari della superficie. L'immagine principale mostra parte di Coprates Catena, un enorme avvallamento intorno al centro di Valles Marineris, un sistema di canyon di oltre 4000 km di lunghezza. Notare il fondo morbido dell'avvallamento in contrasto con le punte delle scogliere, probabilmente a causa della polvere soffiata dal vento. La polvere viene catturata mentre cade nella caldera del vulcano di Albor Tholus dalla prospettiva 3D della telecamera (parte centrale sinistra).









La faccia di Phobos

Una grande città europea potrebbe essere tranquillamente posizionata sulla luna marziana di Phobos, come Mars Express ha qui immaginato. La luna a forma di patata misura 27 per 22 per 18 km in larghezza. La sua superficie costellata di crateri potrebbe essere calpestata da piedi umani ben prima del Pianeta Rosso sottostante. Phobos offre possibilità di accesso relativamente semplici perché è priva di aria e si trova sul bordo della gravità di Marte, dunque l'atterraggio e il decollo richiederebbero meno carburante.

Progettata per osservare un corpo planetario specifico, Mars Express si è dimostrata sufficientemente versatile per studiare anche questo compagno di dimensioni minori. L'orbita ellittica e quasi polare del veicolo spaziale lo porta vicino a Phobos all'incirca ogni cinque mesi. Le scanalature parallele sulla superficie sono forse spaccature, probabilmente dovute all'enorme impatto che ha creato il più grande cratere della (di questa) luna, lo Stickney (a sinistra), di quasi 10 km di diametro, potenzialmente capace di spaccare in due l'intero corpo prima che la leggera gravità di Phobos potesse rimetterlo assieme.

Da vicino, Mars Express viene spostato leggermente dalla sua orbita da questo stesso campo gravitazionale. Questo effetto ammonta a poco più che pochi millimetri al secondo e non ha alcuna conseguenza sulla missione. Ad ogni modo, permette agli scienziati di osservare in maniera unica la luna all'interno per vedere in che modo è distribuita la sua massa. La bassa densità di Phobos indica che il suo interno contiene quantità significative di materiale poroso e/o acqua ghiacciata. Ha inoltre l'aspetto di un cumulo di macerie parzialmente cavo, e ciò potrebbe fornire degli indizi sulle sue misteriose origini. Si tratta di un asteroide catturato dalla forza gravitazionale di Marte, come la luna gemella Deimos, oppure si è formato da un disco di detriti intorno a Marte, magari a seguito di un qualche enorme impatto sulla superficie?

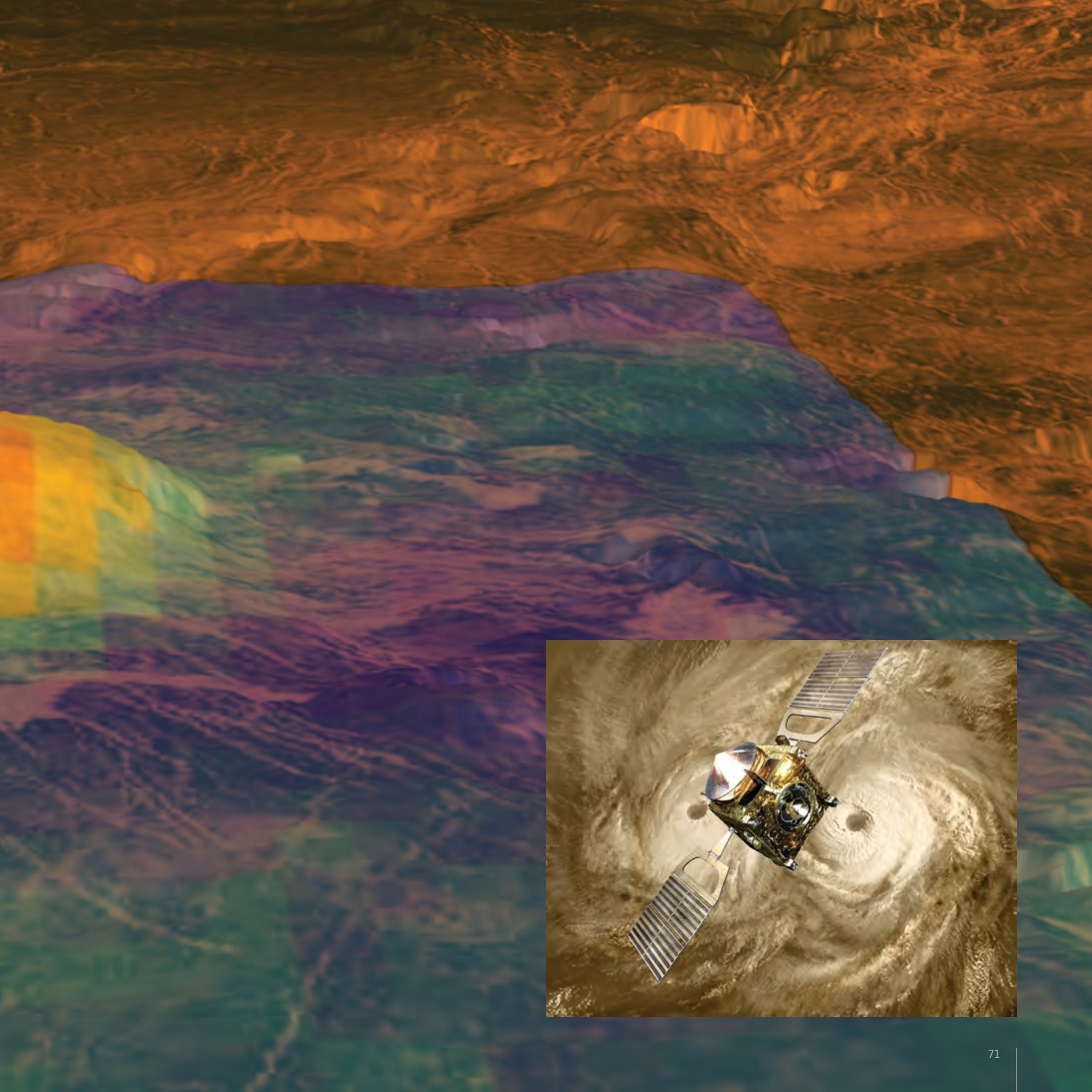


Benvenuti all'inferno

Sin dal 2006, la nave gemella di Mars Express, Venus Express, è stata in orbita intorno al mondo che viene spesso indicato come il gemello della Terra. Venere è poco più piccolo della Terra, ma le loro storie sono molto differenti. Le nuvole apparentemente placide nascondono un mondo infernale e una distruttiva pressione atmosferica – 90 volte più grande di quella della Terra – nuvole di acido solforico, tempeste dalla potenza di un uragano capaci di attraversare il pianeta in soli quattro giorni e una superficie talmente bollente da essere luminosa. Sebbene solo un decimo della luce del Sole arrivi al suolo, i gas e le particelle dell'atmosfera inferiore intrappolano energia sufficiente a far aumentare drammaticamente la temperatura. Si viene a creare così un effetto serra incontrollabile.

Anche la superficie è molto diversa da quella della Terra. Sembra che sia uno dei pianeti geologicamente più attivi del Sistema Solare. La superficie non registra alcun segno più antico di 500 milioni di anni, e la tettonica a placche che dà forma al nostro pianeta sembra essersi fermata, e forse non è mai stata attiva. Sembra invece che un'intensa attività vulcanica l'abbia cancellata completamente.

Uno dei misteri che Venus Express sta provando a risolvere è capire se il pianeta è ancora geologicamente attivo. I suoi strumenti hanno rilevato nell'atmosfera anidride solforosa che potrebbe provenire da eruzioni vulcaniche avvenute negli ultimi 10–20 milioni di anni. Misurazioni addizionali a infrarossi indicano colate di lava relativamente giovani, come nell'esempio del picco vulcanico Idunn Mons qui presentato. Il suo calore (rosso–arancio) confrontato al terreno circostante suggerisce l'assenza di erosione e indica che le colate sono eruttate in tempi relativamente recenti. Le colate sono geologicamente possibili per un'epoca fissata a 2,5 milioni di anni fa – ma probabilmente molto meno e forse sono attive ancora oggi. La 'pistola fumante' che cerchiamo oggi sarebbe una eruzione vera e propria.

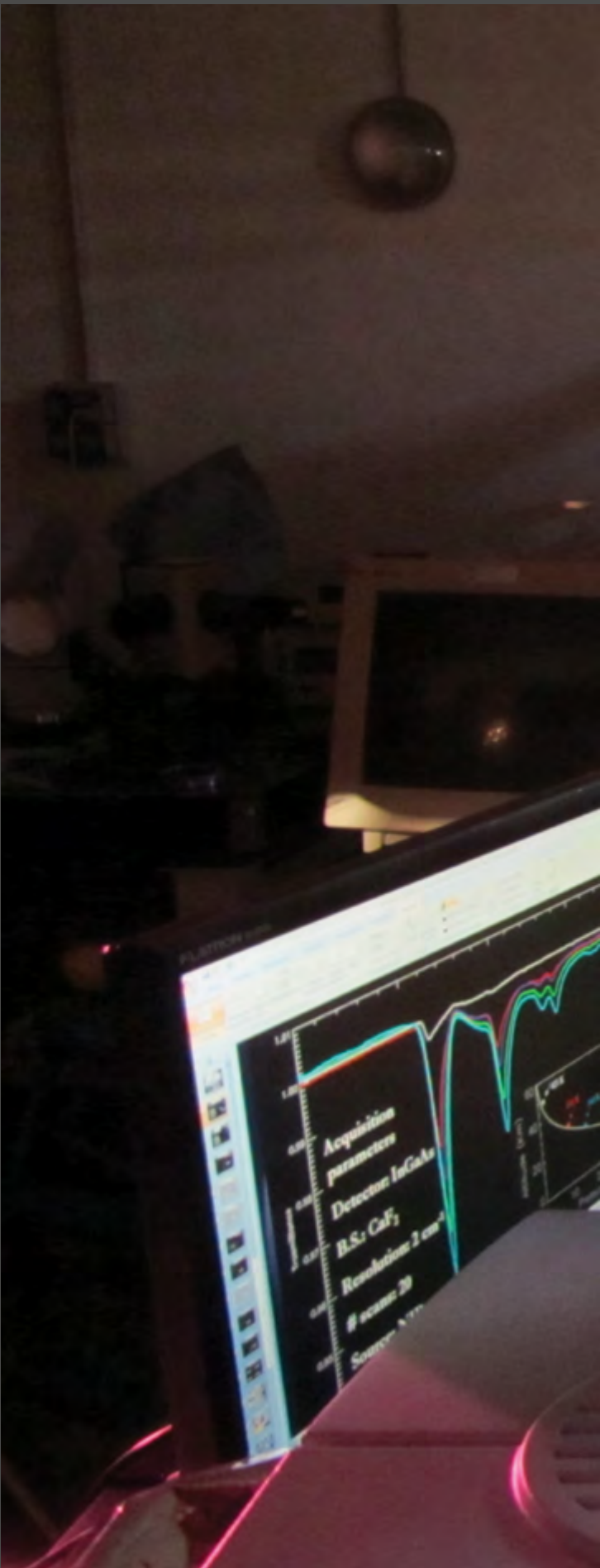
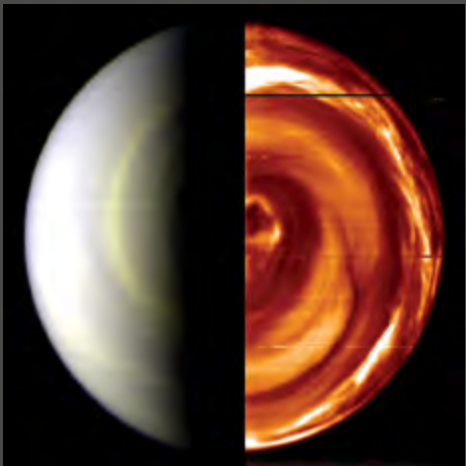
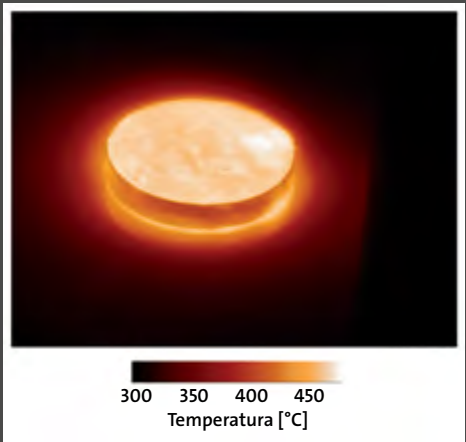


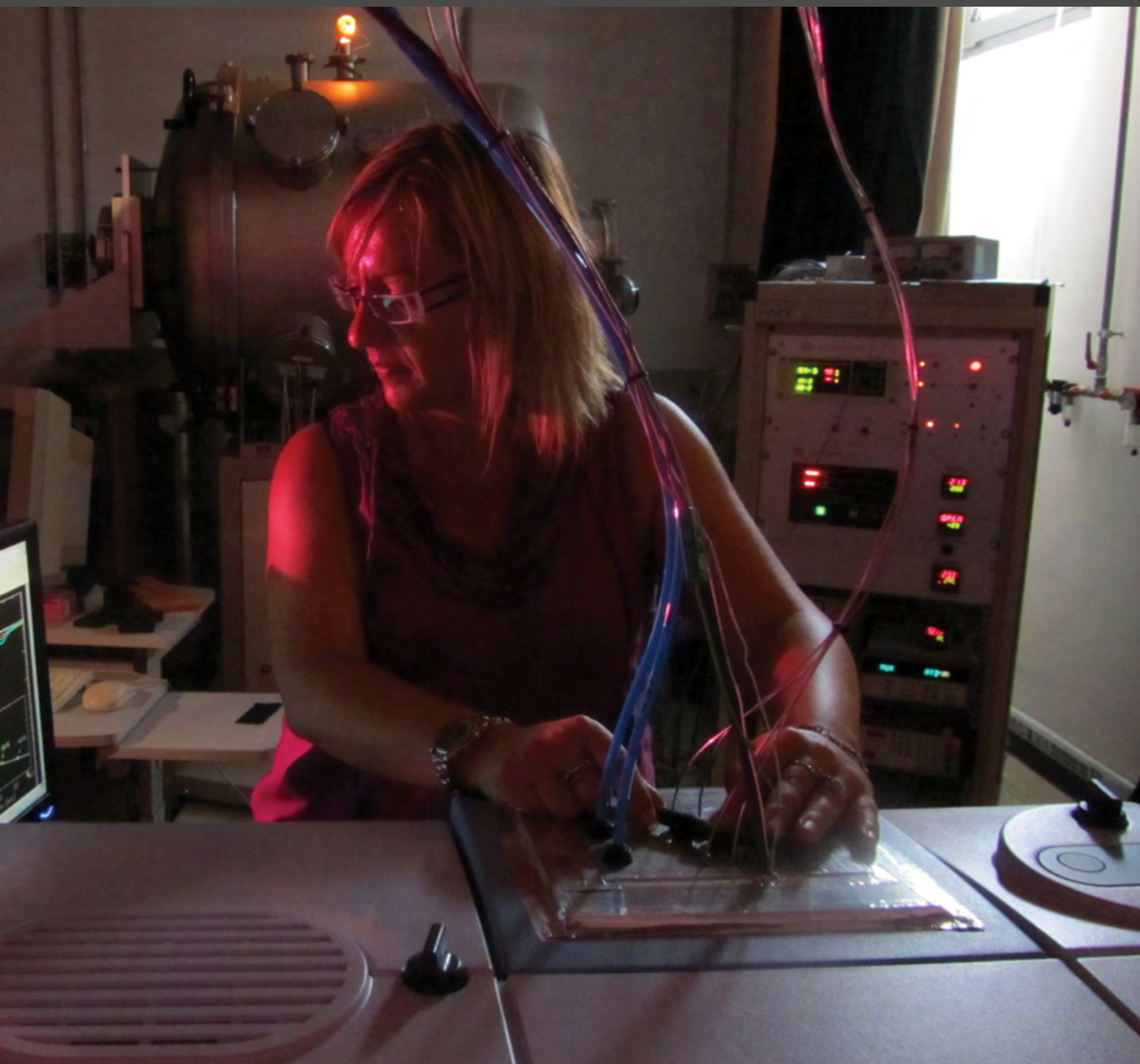
Una luce aliena

Una ricercatrice è immersa in una luce abbagliante mentre lavora nell'Istituto di Astrofisica e Planetologia di Roma, presso l'Istituto Nazionale di Astrofisica italiano, per riprodurre l'atmosfera di Venere sulla Terra.

Sebbene la superficie di Venere sia oscurata alla vista dalle nuvole, il monitoraggio a infrarossi eseguito da Venus Express apre una finestra per sondare i misteri della sua atmosfera inferiore e della superficie. Ma l'immenso calore della superficie del pianeta – con temperature che possono superare 480 °C, due volte più grandi di un forno domestico – possono rendere difficile l'interpretazione delle osservazioni. La risposta sta nel riprodurre questo ambiente estremo in condizioni di laboratorio. A Roma, cellule campione sono riempite di anidride carbonica pressurizzata e riscaldata per registrare i modelli di assorbimento.

Nel frattempo, il Planetary Emissivity Laboratory del DLR German Aerospace Center di Berlino ha riscaldato campioni di rocce e polvere (in basso) come basalto e granito, osservando il modo in cui brillano agli infrarossi e quindi nello spettro visibile. Poiché la forza relativa di questa luminosità è unica per ciascun materiale, i risultati stanno aiutandoci a identificare le rocce sulla superficie di Venere e a svelare la sua storia geologica sino ad ora sconosciuta.





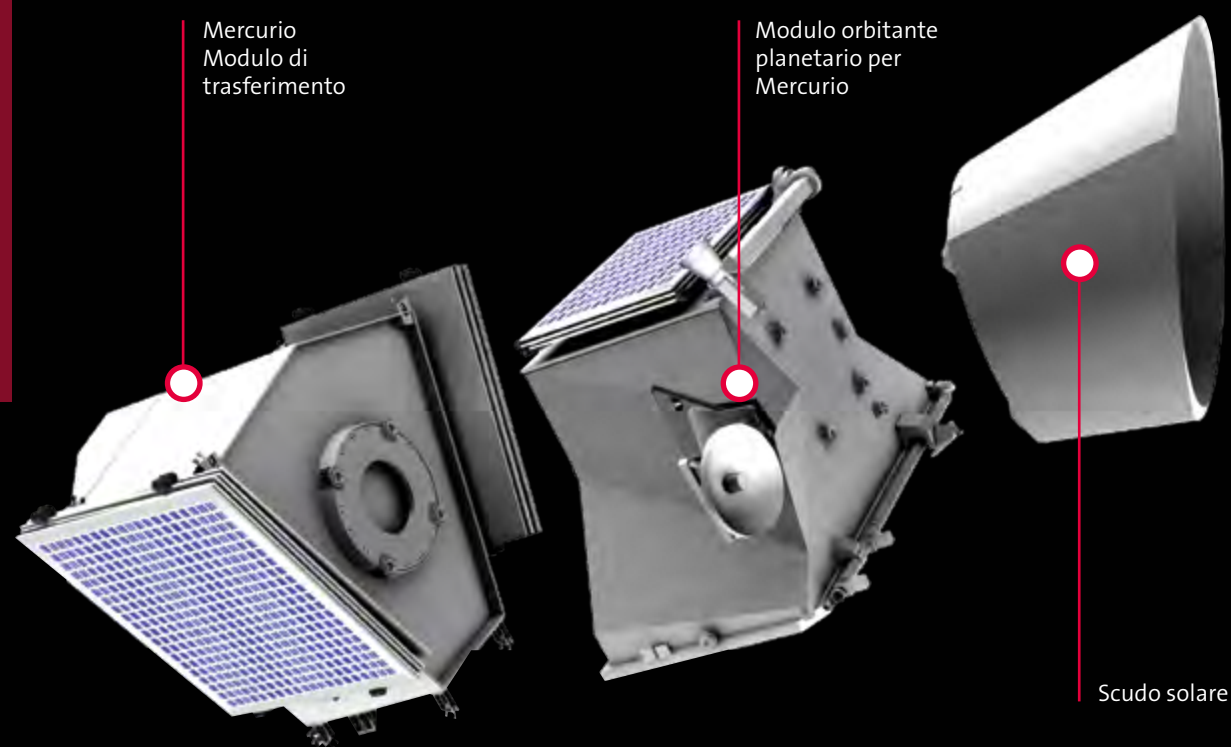
Missione verso l'anello mancante

Essendo vicino al Sole, Mercurio è difficile da osservare dalla Terra e raggiungerlo è ancora più complicato. È stato definito l'anello mancante del Sistema Solare.

La missione dell'ESA BepiColombo su Mercurio prevista per il 2016 sarà un'enorme opportunità: si tratta in realtà di due missioni in una. Una volta arrivati su Mercurio dopo più di sei anni, la coppia di veicoli spaziali si separerà per studiare aspetti diversi di questo mondo misterioso. Si tratta del corpo più denso del Sistema Solare, con la superficie priva di alterazioni più antica, e le variazioni di temperatura maggiori – oltre 600 °C tra il giorno e la notte.

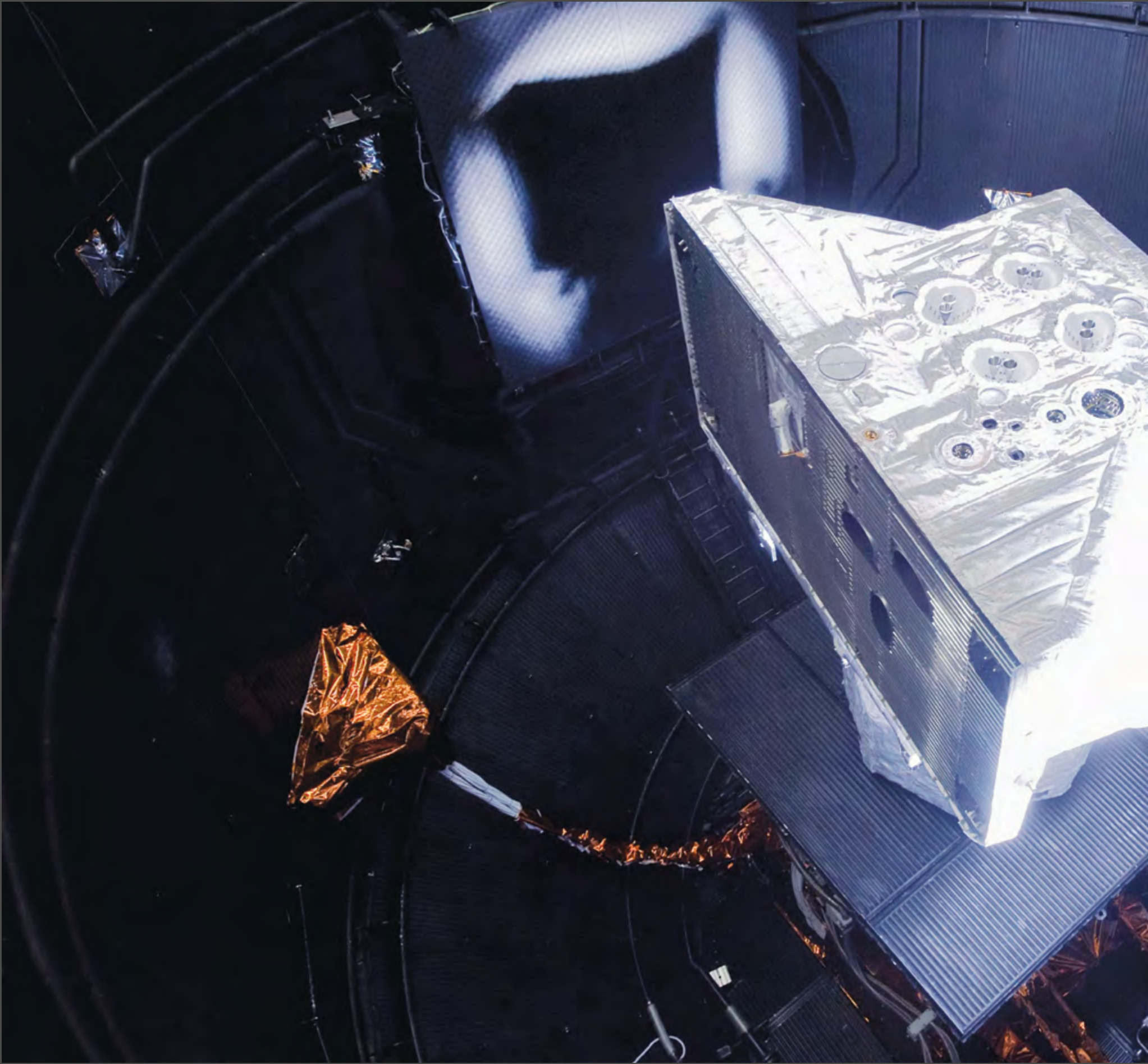
La missione giapponese del Mercury Magnetosphere Orbiter indagherà il campo magnetico, mentre il Mercury Planetary Orbiter dell'ESA si avvicinerà all'orbita per eseguire mappature spettrali e ottiche, campionare 'l'esosfera' vestigiale di Mercurio e sondare l'interno del pianeta.

Raggiungere l'orbita intorno a Mercurio è una vera sfida per via della sua vicinanza al Sole, la cui enorme influenza gravitazionale fa accelerare il veicolo spaziale come l'acqua che va giù nello scarico del lavandino. Quindi un'altra sezione, il Mercury Transfer Module, utilizzerà propulsori elettrici a energia solare per oltrepassare la Terra e girare due volte intorno a Venere per permettere a BepiColombo di subire il meno possibile la gravità di Mercurio. Normalmente le missioni interplanetarie dell'ESA effettuano voli ravvicinati per aggiungere energia; BepiColombo è invece la prima missione in cui questa procedura è usata per rallentare un veicolo spaziale.





Modulo orbitante
magnetosferico per
Mercurio





Sotto i riflettori

Un modello tecnico dell'elemento del Mercury Planetary Orbiter di BepiColombo è soggetto / sottoposto a un aumento di dieci volte delle radiazioni solari alla distanza di Mercurio dal Sole. L'immagine mostra il collaudo nel Large Space Simulator, la più grande camera a vuoto in Europa, presso il centro tecnico ESTEC di ESA nei Paesi Bassi.

Normalmente, la camera simula l'ambiente spaziale nell'orbita terrestre. Per imitare le condizioni presenti intorno a Mercurio, è stato necessario un aggiornamento accurato. Le 19 lampade della classe di proiettori IMAX che simulano la luce solare non sono state alterate, ma i 121 specchi esagonali che riflettono la luce nella camera a vuoto ora forniscono una concentrazione maggiore, aumentando d'intensità.

Questi livelli di illuminazione sono così intensi che è stata necessaria una intelligente elaborazione tecnica per mantenere la temperatura della camera all'interno dei limiti di sicurezza: un rivestimento di protezione termica aggiuntivo installato lungo le pareti del simulatore ha aumentato il flusso di azoto liquido di oltre sei volte, lavorando 5000 litri del liquido a -196°C l'ora durante le due settimane di collaudo.

Per resistere a queste condizioni estreme, il modulo orbitale stesso è rivestito da strati per alte temperature e rivestimenti speciali che lo mantengono freddo, mentre l'interno è dotato di un labirinto di tubi di calore. Questi tubi funzionano come una versione a circuito chiuso delle ghiandole sudoripare dell'uomo, trasportando il calore in eccesso del lato esposto al sole del veicolo in un radiatore rivolto dall'altro lato. Il radiatore di $2 \times 3,6$ m è protetto da un insieme unico di prese d'aria rivestite che impediscono di 'vedere' il pianeta bollente sottostante e di espellere il calore nello spazio profondo.

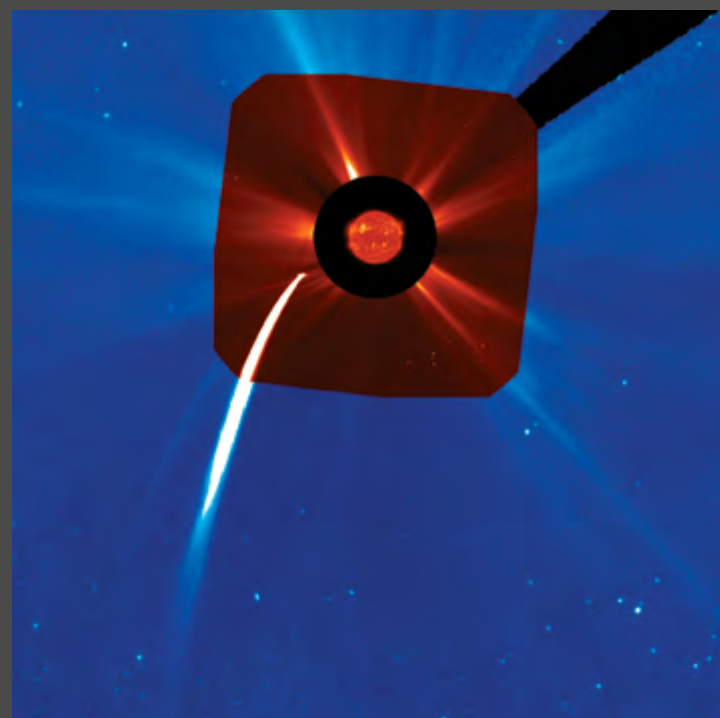
I collaudi di BepiColombo sono iniziati nel 2010 con le versioni di test del giapponese Mercury Magnetosphere Orbiter e lo scudo solare ESA che lo terrà all'ombra durante il suo viaggio verso Mercurio. Nel 2012 si sono svolti i test per il veicolo spaziale completo: la pila composta di moduli orbitali e scudo solare e il modulo di trasferimento che li porterà nello spazio interplanetario.

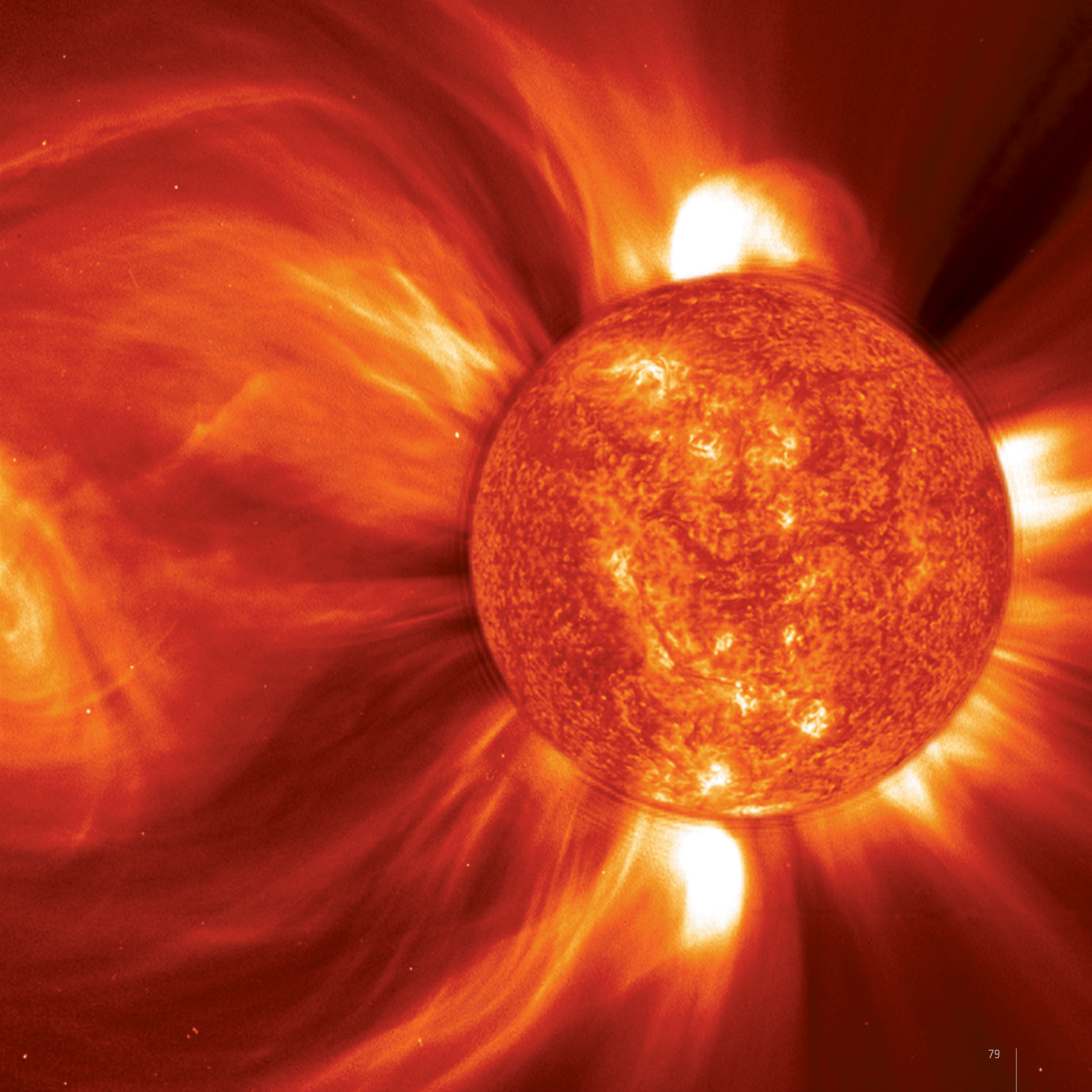
Fuoco nel cielo

Oltre il 99,85% di tutta la massa del nostro Sistema Solare è concentrata nel cuore della stella. Il Sole ha un diametro di circa 1,4 milioni di km – pari a 110 Terre messe insieme – e consiste principalmente di idrogeno (73,5% della sua massa), elio (24,8%) mentre un altro 1,7% è composto da elementi più pesanti, soprattutto carbonio, nitrogeno, ossigeno, neon, magnesio, silicone e ferro. Il Sole ruota più velocemente nel suo equatore rispetto ai poli. La 'rotazione differenziale' gioca un ruolo centrale nel creare il campo magnetico del Sole, l'origine di tutta l'attività solare. La massa del Sole è circa 2 000 000 000 000 000 000 000 000 di tonnellate – pari a 330.000 Terre – e perde circa 10 milioni di tonnellate al secondo bruciando l'idrogeno del suo nucleo e mandando nello spazio il materiale che forma il vento solare. Questa velocità aumenta se si verifica una eiezione di massa coronale (CME) del tipo osservato nel 2002. In questo caso, oltre un miliardo di tonnellate vengono sparate nello spazio a milioni di chilometri all'ora. Questo CME (pagina contigua) è stato rilevato dal Cronografo spettrometrico a grande angolo dell'Osservatorio eliosferico e solare SOHO di ESA-NASA, e il disco solare è stato sovrapposto (non in scala) dal telescopio per immagini ultravioletto. La disparità della loro luminosità è tale che non è possibile osservare il disco del Sole e la sua debole corona contemporaneamente.

L'enorme massa del Sole lo rende il perno gravitazionale del Sistema Solare, e le comete ruotano regolarmente intorno a esso. SOHO è il più prolifico scopritore di comete nella storia dell'astronomia – ne ha individuato oltre 2100 fino all'aprile 2012, in gran parte per merito di astronomi dilettanti intorno al mondo che hanno effettuato ricerche usando le immagini in tempo reale pubblicate su Internet. Alla fine del 2011, SOHO ha osservato la cometa Lovejoy mentre stava effettuando una fuga miracolosa dopo aver volato nella corona incandescente del Sole (in alto a sinistra).

Nel 2017 la missione Solar Orbiter dell'ESA si avvicinerà a Mercurio per eseguire osservazioni ravvicinate del Sole e della sua corona. Alcune delle tecnologie che usa per le osservazioni sono già state mandate in orbita sul microsatellite sperimentale Proba-2 dell'ESA nel 2009, che monitora il Sole dall'orbita terrestre.



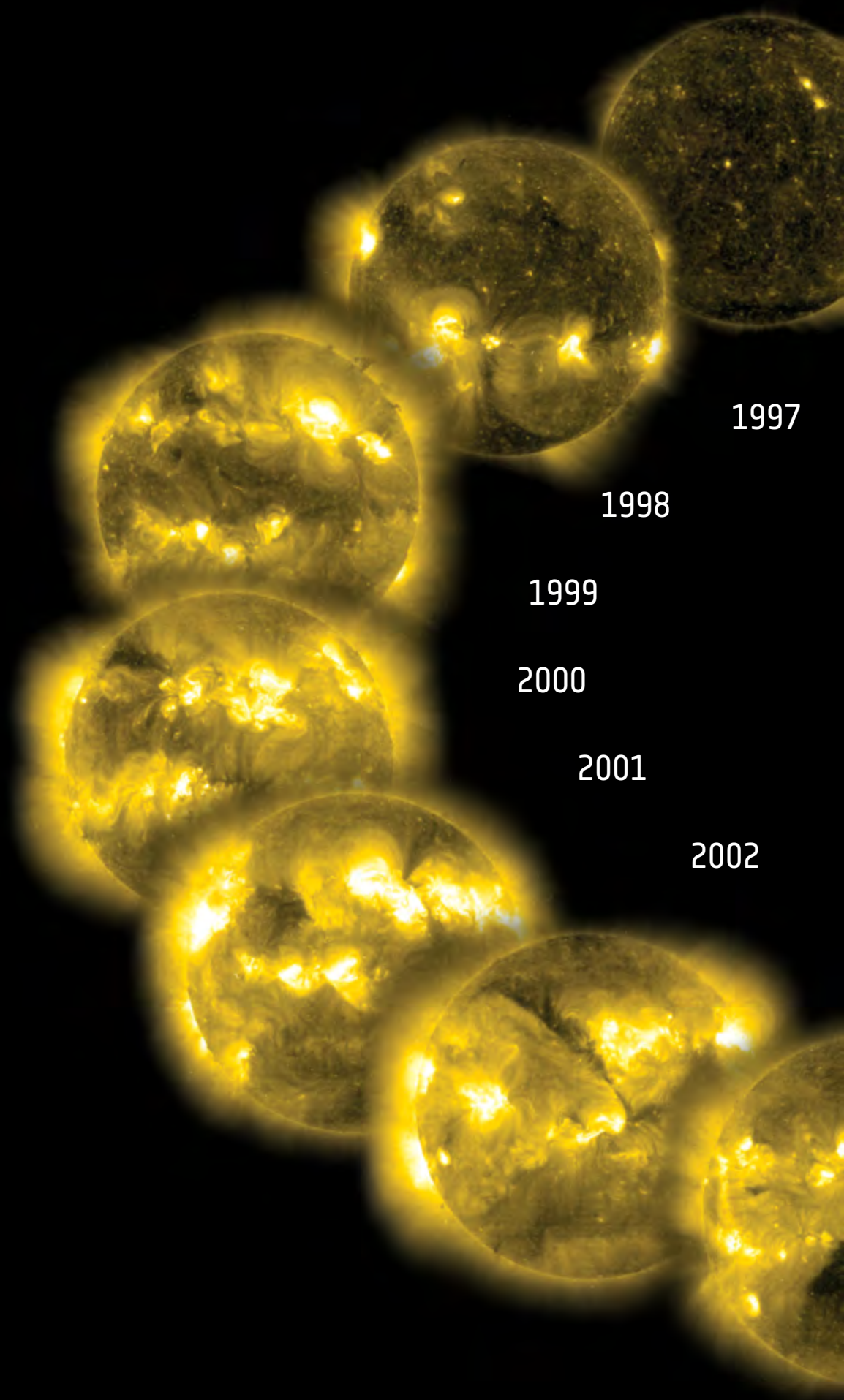


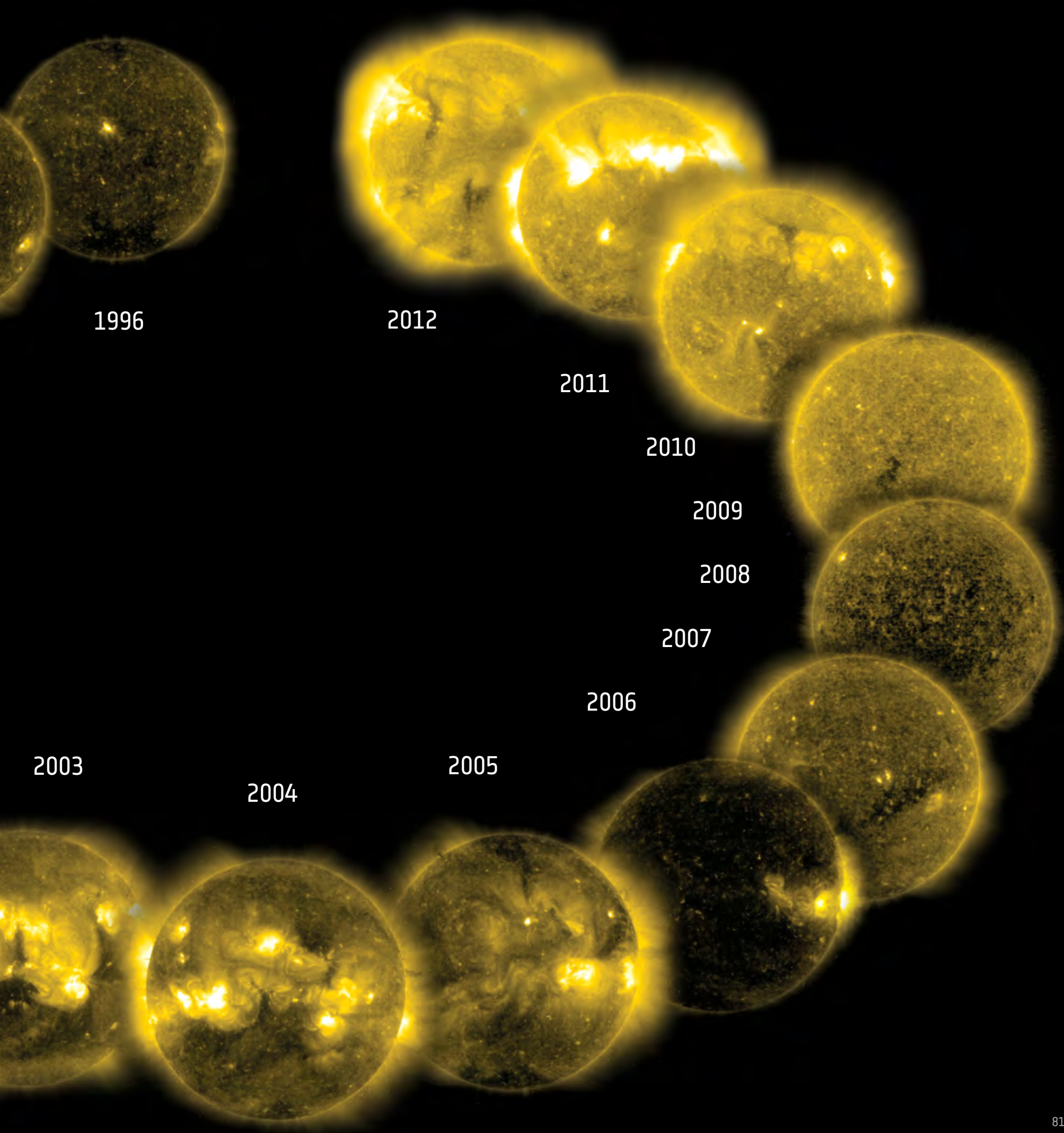
Il ciclo della violenza solare

Il nostro Sole è rimasto dormiente a lungo, ma ora appare nervoso. Sebbene la superficie tempestosa del Sole appaia in continuo cambiamento, essa segue in realtà un ciclo di 11 anni influenzato dai cambiamenti periodici del suo campo magnetico, e passa da un massimo solare quando macchie, eruzioni e eiezioni della massa coronale sono molto frequenti, a un minimo solare quando questi fenomeni si fanno relativamente rari. I minimi solari si sono verificati intorno al 1996 e al 2008, mentre l'ultimo massimo solare è avvenuto nel 2001-03. L'ultimo minimo è stato insolitamente lungo e profondo, e il prossimo massimo si verificherà nel 2013-14.

Questi ritratti annuali del Sole in ultravioletto estremo provengono da SOHO, posizionato a 1,5 milioni di km dalla Terra sul lato rivolto al sole dove mantiene una visuale costante del Sole. Questo cane da guardia solare è stato progettato e costruito in Europa, mentre i suoi strumenti sono stati forniti da team europei e statunitensi. Lanciato nel 1995, SOHO ha seguito il Sole attraverso un ciclo solare completo e si trova ora a metà strada del secondo ciclo.

SOHO ha inviato le prime immagini mai realizzate del turbolento guscio esterno del Sole e delle macchie solari sotto la superficie. Ha scoperto fenomeni solari dinamici come le onde coronali e i tornado solari. SOHO ha rivoluzionato la nostra capacità di prevedere il tempo atmosferico, inviando avvisi fino a tre giorni prima su disturbi diretti alla Terra, e sta monitorando l'irradiazione solare totale e le variazioni del flusso ultravioletto estremo, entrambi molto importanti per comprendere l'effetto della variabilità solare sul clima della Terra. Le immagini di SOHO sono disponibili gratuitamente su internet quasi in tempo reale. Esperti di tutto il mondo usano le immagini e i dati di SOHO per prevedere le condizioni atmosferiche dello spazio che influenzano il nostro pianeta e stanno preparando il programma per la Sorveglianza dell'ambiente spaziale dell'ESA per effettuare previsioni operative di questi eventi.





Un tocco di Sole

Una visuale a 360° dell'Aurora Boreale, scattata dal fotografo spaziale Sebastian Voltmer nella regione montagnosa di Kirkenes nell'artico norvegese, sulla costa settentrionale dell'Europa. Queste luci danzanti nel cielo sono una manifestazione visibile di una battaglia che si svolge incessantemente sopra le nostre teste.

Le particelle cariche provenienti dal vento solare collidono ogni giorno con il campo magnetico del nostro pianeta. Gran parte di essi vengono riflessi ma alcuni vengono intrappolati e accelerati per collidere con l'atmosfera, creando l'aurora e la fascia delle radiazioni del nostro pianeta. A volte i venti solari diventano turbolenti, urtano contro il campo magnetico della Terra e producono particelle ad alta energia. Le tempeste nella magnetosfera possono ostacolare i sistemi elettrici a bordo dei satelliti e a terra. Nei casi peggiori, possono distruggere componenti elettroniche vitali, lasciando i satelliti e le altre tecnologie elettriche fuori uso.

Mentre SOHO e Proba-2 monitorano il Sole e le sue emissioni, la missione Cluster dell'ESA traccia i dettagli della loro interazione con la Terra. Questo quartetto di satelliti in formazione di volo raccoglie impressioni in 3D di come questo flusso perpetuo di particelle subatomiche – il vento solare, insieme al suo campo magnetico – interagisce con la bolla protettiva della Terra fatta di magnetismo, la magnetosfera. I satelliti volano in orbite ellittiche che li portano da poche centinaia di chilometri di distanza dalla Terra fino a un massimo di 125.000 km.

Cluster ha raccolto una grande quantità di dati per comprendere il tempo atmosferico dello spazio. Una caratteristica ricorrente dell'interazione della magnetosfera con il vento solare è la connessione del campo magnetico terrestre con quello del Sole, che facilita l'ingresso di particelle solari energetiche nel sistema prossimo alla Terra. Questi processi somigliano a un acceleratore di particelle naturale, e permettono di comprendere il comportamento dei campi magnetici diffusi nell'Universo, oltre che il misterioso comportamento al centro dei reattori a fusione nucleare – incluso il Sole stesso. In modo simile, i satelliti multipli di Cluster hanno permesso agli scienziati di comprendere il modo in cui le aurore polari vengono create.

Oltre mille team scientifici in tutto il mondo lavorano con i dati di Cluster, e la missione ha recentemente aumentato la propria attrattività coinvolgendo la comunità con l'annuncio di una opportunità che consentirà agli scienziati di proporre operazioni e osservazioni specifiche per il veicolo spaziale, la prima volta che ciò accade per questo tipo di missione spaziale.

La missione ha anche un lato pratico: essa rivela l'ambiente in cui veicoli spaziali come i satelliti per le telecomunicazioni e la navigazione dovranno operare. E poiché le particelle solari sono in grado di danneggiare le componenti elettroniche dei veicoli spaziali, i risultati ottenuti da Cluster stanno aiutando a guidare la progettazione futura dei satelliti.





Esplorazione polare

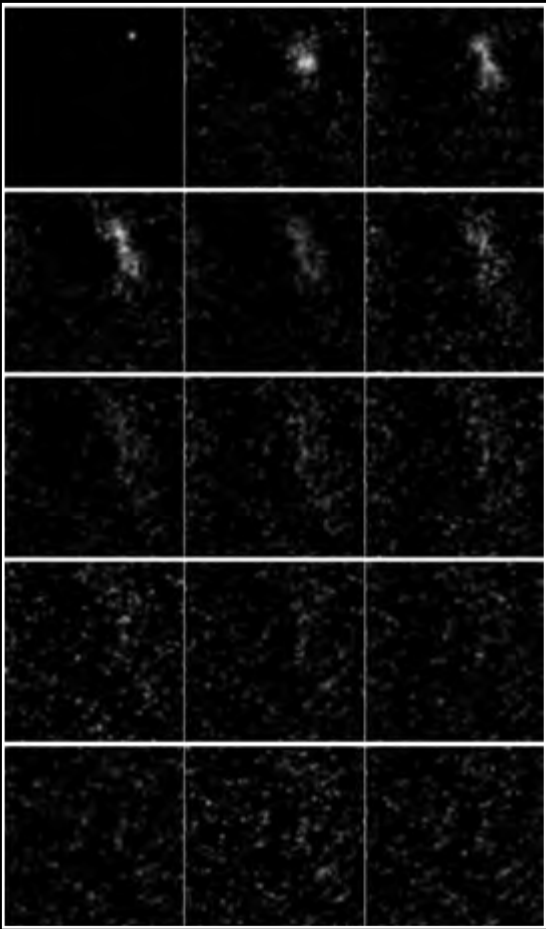
Il mosaico di immagini provenienti dal modulo orbitale SMART-1 di ESA rappresenta il Polo Sud della Luna – uno dei territori più promettenti nel Sistema Solare.

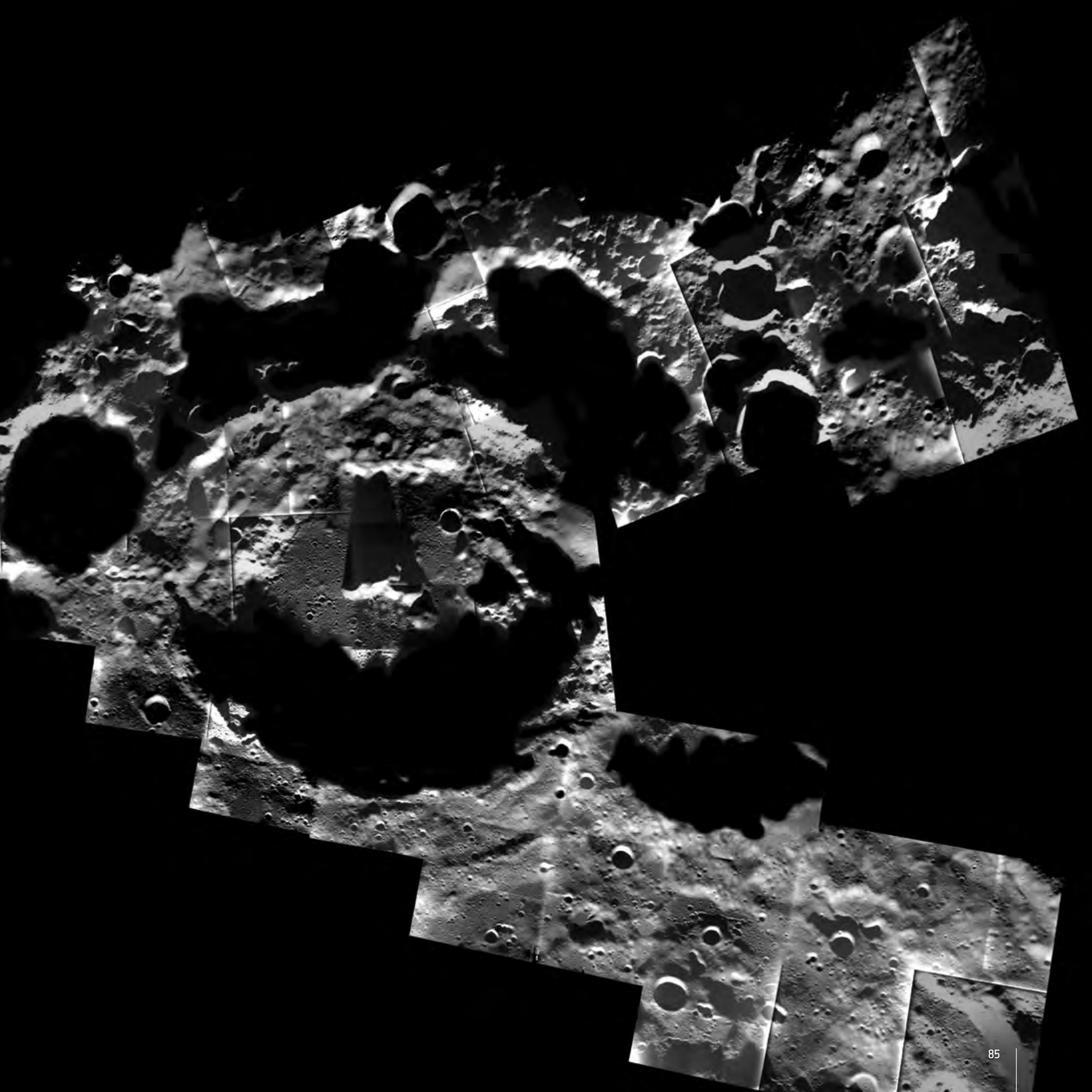
La rotazione della Luna è tale che il Sole sfiora i poli solo a basse angolature. Rilevamenti sulle profondità più oscure dei crateri polari, dove la luce solare non giunge mai, rivelano la presenza di idrogeno, e si ritiene che indichino acqua e altre sostanze volatili utilizzabili come acqua solubile o carburante per razzi dei futuri coloni. Nello stesso tempo, le vette vicine sono perennemente illuminate dalla luce del Sole. Uno dei 'picchi della luce eterna' quasi costanti è stato individuato intorno al cratere Shackleton, a sinistra della parte centrale del mosaico (il secondo a sinistra dal più grande cratere Amundsen con le sue caratteristiche vette centrali). Il piano quasi circolare di Shackleton è quello oscurato dalle ombre e con una cresta settentrionale luminosa. Una vetta così ben illuminata offrirà energia solare in abbondanza per tutte le future basi lunari.

Questo posto rappresenterebbe un comodo riparo dal calore e dal freddo estremo che caratterizzano la Luna. I giorni lunari si estendono per due settimane e le temperature si alzano al di sopra del punto di bollitura dell'acqua (gli astronauti dell'Apollo atterrarono durante le miti ore mattutine), mentre di notte scendono fino a -150 °C.

Talvolta chiamata 'l'ottavo continente', la Luna ha un'area superficiale equivalente all'America del Nord e del Sud combinate, con concentrazioni di metalli preziosi che includono titanio, platino e altri elementi rari. I sei atterraggi effettuati dall'uomo sulla luna si sono concentrati sinora attorno all'equatore lunare, mentre le latitudini superiori rimangono inesplorate.

SMART-1 è stata una missione sperimentale che ha mappato tutta la Luna tra il novembre 2004 e il settembre 2006. Una parte dell'esperienza ottenuta durante quegli anni è stata applicata all'invio di tre strumenti europei sulla Luna facenti parte della missione lunare indiana Chandrayaan-1. La prima missione lunare dell'Europa terminata con un impatto controllato (riquadro) – la prima traccia che l'Europa ha lasciato sulla Luna, e certamente non l'ultima.





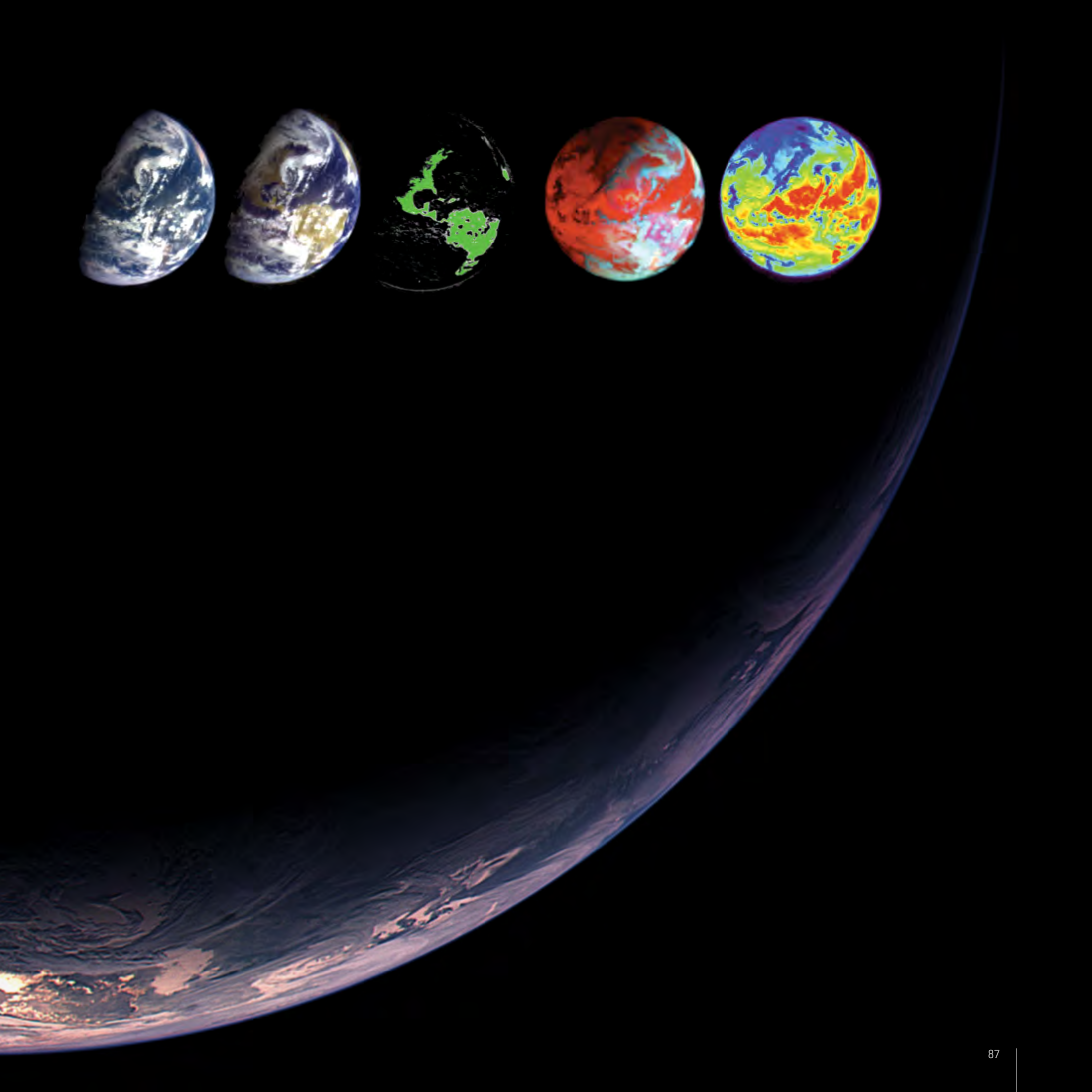
Una distante oasi

La veduta a distanza della Terra crescente proveniente dalla missione ESA Rosetta mentre si allontana dal proprio pianeta per la terza e ultima volta nel novembre 2009. Ripresa da 350.000 km di distanza, mostra la parte illuminata dal sole dell'Antartide e dell'America del Sud.

Sonde ESA dirette nel Sistema Solare rivolte verso la Terra per collaudare i propri strumenti su un obiettivo conosciuto. Le immagini nel riquadro mostrano le osservazioni della Terra realizzate da Venus Express in infrarossi e nello spettro visibile, estendendosi fino alla banda dello spettro della clorofilla (in verde) per rilevare la vegetazione.

I risultati sono una sorta di visuale aliena del nostro pianeta, come nell'immagine a colori autentici della Terra e della Luna acquisita da Mars Express a otto milioni di km di distanza, mentre si dirigeva verso il Pianeta Rosso nel 2003. Il nostro appare chiaramente un pianeta vivo rispetto al colore grigio-giallo della Luna. L'Oceano Pacifico è blu e le nuvole vicine all'equatore e alle altitudini medie e settentrionali sono bianche o grigio chiaro. Nello stesso periodo, un altro sensore ha analizzato la composizione molecolare dell'atmosfera, dell'oceano e di alcuni continenti. L'acqua e il biossido di carbonio predominano così come l'ossigeno molecolare, l'ozono e il metano – suggerendo la presenza della vita. Gli spettri globali del disco sono di grande valore per preparare future osservazioni di pianeti simili alla Terra. Una missione a caccia della Terra richiederebbe la combinazione delle osservazioni di più telescopi spaziali per ottenere una potenza equivalente a un singolo telescopio gigante.





→ IL CENTRO D'AFFARI DELLO SPAZIO

Esiste una grande varietà di orbite satellitari possibili intorno alla Terra. Ma il contributo complessivo per l'economia terrestre di una di queste orbite in particolare è valutato in miliardi di euro. Essa è diventata un ingrediente indispensabile per le nostre vite quotidiane. Spostandosi in circolo a un'altezza di 35.786 km sopra l'equatore, i satelliti seguono la rotazione terrestre rimanendo in una posizione del cielo relativa a uno specifico punto del suolo.

Scrivendo sul numero di ottobre 1945 di *Wireless World*, Arthur C. Clarke – la cui fama di autore di fantascienza era ancora di là a venire – suggerì di collocare “dispositivi extraterrestri” in questa orbita. “Molti potrebbero considerare la soluzione proposta in questa discussione troppo improbabile per essere presa sul serio,” osservò Clarke, in un'epoca in cui solo i razzi V2 usati durante la guerra avevano lasciato brevemente l'atmosfera. Ma il primo satellite per le comunicazioni raggiunse un'orbita ‘geostazionaria’ entro i 20 anni seguenti.

Mettere al lavoro lo spazio

Oggi nella ‘Fascia di Clarke’ ci sono oltre 350 satelliti per le comunicazioni che offrono trasmissioni dati, telefoniche e televisive. Più di 24.000 stazioni TV vengono trasmesse direttamente a oltre 270 milioni di case, e persino le stazioni via cavo locali ricevono i propri contenuti dai satelliti. Le chiamate telefoniche a lunga distanza e i circuiti degli Internet Service Provider

sono instradati dai satelliti, e ciò rende i sistemi spaziali un componente indispensabile dell'infrastruttura per le telecomunicazioni globale. Le comunità che si trovano in regioni senza infrastruttura Internet terrestre possono ottenere un accesso internet a banda larga via satellite, semplificando il digital divide urbano e rurale. Le grandi aziende collegano sempre più siti geograficamente sparsi tramite reti satellitari private, e persino gli sportelli bancari sono integrati con la rete bancaria globale su satellite.

Si tratta di un mercato a crescita costante, e l'Europa si trova in prima fila. L'ESA ha fatto decollare il primo OTS-2 nel 1978, il primo di una serie di satelliti per le comunicazioni sperimentali realizzati dall'Agenzia. Nel corso del tempo sono state create le compagnie di telecomunicazioni internazionali Eutelsat e Inmarsat. Oggi che la tecnologia si è ormai imposta, l'industria indica la via da seguire.

Europa in prima linea

Tra il 2006 e il 2011 l'industria europea possedeva il 35% del mercato dei satelliti per le comunicazioni, un miglioramento del 14 per cento rispetto a cinque anni prima. Includendo le nuove reti di satelliti non geostazionarie, nel 2010 il fatturato per le comunicazioni satellitari è stato di circa 1800 milioni di euro, rappresentando più del 60% delle attività totali del settore satellitare europeo e oltre l'80% delle

esportazioni totali. L'industria spaziale europea è diventata redditizia grazie ai suoi continui successi nel settore delle comunicazioni satellitari.

Tuttavia, questo è un mercato in costante evoluzione e compiacersi dei risultati raggiunti non è sufficiente. L'ESA lavora per conservare la competitività europea attraverso l'iniziativa ARTES (Ricerca avanzata nei sistemi di telecomunicazioni), che effettua investimenti in sviluppi innovativi o a rischio in partnership con l'industria. Questi nuovi prodotti, tecnologie e servizi mantengono l'industria europea nella punta più avanzata dell'innovazione, anche in presenza di una concorrenza sempre maggiore proveniente da USA, Giappone, India e Russia. E, per effetto del livello di maturità del settore delle comunicazioni satellitari europeo, l'ESA sta aumentando sempre più la realizzazione di partnership pubbliche-private con altre aziende per far progredire la tecnologia più avanzata in modo finanziariamente più efficiente, condividendo i rischi e i vantaggi insieme al settore privato.

Avvertimenti sul tempo

La posizione privilegiata dell'orbita geostazionaria ha altre applicazioni. È molto distante dalla Terra – circa un decimo della distanza della Luna – quindi offre solo immagini a risoluzione relativamente bassa del pianeta, ma offre un'ampia prospettiva dei sistemi meteorologici. L'ESA ha mandato in orbita

geostazionaria il suo primo satellite meteorologico Meteosat nel 1977. Da allora, la serie Meteosat ha trasmesso un flusso ininterrotto di immagini che hanno costituito la materia prima delle previsioni meteorologiche in TV e hanno fatto risparmiare centinaia di milioni di euro all'economia europea in settori come l'agricoltura, i trasporti, l'energia e il turismo.

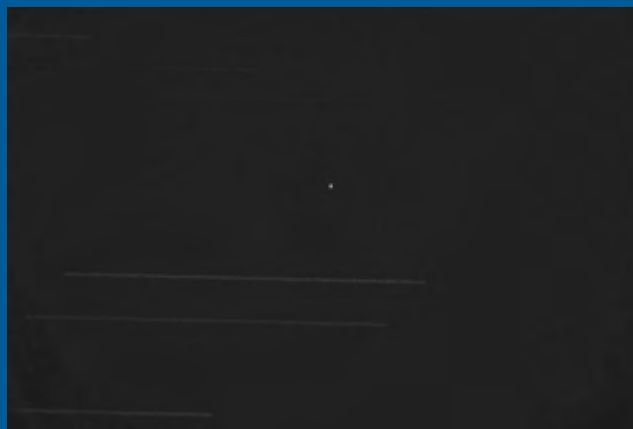


Il mondo ad anello

Proprio come Saturno e gli altri giganti fatti di gas, la Terra ha un proprio anello equatoriale. La differenza è che il nostro è molto più piccolo e artificiale – come è possibile vedere da questa immagine ingrandita dei satelliti attivi intorno al nostro pianeta. L'orbita geostazionaria è una regione talmente preziosa da un punto di vista economico da essere regolata con attenzione dalla International Telecommunication Union, per cui alle nazioni vengono assegnate posizioni geostazionarie, lungo i 265.000 km di circonferenza, corrispondenti al loro territorio geografico, il cui posizionamento è realizzato con cura per evitare interferenze causate dalla sovrapposizione dei segnali.

Ogni posizione geostazionaria è larga solo poche decine di chilometri; questo significa che i satelliti geostazionari per le telecomunicazioni e meteorologici devono essere accuratamente progettati e dotati di sofisticati sistemi di controllo per mantenere la propria posizione nel corso della loro vita, che può raggiungere 15 anni e oltre. I satelliti geostazionari tendono a spostarsi a causa dell'influenza gravitazionale della convessità equatoriale, del Sole e della Luna, e persino per la leggera ma costante pressione della luce solare stessa. Ogni deviazione dell'assetto/orientamento è rilevata da sensori che si regolano automaticamente sul Sole, sulla Terra e sulle stelle in modo tale che i volani di reazione e i propulsori possono effettuare correzioni. L'ESA lavora strettamente con i produttori di satelliti per migliorare i sistemi esistenti, aiutando a conservare la competitività dell'industria spaziale europea nei settori più redditizi.

L'immagine seguente mostra una di queste stelle stazionarie artificiali nel cielo. Meteosat-9 resta immobile in questa lunga esposizione realizzata dall'osservatorio Starkenburg-Sternwarte di Heppenheim, in Germania, rispetto alle scie lasciate dalle stelle che si spostano lentamente sullo sfondo.







Antenne pronte

Le antenne costituiscono il punto commerciale terminale delle attività commerciali dei satelliti per le telecomunicazioni. Una nuova unità mobile (pagina a sinistra) consente ora la verifica diretta di un satellite completo senza doverlo portare in un impianto di collaudo specializzato in antenne – parte del flusso costante di innovazioni realizzate nell'ambito del programma ARTES dell'ESA, che sta rafforzando la competitività dell'industria delle telecomunicazioni spaziali europea e canadese.

Altri esempi includono (a sinistra, in questa pagina) un piatto riflettore ad alta frequenza per il Ka-Sat Eutelsat in grado di trasmettere più dati, un software basato su casi reali per progettare e migliorare le antenne, e il software Media Fleet Manager con il quale le emittenti TV possono pianificare, programmare o prenotare simultaneamente l'uso dei satelliti (in basso).

A differenza di altre potenze spaziali, la cui industria spaziale è sovvenzionata usando la spesa militare o altre tipologie di finanziamento statale, l'industria europea deve competere nel libero mercato per ottenere contratti. Gli utili delle comunicazioni satellitari sono la risorsa che consente all'industria spaziale del resto d'Europa di essere economicamente fattibile.

L'Europa è stata finora uno dei leader del mercato delle comunicazioni satellitari, assicurandosi un terzo dei contratti globali, ma la competizione proveniente dai concorrenti Americani e dai nuovi attori Indiani e Cinesi è sempre più forte. L'ESA sta favorendo la ricerca e lo sviluppo industriale in condizioni di parità grazie ad ARTES e ad altri programmi correlati, che costituiscono un elemento essenziale nell'aggiudicarsi nuovi contratti sulla scena globale. L'Europa dovrà essere intelligente, quando non può essere più conveniente, al fine di mantenere il proprio ruolo leader in questo settore.



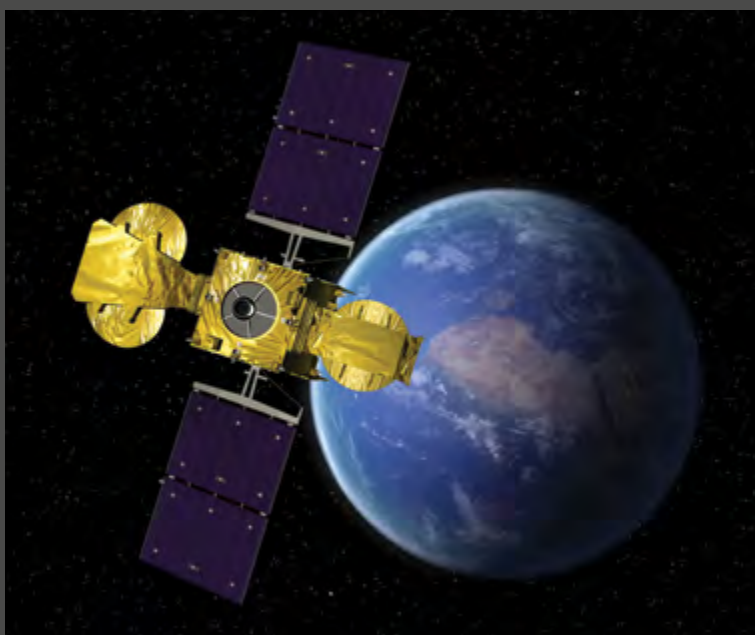
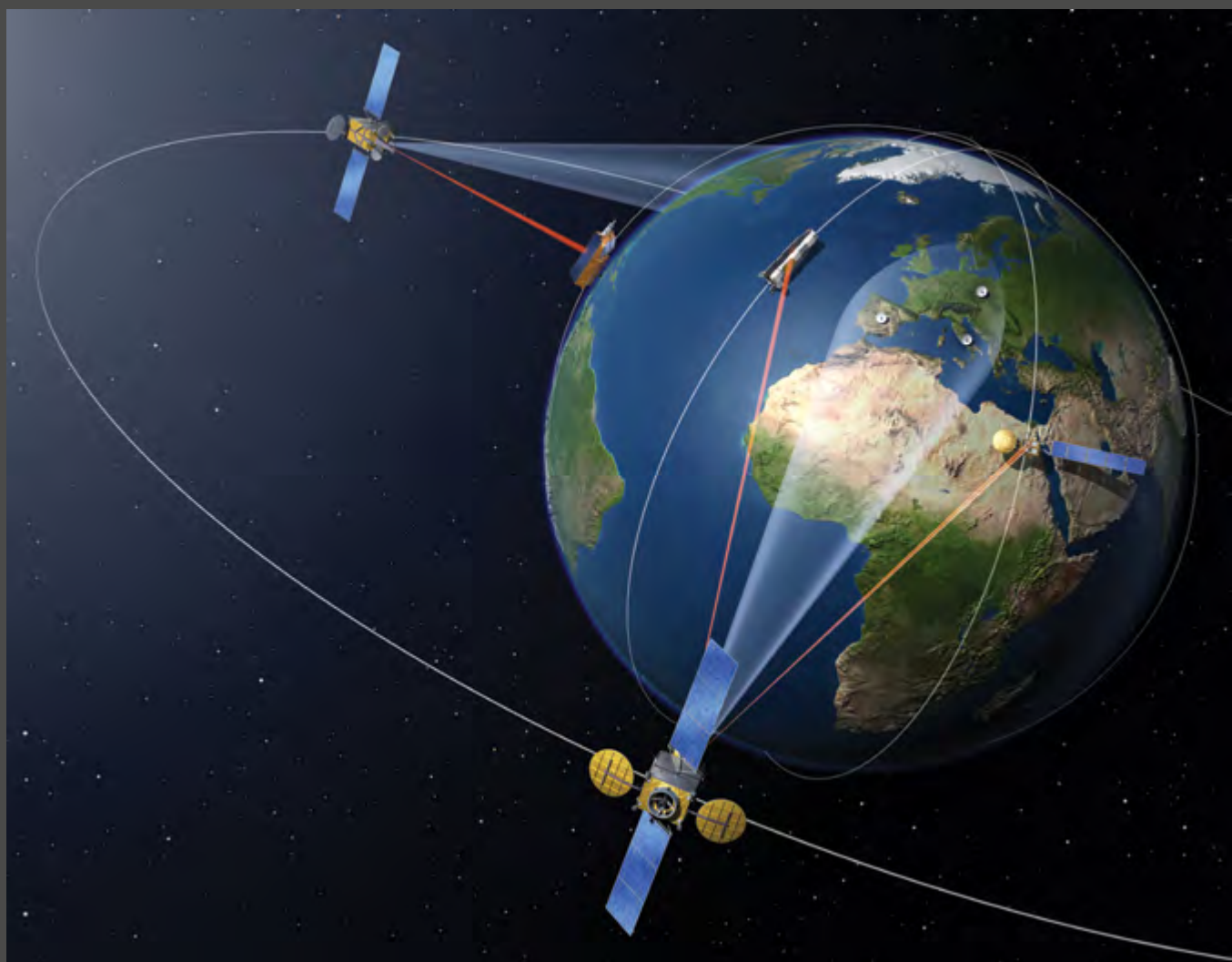
Partnership pubblico–private

La firma di un contratto il 18 giugno 2009 (pagina destra) tra Magali Vaissière, Direttore delle applicazioni integrate e delle telecomunicazioni ESA, Manfred Fuchs, Presidente di OHB Systems AG, Petra Mateos-Aparicio, Presidente di Hispasat e Angel Post, CEO di Thales Alenia Space (Spagna), durante lo Air and Space Show di Parigi ha segnato un passo importante nel dare realtà all'avanzata piattaforma satellitare geostazionaria SmallGEO dell'ESA.

Tuttavia il contratto in oggetto è diverso da un contratto ESA standard: si tratta di una partnership pubblico–privata.

Poiché le comunicazioni satellitari europee sono il settore spaziale più sviluppato e redditizio, l'ESA ha intrapreso un modo diverso di lavorare. L'operatore commerciale, in questo caso Hispasat, mette a disposizione una percentuale maggiore del budget in cambio della proprietà e dell'uso della missione su base commerciale, mentre l'ESA può realizzare il proprio obiettivo di far progredire le attuali condizioni tecniche ed estendere il mercato europeo per le comunicazioni satellitari.

La prima partnership pubblico–privata dell'ESA a raggiungere l'orbita è stata il satellite internet a banda larga Hylas-1, e nel 2010 il britannico Avanti (sotto). Altre partnership future includono il Sistema europeo per la trasmissione dati (a destra) – un'autostrada per i dati basata su una coppia interconnessa di satelliti geostazionari, che in parte supporta la grande quantità di dati che sarà prodotta dall'iniziativa europea per il monitoraggio ambientale basata sullo spazio Copernicus (vedere pagina 120), insieme ad Astrium Services (riquadro) e la missione Alphasat-XL, insieme a Inmarsat nel Regno Unito.









Le prestazioni del riflesso

Questo riflettore in composto di carbonio viene testato nel Centro di collaudo ESTEC a Noordwijk, nei Paesi Bassi, ed è destinato al satellite Hispasat-AG1, il primo uso della nuova piattaforma SmallGEO dell'ESA. Questa stazione geostazionaria, in grado di sostenere carichi fino a 300 kg, una potenza di carico fino a 3 kW e una durata di vita di 15 anni, manterrà la competitività dell'industria europea nel segmento più piccolo del mercato. SmallGEO è una partnership pubblico-privata tra ESA, la spagnola Hispasat e la tedesca OHB.

Con una misura di 1,8 metri, questo riflettore, progettato per offrire servizi a banda larga in Spagna ed Europa occidentale, non ha la consueta colorazione. La vernice bianca standard potrebbe proteggerlo dalle temperature estreme dello spazio ma a costo di distorcere i segnali radio. Al contrario, il carbonio mantiene al minimo la perdita delle frequenze. Durante la campagna per il collaudo presso ESTEC è stato sottoposto a livelli sonori fino a 145 decibel – vicini al rombo di un jet – e a livelli di vibrazioni simili a quelle del lancio di un razzo. Il collaudo di controllo ha valutato le prestazioni delle frequenze radio e la resilienza alle temperature estreme, prima del lancio di Hispasat-AG1 nel 2015.



Presentazione di Alphasat

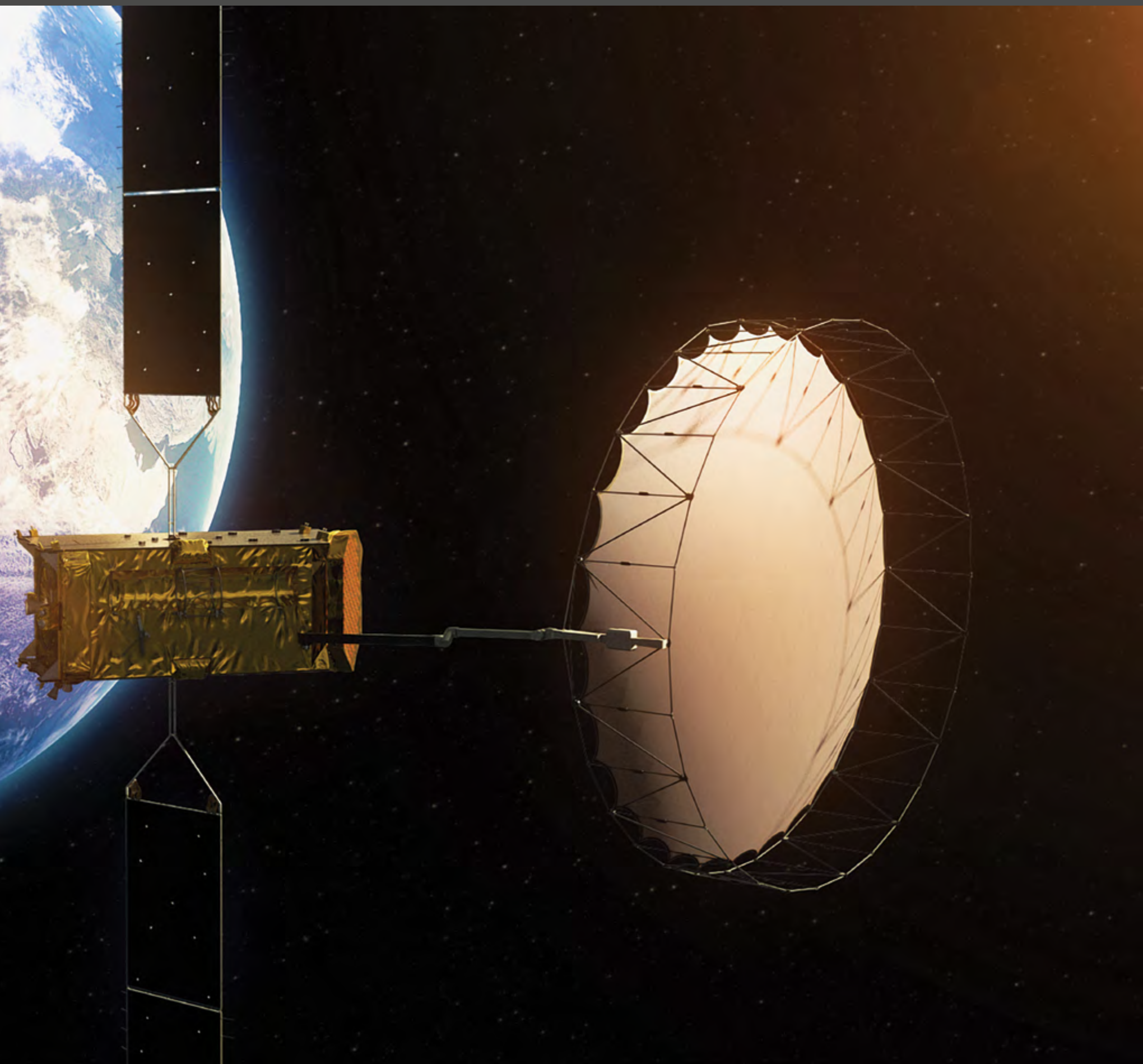
La massa del satellite medio si sta abbassando, ma nel caso dei satelliti per le telecomunicazioni la tendenza sta aumentando. Più capiente è la piattaforma satellitare, maggiore sarà il numero di trasponditori e strumenti per l'elaborazione avanzata di bordo che potrà supportare, e maggiore la quantità di energia solare in grado di generare, inoltre potrà mantenere la propria posizione più a lungo usando un serbatoio per propellente ampliato – l'esaurimento del carburante è la causa più frequente di interruzione delle missioni spaziali.

Alphasat, lanciato nel 2013, pesa sei tonnellate ed è il primo di una nuova generazione di piattaforme per le telecomunicazioni europee ad alta energia sviluppate congiuntamente da Thales Alenia Space con un contratto ESA e CNES. Si tratta della risposta coordinata dell'Europa a una richiesta di mercato crescente per carichi superiori per le telecomunicazioni, in grado di accogliere missioni con una potenza di carico fino a 18 kW.

Attivata come una partnership pubblico-privata tra l'ESA e Inmarsat, la missione sta collaudando la nuova piattaforma Alphabus per il volo e nello stesso tempo viene usata come satellite operativo, con la denominazione di Inmarsat I-XL, aumentando il servizio di Rete di area globale a banda larga fornito da Inmarsat e supportando le comunicazioni mobili in Europa, Asia, Africa e il Medio Oriente con una maggiore capacità.

Alphasat inoltre trasporta una serie di pacchetti tecnologici che fanno parte del programma ARTES dell'ESA, dando alle nuove tecnologie per le comunicazioni satellitari la possibilità di andare immediatamente in orbita: un collegamento di comunicazione al laser, trasponditori sperimentali, un tracciatore stellare avanzato e un impianto per il monitoraggio degli effetti delle radiazioni spaziali.





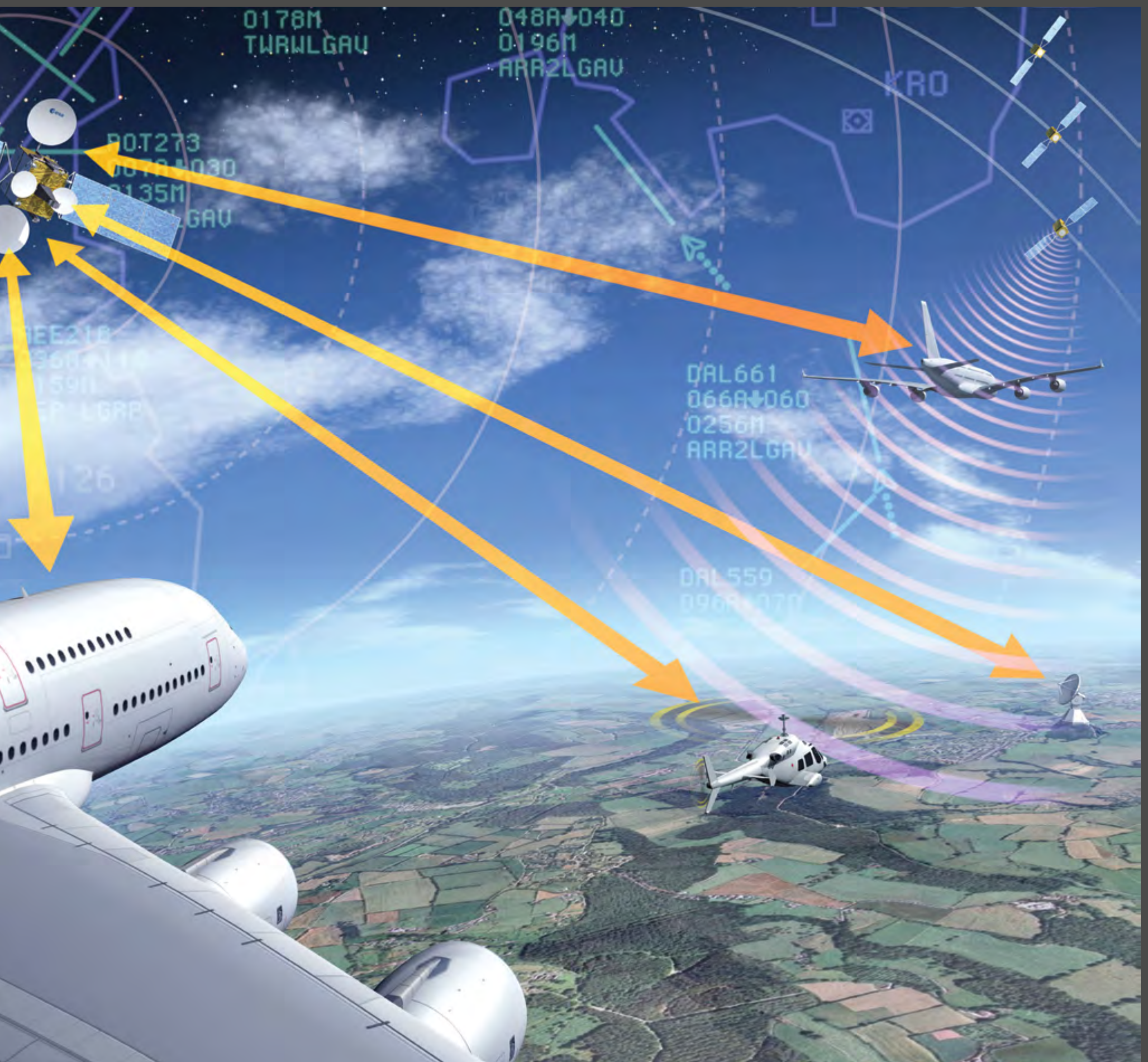
Satelliti per cieli più sicuri

Nelle giornate più piene, oltre 33.000 voli vengono controllati nello spazio aereo europeo, e le previsioni indicano un aumento di questi numeri. Entro il 2020, il numero di voli controllati annui raggiungerà i 17 milioni. Nello stesso tempo, la gestione del traffico europeo si basa ancora sulla tecnologia degli anni '50 ed è divisa in oltre 60 settori differenti, tutti controllati individualmente.

Il progetto Single European Sky (SES) della commissione europea mira a modernizzare e ad armonizzare la gestione del traffico aereo (ATM) d'Europa, incorporando un'asse portante tecnologico – il Single European Sky ATM Research Programme (SESAR). Nell'ambito del SESAR, l'ESA sta sviluppando Iris, un sistema per le comunicazioni basato su satellite destinato all'aviazione. Lavorando insieme a partner che includono Eurocontrol, l'Organizzazione europea per la sicurezza della navigazione aerea, l'ESA si sta occupando della progettazione di Iris al fine di fornire collegamenti a dati digitali per l'equipaggio nella cabina di comando usando satelliti geostazionari per le telecomunicazioni nello spazio aereo continentale e oceanico.

I satelliti sono stati usati per anni nelle comunicazioni dei passeggeri, ma non come mezzo di comunicazione principale per la sicurezza. Iris è una delle tre nuove tecnologie wireless sviluppate da SESAR con l'obiettivo di ottenere comunicazioni senza interruzioni durante un volo, con il vantaggio di migliorare il flusso del traffico e l'efficienza delle rotte, oltre che a tagliare a metà i costi legati all'ATM.





Pronto all'atterraggio

Per la prima volta in Europa, la guida per il traffico aereo per ragioni di sicurezza viene fornita dallo spazio e non soltanto da terra. Il 2 marzo 2011 il servizio EGNOS (servizio di copertura per la navigazione geostazionaria europea) Safety-of-Life è stato ufficialmente dichiarato pronto per la guida degli aerei durante l'atterraggio. Le operazioni non critiche di EGNOS sono iniziate due anni prima, trovando migliaia di applicazioni ad alta precisione, dall'assistenza per i non vedenti in Spagna alla salatura delle strade principali per l'inverno nella Repubblica Ceca.

Perfezionando l'affidabilità dei segnali USA GPS, EGNOS usa una rete di stazioni di terra sparse per l'Europa (in basso a destra) per controllare l'accuratezza del posizionamento e formulare quindi un messaggio di correzione della trasmissione usando tre satelliti geostazionari. Il servizio è garantito da un livello estremamente alto di affidabilità messa in campo dalla International Civil Aviation Organisation: è permessa solo una possibilità su un milione di errori, e gli utenti EGNOS vengono informati entro 6 secondi se questa tolleranza viene superata.

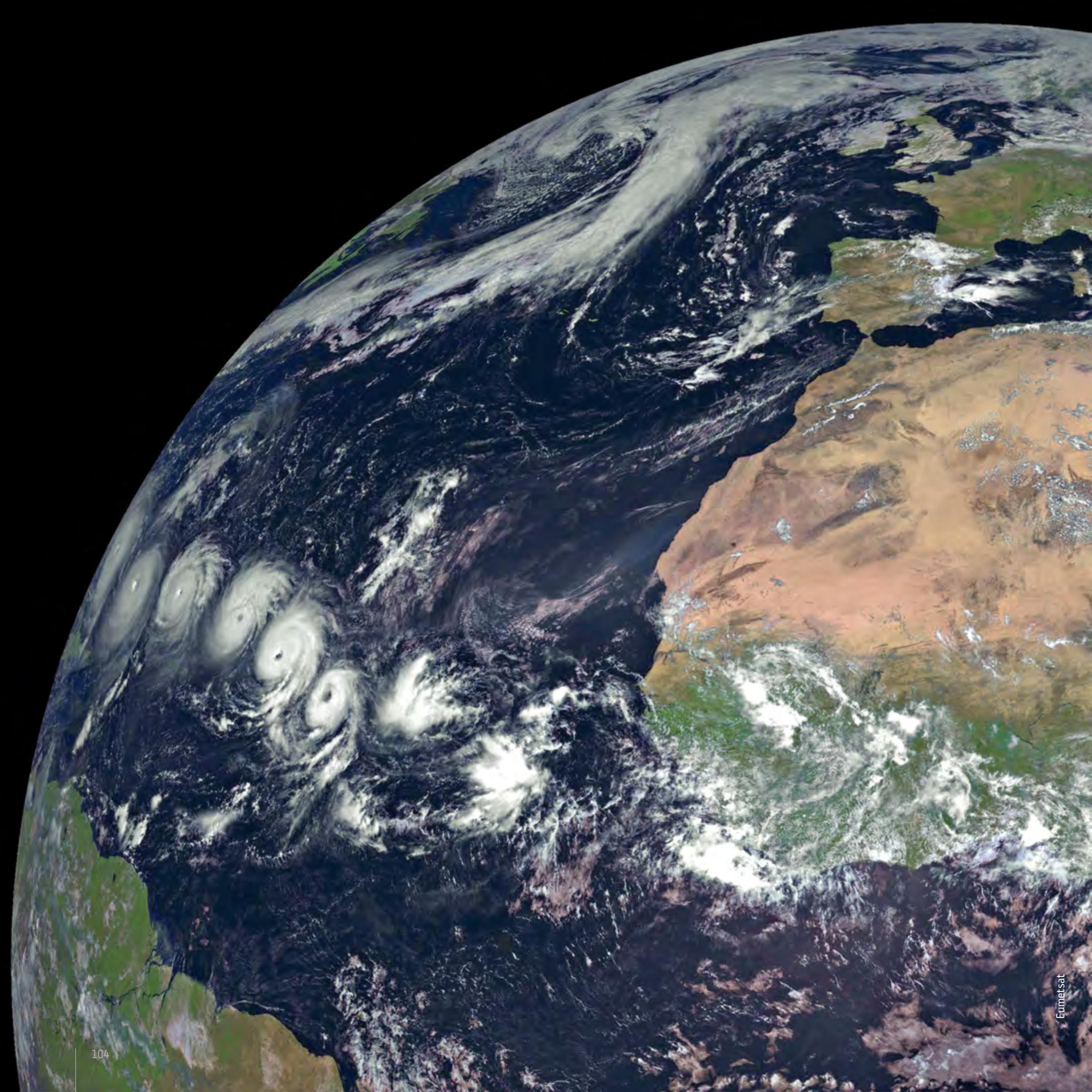
ESA ha progettato EGNOS in cooperazione con la Commissione Europea ed Eurocontrol. Sta venendo progressivamente introdotta in Europa, a cominciare dai piccoli aeroporti che non dispongono di un sistema di atterraggio di terra.

Lo sviluppo di EGNOS è stato coordinato con altri sistemi di appoggio basati su satellite intorno al mondo: MSAS in Giappone, GAGAN in India e WAAS negli USA – l'ultimo di questi è oggi usato da oltre 40.000 velivoli.

I satelliti geostazionari che rendono EGNOS possibile includono Artemis, realizzato da ESA (in basso). Questo banco di prova tecnologico è stato lanciato nel 2001 e dà supporto anche alla missione di osservazione della Terra Envisat e ai voli dell'Automated Transfer Vehicle verso la Stazione Spaziale Internazionale.









Tempesta in arrivo

Lo spostamento verso ovest dell'uragano Isabel tracciato giorno per giorno dal satellite costruito dall'ESA Meteosat posizionato in un punto geostazionario nel cielo. La copertura dei satelliti meteorologici ha raddoppiato il tempo di allerta in caso di cicloni tropicali e uragani dalle 24 ore nel 1990 alle 48 ore di oggi.

L'Europa ha mantenuto satelliti in orbita geostazionaria sin dal 1977, che hanno trasmesso un flusso continuo di immagini visibili e infrarosse per tracciare le nuvole misurare la temperatura delle superfici di terra, nuvole e mare e scandagliare le concentrazioni atmosferiche di ozono, vapore acqueo e anidride carbonica.

Uno dei punti di forza del sostare in orbita geostazionaria è la vista simultanea di un terzo della superficie della Terra. Gli addetti alle previsioni del tempo possono tracciare i sistemi atmosferici mentre si evolvono sugli oceani, a molti giorni di distanza dalle regioni abitate. La normale posizione di ciascun satellite attivo nella ormai lunga serie di Meteosat è al di sopra dell'equatore e del meridiano di Greenwich. Questo consente un monitoraggio di Europa, Africa e Oceano Atlantico, con la sola esclusione delle regioni più settentrionali e meridionali del globo.

ESA progetta e fornisce i Meteosat, ma il loro funzionamento è effettuato per conto delle agenzie meteorologiche nazionali da parte di Eumetsat, l'Organizzazione europea per lo sfruttamento dei satelliti meteorologici. La cooperazione di ESA con Eumetsat si è estesa grazie ai sette satelliti della serie Meteosat originale, un terzetto di satelliti Meteosat avanzati di seconda generazione – circa tre volte più grandi degli originali, il primo dei quali è stato lanciato nel 2000 – la futura serie di missioni Meteosat di terza generazione, oltre alla serie MetOp in orbita sui poli. Un satellite attivo è sempre accompagnato da un 'hot backup' orbitale pronto a continuare le osservazioni meteo se il primo fallisce.

→ UN'ORBITA REGOLARE PER LA NAVIGAZIONE SATELLITARE

La regione al di sotto dell'orbita geostazionaria e al di sopra dell'orbita bassa è scarsamente popolata, e generalmente non è stata oggetto di interesse. In termini spaziali, si tratta di un pessimo 'quartiere', percorso dalle due cinture di radiazioni del pianeta che sarebbero in grado di friggere i satelliti privi di schermature con ondate di particelle cariche. Quando il satellite per comunicazioni Artemis dell'ESA si è temporaneamente arenato su un'orbita media a causa di un problema del veicolo di lancio durante il suo percorso verso l'orbita geostazionaria, nel 2001, la reazione dei controllori a terra è stata di allontanarsi da lì il prima possibile.

Tempo di lavorare in orbita media

Oggi tutto è cambiato: è proprio nel bel mezzo di un'altitudine di 23.222 km che il sistema di navigazione satellitare europeo Galileo sta rapidamente prendendo forma. Risultato della prima partnership tra l'ESA e la Commissione Europea, la costellazione di 30 satelliti fornirà servizi di posizionamento, navigazione e sincronizzazione di alta qualità in tutto il mondo mentre il servizio controllato da civili offrirà una copertura continua.

Un sistema di navigazione in orbita geostazionaria non potrebbe garantire una copertura globale poiché la

curvatura della Terra lascerebbe le regioni polari fuori dal proprio raggio d'azione, mentre alberi o edifici elevati degli skyline locali potrebbero facilmente oscurare i segnali satellitari lungo gran parte del continente Europeo (e ancora) più a sud. Inoltre i satelliti a bassa quota circondano la Terra in modo così ravvicinato che sarebbero necessarie molte dozzine di apparecchi per diffondere i segnali per la navigazione in tutto il globo.

L'orbita media offre il miglior compromesso possibile. Le impronte dei segnali dei satelliti sono in grado di coprire ampi segmenti del pianeta e i satelliti si muovono abbastanza lentamente da rimanere in un certo settore del cielo visibile da terra per intere ore. Un totale di 30 satelliti, inclusi quelli di ricambio, distanziati con cura lungo tre piani orbitali assicurano che il minimo di quattro satelliti richiesti per determinare la posizione rimangano sempre visibili nel cielo. La costellazione statunitense del GPS, quella russa di Glonass e quella cinese di Compass occupano orbite simili.

Volando con passo sicuro

C'è anche un altro vantaggio: l'orbita media è relativamente priva di perturbazioni. La posizione orbitale di ciascun satellite deve essere nota ad un

grado molto alto di accuratezza perché la navigazione satellitare si basa sul principio della misurazione della distanza tra di essa e il ricevitore di terra. Solo poche correzioni orbitali dovrebbero essere richieste nel corso dei 12 anni di vita di un singolo satellite. L'Europa non ha mai dovuto sorvegliare una costellazione di satelliti così grande finora, ma queste caratteristiche rendono il compito un po' più facile.

Costruendo Galileo

Fra le preparazioni che l'ESA ha realizzato, essa si è occupata di effettuare missioni di avanscoperta al fine di lanciare elementi di Galileo e raccogliere dati sull'ambiente delle radiazioni sulle orbite medie, considerando che l'altitudine prescelta per Galileo è proprio al di sopra della cintura esterna delle radiazioni terrestri. Due satelliti Galileo In-Orbit Validation Element (GIOVE) sono stati costruiti in parallelo con strutture complementari per fornire ridondanza. GIOVE-A è decollato su un razzo Soyuz lanciato dal Cosmodromo di Baikonur in Kazakhstan il 28 dicembre 2005, mentre GIOVE-B è partito dallo stesso sito il 27 aprile 2008. Entrambi i satelliti sono rimasti in funzione fino al 2012, aiutati in parte da un ciclo solare più mite del solito, ma dimostrando che la schermatura per le radiazioni e le altre contromisure erano efficaci, e che i componenti chiave di Galileo come gli orologi

atomici a idrogeno passivo e al rubidio erano in grado di cavarsela su un'orbita media.

Nello stesso tempo, ESA ha progettato e costruito un sistema di terra esteso globalmente per gestire i satelliti e i loro carichi durante la navigazione e in grado di garantire l'accuratezza del servizio di navigazione di Galileo in ogni istante, uno dei compiti più complessi mai effettuati dall'Agenzia.

L'avvio dei servizi

Il sistema dovrebbe avviare i propri servizi iniziali entro il 2014, mentre la costellazione completa sarà schierata entro il 2018. Il partner dell'ESA, la Commissione Europea, prevede che Galileo – il cui costo totale equivale a 150 km di autostrade europee – potrebbe realizzare entrate per 90 miliardi di euro durante i primi 20 anni di attività e creare 150.000 posti di lavoro. Costruendo Galileo, l'Europa si sta assicurando la propria indipendenza in un'area di attività economicamente e tecnologicamente cruciale. Già oggi, si valuta che la navigazione satellitare costituisca il 7% del prodotto interno lordo europeo e questa percentuale è destinata a crescere negli anni a venire.



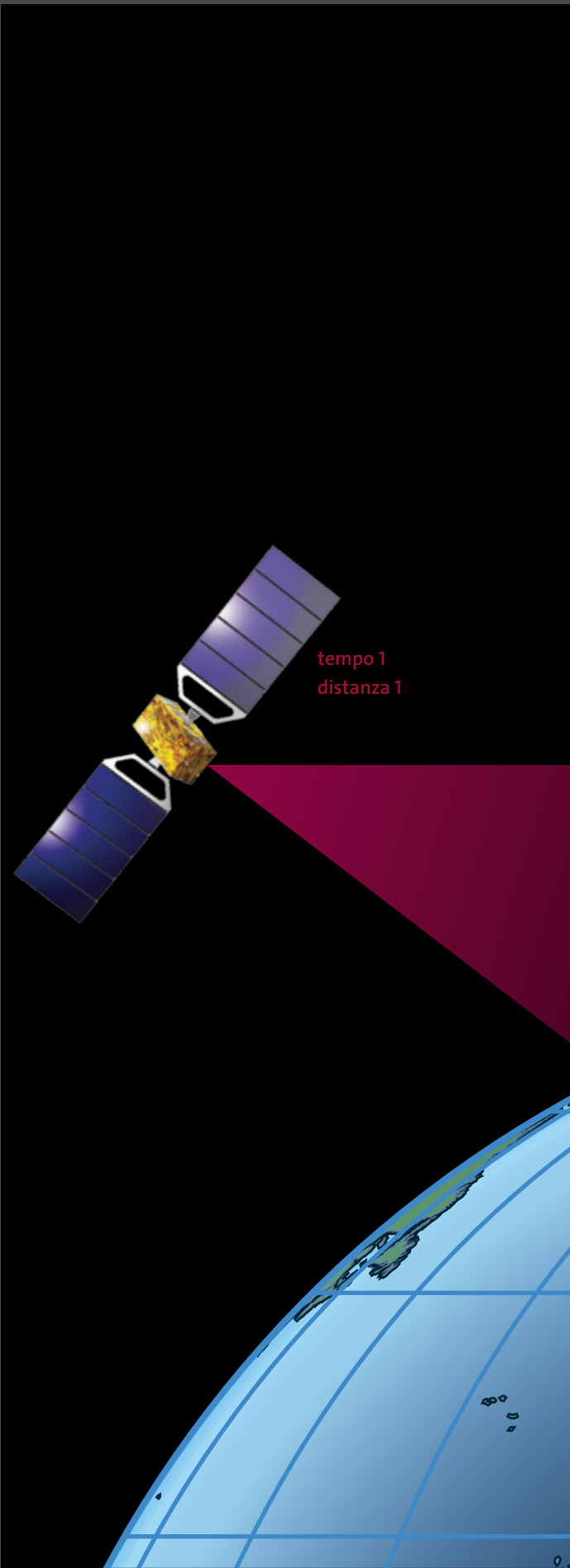
Guidato dall'alto

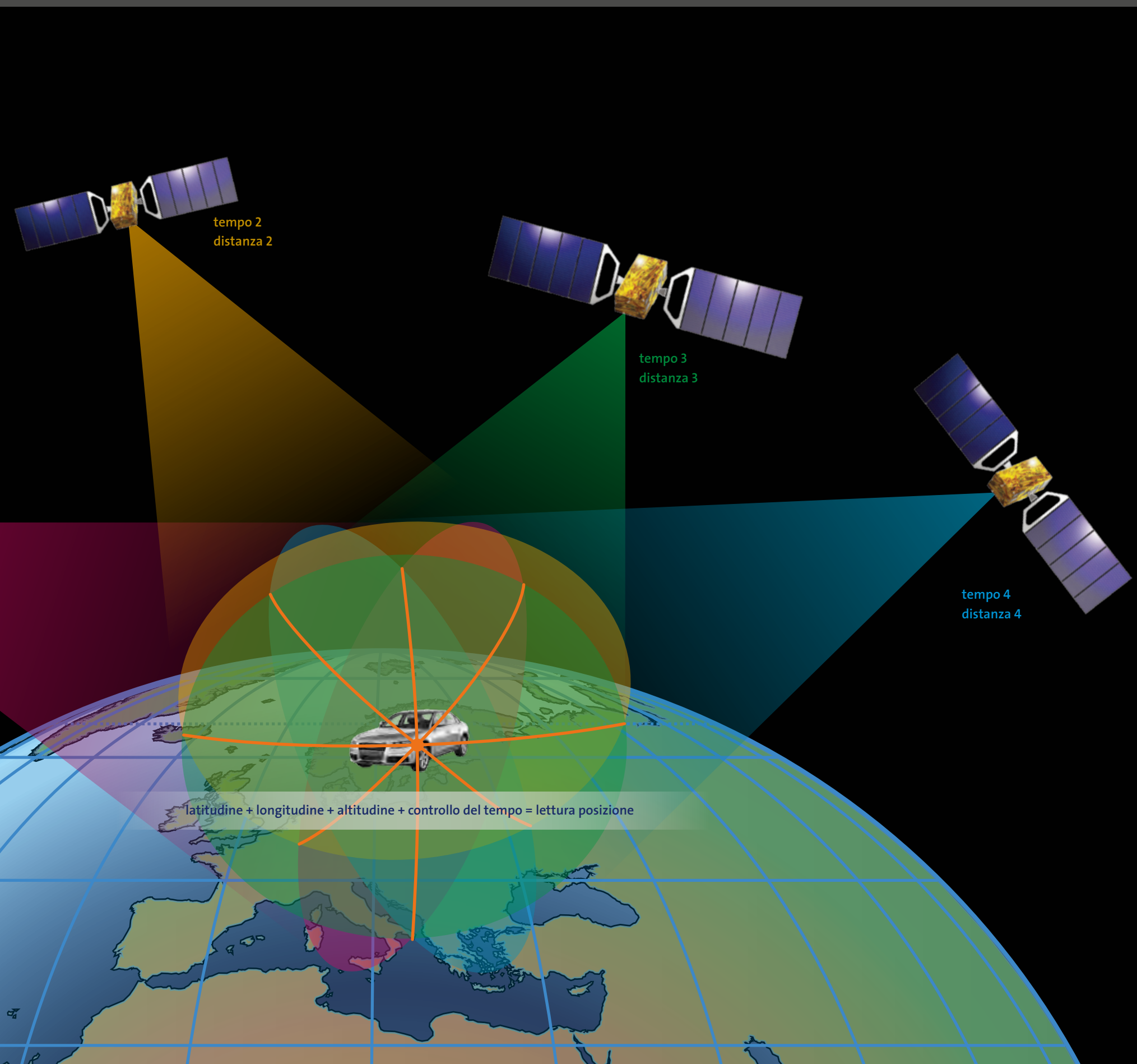
Dove siete? Galileo si librerà in volo per rispondere a questa domanda in modo più preciso che mai. La navigazione satellitare si basa sul principio del raggio d'azione: misurando il tempo impiegato da un segnale satellitare per raggiungere il punto dove siete, quindi usando la velocità della luce per calcolare la distanza tra il satellite e il vostro ricevitore. Tre satelliti danno la longitudine, la latitudine e l'altitudine, mentre un quarto è necessario per controllare l'accuratezza della sincronizzazione.

Queste misure devono essere accurate fino a un milionesimo di secondo, equivalente a un errore di 30 cm di distanza. Un milionesimo di secondo equivale a un errore di 300 metri, mentre un errore di un secondo porterebbe il sistema a posizionarsi al di là dell'orbita lunare.

Affinché il sistema possa indicare i risultati corretti su tutta la Terra, sono necessari 30 satelliti che trasportano orologi atomici altamente accurati, in un terzetto di piani orbitali accuratamente progettati per massimizzare la copertura globale. Ogni satellite Galileo trasporta due orologi atomici maser passivi a idrogeno con un'accuratezza pari a un secondo di ritardo ogni tre milioni di anni e una coppia di orologi atomici al rubidio di riserva con un'accuratezza pari a tre secondi di ritardo in un milione d'anni.

La loro accuratezza estrema, insieme ad un sistema di terra a livello mondiale pronto a correggere eventuali errori nelle prestazioni, dona a Galileo una precisione superiore rispetto alla generazione attuale di satelliti GPS, aprendo una vasta gamma di possibili applicazioni, per esempio nel campo dei dazi doganali e dell'instradamento ferroviario.









Le fondamenta di Galileo

I satelliti gemelli Galileo, trattenuti dall'apparecchio che li rilascerà nelle loro orbite finali a 23.222 km, vengono preparati per il lancio del 21 ottobre 2011.

Questi sono i primi due dei quattro satelliti iniziali e svolgeranno la doppia funzione di provare che i satelliti e il segmento di terra soddisfano i numerosi requisiti di Galileo e di confermare il progetto del sistema, oltre che a servire come parte integrante nel contesto della costellazione di 30 satelliti futuri.

La piattaforma satellitare è progettata intorno a un requisito principale essenziale: con Galileo che supporta numerose applicazioni, i satelliti devono essere altamente affidabili e lavorare con poche interruzioni. Quando i satelliti standard hanno dei problemi possono passare alla modalità (sicura) provvisoria per attendere la diagnosi, ma a questi satelliti è concesso di essere fuori servizio solo per cinque giorni nel corso della loro vita operativa di 12 anni. Sono altamente riconfigurabili, quindi i moduli possono essere scambiati per mantenere la funzionalità. Ogni satellite trasmette circa 20.000 voci di dati riguardanti il proprio stato alla Terra, per dare ai controllori una panoramica completa della propria condizione.





La nuova epoca della navigazione europea

Un'occasione doppiamente storica: I due primi satelliti Galileo per la navigazione vengono lanciati sulla prima Soyuz dal suo nuovo sito di lancio nello Spazioporto europeo della Guyana Francese il 21 ottobre 2011, inaugurando l'età di Galileo.

Una variante più potente della Soyuz che incorpora uno stadio superiore con propellente aggiuntivo ha portato i satelliti nella loro orbita finale a 23.222 km. I satelliti hanno raggiunto la loro altitudine finale 229 minuti dopo il decollo, dopo di che l'apparecchio di trasporto li ha rilasciati lateralmente dallo stadio superiore del Fregat, il quale ha proseguito verso l'orbita cimitero. I controllori della missione a Tolosa, in Francia, hanno iniziato a ricevere segnali dai due satelliti contemporaneamente.

Questo processo verrà ripetuto molte volte nel corso degli anni successivi. Per velocizzare lo schieramento, è in preparazione una versione di Ariane 5 che trasporterà quattro satelliti per volta, da utilizzare insieme alla Soyuz. Una costellazione composta da 18 Galileo in orbita entro metà del decennio fornirà una capacità operativa iniziale, mentre la costellazione sarà completata per il 2018.



Check-up sanitario

Il centro Redu ESA nella foresta delle Ardenne, in Belgio, svolge l'importante ruolo di verificare che i satelliti Galileo, una volta lanciati, siano in buona salute e in condizione di svolgere la loro missione.

Subito dopo aver raggiunto l'orbita, i satelliti vengono portati gradualmente in funzione da un team basato a Tolosa o presso l'ESOC a Darmstadt. Quindi si passa alla complessa attività di avviare i loro moduli di navigazione.

Il comando dei satelliti viene passato al Centro di Controllo Galileo di Oberpfaffenhofen in Germania, mentre la valutazione del carico viene effettuata presso il centro a Redu.

Originariamente aperto nel 1968, Redu è stato selezionato per questo ruolo grazie alla sua lunga tradizione legata all'esecuzione di incarichi simili per i satelliti per le telecomunicazioni europee.

Per Galileo, il centro Redu è dotato di un'antenna di 20 metri di diametro per la ricezione dei segnali di navigazione all'elevatissimo livello di dettagli diagnostici necessari – catturando la forma esatta dei segnali trasmessi – e un'antenna di trasmissione per testare il ricevitore di bordo della missione e inviare i messaggi per la navigazione. Un'antenna UHF trasmette segnali di ricerca e recupero simulati, che saranno inviati alle autorità regionali tramite il Cospas-Sarsat International Satellite for Search and Rescue System.

Redu controllerà le condizioni di tutti i futuri satelliti Galileo dopo il lancio, eseguendo anche compiti simili per i satelliti ESA per le telecomunicazioni. Le missioni ESA Artemis, Integral e Proba vengono gestite da qui, e Redu ospiterà anche uno dei due Centri operativi per le missioni per i satelliti dello European Data Relay System.







esa
European Space Agency
Agence spatiale européenne

esa
European Space Agency
Agence spatiale européenne

esa



Galileo a terra

I giornalisti presenti allo Air and Space Show di Parigi del 2011 osservano mentre l'ESA e la Commissione Europea firmano contratti industriali per il Segmento del controllo di terra e il Segmento della missione di terra di Galileo – Galileo a terra.

I satelliti nello spazio sono solo la punta dell'iceberg globale che è Galileo. Uno degli sviluppi più complicati mai intrapresi dall'Europa, una rete di terra globale è essenziale per dirigere i satelliti e garantire l'affidabilità continua delle informazioni su posizione e sincronizzazione incorporati nei segnali per la navigazione dall'orbita.

Il Segmento del controllo di terra di Galileo monitora e controlla le piattaforme del satellite, e durante la fase iniziale si basa sul Centro di controllo Galileo di Oberpfaffenhofen – nelle vicinanze di Monaco, in Germania – collegato a stazioni di telemetria, tracciamento e telecomando a Kiruna, in Svezia, e Kourou, nella Guyana Francese.

Il Segmento di controllo della missione assicura a Galileo prestazioni di navigazione all'avanguardia grazie a un controllo continuo su ciascun satellite e alla produzione di un messaggio di correzione per compensare ogni eventuale slittamento della sincronizzazione e che viene inviato al satellite per essere poi ritrasmesso agli utenti ogni 100 minuti circa.

Durante la fase iniziale, il Segmento della missione di terra si baserà sul Centro di controllo del sistema Galileo del Fucino, nell'Italia centrale, ma in futuro Oberpfaffenhofen e Fucino ospiteranno impianti equivalenti, lavorando insieme come dispositivi di salvataggio con sincronizzazione dati in tempo reale per aumentare la solidità generale del sistema Galileo.

Un avamposto solitario

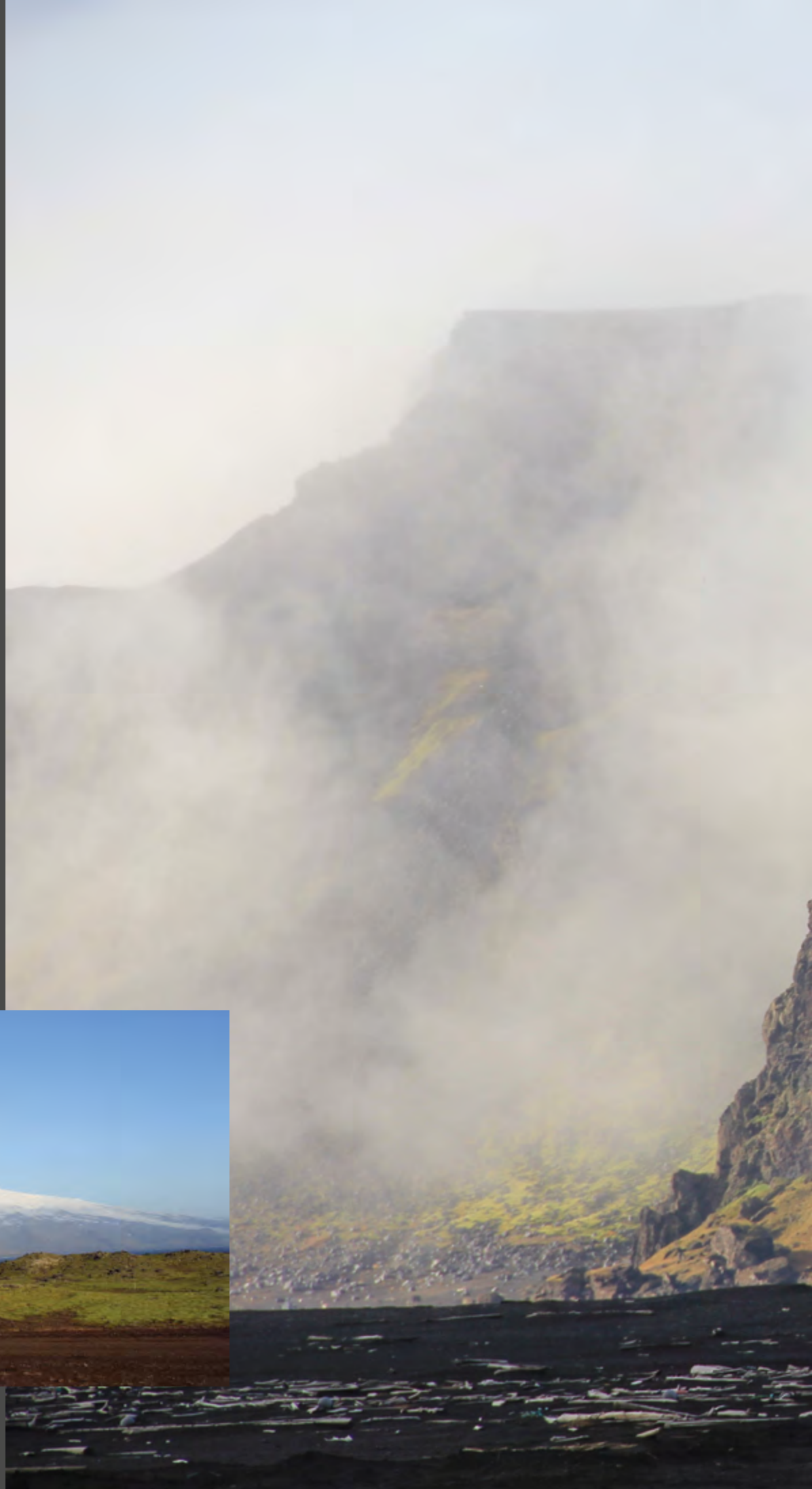
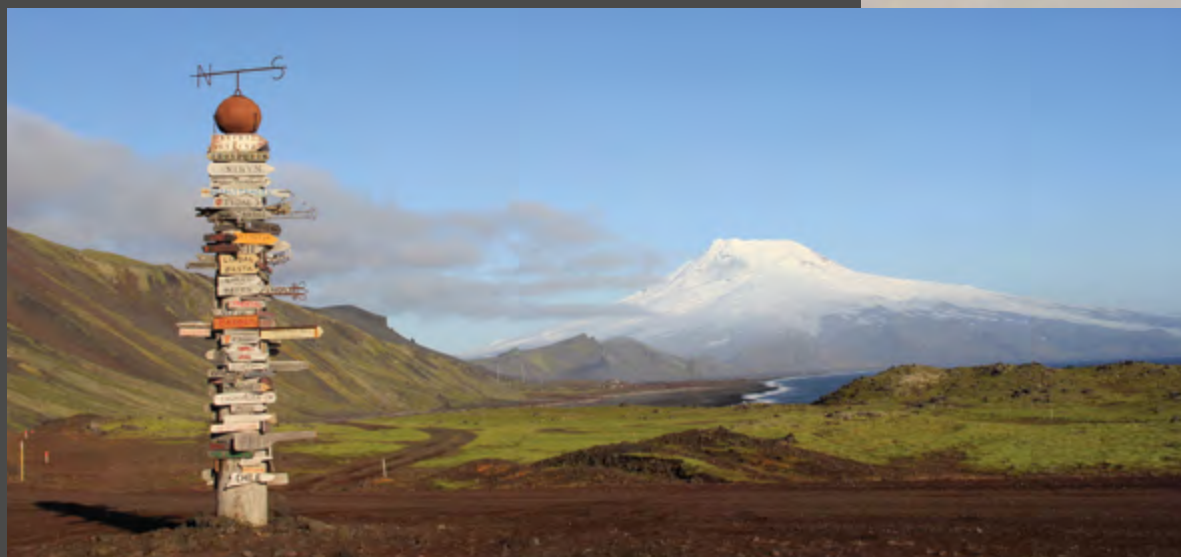
Galileo offrirà servizi per la navigazione su base mondiale, e ciò richiede a sua volta una rete globale di stazioni di terra, incluse alcune dislocate nelle località più remote del pianeta. L'isola di Jan Mayen, nell'immagine, è un affioramento vulcanico nell'Artico norvegese, famoso per avere uno dei climi peggiori del pianeta – ma ciononostante ospita la Galileo Sensor Station.

La navigazione satellitare si basa su un ricevitore che deriva l'ora e il punto nello spazio in cui un segnale è stato trasmesso a un livello molto alto di precisione. Ma gli orologi atomici di bordo di un satellite potrebbero “spostarsi” nel corso del tempo, come la sua orbita.

La rete globale di stazioni di sensori confronta l'ora di ciascun satellite con il sistema orario di Galileo, determinato dalle Precise Timing Facility dei Centri di controllo Galileo di Fucino e Oberpfaffenhofen e accurati fino a 28 miliardesimi di secondo.

Anche le orbite dei satelliti sono soggette a spostamenti, per effetto della spinta gravitazionale della leggera sporgenza equatoriale della Terra, oltre che del Sole e della Luna. Persino la leggera ma continua spinta della luce solare stessa può influenzare i loro percorsi orbitali. Così le stazioni di terra intorno al mondo che raccolgono i segnali di Galileo effettuano una localizzazione radio al contrario sui satelliti che li trasmettono, per individuare con precisione la posizione esatta e identificare eventuali spostamenti dell'orbita. Inoltre monitorando la potenza del segnale, i dati vengono ritrasmessi alla Stazione per il monitoraggio di terra di Galileo tramite un collegamento satellitare.

La stazione di sensori e il collegamento satellitare di Jan Mayen sono stati costruiti sull'unico terreno pianeggiante dell'intero territorio – una spiaggia di sabbia vulcanica nera, ricoperta di legno sbiancato dal tempo sull'isola senza alberi, lontana dalla terraferma russa.





Il punto più in basso del mondo

Il sito più meridionale di Galileo è la base Troll in Antartide. Questo impianto norvegese si trova a 235 km nell'entroterra e a 1270 m sopra il livello del mare.

Una combinazione di Stazione di sensori Galileo e Stazione di trasmissione – quest'ultima usata per trasmettere i messaggi di correzione per la navigazione generati dal Segmento della missione di terra Galileo verso i satelliti – è collocata sulle solida fondamenta della punta della montagna che si innalza dai ghiacciai circostanti.

Poiché la costellazione di Galileo è in orbita ad un'altezza così elevata, la posizione di Troll, situata nel punto più in basso del mondo, consente di collegarsi con i satelliti al di sopra dell'oceano Atlantico, Pacifico e Indiano contemporaneamente. L'equivalente settentrionale di Troll, Svalbard, situato nell'Artico norvegese, offre una copertura simile per le latitudini settentrionali, con altre Stazioni di trasmissione intorno al mondo per massimizzare le opportunità di trasmissione di Galileo – i messaggi per la correzione della navigazione sono la chiave per mantenere sincronizzati gli orologi satellitari di Galileo con il sistema orario di Galileo.

La base di Troll ospita già la stazione di terra satellitare TrollSat. La base è fornita di personale per un anno, con rifornimenti che arrivano tramite un campo aereo dislocato su un ghiacciaio vicino e convogli via terra durante la luce solare continua della breve estate antartica.





→ SORVEGLIANDO IL NOSTRO PIANETA NATALE

Quando ci si avvicina alla Terra il terreno incredibilmente vario della sua superficie si trasforma in un punto concentrato. Sotto la fragile striscia dell'atmosfera si trova il posto in cui viviamo – a cui servono cure e attenzioni. Da questo punto di osservazione possiamo comprendere meglio il complesso sistema che è la Terra, e sapere di più delle sue origini, di come funziona e del suo futuro.

La bassa orbita è il regno dei satelliti di osservazione della Terra, ma una visuale così dettagliata ha numerose conseguenze. Man mano che la risoluzione di visualizzazione dei satelliti aumenta, il suo campo visivo diminuisce, e minore la distanza dalla Terra di un satellite, maggiore sarà la velocità a cui deve muoversi per superare la spinta della gravità – fino a 7 km al secondo nel caso di Envisat e di altre missioni di osservazione della Terra simili. Tipicamente posizionati nelle orbite polari nord-sud, i satelliti di osservazione sono in grado di coprire gran parte del pianeta che ruota sotto di loro, ma generalmente visitano nuovamente la stessa posizione solo settimane o mesi dopo.

Una frequenza di visita così bassa andava bene per le prime missioni di osservazione, come la serie Landsat degli USA, i cui dati iniziarono a essere acquisiti e archiviati per gli scienziati europei dall'ESA alla metà degli anni '80, o le missioni radar ERS dell'ESA che le seguirono nei primi anni '90. Ma la rivelazione più significativa di queste pionieristiche missioni è che il mondo è in mutazione continua. Le immagini dei satelliti, come le mappe cartacee tradizionali, diventano obsolete un attimo dopo essere state realizzate.

La ragione principale per cui i satelliti per l'osservazione della Terra sono strumenti tanto potenti sta nella loro capacità di rivisitare regolarmente un punto. Un velivolo che effettua una mappatura, spinto da una turbolenza, solo raramente sarà in grado di riprodurre

la sua traiettoria precedente, ma un satellite in orbita può farlo senza sforzi. Le immagini o i dati consecutivi di una località data possono essere confrontati su una base molto precisa.

Questa capacità dona alla rilevazione remota una dimensione temporale non ottenibile in passato – le differenze tra le immagini sono esplicative quanto le immagini stesse, con la loro abilità di catturare la natura dinamica e complessa del sistema Terra e del ruolo sempre più distruttivo del genere umano. Le città si ingrandiscono, l'inquinamento si diffonde e le autostrade attraversano gli habitat naturali, i laghi arretrano e le foreste vengono abbattute. Anche gli effetti dei disastri naturali o causati dall'uomo sono rilevati in modo evidente.

Nel migliore dei casi le missioni con un singolo satellite offrono visuali stagionali – note come la capacità 'leaf on/leaf off' – senza alcuna garanzia sul servizio. E la sorveglianza di intere regioni con l'area limitata di un singolo satellite è come camminare in una stanza guardando attraverso una cannuccia. La comunità degli utenti delle osservazioni della Terra ha bisogno di molto di più, soprattutto da quando agli scienziati si sono uniti i governi locali o nazionali, enti internazionali per lo sviluppo e l'ambiente, specialisti per la sicurezza alimentare e l'agricoltura di precisione e agenzie per la risposta ai disastri, fra gli altri.

Il satellite Envisat dell'ESA ha permesso di aprire la strada a molti di questi servizi su base sperimentale, e il suo registro sui cambiamenti climatici ha sottolineato la necessità di un monitoraggio ambientale continuo a disposizione degli organi decisionali e dei fornitori di servizi pubblici oltre che degli scienziati. Nessun singolo satellite è in grado di realizzare tutto ciò – è necessario un intero sistema che metta assieme tutti i satelliti disponibili e altre fonti di dati in una singola immagine coerente.

Questa è la visione dietro Copernicus, un'iniziativa dell'ESA e della Commissione Europea. Avendo identificato il rapido andamento del cambiamento globale, Copernicus è uno strumento che ci aiuterà a gestirlo e a mitigarne gli effetti. Combinando tutte le informazioni basate su spazio e terra in un tutto coerente, Copernicus sarà in grado di fornire dati accurati, tempestivi e facilmente accessibili per migliorare la gestione ambientale, mitigare gli effetti del cambiamento climatico e la sicurezza civile.

La nuova generazione di satelliti Sentinel dell'ESA avrà la funzione di 'Componente spaziale' per Copernicus, con due satelliti per missione sui lati opposti della Terra per aumentare la copertura e la frequenza delle visite. In aggiunta a ciò, il segmento di terra multi-missione ingenererà dati da tutte le fonti disponibili – come sta succedendo già.

I servizi di Copernicus aiuteranno a potenziare la sicurezza civile e a portare benefici economici ai cittadini europei e nel resto del mondo. Questo passaggio dalle osservazioni scientifiche dell'era di Envisat alle necessità operative di Copernicus è una vera sfida, ma l'ESA ha già realizzato qualcosa di simile in passato, trasformando i suoi satelliti Meteosat da dispositivi sperimentali in risorse operative che sostengono tuttora le previsioni meteo europee.

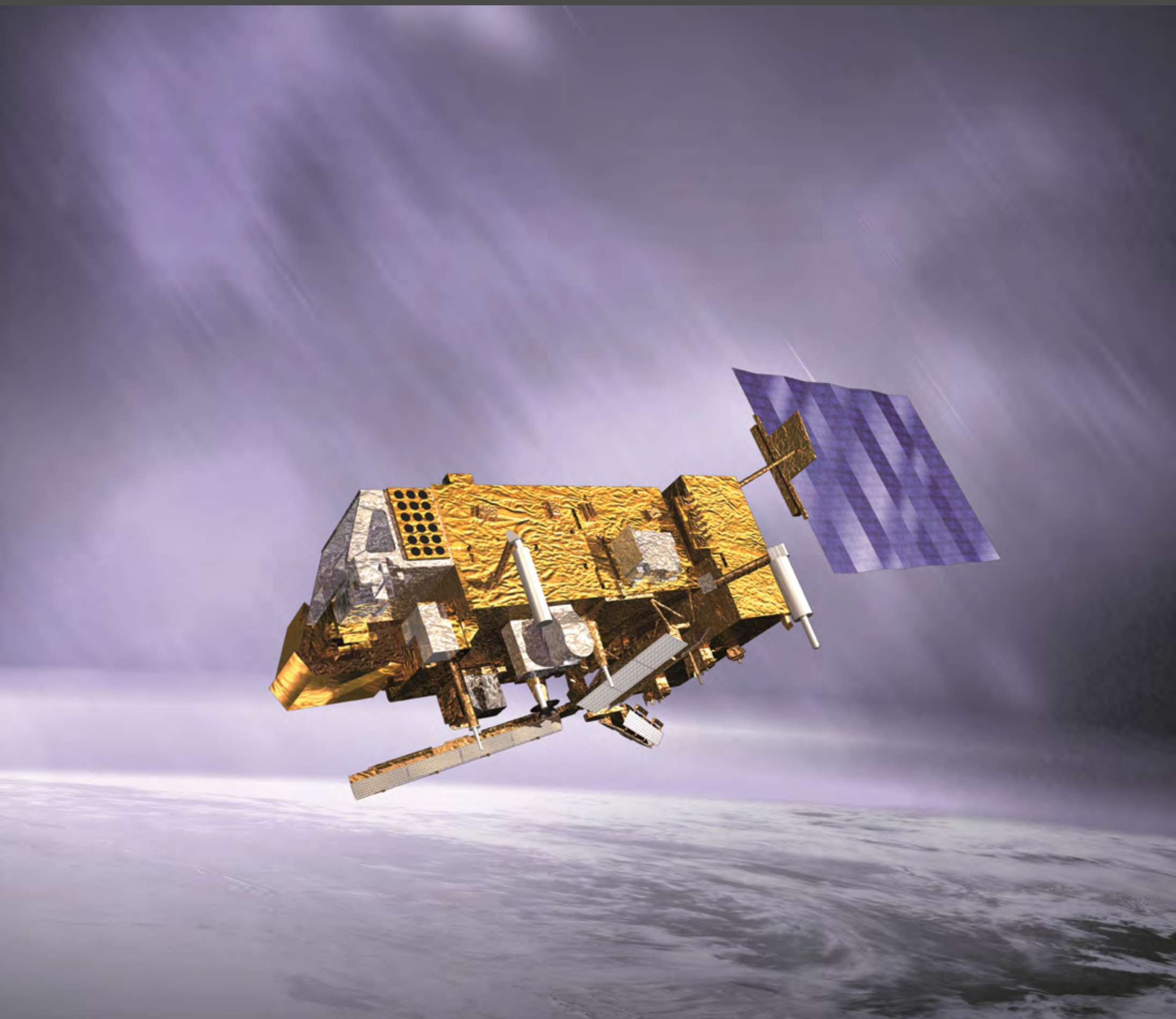
Il punto chiave dei dati prodotti dai satelliti Sentinel è che tutti avranno libero accesso a essi. Non ci sarà alcuna distinzione tra uso pubblico, scientifico e commerciale. Questa disponibilità dovrebbe accelerare lo sviluppo di servizi geo-informatici a valore aggiunto. Osservare la Terra dallo spazio apre una nuova dimensione alla conoscenza e ai servizi informativi che non è accessibile in nessun altro modo. Ciò a sua volta definisce nuovi mercati e settori, costruendo ricchezza e lavoro per l'economia dell'Europa.

La mappatura dell'uso dei terreni e il monitoraggio ambientale sono le principali applicazioni per i servizi informativi a valore aggiunto sull'osservazione della Terra. Sin dal 2009 l'ESA ha esplorato le opportunità di crescita e innovazione offerte da questo campo all'industria spaziale europea grazie al proprio Programma per elementi a valore aggiunto.

I progetti pilota hanno incluso la mappatura operativa delle foreste, la pianificazione delle infrastrutture per l'energia rinnovabile, il tracciamento delle navi per la difesa e l'applicazione della legge, il controllo e lo stoccaggio del carbone, la valutazione del rischio per il settore delle riassicurazioni e il geo-marketing. In futuro, questi nuovi mercati sono destinati a crescere ulteriormente, spinti dalla ricerca di una economia più ecologica e alla necessità di mitigare la degradazione dell'ambiente e adattarsi al cambiamento climatico.

Nuovi metodi di osservazione sviluppati nella ricerca di base sostengono il processo di crescita dei servizi e di sviluppo del mercato. Questo processo continua attraverso la nuova serie di satelliti scientifici Earth Explorer dell'ESA, che sfruttano l'innovazione tecnica per dimostrare nuovi modi in cui osservare il nostro pianeta. Ogni missione si concentra su particolari segmenti del sistema terrestre al fine di migliorare la nostra comprensione dei processi che provocano il cambiamento climatico. Potenzialmente ogni nuova missione Earth Explorer potrebbe essere seguita da future missioni operative, una volta che la comunità di ricerca si convinca della loro utilità a lungo termine. Per adesso, ci consentono di riempire i vuoti della nostra comprensione dei cambiamenti del mondo. Senza un tale impegno a lungo termine, i nostri discendenti potrebbero dover vivere in un pianeta molto differente.





Pole position

Sviluppata dall'ESA e controllata da Eumetsat, la serie MetOp ha una differenza molto importante rispetto ai precedenti satelliti meteorologici europei: essa si trova a un'orbita 40 volte più vicina alla Terra, in un'orbita polare di circa 800 km. L'orbita geostazionaria assicura una visuale continua su un terzo del pianeta, ma i poli sono esclusi e per una visuale più dettagliata è necessario avvicinarsi.

Il programma satellitare Meteorological Operational MetOp rappresenta il contributo europeo a una impresa comune realizzata con il National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) degli USA, che per oltre 45 anni ha fornito dati meteorologici provenienti dall'orbita polare, senza alcun costo, per utenti in tutto il mondo. MetOp-A, il primo satellite della serie, ha sostituito uno dei due servizi satellitari precedentemente controllati dal NOAA, e dopo di ciò la responsabilità per questi servizi è stata condivisa tra l'Europa e gli USA.

MetOp-A è progettato per lavorare in congiunzione con il sistema di satelliti del NOAA e i due satelliti volano in orbite complementari. L'orbita polare di MetOp-A è sincronizzata con il Sole, e ciò significa che il tracciato del satellite lungo il terreno si trova sempre alla stessa ora locale, in questo caso su metà mattinata. NOAA continua a operare il suo satellite orbitale a metà pomeriggio. Nel settembre 2012 MetOp-B ha raggiunto MetOp-A nell'orbita polare, a disposizione per garantire che i servizi di previsione proseguano nel caso in cui il primo satellite dovesse guastarsi.



IASI
Interferometro a risonanza
atmosferica a infrarossi

HIRS
Scandaglio a infrarossi
ad alta risoluzione

AVHRR
Radiometro avanzato a
elevatissima risoluzione

GRAS
Ricevitore per la
risonanza atmosferica
del sistema satellitare di
navigazione globale

SEM
Sistema di monitoraggio
dell'ambiente spaziale

AMSU-A
Unità avanzata di
risonanza a microonde-A

GOME-2
Monitoraggio dell'ozono globale

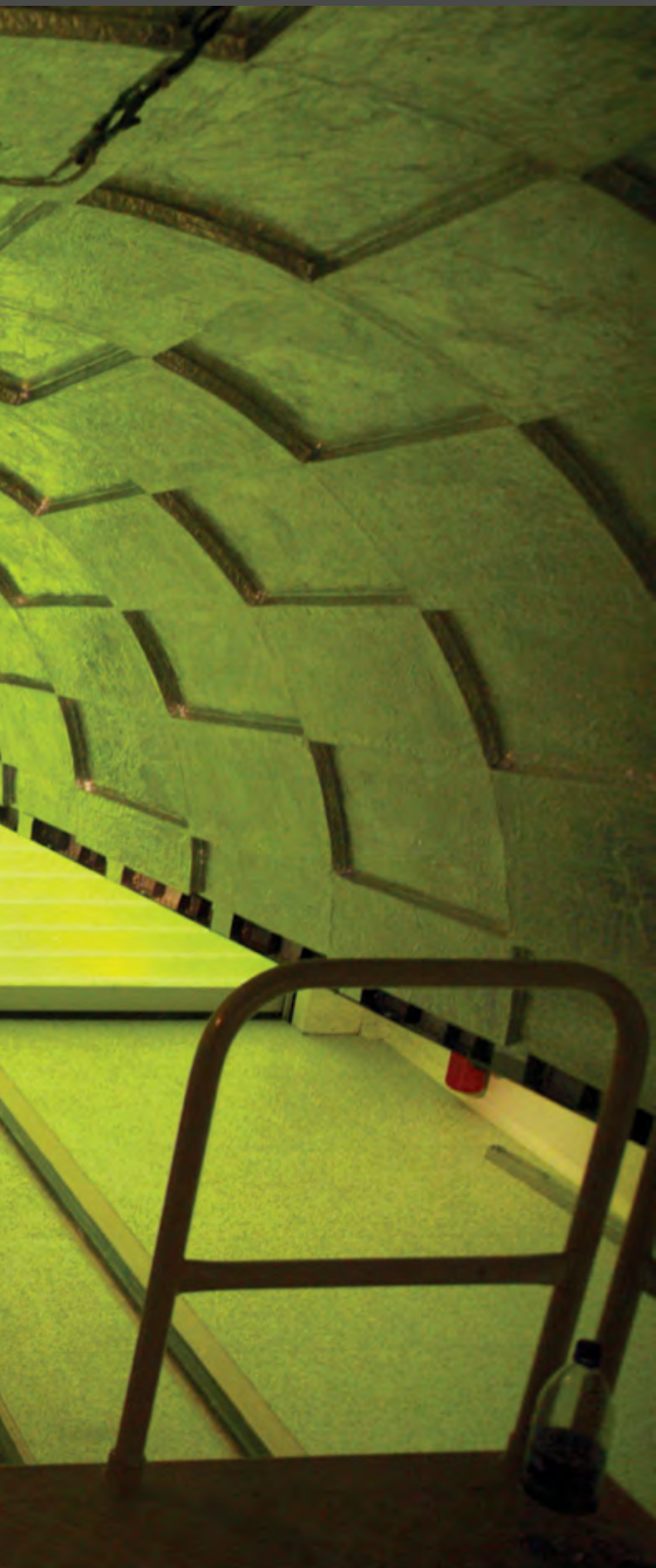
MHS
Scandaglio a
microonde per umidità

ASCAT
Diffusometro
avanzato

DCS-Argos
Sistema per la
raccolta di dati - Argos

S&R
Ricerca e recupero





L'arrivo di MetOp

I tecnici puliscono l'interno della carenatura della Soyuz-ST che lancerà il secondo satellite MetOp europeo dal Cosmodromo di Baikonur in Kazakhstan, nel 2012. Nell'immagine in basso il satellite è ripreso durante il lancio di settembre.

La carenatura di 4,1 m di diametro del Soyuz-ST gli ha consentito di trasportare sia il satellite che il quarto stadio del Fregat che ha portato MetOp-B nella sua orbita finale. È il successore del primo satellite della serie, MetOp-A, lanciato il 19 ottobre 2006. Il satellite ha completato la sua attivazione e ha iniziato a essere usato da climatologi e per le previsioni meteo nel maggio successivo.

Oltre a trasportare strumenti precedentemente traghettati dai satelliti NOAA, MetOp include nuovi sensori per misurare la temperatura e l'umidità, la velocità e la direzione del vento sulla superficie dell'oceano e le concentrazioni di ozono e altre tracce di gas.

Oggi, le osservazioni ravvicinate di MetOp rappresentano un fattore importante per le previsioni meteo numeriche su cui l'Europa e il resto del mondo fanno affidamento per assicurare l'accuratezza delle previsioni. Garantire una copertura è essenziale, pertanto una serie di satelliti MetOp è pronta a prevenire qualsiasi interruzione. Il terzo satellite della serie, MetOp-C, decollerà intorno al 2018 dalla Guyana Francese. L'ESA sovrintende al il processo relativo alle commesse per MetOp per conto di Eumetsat.



Visione radar

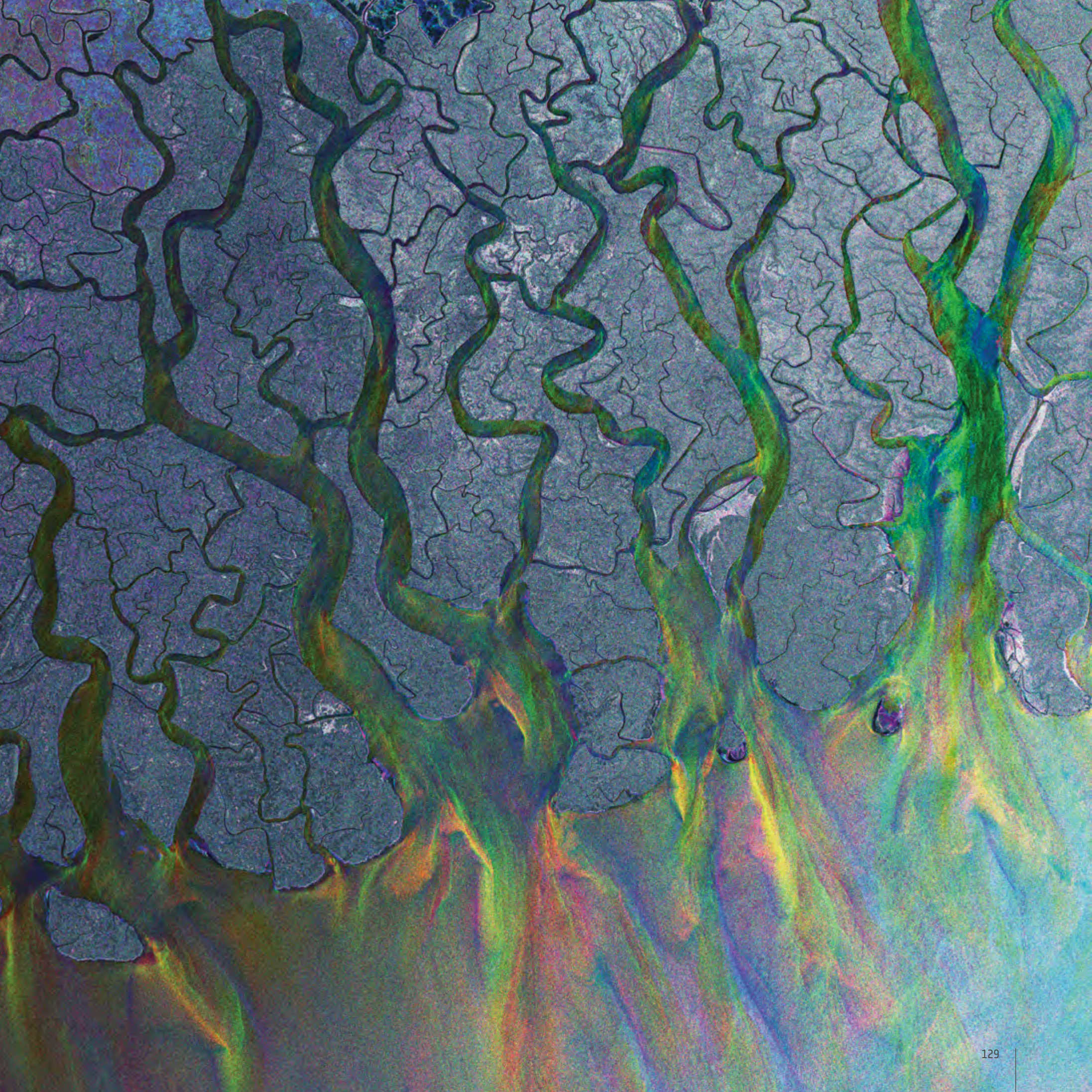
Le prime missioni dell'ESA a guardare alla Terra sono state la famiglia di satelliti meteorologici Meteosat. Le successive missioni di osservazione della Terra dell'Agenzia hanno catturato il nostro pianeta natale in un modo completamente nuovo. Mentre le serie di satelliti USA Landsat e francese Spot operavano sulle lunghezze d'onda visibili, due satelliti europei di telerilevamento dell'ESA – ERS-1 è stato lanciato nel 1991 ed ERS-2 nel 1995 – nonché la missione successiva Envisat (2002) hanno osservato terra, mare e ghiaccio usando il radar.

Le immagini radar, come questa immagine dell'Advanced Synthetic Aperture Radar Envisat del Delta del Gange (pagina contigua), appaiono molti differenti dalle visuali satellitari standard basate sulla luce riflessa. I radar satellitari inviano impulsi che arrivano al pianeta e registrano gli schemi retrodiffusi risultanti. Così le immagini radar rivelano la tessitura della superficie, potenzialmente in grado di differenziare i tipi di vegetazione e raccolto, terreno bagnato e asciutto, rugosità dell'oceano, diversi tipi di ghiaccio e strutture artificiali. L'immagine in basso mostra la stessa regione alla luce visibile, visualizzata dallo strumento MERIS Envisat. L'immagine a destra rivela le navi che riflettono la luce del sole raccolte nella International Fleet Review nel Solent, compreso tra Portsmouth e l'Isola di Wight, Regno Unito, nel 2005. La tracciatura delle navi è un'applicazione satellitare particolarmente attiva; le stesse tecniche funzionano bene anche con gli iceberg. I radar sono in grado di penetrare le nuvole e l'oscurità locale per mantenere un'osservazione continua della Terra.

In aggiunta a ciò, le immagini radar acquisite nello stesso punto in momenti diversi possono essere combinate matematicamente in vari modi per evidenziare i cambiamenti. Per esempio, questa immagine del Gange proviene da tre acquisizioni, con colori che mostrano le differenze stagionali. Altre immagini evidenziano minuscoli cambiamenti in scala millimetrica del paesaggio, come movimenti tettonici, faglie e subsidenze indotte da tunnel.

Le missioni ERS hanno anche mandato in volo altimetri radar per individuare l'altezza delle superfici di terra e mare del pianeta, e radiometri per monitorare la loro temperatura e le proprietà riflettenti. La successiva generazione di Envisat ha esteso la visuale dell'Europa ancora più oltre, grazie a un imager multispettrale incluso fra i suoi 10 strumenti.





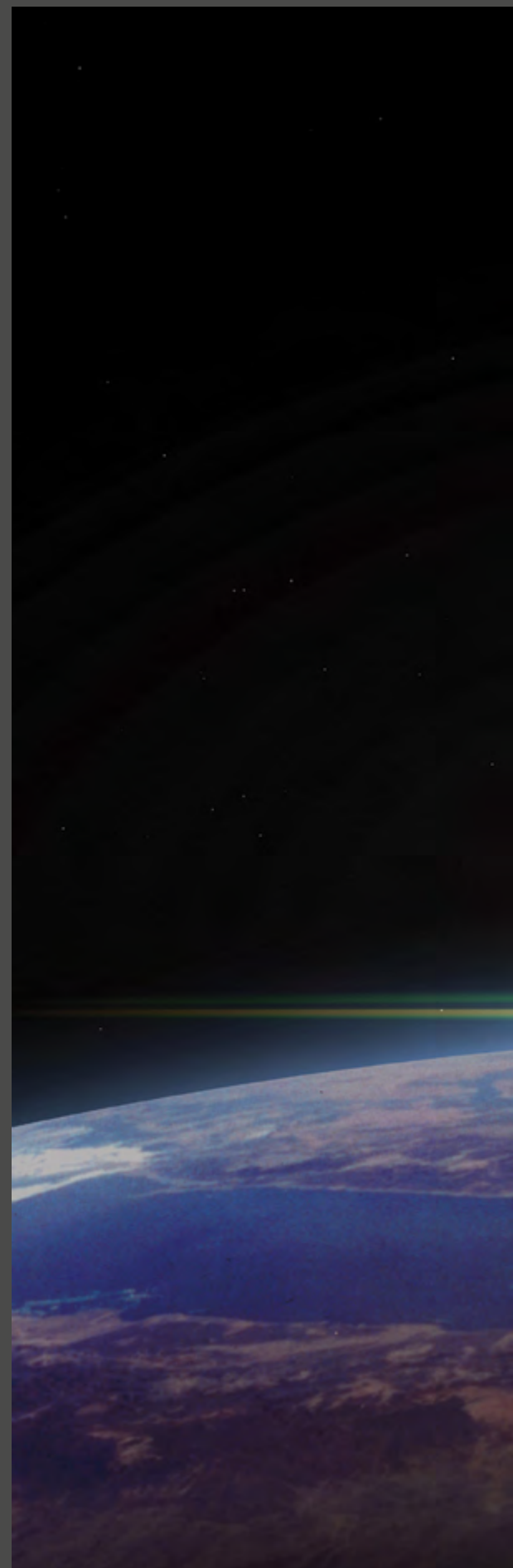
Envisat: 10 anni di vita sulla Terra

Envisat – abbreviazione di 'Environmental Satellite' – dell'ESA è stata la più grande missione civile per l'osservazione della Terra mai decollata. Per più di un decennio – il doppio della sua vita operativa programmata – i suoi 10 sofisticati strumenti radar e ottici hanno osservato continuamente la terra, l'atmosfera, gli oceani e le calotte glaciali del pianeta. Il risultato è stata l'immagine più ricca e dettagliata del sistema terrestre mai raccolta da un singolo satellite.

Lanciato nelle prime ore dell'1 marzo 2002 dalla Guyana Francese, il satellite di otto tonnellate era grande come un autocarro e ha orbitato in cerchio intorno alla Terra 14 volte al giorno a 7,45 km/s. Envisat è stato il principale contributo della Terra a un problema sempre più minaccioso: il clima della Terra sta subendo cambiamenti molto più rapidi rispetto ad ogni altra epoca successiva all'ultima era glaciale, 10.000 anni fa. Scienziati e organi decisionali concordano che il cambiamento climatico è il problema più grande che il nostro pianeta deve affrontare oggi.

Envisat ha realizzato un ritratto combinato dei rapidi cambiamenti del nostro pianeta e le sue strumentazioni radar hanno esteso il precedente record delle missioni di osservazione ERS-1 ed ERS-2 dell'ESA con una prospettiva multi-sensore. Il satellite ha dimostrato di essere uno strumento importante per la scienza terrestre: i suoi risultati sono stati usati da circa 2.000 articoli scientifici. In modo egualmente importante, i dati di Envisat hanno aiutato a implementare un esteso portafoglio di servizi informativi ambientali e operativi facenti parte del programma europeo Copernicus, che hanno fornito a istituzioni ambientali e decisori la migliore comprensione possibile del mondo naturale con la finalità di proteggerlo, insieme al supporto delle attività di sicurezza civile.

La perdita di Envisat è giunta dopo 10 anni di operazioni ricche di risultati. Avendo dimostrato l'utilità dei dati provenienti da radar e spettrometri, altre missioni hanno seguito le sue orme. Missioni come la canadese Radarsat-2, la tedesca TerraSAR-X, l'italiana Cosmo-Skymed e la britannica Disaster Monitoring Constellation stanno aiutando a rendere minimo lo spazio vuoto fra i dati destinati agli utenti nel periodo compreso tra la conclusione di Envisat e il lancio dei suoi successori, le Sentinelle.



MIPAS
Osserva l'atmosfera a medi infrarossi,
tracciando l'ozono e altri gas

AASTSR
Termometro nel cielo,
misura le temperatura
della terra e dell'oceano

SCIAMACHY
Mappa l'atmosfera usando un'ampia gamma spettrale,
tracciando ozono, biossido d'azoto, gas, polveri, e nubi

Antenna a banda Ka
per trasmettere i dati tramite
il satellite di trasmissione dati Artemis dell'ESA

MWR
Misura il vapore acqueo dell'atmosfera
per aumentare la precisione di RA-2

DORIS
Usato per misurare la posizione orbitale e la velocità del satellite con uno
scarto di pochi centimetri, migliorando l'accuratezza dei dati

Antenna ASAR
usa un raggio radar per mappare la
superficie della Terra in molti modi differenti

Pannello Solare

Antenna RA-2
Misura l'altezza del satellite dalla
superficie con uno scarto di pochi cm

GOMOS
Misura i profili verticali di
ozono e vapore acqueo

MERIS
Acquisizione di immagini nella luce visibile
e in parte dell'infrarosso

LRR
Il Laser Retro-Reflector consente una rilevazione
laser da terra della posizione del satellite

Antenna a banda X
per ricevere i comandi

Sentinel: in volo per sorvegliare

La nuova famiglia di missioni Sentinel dell'ESA rappresenta la fondazione spaziale di Copernicus e si occupa di fornire dati sull'osservazione della Terra da usare in una vasta gamma di servizi operativi per il monitoraggio dell'ambiente e il supporto della protezione civile.

Il satellite Envisat multi-funzionale ha dimostrato la fattibilità di un'estesa serie di servizi informativi ambientali. Tuttavia, ben presto si è compreso che rendere questi servizi sufficientemente robusti e tempestivi al punto da essere ritenuti affidabili da un punto di vista operativo avrebbe richiesto molto di più che un singolo satellite sperimentale. Quindi questa prossima generazione vede le varie funzioni di osservazione di Envisat sparpagiate in diverse missioni individuali più piccole. Ogni missione è composta da due satelliti posizionati sui lati opposti della stessa orbita per coprire più rapidamente un'area più vasta del pianeta.

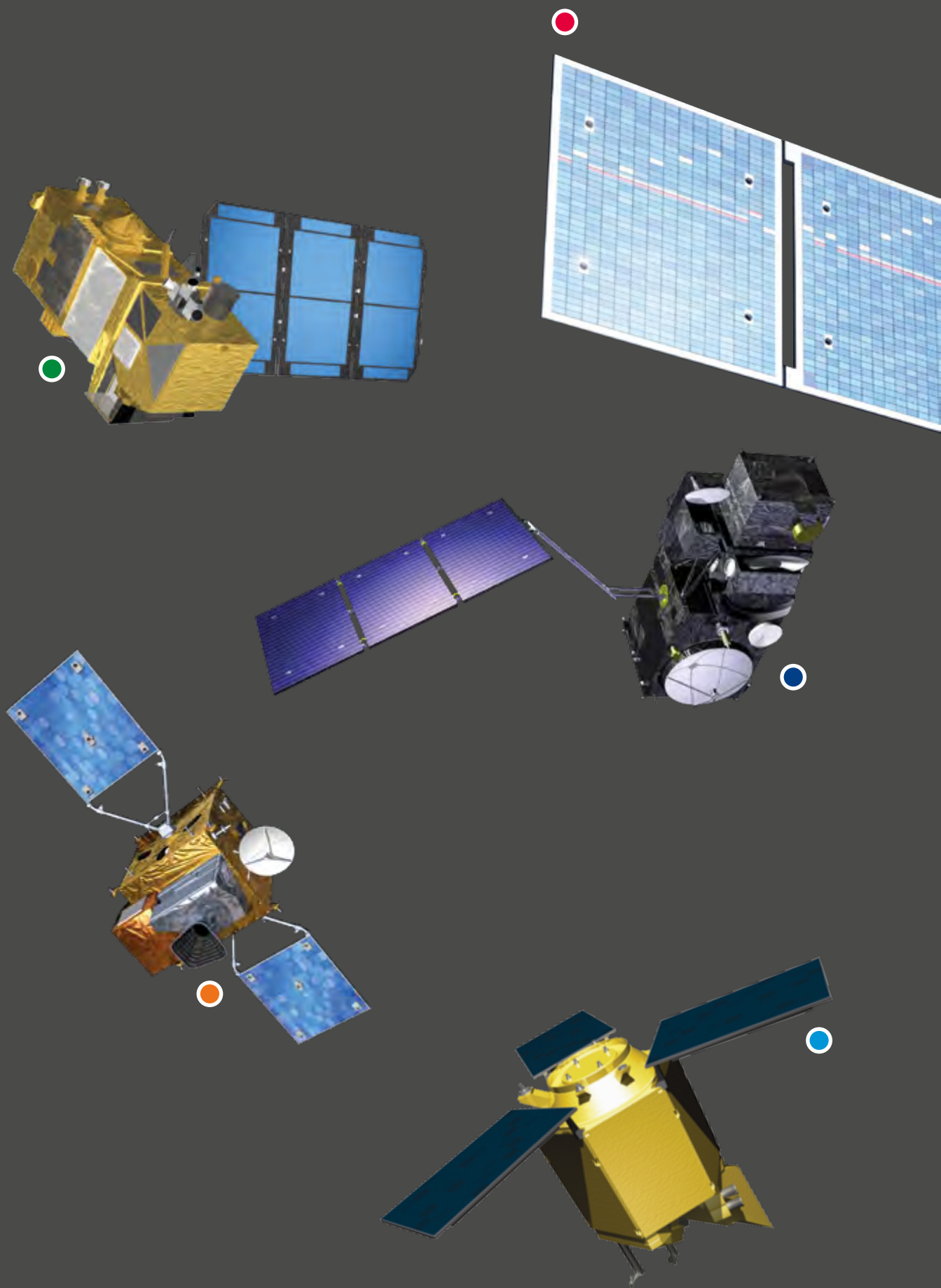
Le cinque famiglie di Sentinelle dedicate dell'ESA contribuiranno a Copernicus fornendo dati insieme alle missioni di altre agenzie spaziali, chiamate Contributing Mission. Un segmento unificato di terra, attraverso il quale i dati vengono trasmessi e messi gratuitamente a disposizione per i servizi Copernicus, competa il Componente Spaziale.

Sebbene i satelliti Sentinel siano stati sviluppati per le necessità specifiche del programma, le Contributing Mission stanno già raccogliendo una gran mole di dati per i servizi Copernicus, e continueranno ad inviare dati complementari dopo che le Sentinel saranno in orbita.

-  Sentinel-1 è una missione radar per l'acquisizione di immagini in tutte le condizioni atmosferiche, giorno per giorno, giorno e notte, in orbita polare rivolta ai servizi di terra e sugli oceani. Il lancio del primo satellite Sentinel-1 è previsto per il 2014.
-  Sentinel-2 è una missione per l'acquisizione di immagini ad alta risoluzione e multispettrali in orbita sui poli per il monitoraggio terrestre che trasmette, per esempio, immagini della vegetazione, del suolo e dell'acqua, delle vie navigabili interne e delle aree costiere. Sentinel-2 fornirà anche informazioni per i servizi di emergenza. Il lancio del primo satellite Sentinel-2 è previsto per il 2015.
-  Sentinel-3 è una missione multi-strumento in orbita sui poli per misurare variabili come la topografia della superficie del mare, la temperatura superficiale di mare e terra, il colore dell'oceano e del suolo con un alto grado di accuratezza e affidabilità. Il lancio del primo satellite Sentinel-3 è previsto per il 2015.
-  Sentinel-4 è un carico che sarà trasportato da un satellite Meteosat Third Generation-Sounder (MTG-S) in orbita geostazionaria, il cui lancio è previsto per il 2019. Sentinel-4 è dedicato al monitoraggio atmosferico.

Sentinel-5 è un carico che sarà trasportato da un satellite MetOp di seconda generazione, il cui lancio è previsto per il 2021. Sentinel-5 è dedicato al monitoraggio atmosferico.

-  Sentinel-5 Precursor verrà lanciato nel 2015 per minimizzare gli intervalli tra Envisat e Sentinel-5. Questa missione si occuperà del monitoraggio atmosferico.





Qualcosa nell'aria

Vista dallo spazio la nostra atmosfera appare sottile – è di soli 100 km – e particolarmente fragile, almeno quando viene osservata da occhi non umani. Questa mappa ad alta risoluzione dell'inquinamento da biossido d'azoto dell'atmosfera globale rende evidente l'effetto delle attività dell'uomo sulla qualità dell'aria.

Lo Scanning Imaging Absorption Spectrometer for Atmospheric Cartography, o Sciamachy, a bordo di Envisat dell'ESA ha registrato lo spettro della luce solare mentre brilla nell'atmosfera. Questi risultati possono poi essere setacciati per trovare le 'impronte' dei gas in tracce nell'aria.

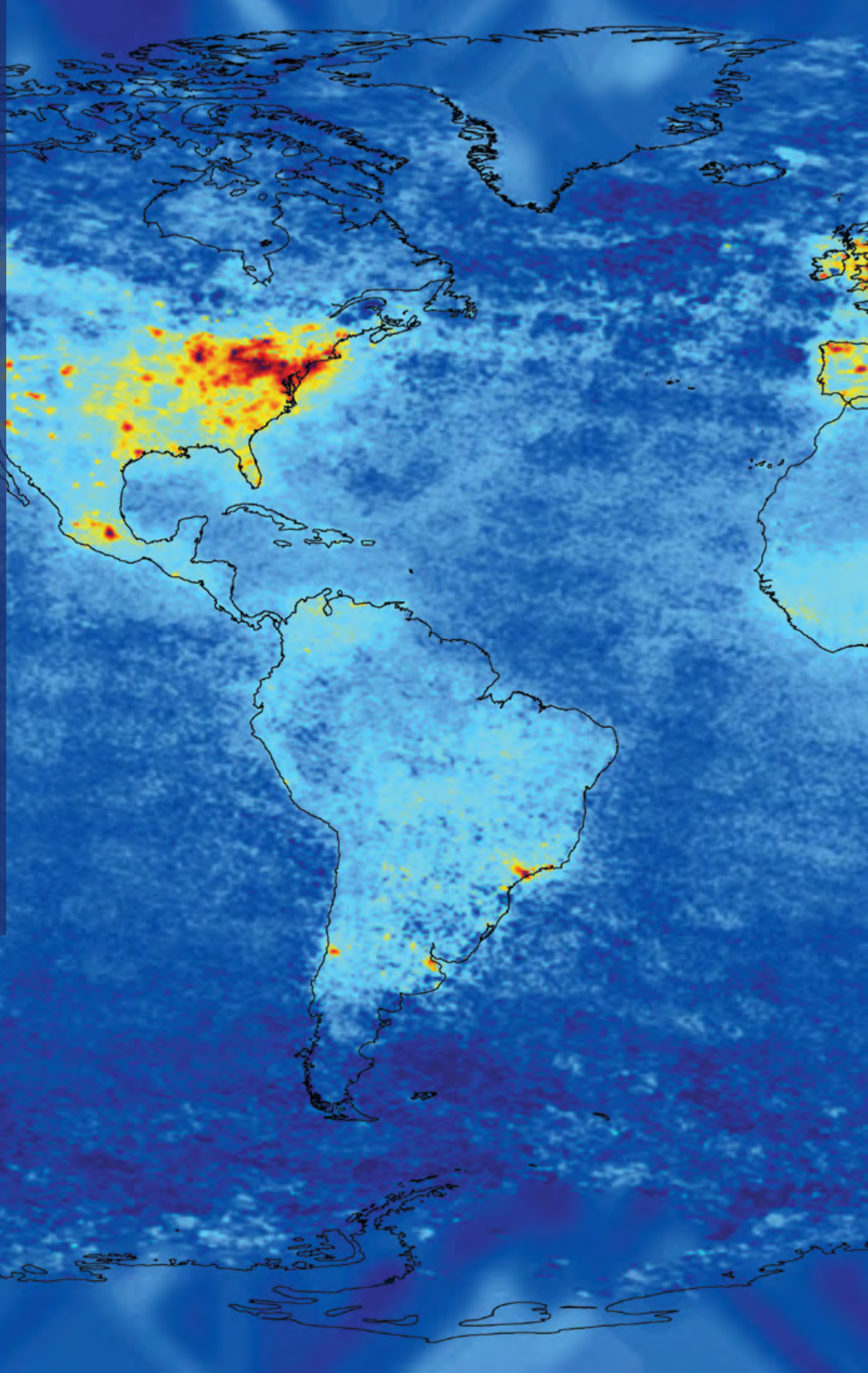
Il biossido d'azoto è un gas prodotto principalmente dall'uomo e al quale un'esposizione eccessiva causa danni ai polmoni e problemi respiratori. Inoltre svolge un ruolo molto importante nella chimica atmosferica perché porta alla produzione di ozono nella troposfera – la parte più bassa dell'atmosfera, che si estende tra 8 km e 16 km in altezza.

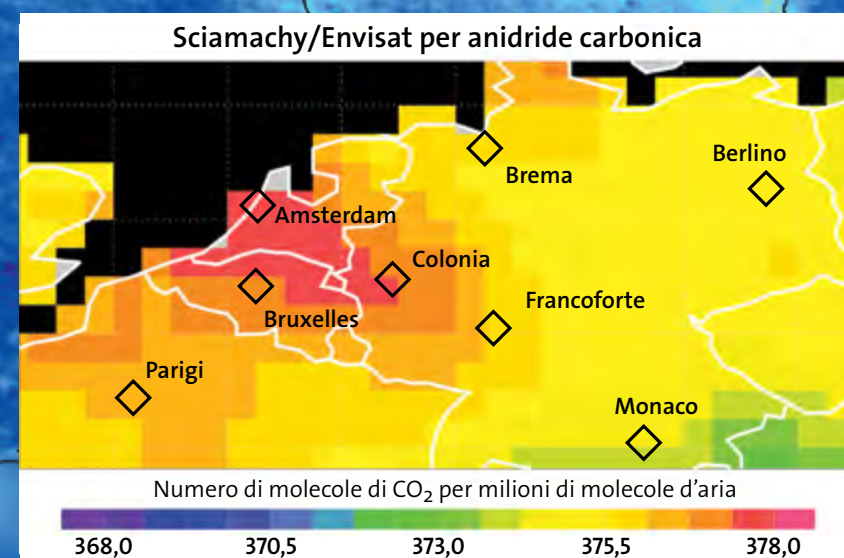
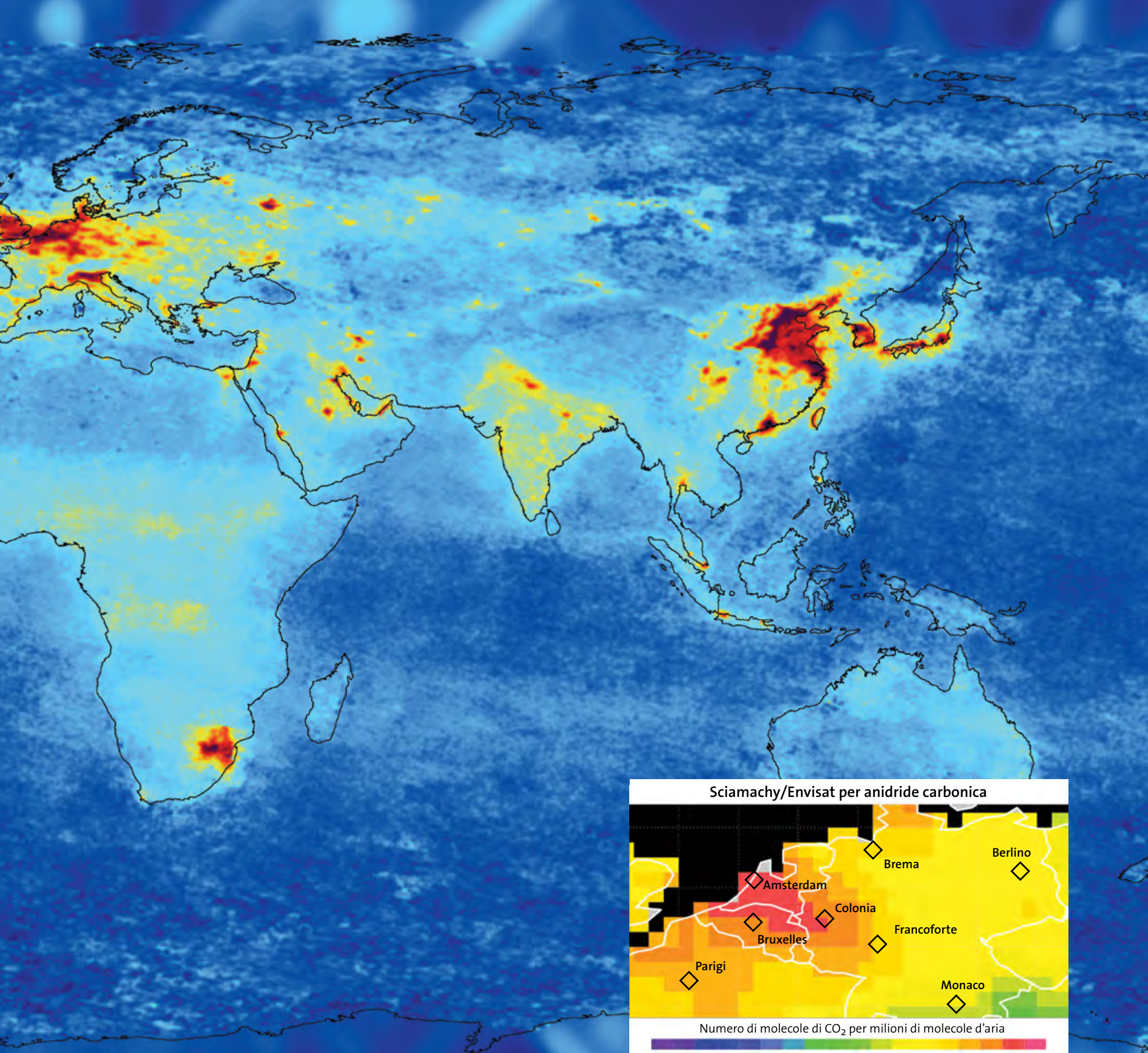
Il biossido d'azoto viene prodotto dalle emissioni delle centrali elettriche, dell'industria pesante e del trasporto su strada, oltre che dalla bruciatura delle biomasse. I fulmini creano biossido d'azoto in modo naturale, così come l'attività microbica nel suolo.

Misurazioni localizzate in sito del biossido d'azoto nell'atmosfera vengono effettuate in molti paesi industriali occidentali, ma in numero troppo limitato.

I sensori dei satelliti sono il solo modo con cui portare avanti un monitoraggio globale efficace, osservando in vario modo l'atmosfera in sezioni trasversali verticali e orizzontali. I rilevatori ottici delle immagini rivelano livelli di polvere atmosferica intorno al mondo che incidono sulla forzatura climatica e la salute dell'uomo.

Nonostante vengano raccolti su scala regionale o globale, questi risultati possono essere assimilati in modelli numerici di inquinamento intorno ai principali centri abitati per la previsione della qualità dell'aria, nell'ambito di un servizio offerto da Copernicus denominato 'Promote'.





Un buco nel cielo

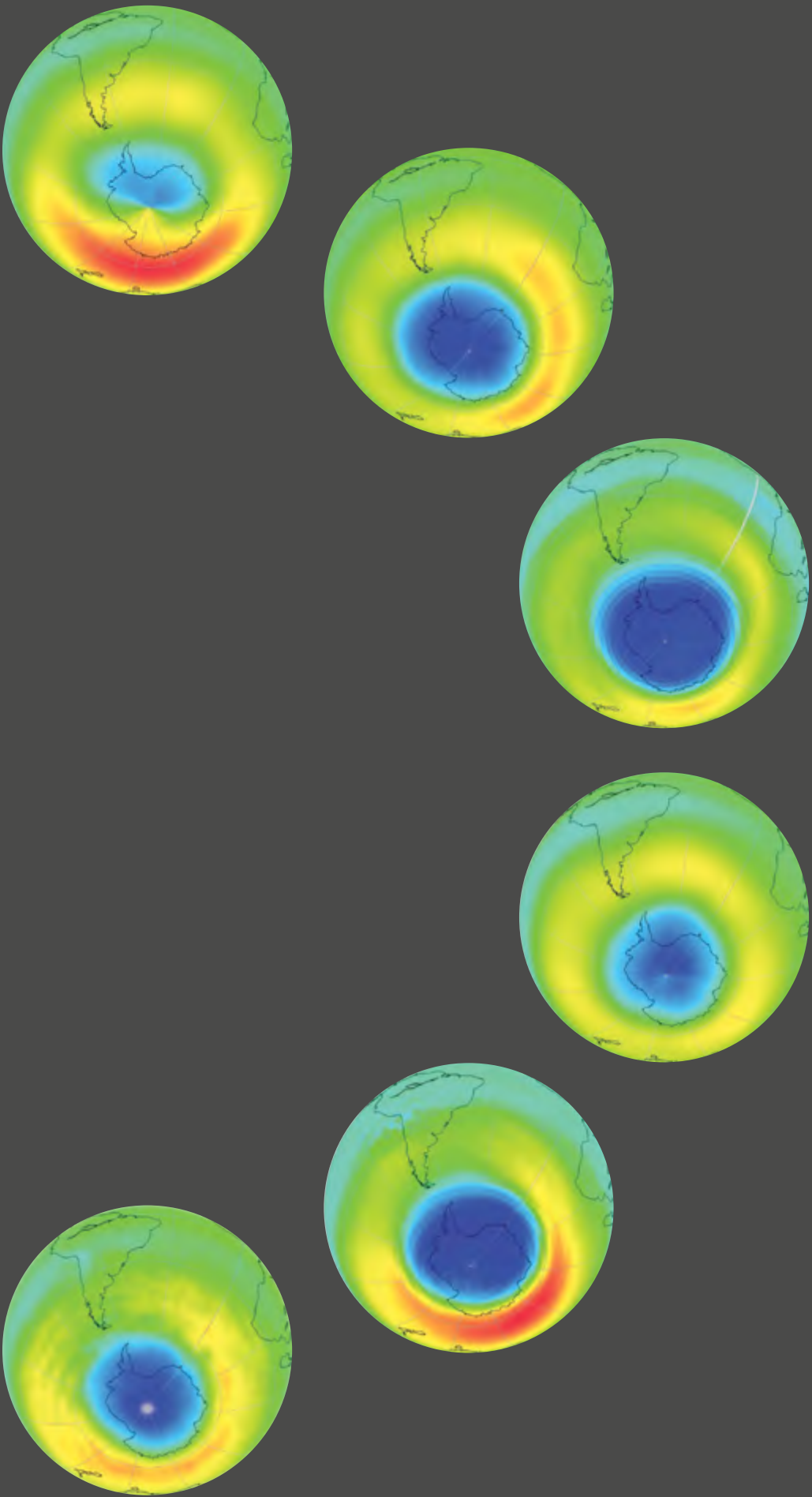
Il buco nell'ozono sopra l'Antartide rilevato dal sensore Sciamachy dell'Envisat (pagina contigua). L'apertura in questo strato protettivo atmosferico è stata scoperta dai ricercatori antartici a terra negli anni '80, ma le loro scoperte erano così scioccanti da rendere necessarie delle osservazioni satellitari per confermarle.

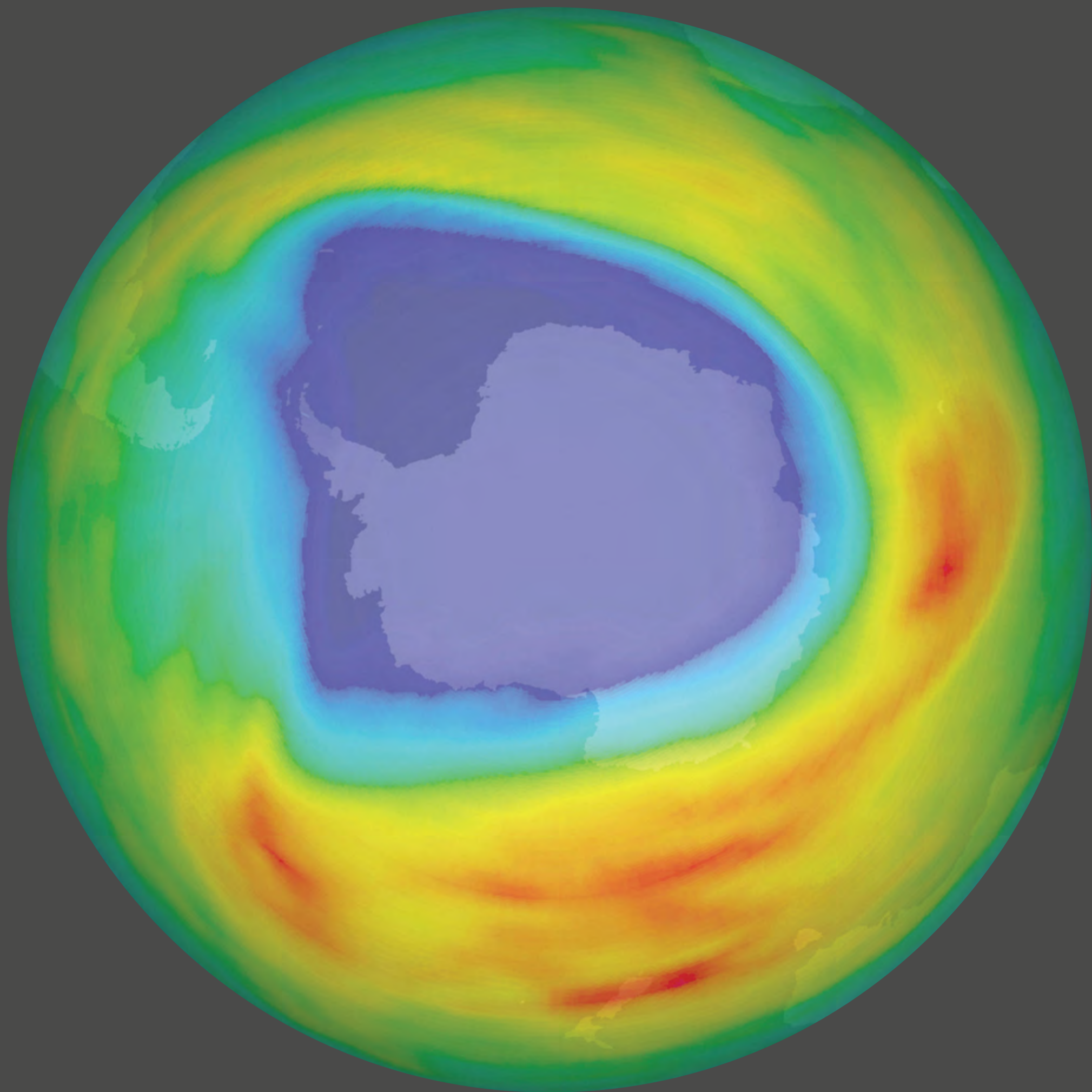
Lo strato di ozono, a un'altitudine di circa 25 km, filtra la luce solare, proteggendo la vita sulla Terra dai mortali raggi ultravioletti, che possono aumentare il rischio di cancro alla pelle e cataratte e danneggiare la vita marina. L'esaurimento dell'ozono è causato da temperature estremamente basse a elevata altitudine e la presenza di gas distruttivi dell'ozono come cloro e bromo, generati da prodotti realizzati dall'uomo come i clorofluorocarburi, messi al bando dal Protocollo di Montreal nel 1987 ma che continuano a permanere nell'atmosfera.

Nel 2008, come viene mostrato qui, l'area dello strato di ozono assottigliato sul Polo Sud ha raggiunto circa 27 milioni di chilometri quadrati, confrontato alla estensione da record del buco dell'ozono pari a 29 milioni di chilometri quadrati nel 2006 – all'incirca le dimensioni del continente Nord-americano.

A seconda delle condizioni atmosferiche, le dimensioni del buco dell'ozono antartico variano di anno in anno. Durante l'inverno dell'emisfero meridionale, l'atmosfera al di sopra dell'Antartide viene tagliata fuori dagli scambi con l'aria delle medie latitudini dai venti prevalenti noti come vortice polare – l'area in cui si verifica la principale distruzione chimica dell'ozono. Il vortice polare è caratterizzato da temperature molto basse che portano a nuvole stratosferiche polari.

All'arrivo della primavera in settembre o in ottobre, la combinazione della luce solare e la presenza di nuvole stratosferiche polari porta al rilascio di radicali altamente reattivi con l'ozono e capaci di dissolverlo in molecole individuali di ossigeno. Una singola molecola di cloro ha il potenziale di dissolvere migliaia di molecole di ozono – e (fori) buchi dell'ozono stagionali simili di dimensioni più piccole sono stati scoperti nell'Artico, a volte estendendosi sul territorio europeo. Una varietà di strumenti satellitari hanno portato avanti la sorveglianza dei buchi polari dell'ozono dal GOME dell'ERS-2 in avanti (vedere immagini a sinistra), GOME-2 del MetOp si occupa di raccogliere i dati.





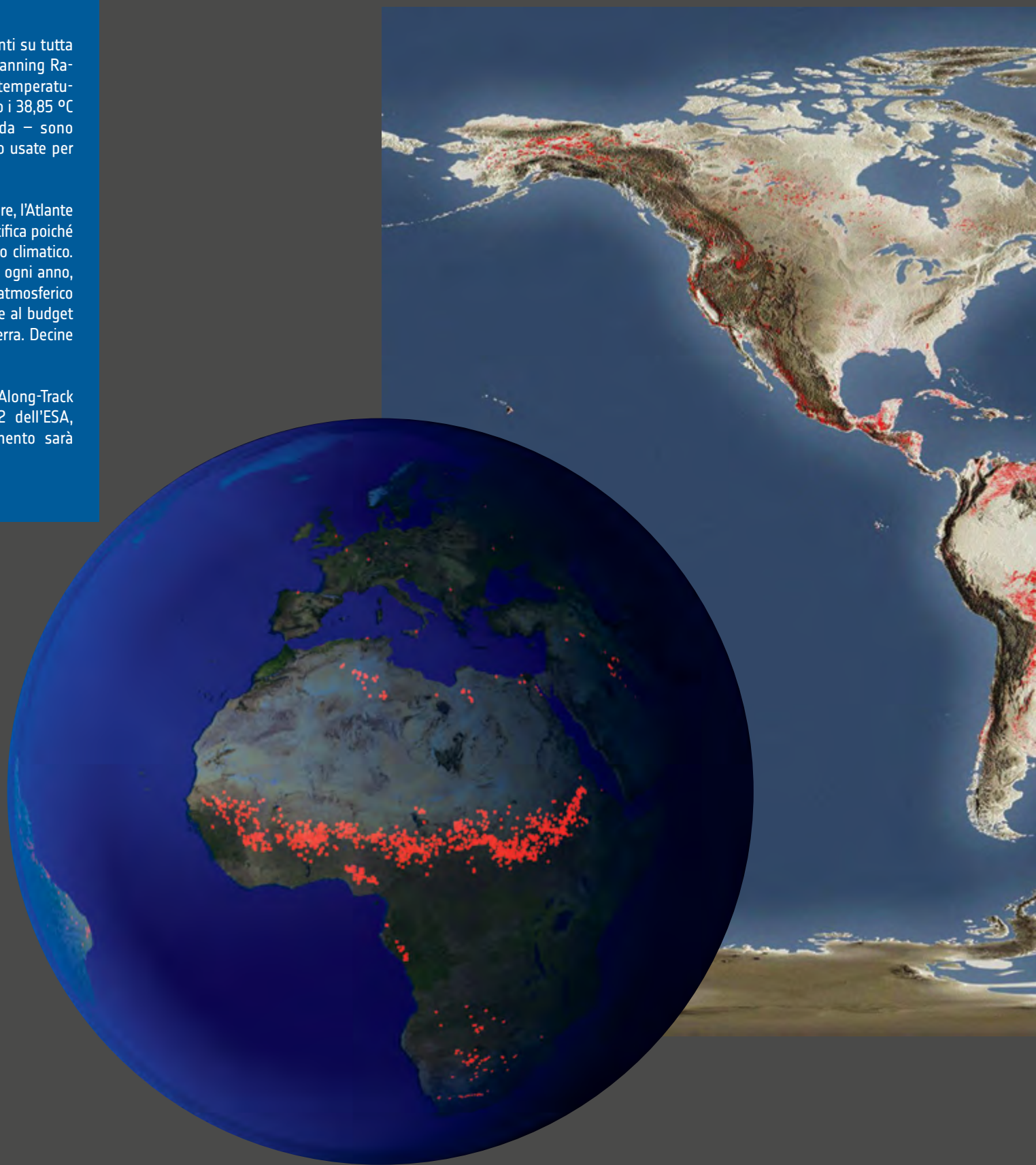
Il pianeta del fuoco

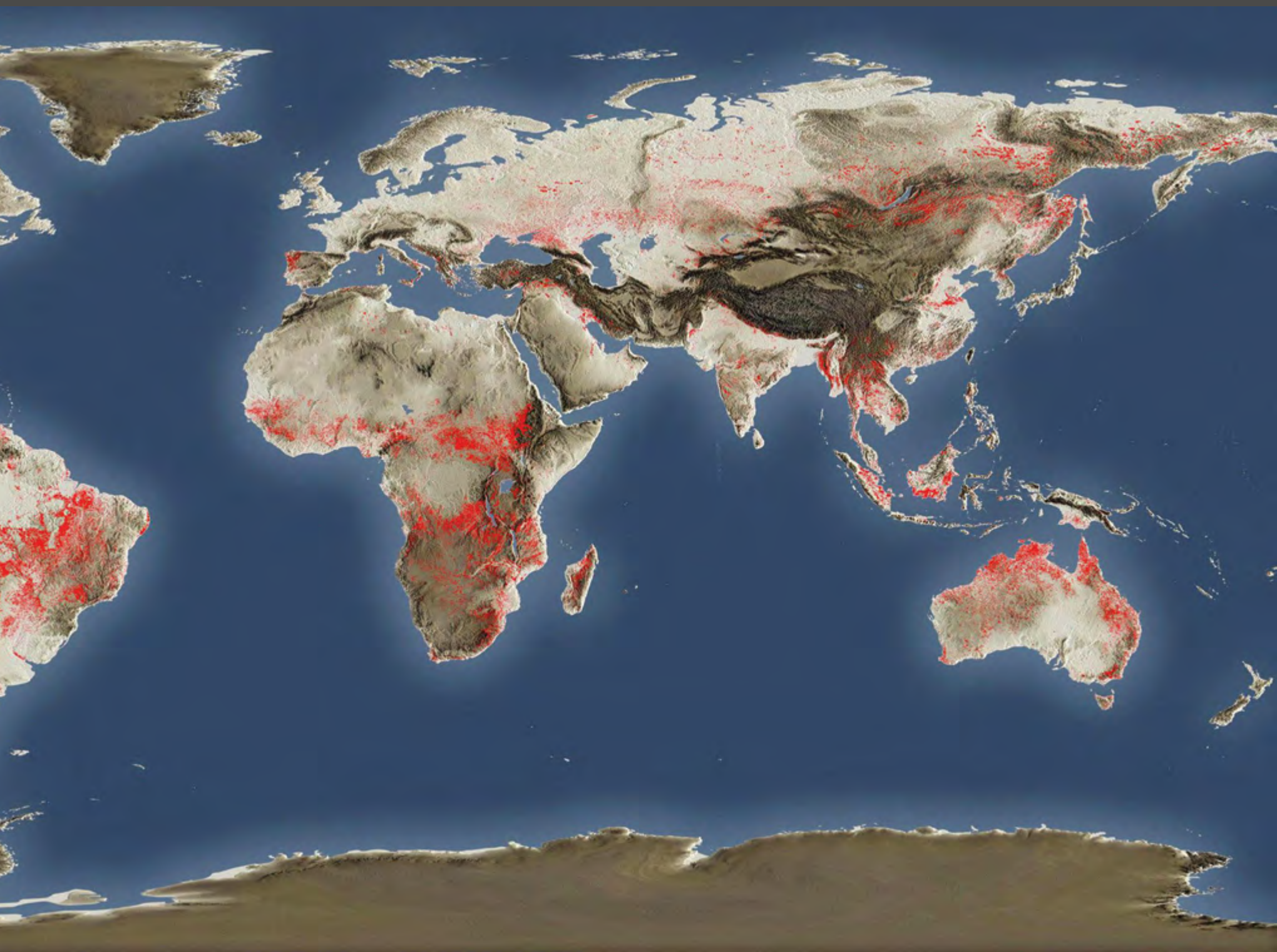
La Terra in molti aspetti è davvero unica. Con la sua atmosfera di ossigeno, è il solo pianeta conosciuto in cui il fuoco può bruciare liberamente. Questo ha importanti conseguenze per il nostro ambiente e il nostro clima.

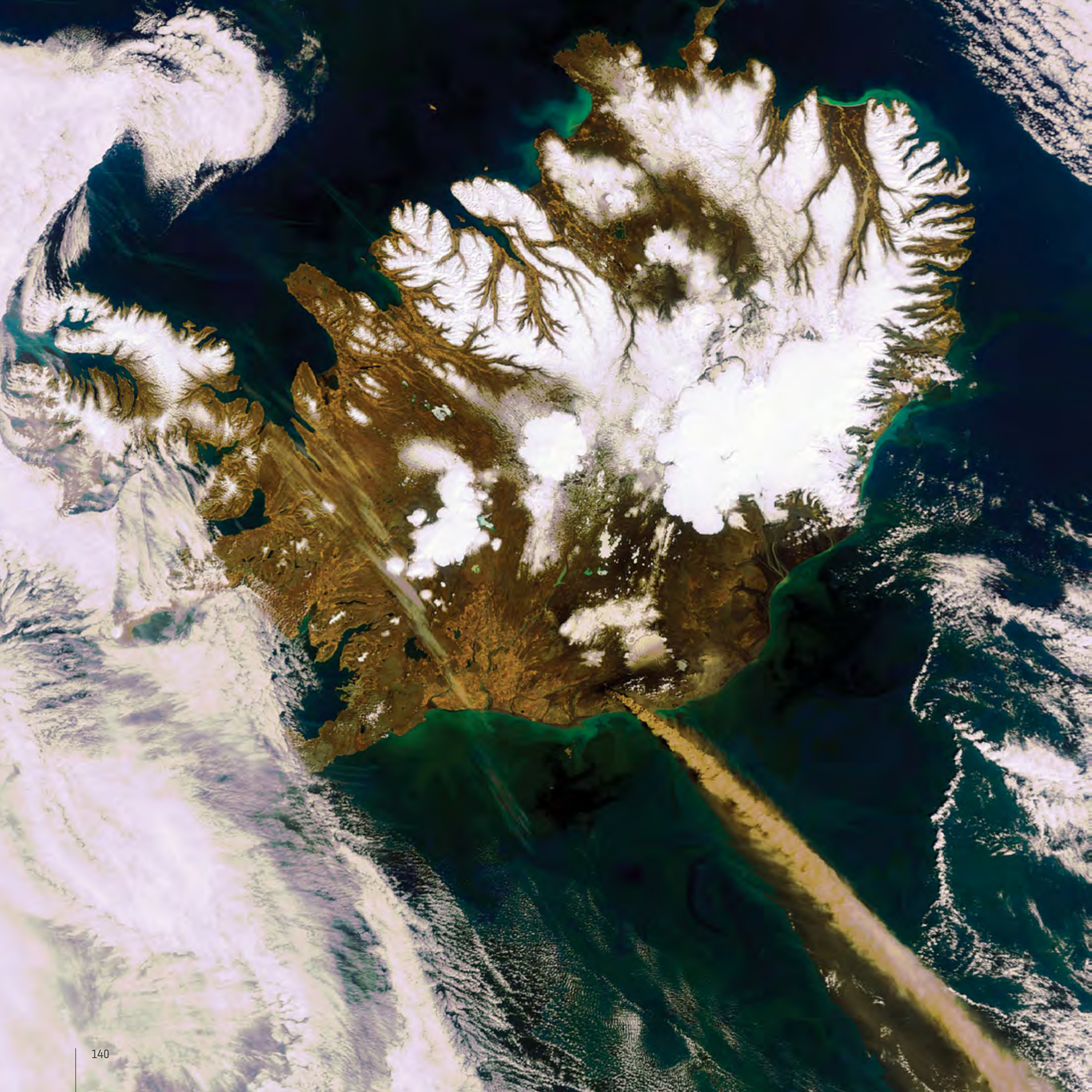
I satelliti dell'ESA hanno osservato gli incendi presenti su tutta la Terra per oltre 15 anni. L'Advanced Along-Track Scanning Radiometer dell'Envisat ha tracciato costantemente la temperatura della terra e del mare. Le temperature che superano i 38,85 °C di notte – quando la terra circostante è più fredda – sono classificate come fuochi accesi, e le informazioni sono usate per produrre l'Atlante degli incendi mondiali ATSR.

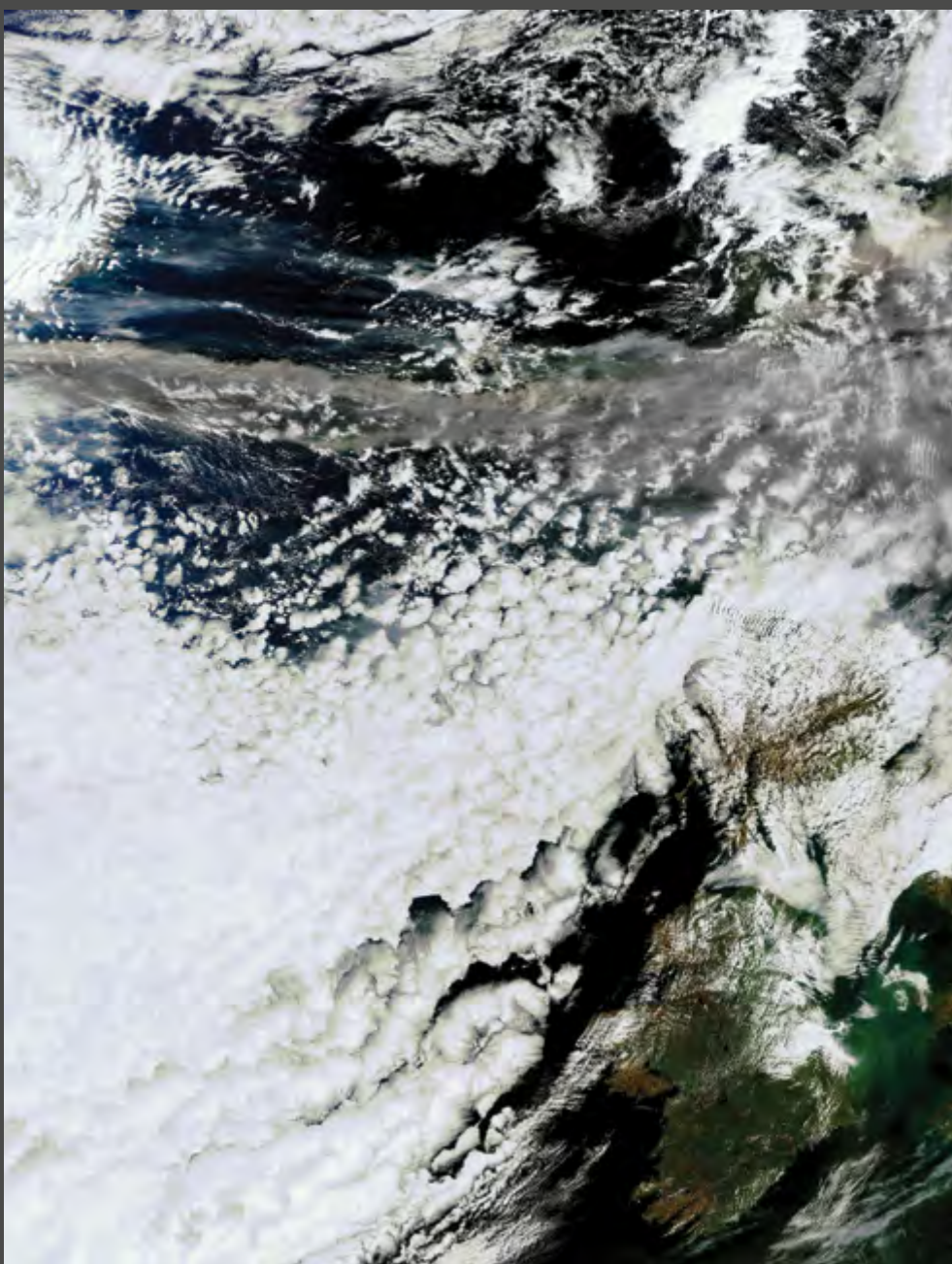
Il primo atlante multi-anno mai prodotto del suo genere, l'Atlante mondiale degli incendi è una importante risorsa scientifica poiché il fuoco è uno degli elementi centrali del cambiamento climatico. Oltre 50 milioni di ettari di foreste vengono incendiati ogni anno, esercitando un effetto significativo sull'inquinamento atmosferico globale, con l'incendio delle biomasse che contribuisce al budget globale di anidride carbonica e di altri gas a effetto serra. Decine di articoli scientifici si basano sui dati dell'Atlante.

Prima di Envisat, l'Atlante faceva affidamento sull'Along-Track Scanning Radiometer installato sul satellite ERS-2 dell'ESA, lanciato nel 1995. Il successore di questo strumento sarà trasportato dal Sentinel-3 dell'ESA.









Spolverando i cieli

Quando il vulcano islandese Eyjafjallajökull ha eruttato in modo esplosivo da sotto la sua calotta glaciale nell'aprile del 2010 ha scaraventato minerali fino a 10 km nell'atmosfera, e gran parte dello spazio aereo europeo è stato chiuso per molti giorni in aprile e in maggio. L'elevata concentrazione di particelle abrasive rischiava di graffiare le ali dei velivoli e le ventole di aspirazione e di ostruire i motori.

I satelliti hanno tracciato il percorso della polvere mentre l'intero continente attendeva che il cielo venisse sgomberato. Nell'immagine principale realizzata dallo strumento MERIS sul satellite Envisat dell'ESA l'11 maggio 2010, un pesante pennacchio di cenere è in viaggio in direzione sudorientale dal vulcano in eruzione. Il pennacchio, di colore grigio-marrone, è lungo circa 400 km. Speciali tecniche sono state usate per misurare l'altezza della sommità della nube' di cenere. Le due immagini sono state acquisite a risoluzione massima, fornendo un ground sampling distance di 300 m. L'immagine in fondo proveniente dalla High-Resolution Camera del microsatellite Proba-1 dell'ESA offre una visuale ravvicinata con 5 m di risoluzione del punto di inizio del pennacchio, acquisita il 20 aprile.



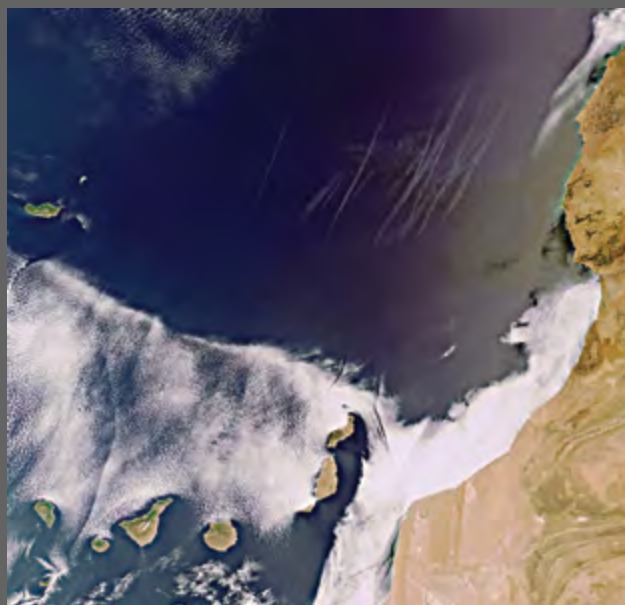
Linee di volo

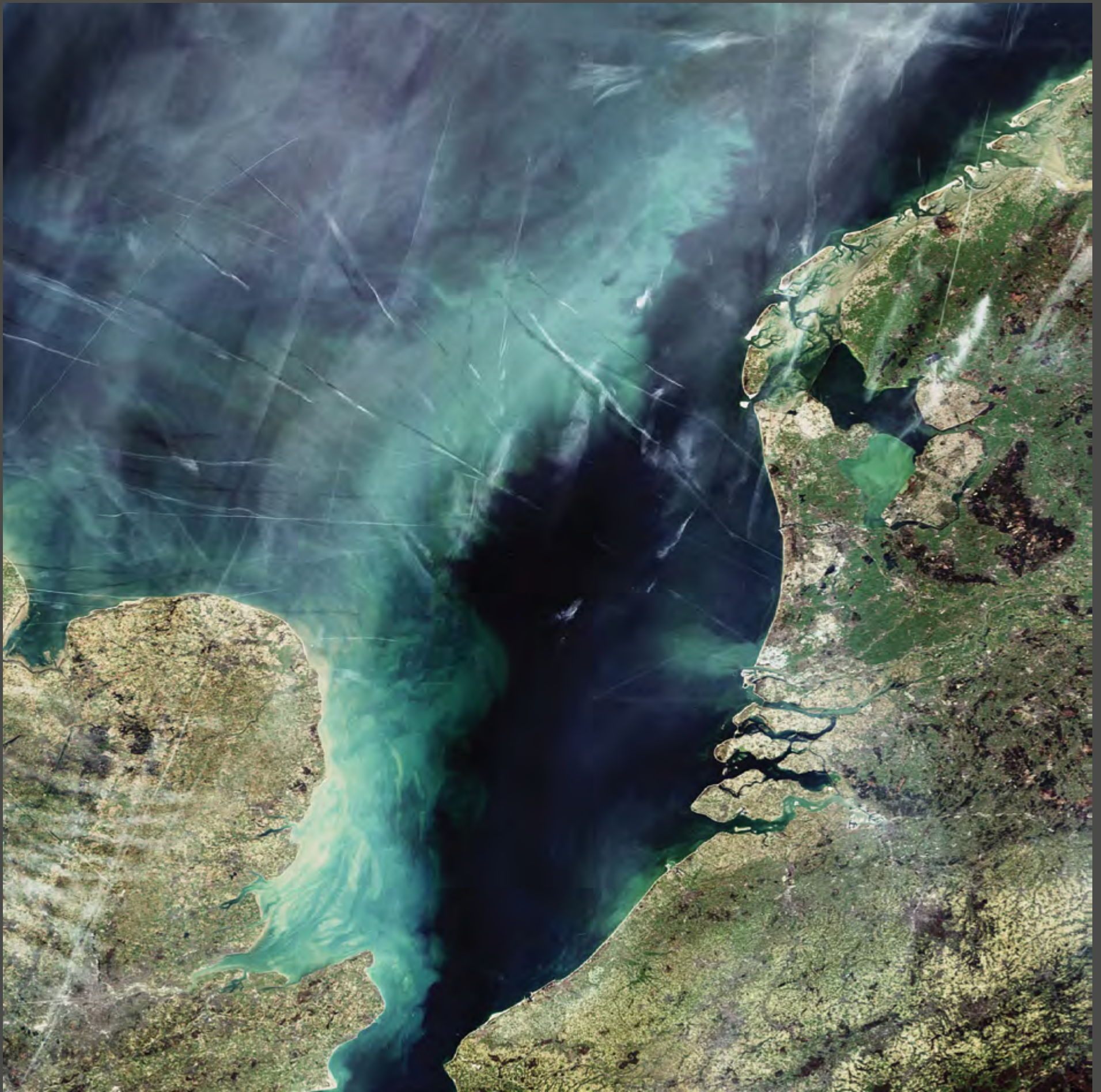
L'Europa dispone dello spazio aereo più trafficato al mondo – con conseguenze che possono essere viste dall'orbita. Questa immagine scattata sul Mare del Nord dallo strumento MERIS di Envisat cattura numerose tracce di condensazione di velivoli – scie di condensazione – e parte dei Paesi Bassi (in alto a destra), Belgio (in basso a destra) e Inghilterra (in basso a sinistra). L'immagine in fondo mostra scie di condensazione simili formatesi negli accessi meridionali al nostro continente, al di sopra dell'Atlantico a nord delle Isole Canarie.

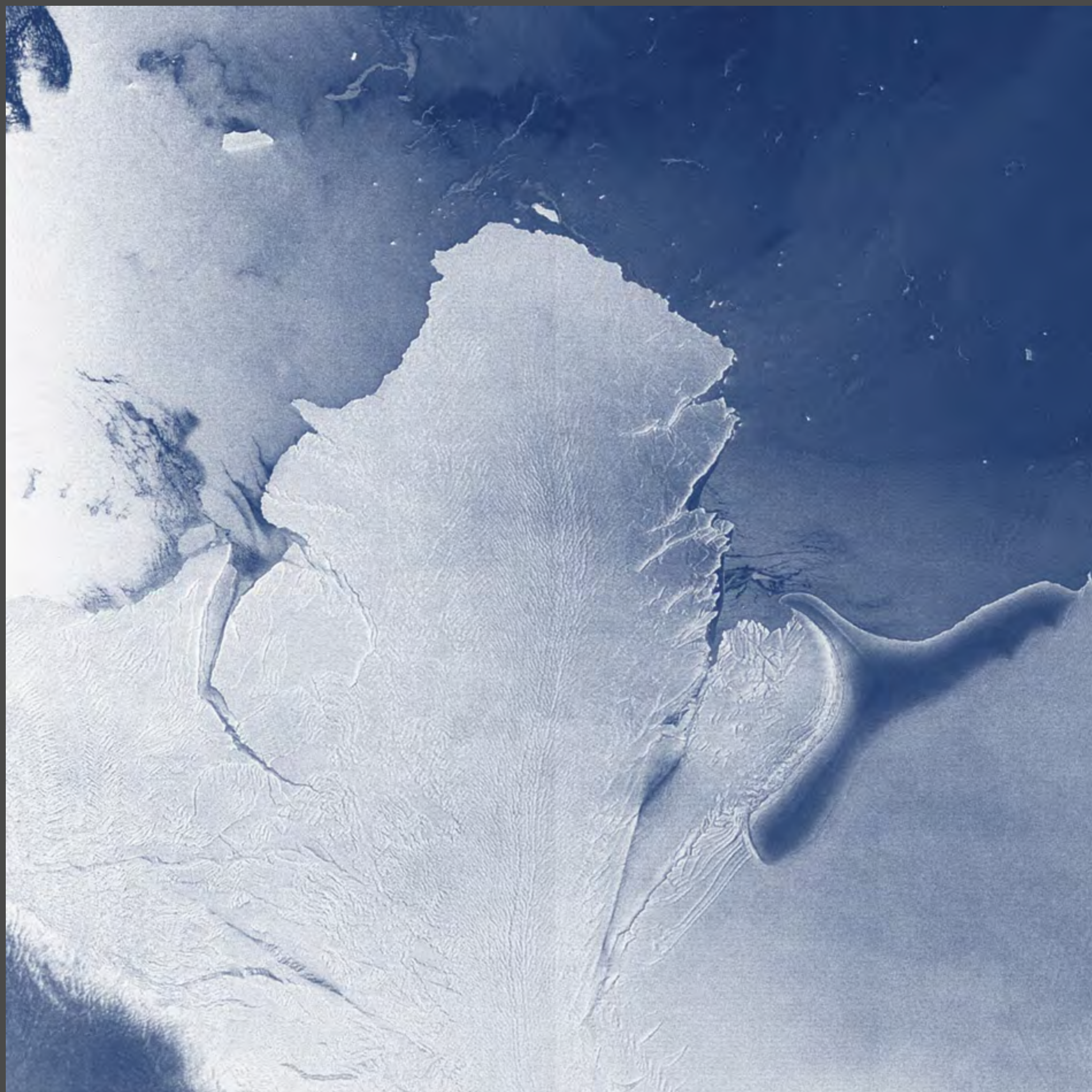
Gli scarichi dei velivoli a getto contengono grandi quantità di vapore acqueo che, in certe condizioni atmosferiche, si condensano formando cristalli ghiacciati. Questi agiscono come nuclei di condensazione intorno ai quali si addensa altro vapore acqueo contenuto nell'aria circostante. Il risultato è la formazione di tracce di condensazioni allungate e simili a nuvole nel cielo.

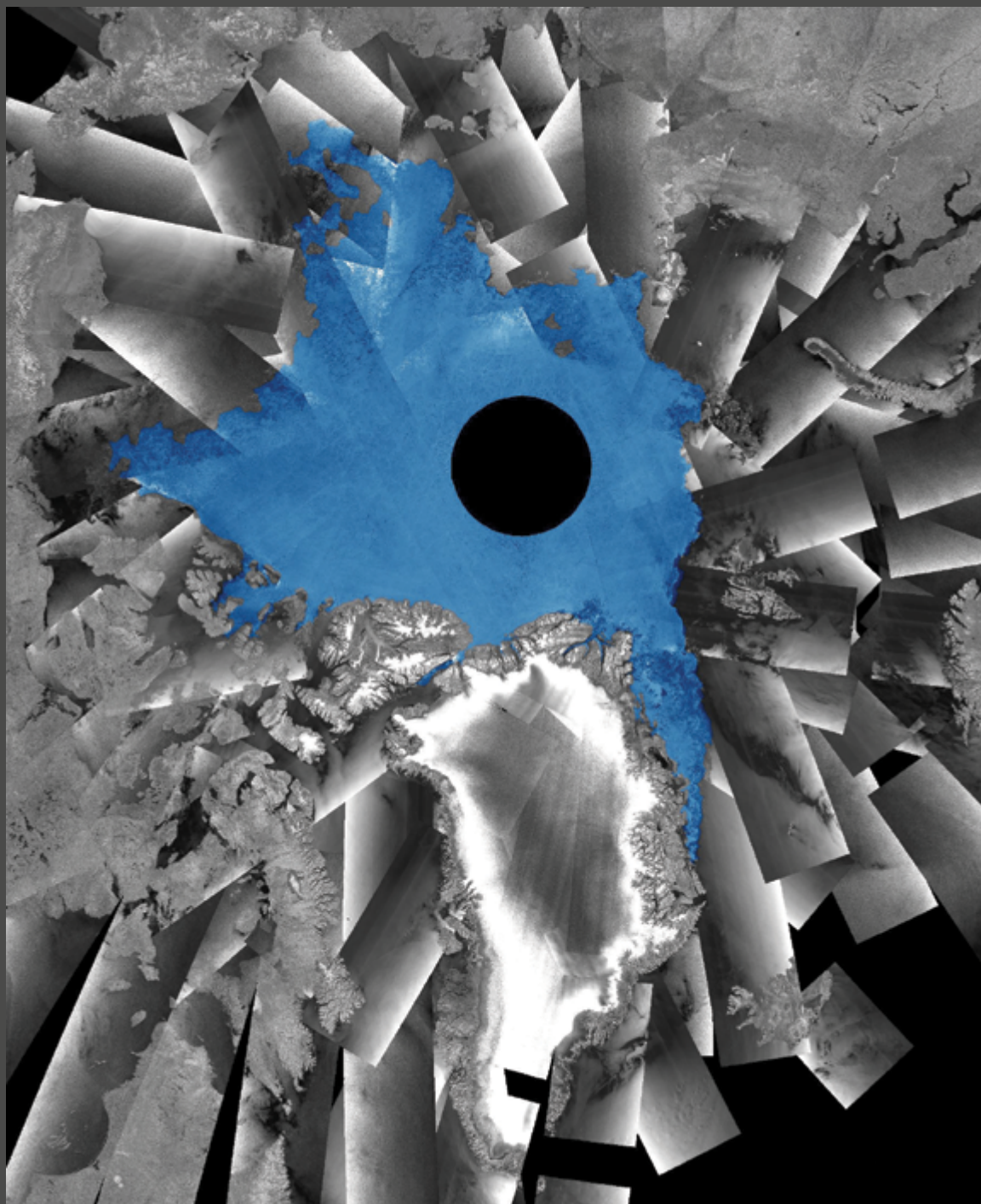
I ricercatori usano i dati satellitari per indagare l'effetto delle scie di condensazione sul cambiamento climatico. Sebbene gran parte delle nuvole abbia un effetto rinfrescante sulla Terra grazie alla loro capacità di riflettere la luce solare, i cirri ad altitudini elevate prodotti dalle scie di condensazione hanno un effetto isolante, provocando l'aumento delle temperature atmosferiche. Quando i velivoli furono messi a terra in tutta Europa nel corso dell'eruzione vulcanica di Eyjafjallajökull del 2010, venne rilevato un netto raffreddamento dell'aria – lo stesso fenomeno si è verificato in Nord America dopo gli attacchi terroristici dell'11 settembre 2001.

Le varie sfumature di verde visibili nel mare in questa immagine sono causate dai sedimenti nell'acqua. Acquisita il 21 marzo 2009, l'immagine ha una risoluzione di 300 m.









Il bordo di ghiaccio

Questa immagine radar di Envisat (pagina di fronte) mostra il sistema Brunt Ice Shelf/Stancomb-Wills Ice Tongue sulla costa settentrionale del Coats Land nell'Antartide orientale, che si sposta di molte centinaia di metri all'anno verso l'oceano. Quando raggiungerà il Weddell Sea sarà messo sotto pressione delle temperature più elevate e dal movimento delle maree fino a che una parte di esso si dividerà in iceberg.

Sin dalla metà degli anni '50 questo banco di ghiaccio ospita la Halley Station della British Antarctic Survey. Il banco di ghiaccio si sta spostando e porta Halley con sé. Per la precisione, la stazione è sospinta a nordovest di mezzo chilometro all'anno.

Lo studio dei banchi di ghiaccio è importante perché sono gli indicatori del cambiamento climatico. Nel corso degli ultimi due decenni, le missioni Envisat ed ERS dell'ESA sono stati i veicoli principali per l'acquisizione di dati di osservazione della Terra nelle regioni polari, e i loro strumenti radar sono stati in grado di scrutare fra le nuvole e la buia notte polare.

Nelle latitudini settentrionali (immagine adiacente), nel 2007 l'area coperta dal mare Artico è scesa al livello minimo mai rilevato da quando partirono le misurazioni circa 30 anni fa, aprendo il Passaggio a Nordovest – un collegamento a lungo cercato tra l'Europa e l'Asia che storicamente non è mai stato percorribile.

Il ghiaccio del mare Artico estende naturalmente la copertura della sua superficie a ogni inverno settentrionale e recede ogni estate, ma la percentuale globale di perdita ha accelerato dopo il 1978, l'anno in cui sono iniziate le registrazioni satellitari. La missione CryoSat dell'ESA sta aggiungendo lo spessore del ghiaccio alle mappe polari degli scienziati.

Oggigiorno, servizi dedicati forniti da Copernicus si occupano di monitorare la copertura di ghiaccio lungo linee commerciali chiave come il Mare Baltico su base operativa. Ogni inverno, fino a metà di questa area può venire ricoperta dal ghiaccio marino, e gli effetti riguardano oltre 2000 navi di grandi dimensioni che trasportano oltre 800 milioni di tonnellate di merce ogni volta.

La faccia dell'abisso

Gli oceani che coprono il 71% della faccia del nostro pianeta fluiscono in modo costante. Solo con l'arrivo dell'età dei satelliti siamo stati in grado di percepirli in modo continuativo, mappandoli in vari modi.

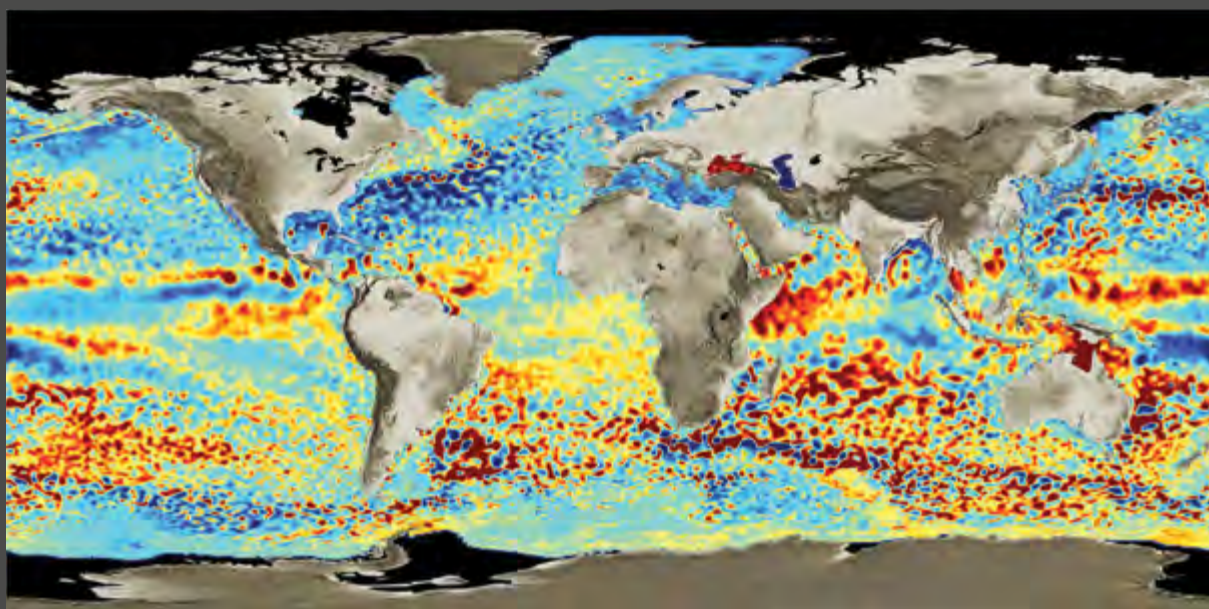
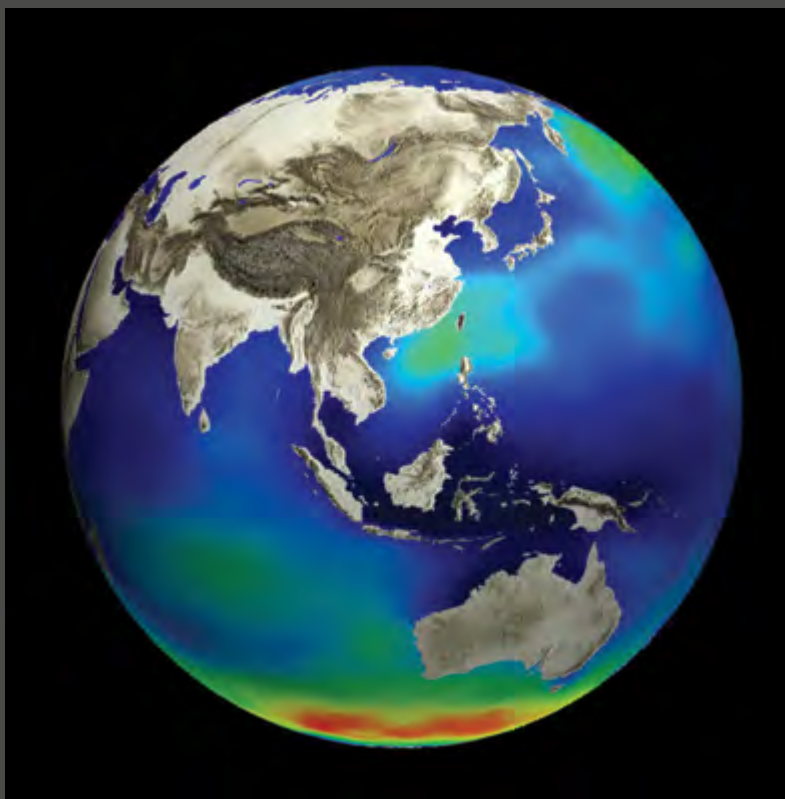
I satelliti in combinazione con gli strumenti in situ rilevano la temperatura dell'oceano su scala globale e regionale. I 2 metri superiori degli oceani conservano da soli un'energia equivalente a quella contenuta nell'atmosfera, mentre l'intero oceano ne contiene una quantità più di centinaia di migliaia di volte maggiore.

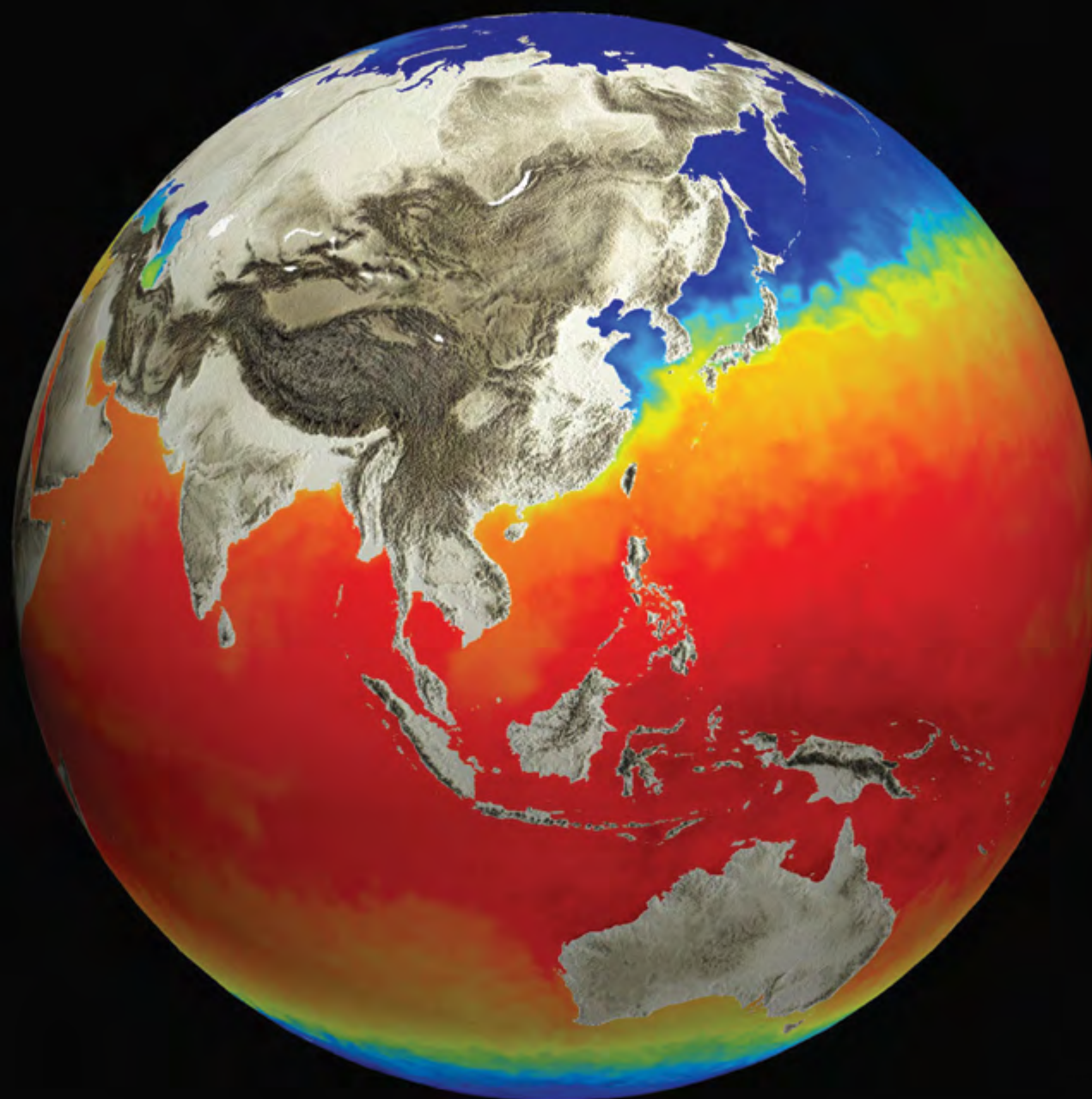
Come termometri dei cieli, i radiometri spaziali usano le lunghezze d'onda a infrarossi per misurare le temperature della superficie del mare su un chilometro quadrato dell'oceano con una accuratezza di 0,2 °C (immagine principale). L'Advanced Along-Track Scanning Radiometer dell'Envisat è stato uno degli esempi più recenti, e una versione aggiornata partirà con il Sentinel-3. Le versioni precedenti sono partite con le missioni ERS-1 ed ERS-2 dell'ESA, pertanto esiste un insieme di misurazioni confrontabili che si estendono dal 2012 al 1991.

La superficie stessa del mare è una interfaccia instabile tra l'oceano e l'aria che trasferisce umidità ed energia tra questi due regni. Ma le sue condizioni in costante mutazione possono essere mappate. Gli altimetri radio orbitanti inviano migliaia di impulsi radar in direzione del mare ogni secondo, e il tempo richiesto affinché questi segnali vengano riflessi consente di calcolare l'altezza media dell'onda (in alto). Il diffusometro radar di MetOp è in grado di stimare la velocità e la direzione del vento oceanico.

Il risultato è una migliore comprensione del processo del trasferimento energetico tra l'oceano e l'atmosfera, migliorando i futuri modelli climatici. Inoltre consente di esaminare in modo oggettivo la possibilità che le altezze d'onda massime stiano aumentando a causa del riscaldamento globale. L'altimetria radar può essere usata per misurare l'aumento lento ma costante del livello globale medio del mare (in fondo) – circa 3 mm l'anno, anche se con significative variazioni regionali.

Il Servizio Marino Copernicus combina le osservazioni satellitari con modelli numerici sofisticati sulla circolazione dell'oceano per produrre una vasta gamma di servizi di previsione per applicazioni come la ricerca di percorsi marini ottimali, la gestione delle zone di pesca e dell'acquacoltura, il monitoraggio dell'inquinamento e della qualità dell'acqua e l'invio di informazioni ai servizi meteorologici europei e nazionali.





L'erba del mare

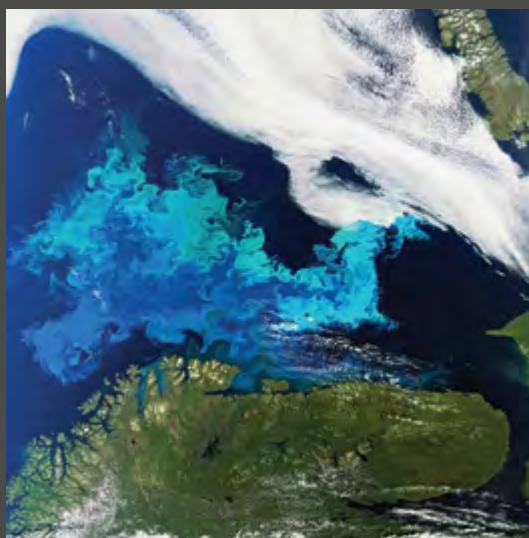
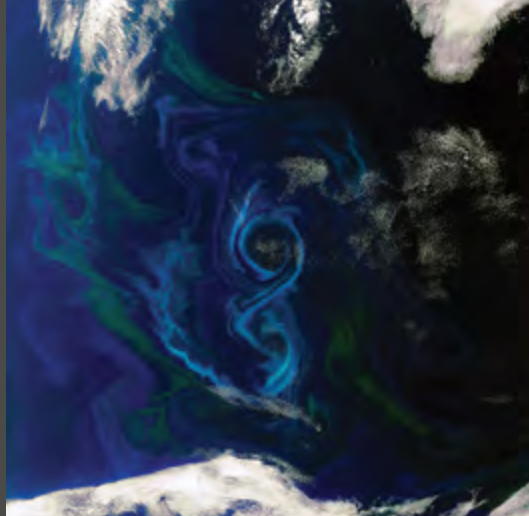
Fioriture di plancton blu elettrico mentre turbinano nell'oceano Nord-atlantico al largo dell'Islanda in questa immagine Envisat (pagina di fronte).

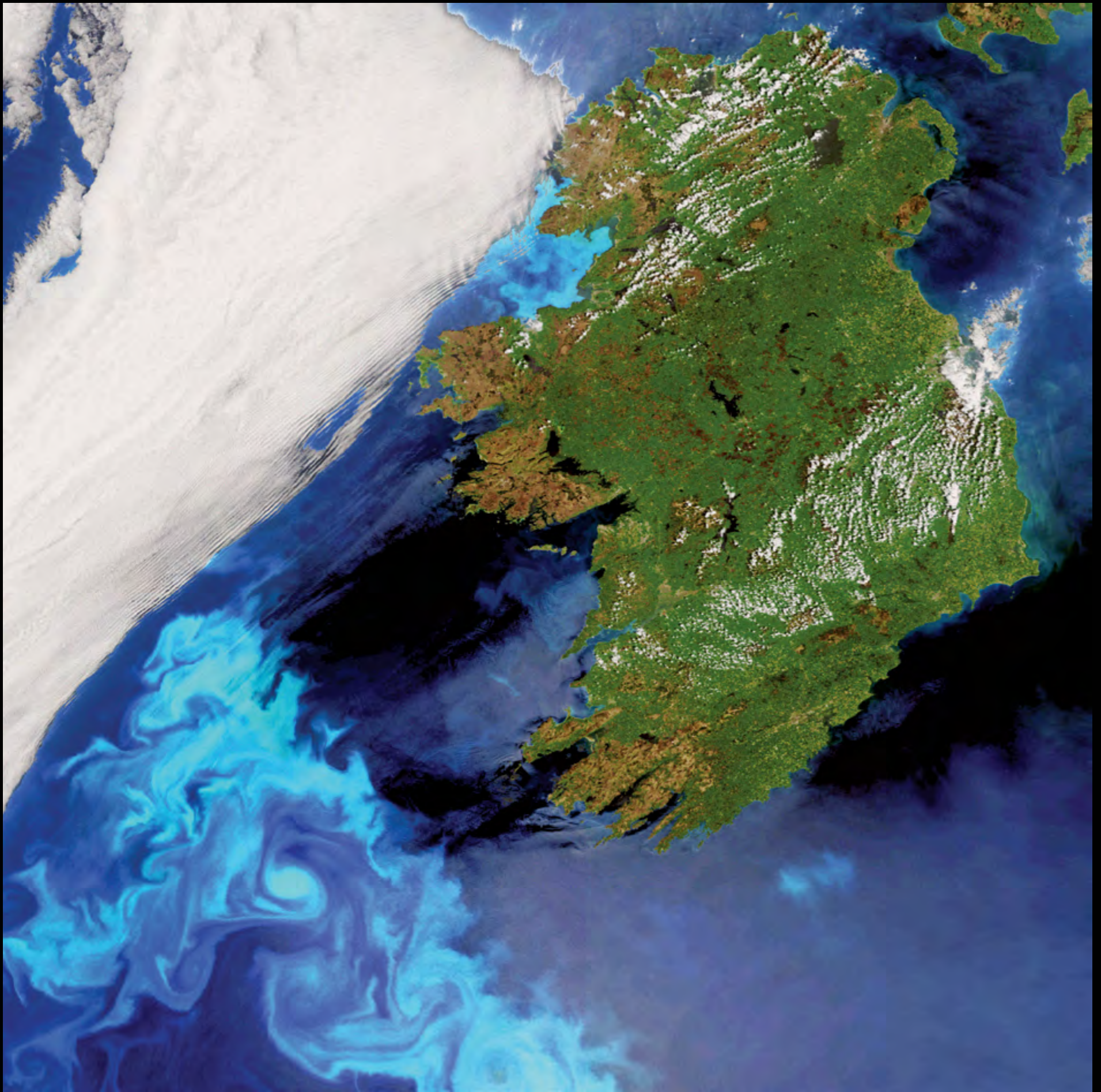
Il fitoplancton, conosciuto come 'l'erba del mare' perché è l'alimento di base di tutta la vita marina, è costituito da microscopiche piante marine che vagano alla deriva sulla superficie del mare o vicino a essa. Queste piante convertono composti inorganici come acqua, nitrogeno e carbonio in materiali organici complessi. Con la loro capacità di 'digerire' questi composti, hanno il merito di rimuovere la stessa quantità di anidride carbonica dall'atmosfera della vegetazione sulla terra.

Anche se individualmente sono microscopiche, la clorofilla che usano per la fotosintesi tinteggia le acque dell'oceano circostante, consentendo di individuare questi minuscoli organismi dallo spazio grazie a sensori per i 'colori dell'oceano' dedicati, come il Medium Resolution Imaging Spectrometer (MERIS) di Envisat. Queste fioriture sono comuni durante le estati europee e sono una risposta al riscaldamento delle acque di superficie ed alla luce del sole.

La mappatura delle concentrazioni di clorofilla oceanica su scala globale è importante per modellare con accuratezza il cambiamento climatico. Assorbendo metà di tutta l'anidride carbonica in eccesso che l'umanità pompa nell'atmosfera, il fitoplancton ha messo un freno al cambiamento climatico – la domanda è quanto a lungo potrà durare questo effetto ritardante.

Queste osservazioni consentono anche altri servizi, in combinazione con i dati sulla temperatura della superficie del mare, sul vento e sulle onde: l'acquacoltura può ricevere avvertimenti sulle fioriture di alghe nocive e su raggruppamenti di meduse.





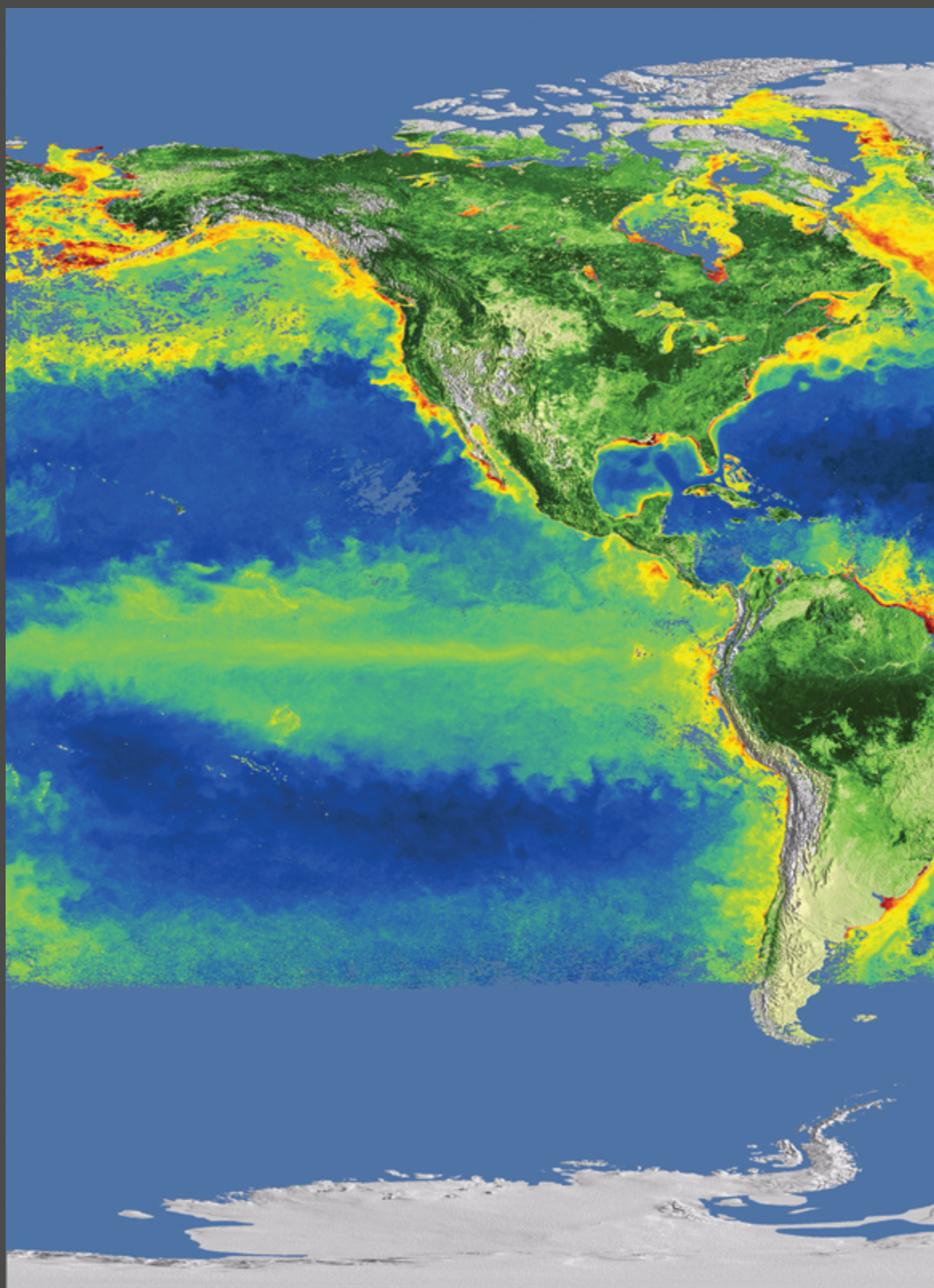
La respirazione del pianeta

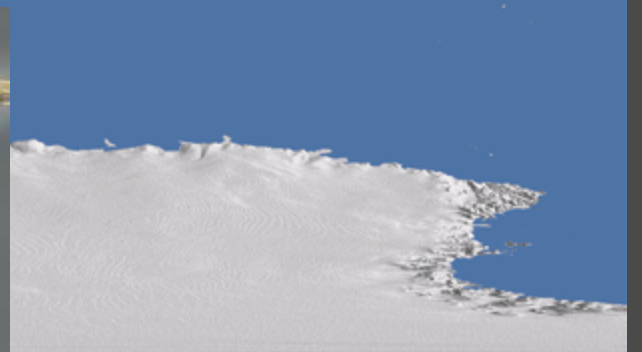
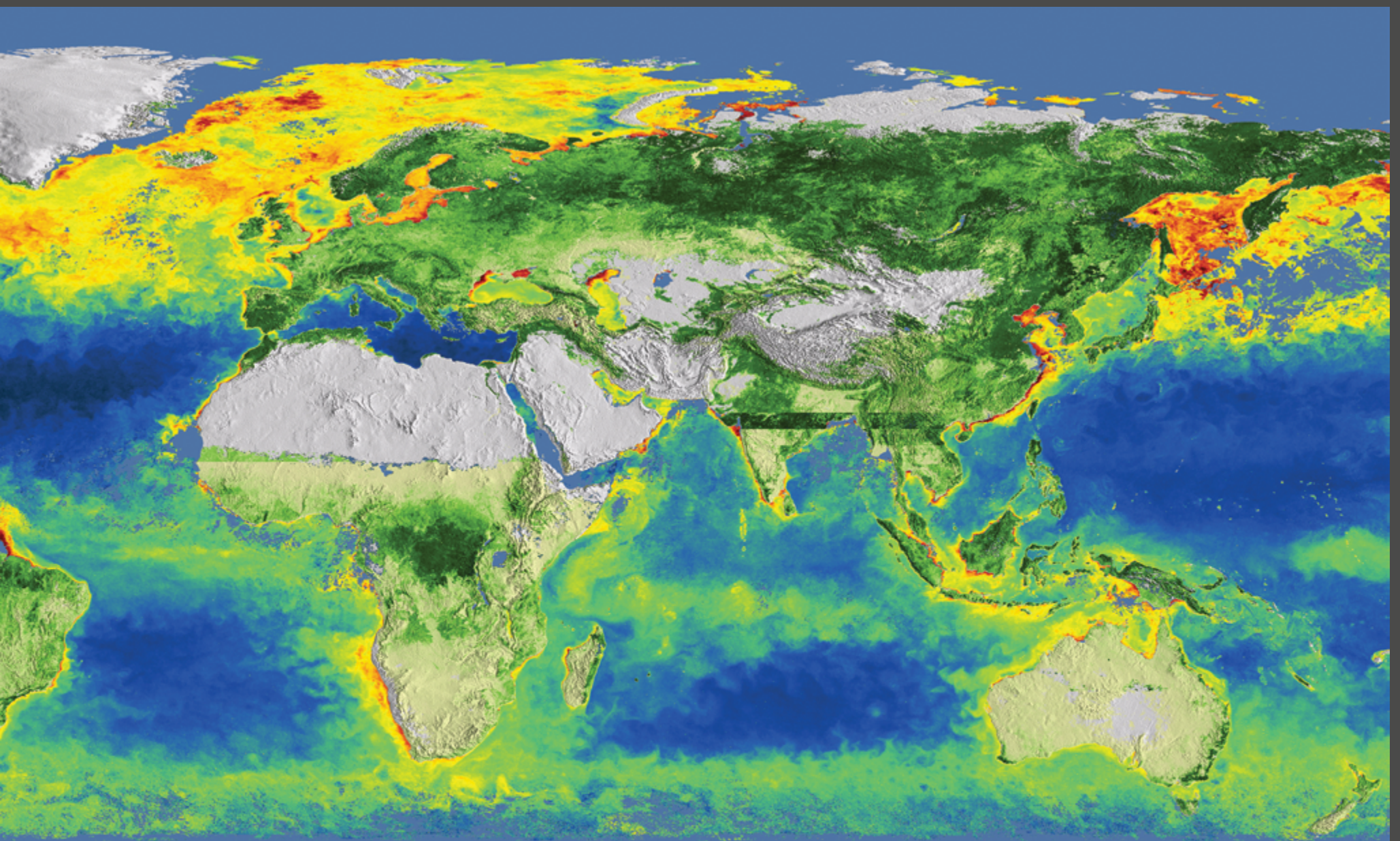
Creata usando le informazioni satellitari, questa immagine combina l'area fogliare e la clorofilla sulla terra con le concentrazioni di clorofilla marina per mostrare il processo della fotosintesi che ha luogo su scala globale. Attraverso la fotosintesi, la clorofilla assorbe energia per trasformare l'anidride carbonica e l'acqua in carboidrati e ossigeno.

La superficie terrestre del pianeta è la dimora del genere umano e della gran parte della flora e della fauna della Terra. Anche se è molto piccola rispetto al mare, copre una vasta area: se tutta la terra emersa del pianeta venisse messa insieme senza gli oceani formerebbe un pianeta poco più grande di Marte. Il Land Monitoring Service di Copernicus usa satelliti e dati di terra per tener traccia della nostra terra madre collettiva.

Il progetto GlobCover dell'ESA ha realizzato una mappa globale dell'uso del suolo (in fondo a destra) con una risoluzione tre volte più nitida di tutte le mappe satellitari precedenti, basandosi sul Sistema per la classificazione dell'uso del suolo dell'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura (FAO). La realizzazione di questa mappa ha richiesto circa 20 terabyte di immagini – dati equivalenti ai contenuti di 20 milioni di libri.

Lo studio di come i cicli di vita delle piante sono collegati alla variazione climatica stagionale è chiamato 'fenologia'. L'ESA ha portato avanti lo sviluppo di un servizio di monitoraggio satellitare per la fenologia: nel 2010 un utente del servizio, il Woodland Trust britannico, lo ha usato per evidenziare un ritardo di tre settimane nella 'sbocciatura' della primavera nell'arcipelato britannico (British Isles), causato dall'inverno più freddo in 31 anni.





Foreste che scompaiono

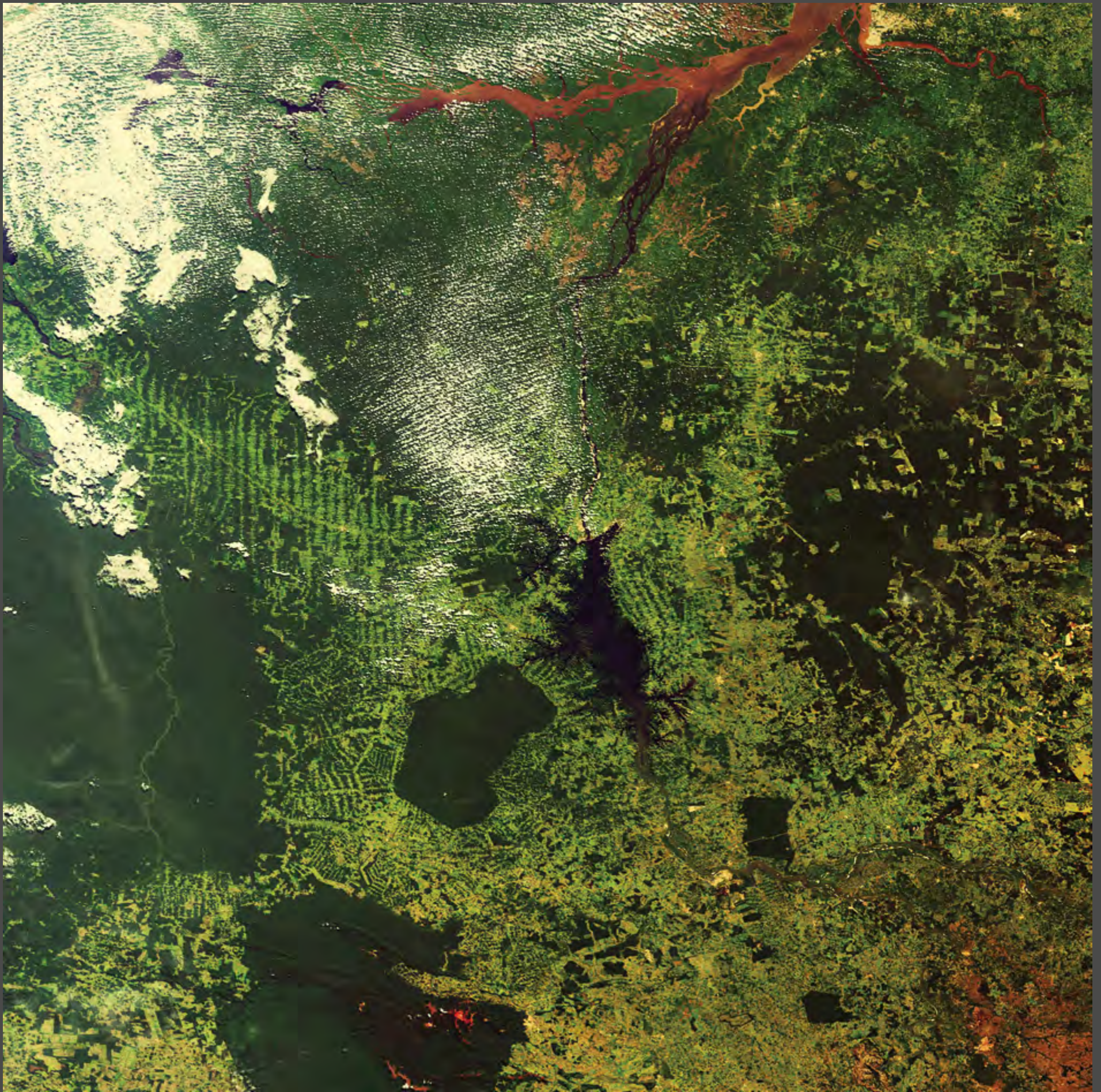
La deforestazione osservata dallo spazio – vista in questa immagine della foresta pluviale di MERIS Envisat – ha una caratteristica forma 'a spina di pesce', con linee di abbattimento che si estendono da una strada centrale costituita dalla linea di comunicazione o da un sistema fluviale. La foresta rimanente è verde scuro, mentre il verde chiaro indica le aree agricole coperte in precedenza dalla foresta fluviale.

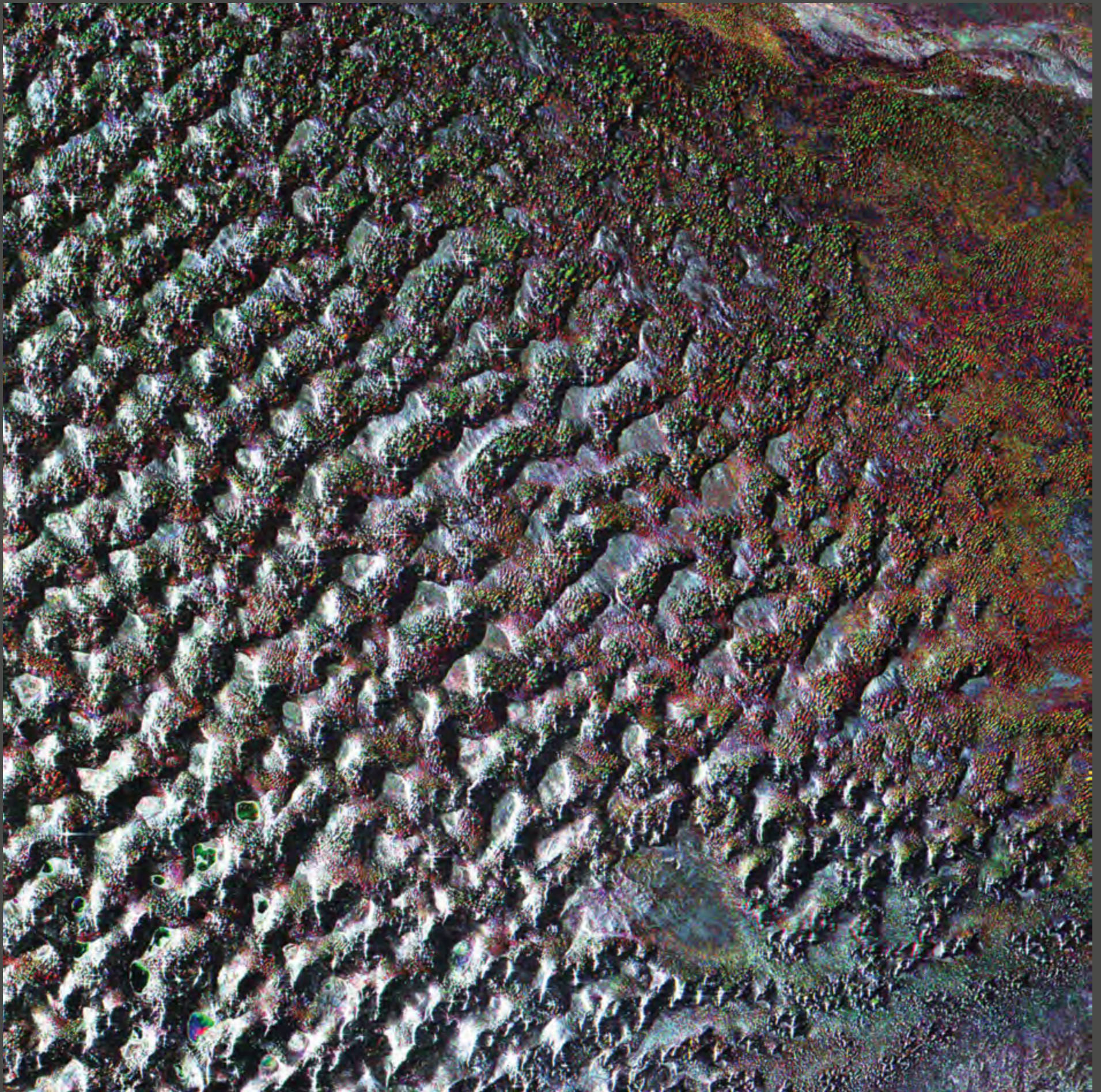
L'acqua marrone ricolma di sedimenti sulla parte superiore di questa scena ritratta nel 2008 è il fiume Pará, il braccio meridionale dell'imbocco del Rio delle Amazzoni. La grande area scura al centro è il bacino formato dalla diga del Tucuruí sul fiume Tocantins, che bagna circa 2.430 chilometri quadrati di foresta.

L'ESA ha avviato un servizio di Monitoraggio forestale facente parte di Copernicus per sviluppare strumenti informativi basati su satellite per la gestione della foresta. La deforestazione tropicale è la seconda più grande sorgente di gas a effetto serra dopo i carburanti fossili. Lo schema Reduced Emissions from Deforestation and Degradation (REDD) dell'ONU è un accordo globale in base al quale le nazioni più ricche pagheranno le nazioni povere per non tagliare le foreste pluviali, riconoscendo il loro valore nella depurazione dell'anidride carbonica oltre agli innumerevoli servizi ambientali che offrono. Per far funzionare questo schema, è necessario sorvegliare le foreste su base globale in modo trasparente e coerente. Solo i satelliti possono farlo assicurando praticità ed economicità. Il Brasile stesso è una delle fonti di ispirazione del REDD, avendo dimezzato il tasso di deforestazione nel corso dell'ultima decade, grazie in parte all'uso di dati satellitari.

Gli sforzi dell'ESA per controllare la deforestazione sono iniziati con i satelliti ERS – l'immagine radar del Brasile nord-occidentale nel riquadro mostra i tagli della foresta come aree di colore rosso, mentre le aree non soggette a modifiche sono in grigio (fiumi e laghi sono colorati di nero).







Il cuore pietroso dell'Asia

Questa immagine radar di Envisat illustra la superficie rocciosa del deserto del Gobi, che si estende lungo aree molto vaste della Repubblica Popolare Mongola e della Regione Autonoma della Mongolia Interna in Cina. Sfidando l'immaginario popolare che vuole i deserti sabbiosi, il deserto del Gobi è coperto di roccia nuda.

Nell'immagine sono visibili numerosi piccoli laghi alimentati da acque sotterranee. Evidenze archeologiche mostrano che i laghi sono esistiti per molto tempo, e durante l'Età della pietra i loro bordi erano abitati.

Uno dei punti di forza delle immagini radar è che le acquisizioni multiple dello stesso sito possono essere combinate per evidenziare i cambiamenti che si verificano nel tempo, come nell'immagine 'multi-temporale' seguente dell'isola di Qeshm nello Stretto di Hormuz in Iran. Nonostante sia posto a fianco di una delle rotte più trafficate al mondo, l'isola di Qeshm ospita la Hara Biosphere Reserve, l'estensione più vasta di foresta di mangrovia del Golfo Persico. Questa rete di foreste e piane intertidali può essere distinta con chiarezza, tra l'isola di Qeshm e la terraferma, e la sua estensione esatta si modifica con le stagioni. I colori evidenziano i cambiamenti nella superficie avvenuti tra le varie acquisizioni.



Non c'è fumo senza arrosto

Fumo proveniente dall'incendio delle foreste copre Mosca, nelle immagini realizzate dalla telecamera montata su MERIS dell'Envisat. Nel 2010 la Russia centrale e la regione di Mosca hanno sofferto il luglio più caldo della loro storia. Temperature record superiori a 35 °C hanno creato le condizioni per gli incendi – se ne sono verificati oltre 500.

In questa immagine che copre l'area a est di Mosca sono visibili numerosi pennacchi di fumo di grandi dimensioni originati da campi di torba in fiamme e dagli incendi nella foresta. La città si trova nell'angolo inferiore sinistro. I pennacchi di fumo si estendevano per parecchie centinaia di chilometri, facendo aumentare i livelli di inquinamento dell'aria urbana e provocando la chiusura degli aeroporti regionali per effetto della scarsa visibilità.

Gli incendi più grandi sono visibili dallo spazio – i satelliti non rilevano soltanto il fumo che si solleva dalle conflagrazioni più estese ma anche i segni anneriti delle loro scie e persino i fuochi stessi, che alle lunghezze d'onda a infrarosso appaiono come punti di calore. I vigili del fuoco e la protezione civile usano sempre più spesso le immagini satellitari quando devono affrontare simili inferni.

I satelliti sono anche in grado di tracciare le fiammate di gas provocate dalle aree in cui si produce petrolio in tutto il mondo, consentendo di effettuare delle valutazioni sull'effetto delle emissioni di carbonio. L'ESA ha condotto un progetto pilota per dimostrare le tecniche di monitoraggio.





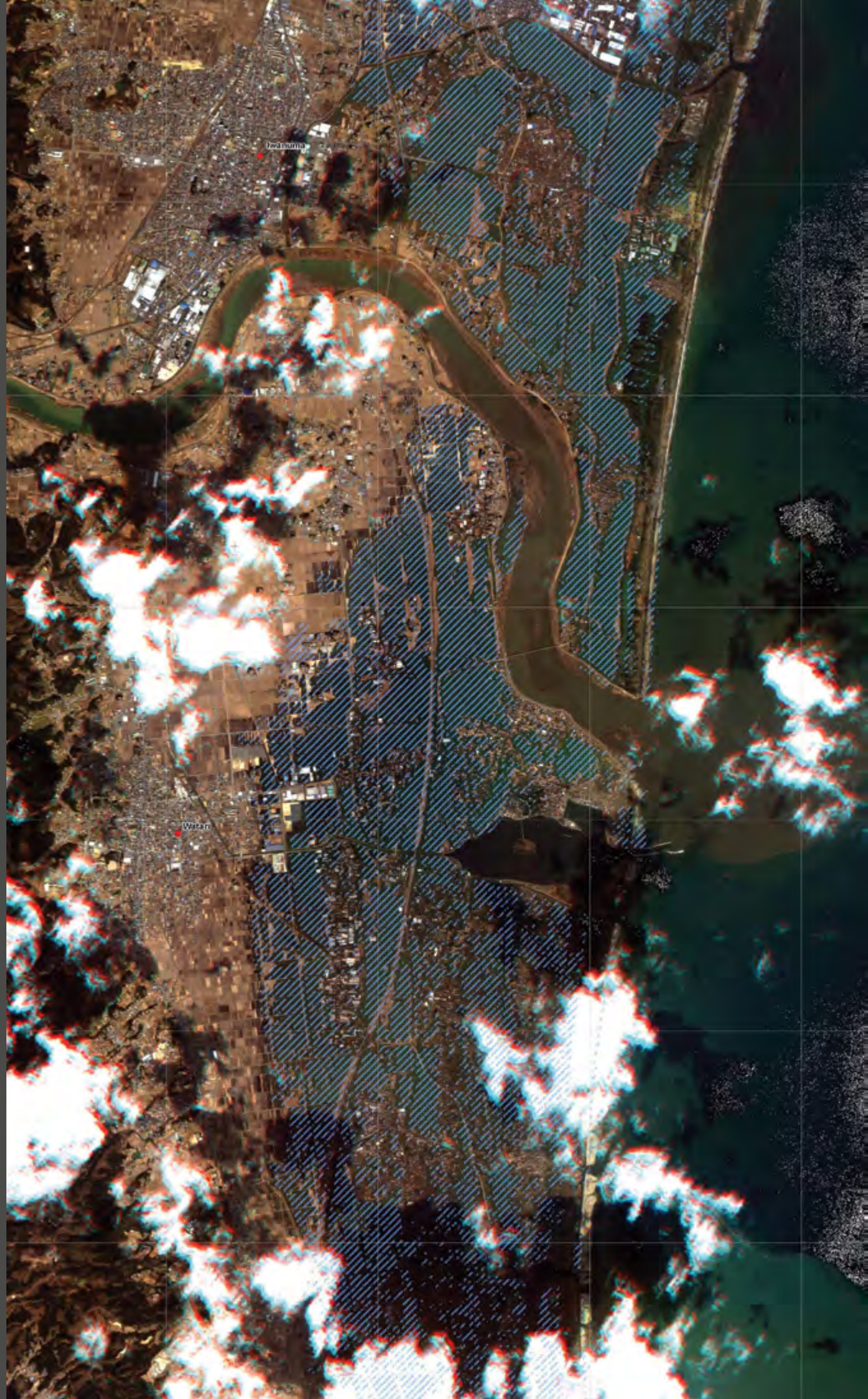
L'attacco dello tsunami

Questa mappa satellitare del 'prima e dopo' dei danni preparata per i team di emergenza mostra l'impatto devastante dello tsunami del 2011 sulla costa settentrionale del Giappone. È stata preparata nell'ambito della Carta Internazionale 'Lo spazio e i grandi disastri', e le agenzie spaziali che vi partecipano hanno come priorità l'acquisizione di immagini sopra le zone colpite dai disastri per aiutare a coordinare e guidare gli sforzi di risposta. L'ESA è un membro fondatore e uno dei contributori chiave della Carta.

Entrata ora nella sua seconda decade di vita, la Carta stessa è nata da un disastro. Quando l'uragano Mitch falciò migliaia di vite in America Centrale nell'ottobre 1998, l'ESA e l'agenzia spaziale francese CNES tentarono di consegnare con la massima tempestività le mappe dei danni nelle mani dei team responsabili per l'emergenza.

L'esperienza ha ispirato le due agenzie a formalizzare la loro cooperazione futura. La Carta che ne è risultata è entrata in vigore nell'ottobre del 2000, quando all'ESA ed al CNES si è aggiunta l'Agenzia Spaziale Canadese. La prima attivazione si è verificata il mese successivo, in risposta alle frane in Slovenia. A oggi, la Carta è stata attivata più di 300 volte e ha 14 agenzie membro in tutto il globo. Le attivazioni si verificano quasi ogni due settimane.

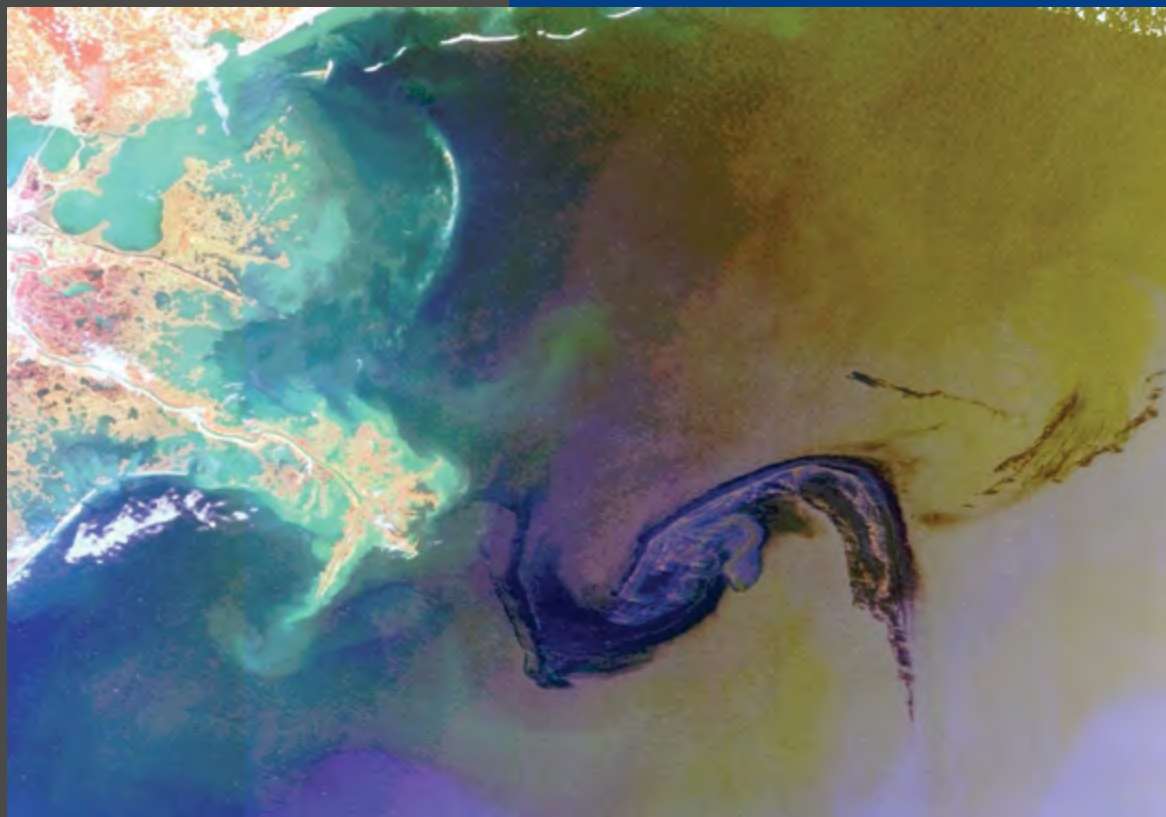




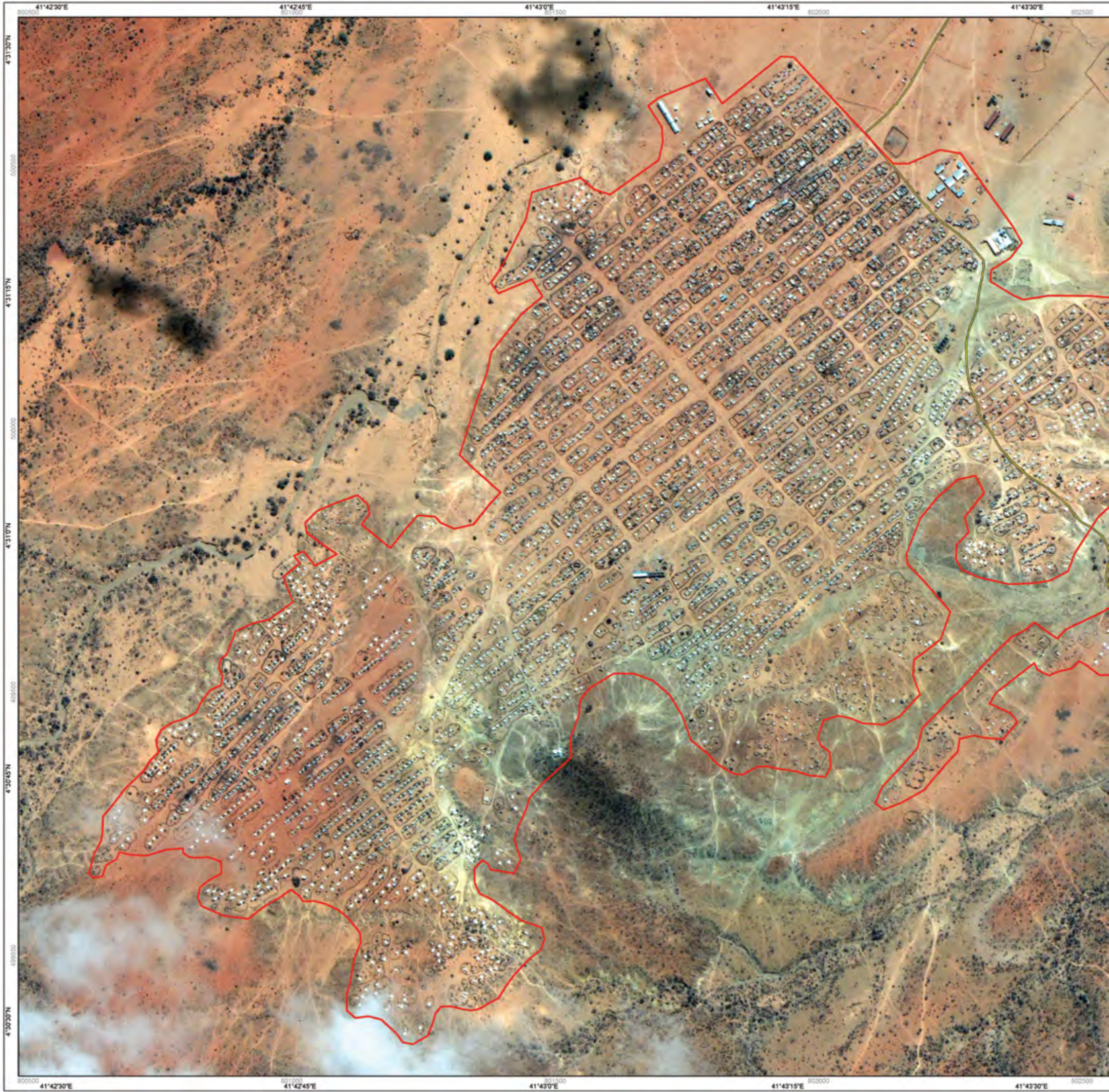
Acque torbide

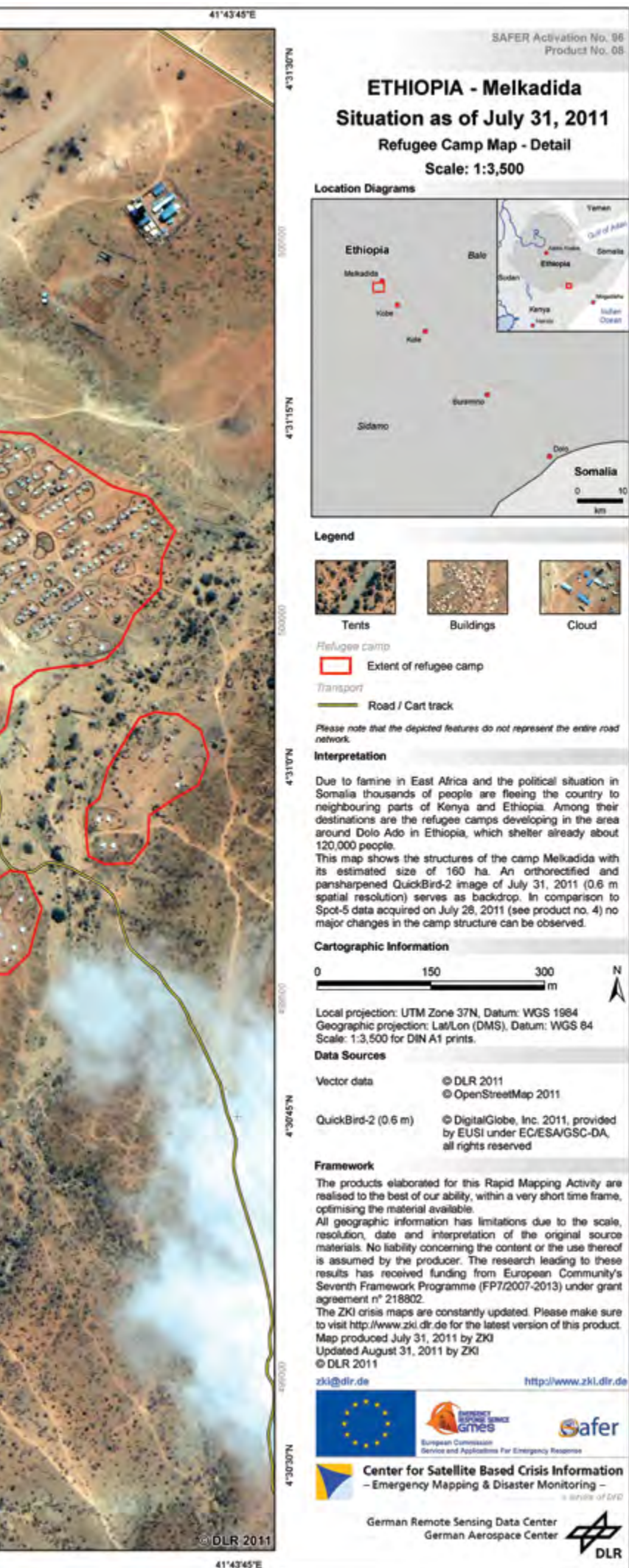
La perdita di petrolio nel Golfo del Messico del 2010 rilevata in doppia visuale da Envisat: nella luce visibile (sotto) e sulle lunghezze d'onda radar (a destra). Il petrolio che poggia sull'acqua tende a smorzare le onde e appare più scuro delle acque circostanti, e nella parte centrale dell'immagine radar ha l'aspetto di un vortice grigio scuro.

La piattaforma petrolifera Deepwater Horizon è esplosa nel Golfo del Messico il 22 aprile 2010, uccidendo 11 uomini e mandando tonnellate di petrolio verso le coste della Louisiana e del Mississippi. La Carta Internazionale 'Spazio e grandi disastri' è stata attivata per conto della Guardia Costiera USA, e un'ampia schiera di satelliti per l'osservazione della Terra, incluso l'Envisat dell'ESA, ha raccolto immagini della chiazza d'olio mentre si avvicina alla spiaggia. Le immagini di Envisat sono state usate dal National Oceanic and Atmospheric Administration degli USA per tracciare l'estensione del petrolio mentre stava entrando nella corrente del Golfo del Messico e prevederne l'arrivo a terra.









Un luogo in cui rifugiarsi

Edifici e tende individuali visibili in questa mappa satellitare del campo profughi di Melkadida in Etiopia, in cui vivono migliaia di uomini, donne e bambini in fuga dalla carestia e dal conflitto nella Somalia meridionale. La mappa è stata usata per realizzare un censimento iniziale: sono state contate 3.076 tende e costruzioni, insieme a 15 edifici fissi, dai quali è stata stimata una popolazione di 15.000 unità.

L'immagine è stata acquisita il 31 luglio 2011 dal satellite QuickBird-2 e trasformata in tutta fretta in una mappa destinata alle agenzie umanitarie dal Center for Satellite Based Crisis Information del DLR German Aerospace Center, con il supporto del Service and Applications for Emergency Response (SAFER) della Commissione Europea. L'Emergency Response Service del SAFER rafforza la capacità dell'Europa di rispondere a situazioni di emergenza come incendi, alluvioni, eruzioni vulcaniche, frane e crisi umanitarie grazie alla trasmissione di prodotti cartografici. Queste mappe funzionano come strumenti organizzativi per quanti si occupano della gestione delle crisi e sono guide di facile comprensione per il personale di terra. Il 'geo-tagging' automatico di queste mappe - sviluppata da un progetto guidato dall'ESA - consente alle versioni elettroniche di essere integrate con viste fotografiche della situazione a terra.

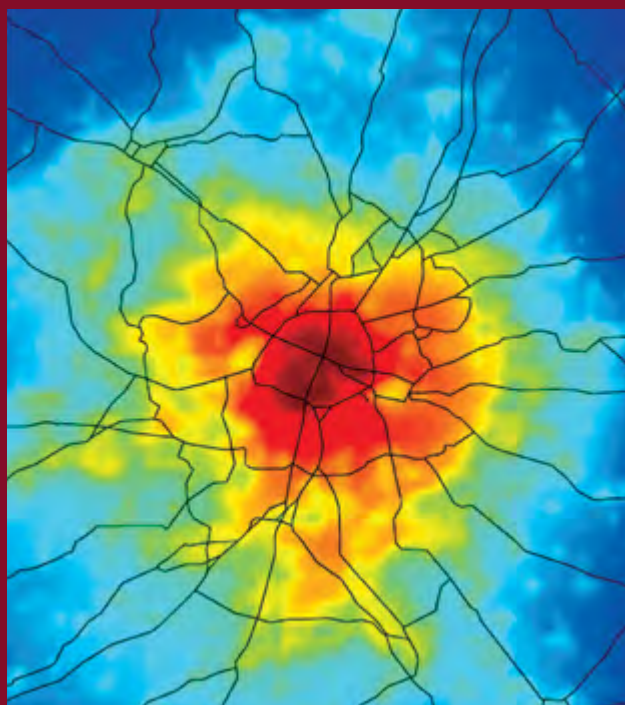
Pianeta urbano

Parigi – una delle conurbazioni più grandi d'Europa, con oltre 10 milioni di abitanti – sembra brillare nell'immagine di Envisat. Il grande numero di strutture e superfici geometriche edificate riflettono i segnali radar nello spazio.

Concentrazioni di persone, proprietà e ricchezze, le nostre città si stanno espandendo a un ritmo mai visto in passato, e metà della popolazione globale vive oggi nelle aree urbane – quasi il 70% degli Europei abitano in città. La popolazione urbana mondiale sta crescendo quattro volte più rapidamente rispetto alla sua popolazione rurale e si prevede che le città accoglieranno due terzi dei cittadini globali entro il 2020. I nove decimi di questa crescita si stanno verificando nelle regioni in via di sviluppo, e l'Africa mostra il tasso di espansione urbana più rapido, superiore al 5% l'anno.

Questa crescita deve essere monitorata per assicurarsi che proceda su basi sostenibili, non danneggi le risorse ambientali e non riduca la qualità della vita e la sicurezza delle popolazioni urbane. La dimensione delle città rende questo obiettivo difficile da raggiungere – almeno sulla Terra. I satelliti forniscono una dimensione aggiuntiva alle informazioni complementando i dati in situ per una gestione urbana autorevole e reattiva.

Sotto di essi, le dense conurbazioni possono esercitare degli effetti anche sul clima. Questa mappa delle temperature mostra il centro di Parigi come una 'isola di calore urbana' molti gradi più calda delle campagne da cui è circondata.





Una città che affonda

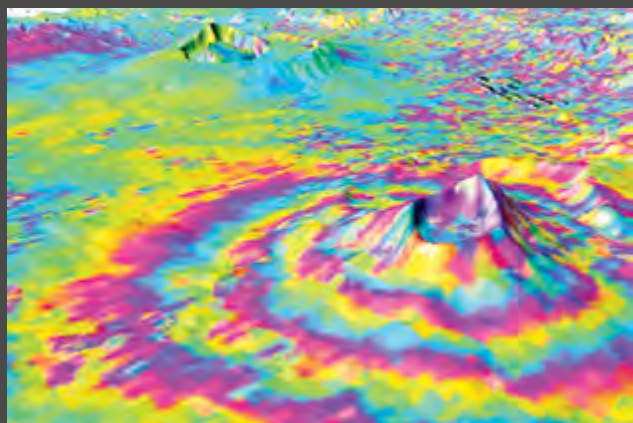
Venezia, vista in questa immagine del satellite Ikonos, sta affondando lentamente sotto le onde. ESA supporta il satellite USA Ikonos come una 'Missione Terze Parti', vale a dire che l'Agenzia usa la sua competenza e la sua infrastruttura di terra multi-missione europea per acquisire, processare e distribuire alla sua vasta comunità scientifica di utenti i dati provenienti dal satellite. L'immagine principale include un riquadro con una indagine radar satellitare separata della storica Piazza San Marco, rivelando uno spostamento del terreno causato dall'estrazione delle acque sotterranee. Queste informazioni hanno aiutato i pianificatori a concentrare le misure di protezione strutturale nei luoghi in cui sono più necessarie. Il monitoraggio dallo spazio rivela una caduta media di 2 mm l'anno, insieme a un aumento di 2 mm nella laguna veneta circostante. Un nuovo sistema di barriere contro le inondazioni sarà terminato nel 2014 e dovrebbe aiutare a stabilizzare la situazione.

Le immagini del satellite sono in grado di caratterizzare gli ambienti urbani con un grado di accuratezza che a terra non è possibile ottenere. Combinando immagini radar differenti della stessa località, gli strumenti satellitari possono rilevare movimenti a terra lenti quanto la crescita delle unghie. Il risultato è simile al gioco in cui si devono trovare le differenze: qualsiasi spostamento che si è verificato tra le immagini dà luogo a degli schemi di interferenza rivelatori – pertanto queste immagini vengono chiamate 'interferogrammi radar ad apertura sintetica', o InSAR.

Il limite principale è la necessità che le numerose superfici riflettenti di piccole dimensioni che formano il paesaggio – 'diffusori permanenti' – restino al loro posto tra una scansione e l'altra. La crescita della vegetazione, le foglie sparse dal vento o persino la pioggia che cade nel terreno sono sufficienti a impedirlo.

Anche in questo caso, InSAR è comunemente utilizzato per mappare la subsidenza urbana e della costa (fenomeno oggetto dei servizi Copernicus dedicati), tracciare il lento 'respiro' sismico dei vulcani (in basso) e il movimento tettonico.

InSAR viene usato anche per tracciare l'esaurimento delle riserve di gas e petrolio sotterranee identificando minimi movimenti del terreno in superficie e per migliorare il monitoraggio della raccolta e della conservazione del carbone nelle riserve geologiche già esaurite.







Lavorando nei campi

Tradizionalmente gli agricoltori sorvegliano i loro campi ma questa immagine realizzata da Ikonos dei campi a sud di Wuerzburg, in Germania, è un esempio delle immagini estremamente dettagliate disponibili dall'orbita per 'l'agricoltura di precisione'.

La sorveglianza satellitare viene applicata all'agricoltura su scale differenti. Copernicus include un elemento per la sicurezza alimentare che esegue il monitoraggio del raccolto a livello regionale nell'Africa sub-Sahariana per avvisare tempestivamente in caso di scarsità di cibo. Ma con l'agricoltura di precisione, le immagini richieste devono avere una risoluzione a terra che arrivi ai campi individuali, o persino a campi ancora più piccoli.

I satelliti raccolgono informazioni sul potenziale del terreno – osservazioni effettuate su molti anni possono rivelare la crescita del raccolto in base ai cambiamenti del suolo – oltre che sullo stato corrente del raccolto, a partire dal punto in cui i semi vengono collocati. Questi risultati vengono combinati con informazioni aggiuntive, come le condizioni atmosferiche e l'umidità del suolo, per guidare gli agricoltori nell'ottimizzazione della crescita, selezionando alcuni campi per raccolti particolari e indicando i livelli di pesticidi e fertilizzanti necessari. L'ESA inoltre ha sostenuto uno schema pilota per usare le immagini satellitari per certificare l'agricoltura organica, con test che hanno raggiunto l'80%–100% di accuratezza nel distinguere l'organico dai campi convenzionali.

L'efficacia dell'agricoltura di precisione è aumentata usando la navigazione satellitare – come nell'iniziativa TalkingFields dell'ESA (in basso), facente parte della Integrated Applications Promotion dell'Agenzia finalizzata a combinare risorse diverse basate sullo spazio – e coordinate geografiche precise vengono inviate alle pompe irroratrici automatizzate e alle altre apparecchiature agricole.



La nuova stirpe

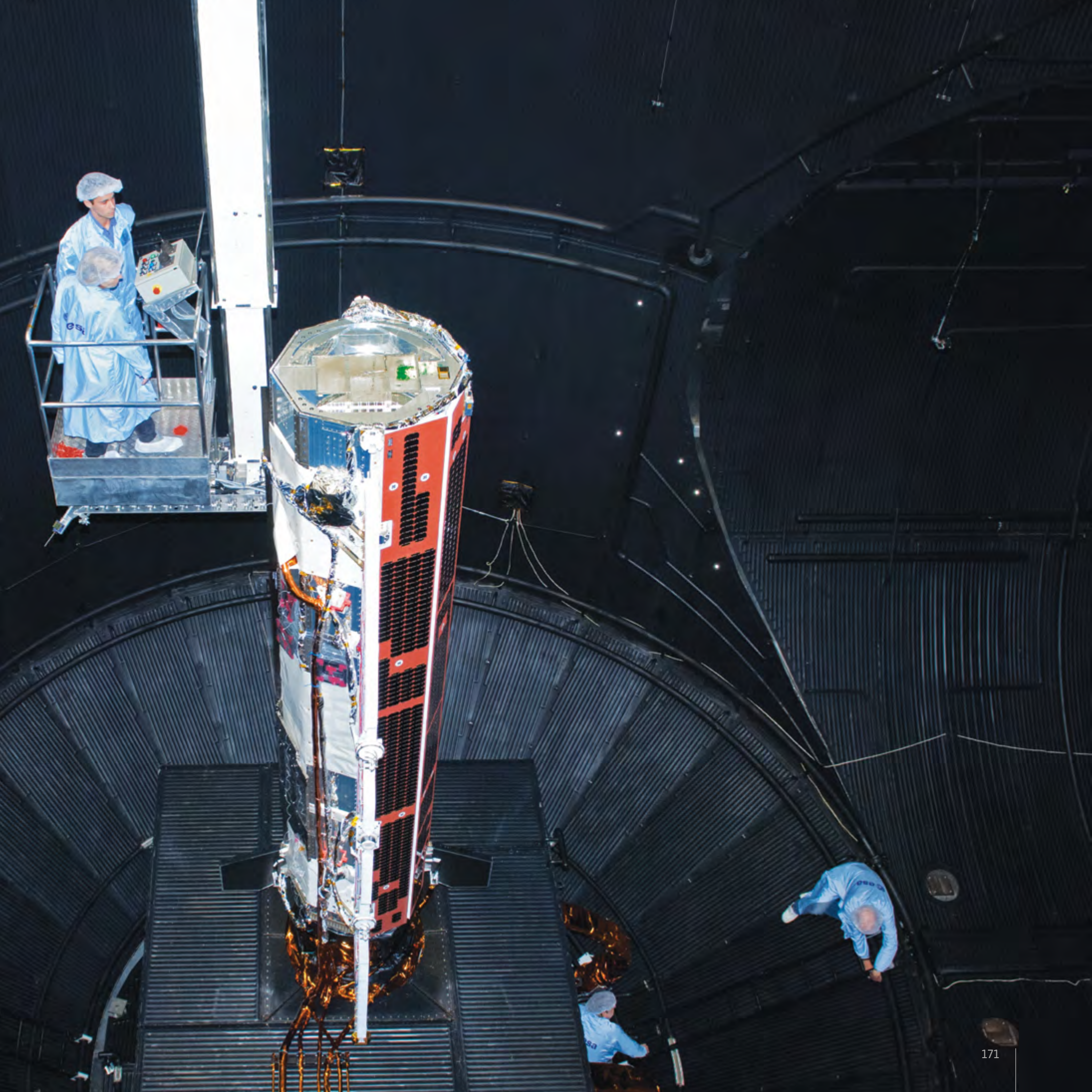
Sottile e aerodinamica, la missione GOCE Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer dell'ESA, visibile qui durante il collaudo presso il centro tecnico ESTEC dell'ESA, è stata la prima di una nuova generazione di satelliti per l'osservazione della Terra, gli Earth Explorer, lanciati nel 2009.

Mentre i satelliti Sentinel dell'Agenzia supporteranno i servizi ambientali, gli Earth Explorer sono missioni di ricerca, e ciascuna di essa ha l'obiettivo di migliorare la comprensione scientifica di elementi particolari del sistema della Terra. Il cambiamento climatico è la più grande sfida che l'umanità deve affrontare in questo secolo, e gli Earth Explorer realizzeranno un importante contributo allo sforzo globale rivolto alla comprensione del nostro pianeta.

La forma si adegua alla funzione, e GOCE è stato progettato per massimizzare la propria sensibilità alla gravità della Terra orbitando a soli 255 km in altezza, molto più vicino di qualsiasi altro satellite.

Si è trattato di una missione di osservazione della Terra che non ha osservato, ma ha invece registrato la forza della gravità sul suo avanzato 'gradiometro', la cui accuratezza prevede un errore su un miliardo. Le sue ali hanno dovuto superare la turbolenza dell'aria vestigiale, usando una propulsione agli ioni che ha compensato lo scuotimento permettendo a GOCE di entrare in orbita sotto l'effetto della sola gravità. La sua missione si è conclusa con successo nel 2013 ma le sue misurazioni continueranno a essere registrate per molti anni a venire.





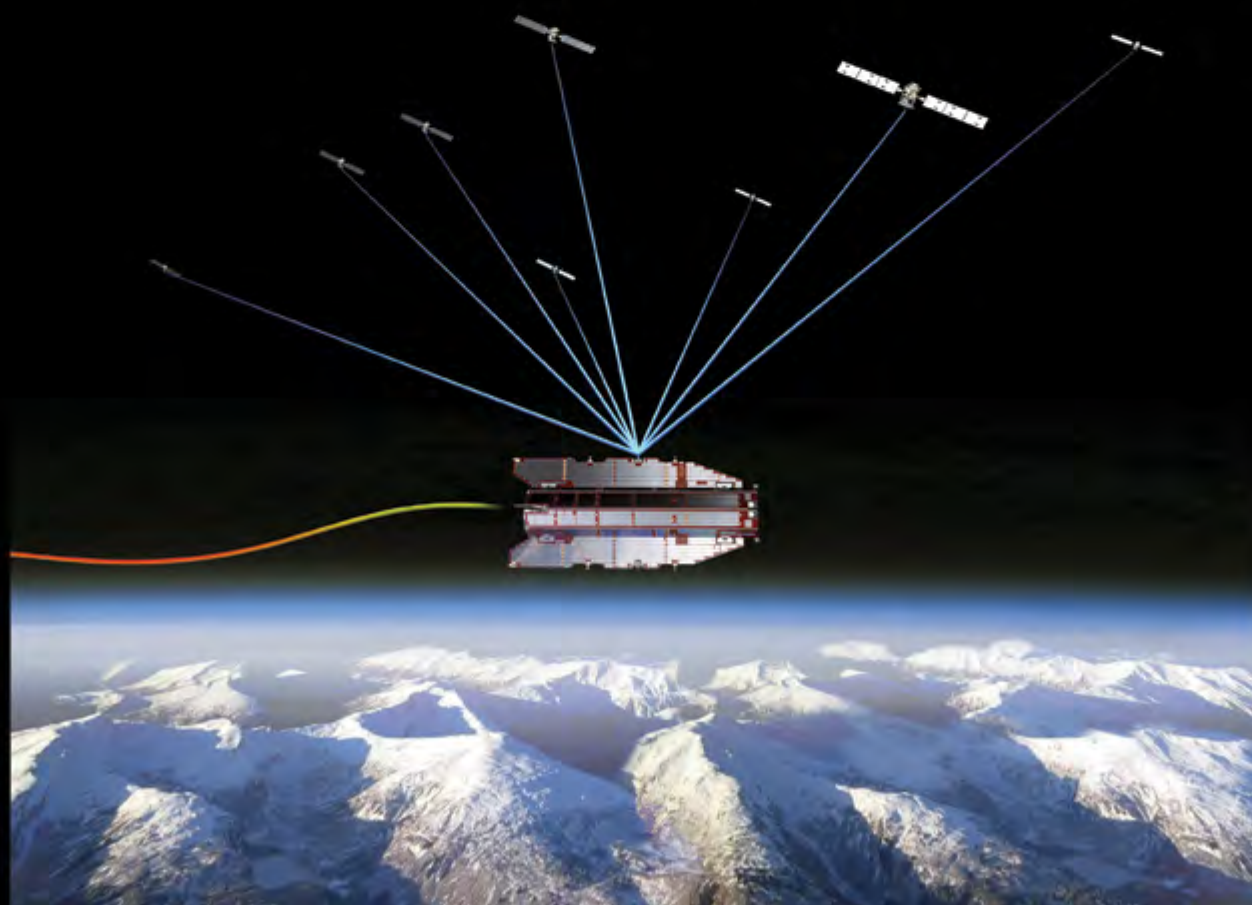
La mappa globale della gravità

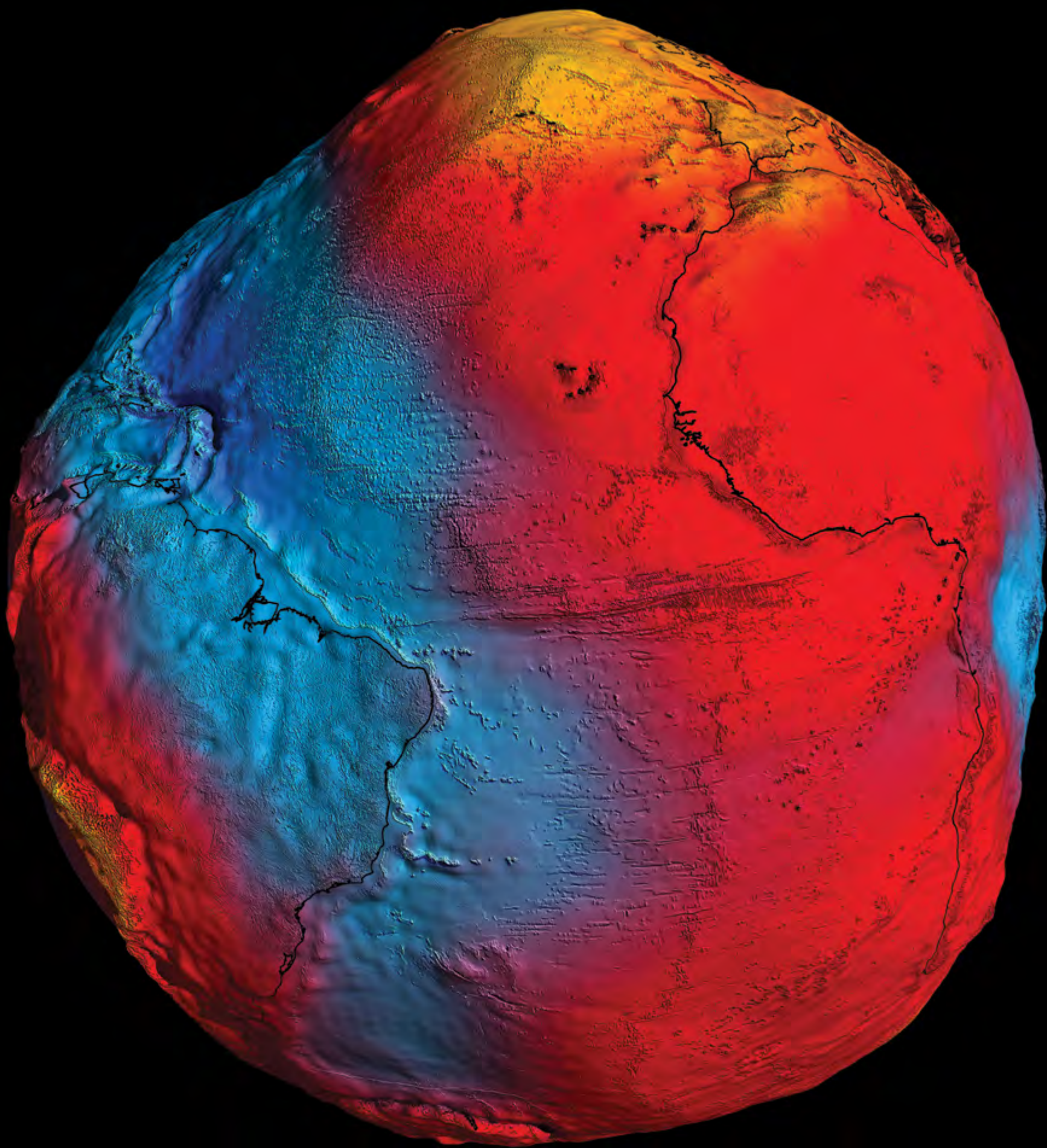
Immaginate di trovarvi in mezzo al mare e di schiacciare le dita per renderlo perfettamente calmo come per magia. Di fronte a voi si estenderebbe un enorme corpo d'acqua privo di correnti o increspature, non soggetto a venti o maree o alla forza della rotazione della Terra, ma influenzato ora dalla sola gravità.

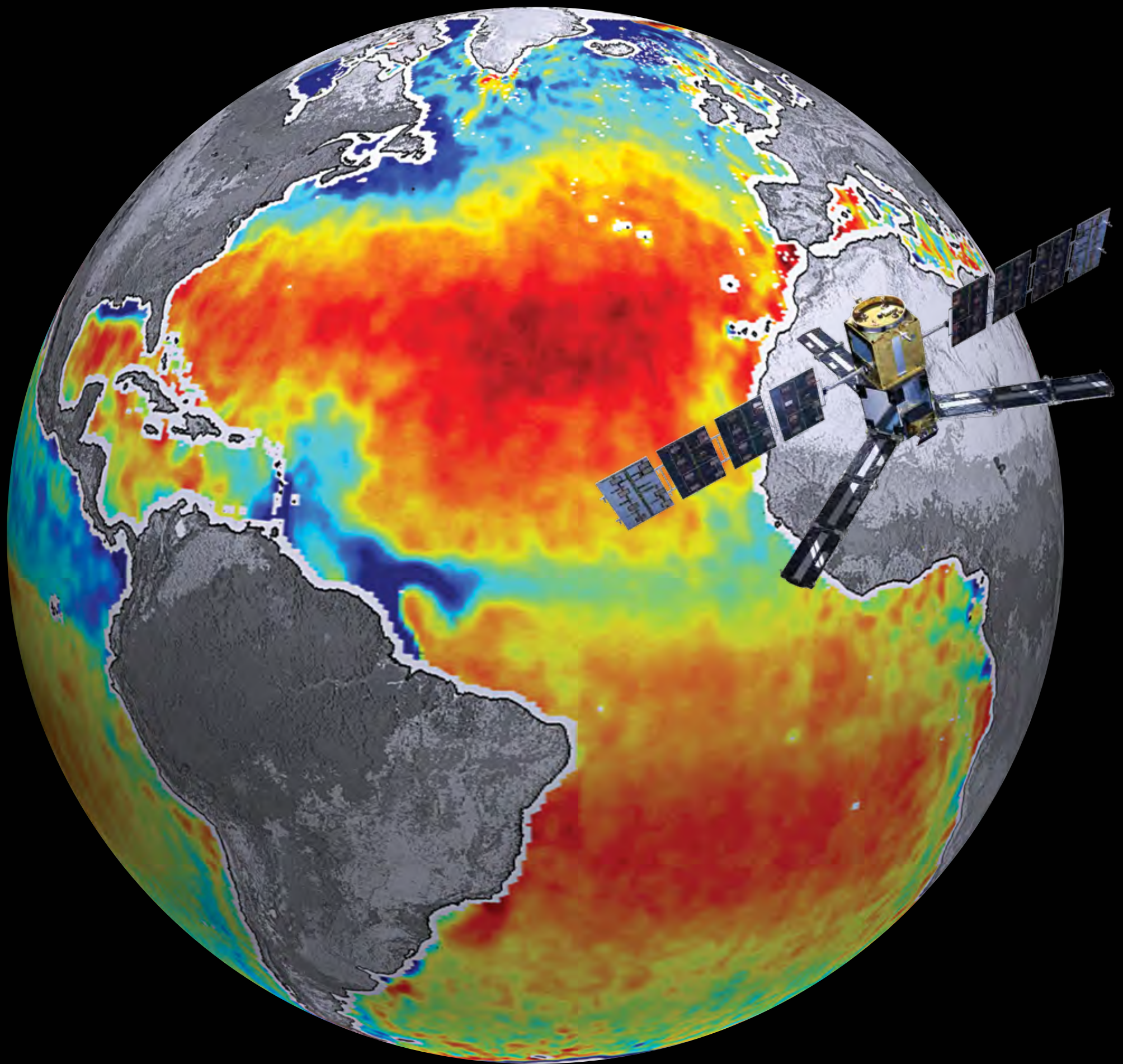
La localizzazione dei dettagli di questa situazione teorica è stato l'obiettivo principale di GOCE. Nel marzo 2011, GOCE – la sua precisa orbita relativa alla Terra era stimata dalla navigazione satellitare (immagine in basso) – ha prodotto questa mappa globale del 'geoide'. Essa rappresenta una superficie mondiale che equivale alla forma che l'oceano avrebbe se non fosse influenzato da venti, correnti o altre forze perturbanti.

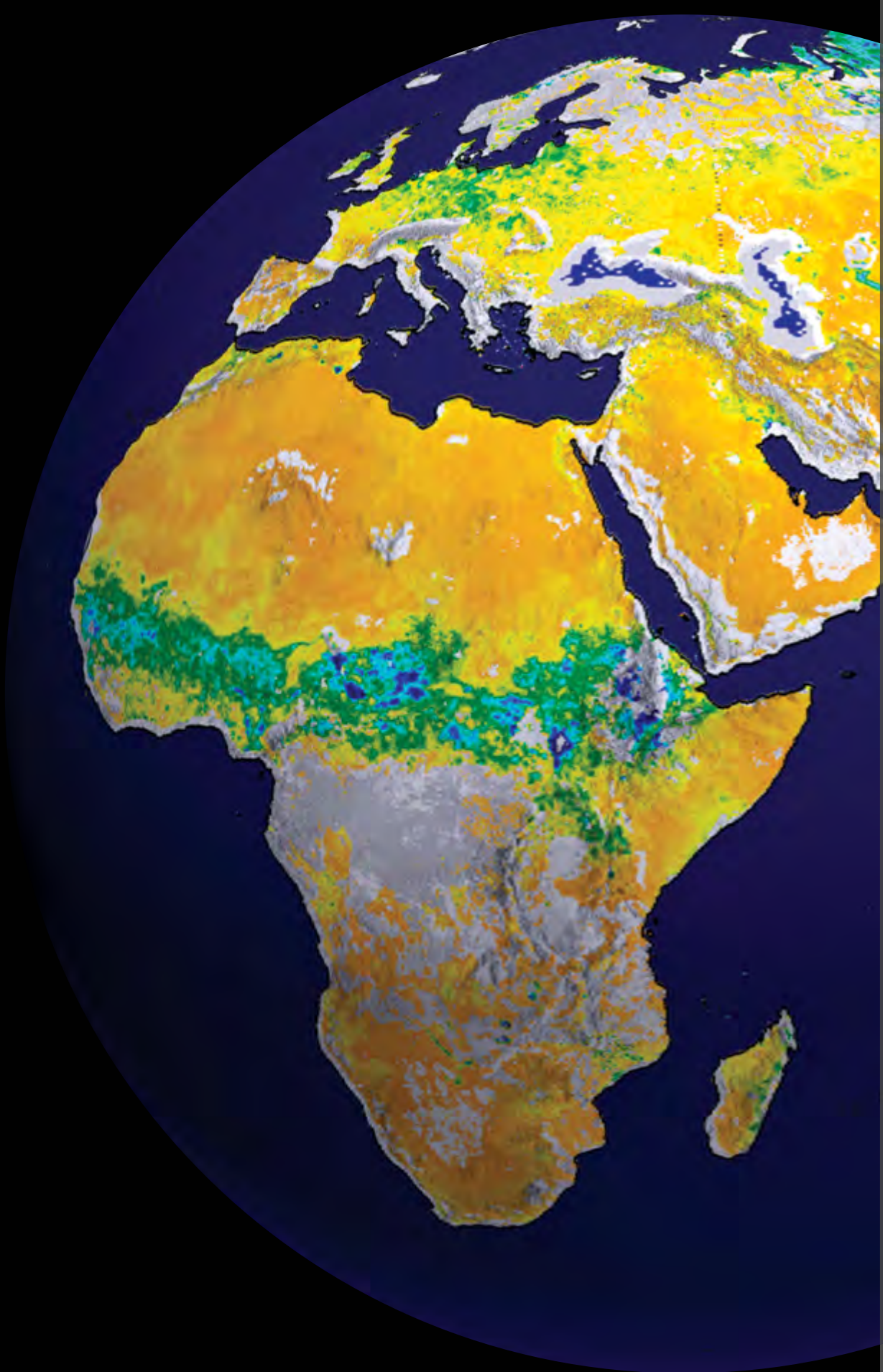
Il geoide ha una gamma dinamica verso l'alto e verso il basso di circa 200 m intorno al mondo, che è stato portato da GOCE a circa 4 cm a una risoluzione spaziale di 100 km, il risultato migliore mai raggiunto. Ogni nuova orbita ha realizzato un'immagine leggermente più accurata e la missione è continuata fino al 2013.

Un geoide preciso costituisce una finestra sulla struttura interna della Terra, consente di mappare più accuratamente le correnti oceaniche profonde, supporta la realizzazione di prospezioni per la ricerca di depositi di minerali e petrolio e riserve d'acqua, oltre a consentire la standardizzazione dei sistemi di misurazione in tutto il pianeta.









La pelle salata e bagnata della Terra

La missione SMOS Soil Moisture and Ocean Salinity dell'ESA, lanciata nel 2009 come seconda missione Earth Explorer, è un telescopio radio in orbita. In particolare, la sua antenna a forma di Y ha la stessa peculiare configurazione dei ricevitori del famoso Very Large Array di radiotelescopi del New Mexico, negli USA (in basso).

Invece che scrutare l'Universo, SMOS mappa segnali radio estremamente deboli emessi dalla pelle acquosa del nostro pianeta, registrando l'umidità del suolo sulla terra asciutta e i livelli di salinità dell'oceano.

Il valore di queste informazioni è stato colto per la prima volta in agricoltura e nella gestione dell'acqua – per valutare la disponibilità di cibo e tracciare il processo di desertificazione – e più recentemente in rapporto al ciclo dell'acqua a beneficio della climatologia e delle previsioni meteo. L'umidità del suolo influenza gli schemi delle condizioni meteorologiche regionali, mentre la salinità del mare è una delle forze che regola le correnti marine.

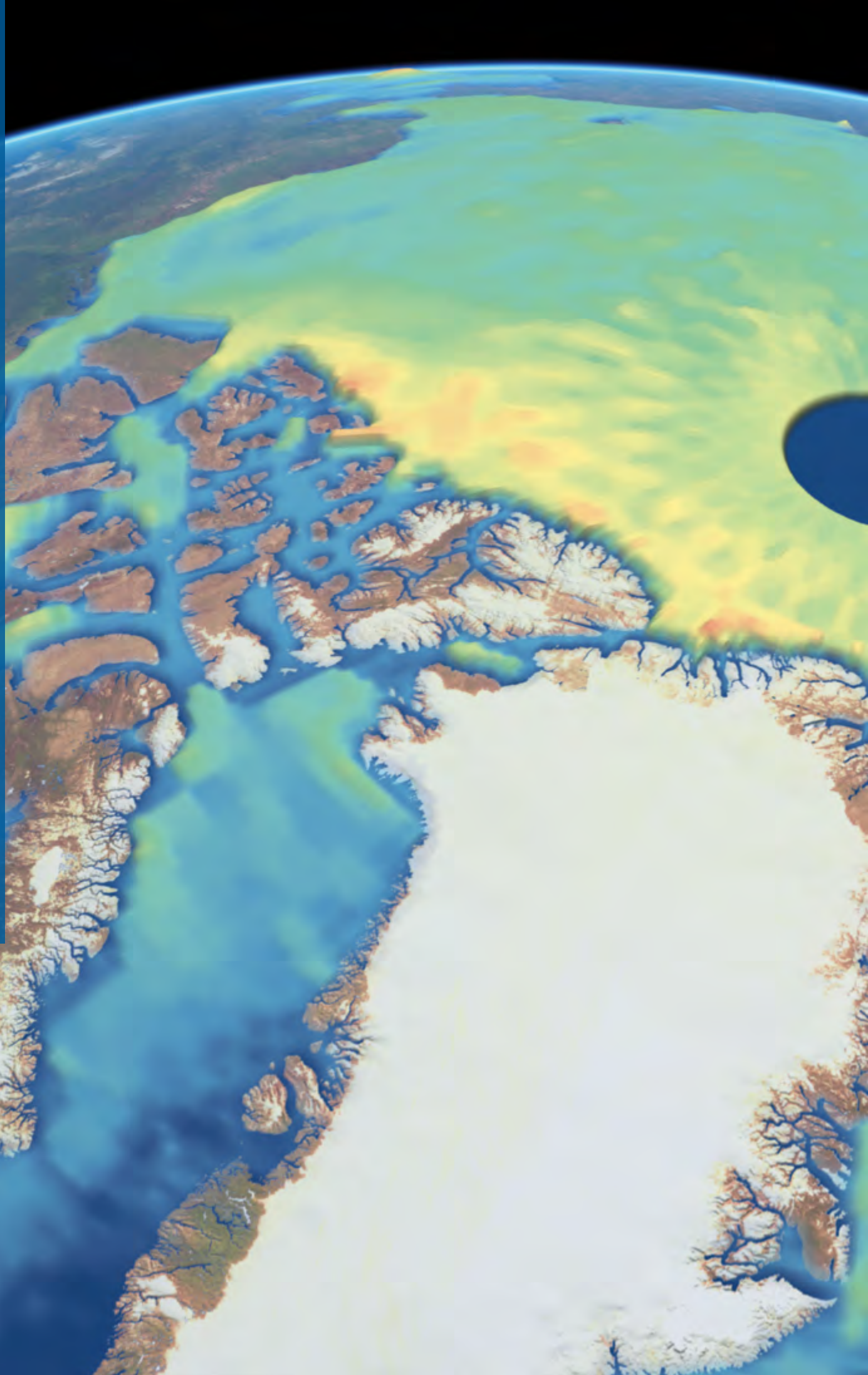
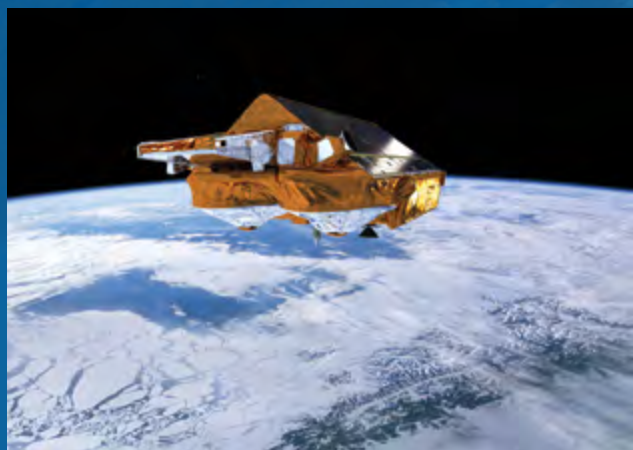
Sono stati necessari due decenni di sviluppo tecnologico per rendere possibile SMOS, ma la missione ha superato le aspettative, dimostrando una inattesa sensibilità al ghiaccio marino e al suolo ghiacciato e migliorando l'accuratezza delle previsioni sulla forza degli uragani.



Una nuova dimensione per la mappatura polare

Una nuova dimensione è stata aggiunta alle mappe satellitari più recenti delle regioni polari della Terra grazie a CryoSat-2 dell'ESA. Gli altri satelliti possono misurare la copertura del ghiaccio e la velocità con cui sta arretrando a causa del riscaldamento del pianeta, ma non lo spessore del ghiaccio. Al contrario CryoSat, lanciato nel 2010 come missione Earth Explorer, trasporta un altimetro radar avanzato per misurare sia l'elevazione dei margini delle formazioni di ghiaccio che il 'bordo libero' del ghiaccio marino galleggiante, e determinare il modo in cui cambiano nel corso del tempo. Entrambe queste regioni sono importanti perché si trovano nei luoghi in cui il cambiamento climatico è più rapido, ed entrambe erano praticamente invisibili per le generazioni passate di satelliti.

Questa mappa dell'Artico creata dal Centro per l'osservazione e la modellazione polare nel Regno Unito usa i primi risultati ottenuti da CryoSat per misurare lo spessore del ghiaccio marino in cima al mondo. L'immagine è solo un assaggio di ciò che verrà – saranno necessari anni di dati elaborati per determinare le tendenze – e i risultati verranno incrociati con campagne di analisi accurate del suolo su tutte le regioni polari per confermare che i risultati di CryoSat siano compatibili con la realtà osservata.



Marzo 2011

Spessore del ghiaccio marino artico

5,0 m

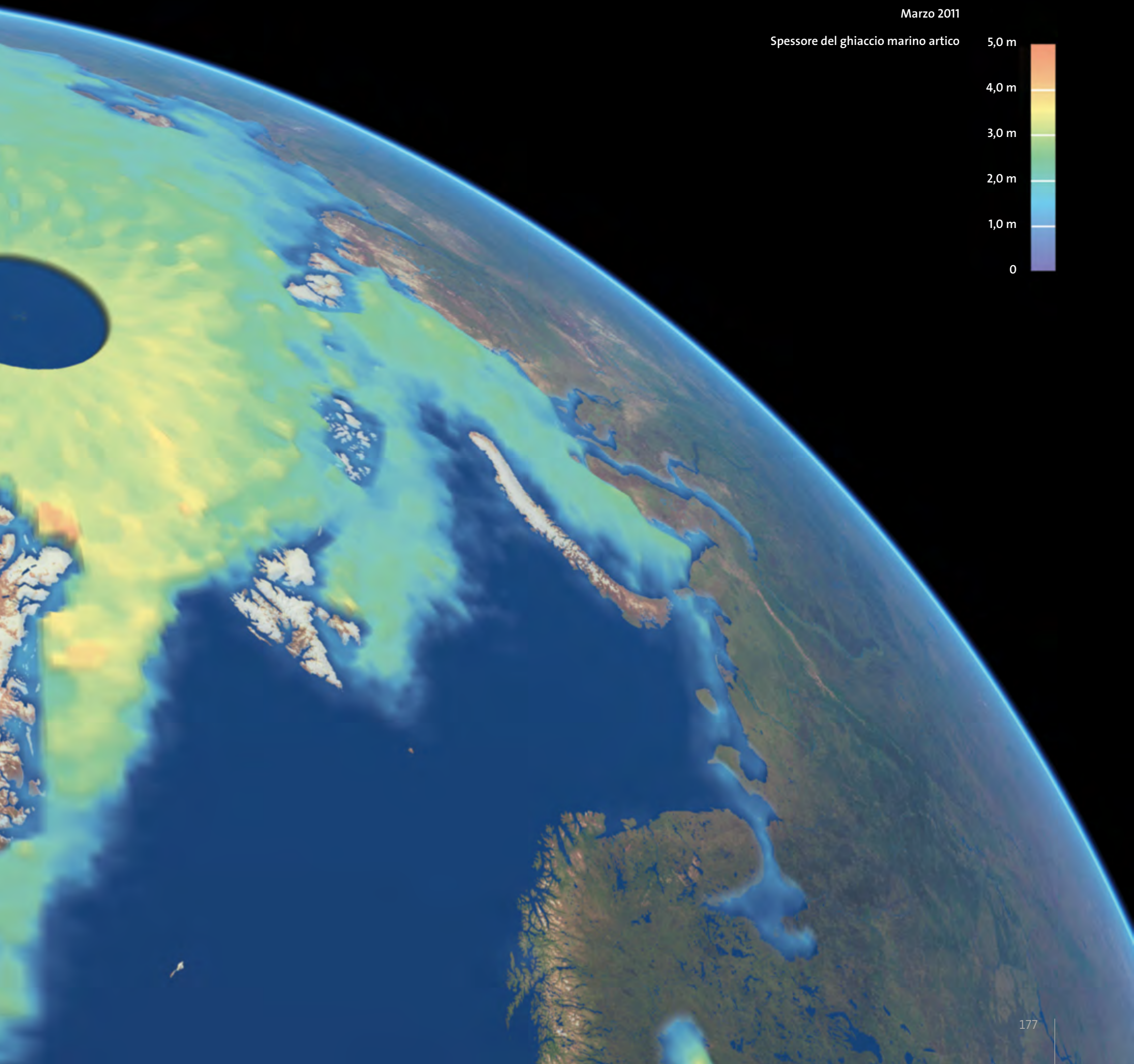
4,0 m

3,0 m

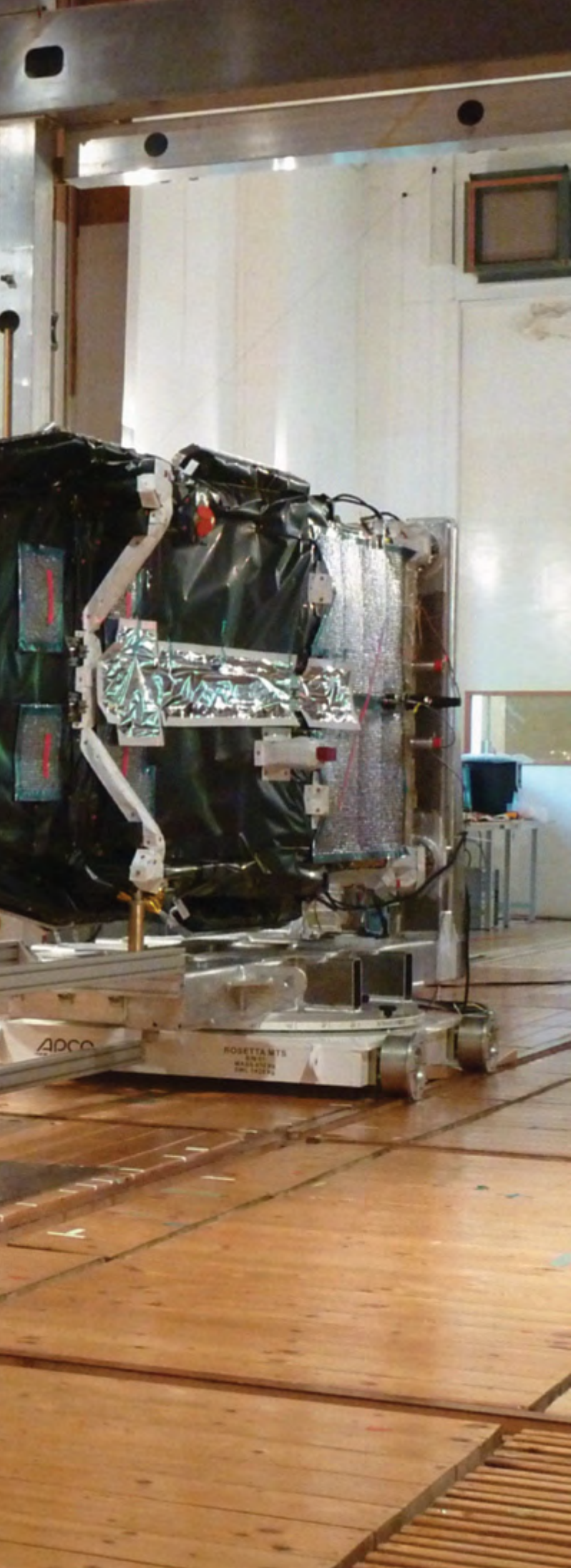
2,0 m

1,0 m

0







Missione magnetica

Il nostro pianeta è ricoperto da un altro pianeta invisibile: un campo magnetico grande quanto la Terra. Le missioni Earth Explorer sono assolutamente uniche e proseguiranno con Swarm, un terzetto di satelliti che eseguono una rilevazione molto accurata della 'magnetosfera' in costante mutazione della Terra e del modo in cui si modifica nel corso nel tempo.

Questa immagine mostra il collaudo nell'area nell' ambiente non magnetico dell'impianto dello IABG a Berlino dei satelliti Swarm; ognuno di essi si sposterà lungo un'orbita polare differente su una altitudine compresa tra 400 km e 500 km, e sarà dotato di un sensore avanzato per misurare forza e direzione del campo magnetico, oltre che a dispositivi supplementari come ricevitori GPS, un accelerometro e uno strumento per il campo elettrico. I magnetometri sono collocati su aste non magnetiche lunghe 4 m per minimizzare l'interferenza elettrica.

Swarm è stato lanciato nel 2013. Nel 2015 sarà il turno di Aeolus, che osserverà i venti globali usando un sensore laser. La missione congiunta europeo-giapponese EarthCARE partirà nel 2016, e si occuperà dello studio del modo in cui l'interazione tra nuvole, aerosol e radiazioni regola il clima globale.



L'occhio dell'ESA sulla Terra

Se consideriamo i satelliti per l'osservazione della Terra come i precursori del sistema nervoso planetario, allora il centro nervoso dell'Europa è l'ESRIN Earth Observation Centre di Frascati, in Italia. Circondato da vigneti su un pendio che guarda in direzione di Roma, ESRIN è il luogo in cui tutte le missioni di osservazione della Terra dell'ESA vengono controllate e in cui i loro dati sono elaborati, archiviati e distribuiti a utenti in tutto il mondo.

Queste missioni inviano continuamente dati alla Terra, ed ESRIN gestisce un segmento di terra cooperativo, decentralizzato e complesso per garantire che i dati vengano acquisiti dalle stazioni di ricezione ed elaborati dalle stazioni di terra. L'ESA usa anche il segmento multi-missione di terra dell'ESRIN per acquisire, elaborare e archiviare dati provenienti dai satelliti di 30 agenzie partner, noti come 'Missioni Terze Parti'.

L'archivio dati sull'osservazione della Terra di ESRIN è il più grande in Europa. Disponibile gratuitamente per gli scienziati, esso è decentralizzato e fa uso di tecnologie in costante evoluzione per gestire quantità crescenti di dati in modo accessibile.

ESRIN inoltre supporta migliaia di scienziati e utenti operativi dei dati sull'osservazione della Terra, ricevendo le loro proposte per le future acquisizioni satellitari e gestendo eventuali problemi derivanti all'uso dei dati, configurando programmi insieme ai nuovi gruppi di utenti, e ospitando un Business Incubation Centre che lavora con aziende start-up basate sulla tecnologia spaziale. ESRIN è il luogo da cui vengono organizzati i contributi dell'ESA a Copernicus, e include la gestione della fase di transizione dei satelliti Sentinel, che entreranno in servizio nel 2014.





→ UNA CASA IN ALTO

In orbita al di sotto del regno delle missioni per l'osservazione della Terra, si trova uno dei satelliti più in basso in assoluto, e il più grande. La Stazione Spaziale Internazionale pesa 450 tonnellate ed è in orbita a una velocità di 7,4 km al secondo a circa 400 km di altitudine, ed è l'unica missione abitata.

Restando in vita

Attualmente la Stazione ospita a bordo un equipaggio di sei membri, e un astronauta europeo si unisce a loro ogni due anni per un 'incremento' di sei mesi. L'equipaggio vive in un ambiente confortevole che consente persino di stare in maniche corte, a dispetto del fatto che il vuoto spinto al di là dello scafo in alluminio potrebbe ucciderli in un istante. Il solo fatto di mantenerli in vita – senza parlare di eventuali comodità – rappresenta una sfida notevole dal punto di vista ingegneristico.

Un essere umano tipico consuma 0,84 kg di ossigeno al giorno – in sua assenza possiamo sopravvivere solo pochi minuti – producendo contemporaneamente 1,0 kg di anidride carbonica. In un sistema chiuso, il primo gas richiede un rifornimento attivo mentre il secondo deve essere rimosso. In più abbiamo bisogno di 3,5 kg di acqua potabile e 0,62 kg di cibo solido su base giornaliera per rimanere in salute, e la pressione dell'aria, la temperatura e l'umidità devono restare entro limiti precisi. Inoltre, la Stazione richiede aggiunte regolari di carburante per poter 'riguadagnare' la propria orbita – la resistenza dell'aria vestigiale riduce la sua altitudine di circa 100 m ogni giorno.

Lavorare in assenza di peso

Perché tanti sforzi internazionali per mantenere la Stazione al suo posto? Poiché noi ci troviamo, da sempre, all'interno del campo gravitazionale della Terra,

è difficile comprendere quale influsso o quali effetti esercita la gravità su tutti i tipi di fenomeni. Solo 'sopprimendo' la gravità possiamo comprendere i meccanismi che stanno dietro questi fenomeni e il modo in cui la gravità interferisce con essi. Ad ogni modo, la gravità è ovunque e non è possibile evitarla. Anche all'altitudine in cui orbita la Stazione, la spinta della gravità terrestre si riduce solo di una piccolissima frazione. Ma la Stazione è in caduta libera verso la Terra e il suo movimento laterale garantisce che non si schianterà mai al suolo. Grazie alla sua velocità, la Stazione rimane in questa caduta libera continua e offre una piattaforma per lo studio dei processi fisici fondamentali libera dagli effetti di distorsione della gravità.

I ricercatori sono in grado di produrre nuove leghe metalliche e altri materiali, osservare il modo in cui le fiamme bruciano per sviluppare processi di accensione industriale più efficienti e studiare il funzionamento interno di piante e animali, incluso il nostro corpo – i prodotti di miliardi di anni di evoluzione all'interno di un campo gravitazionale. Poiché gli umani si sono evoluti in quel modo, vivere nella microgravità presenta degli svantaggi per gli astronauti, ma è necessario adattarsi. L'equipaggio inizia a soggiornare in orbita per settimane o mesi.

Ogni singola ora di tutti i giorni trascorsi nello spazio è una esperienza da cui si può imparare: un'opportunità per effettuare esperimenti scientifici fondamentali o per sviluppare innovative applicazioni industriali, mediche e di consumo.

Facendo progressi

L'esperimento dell'Atomic Clock Ensemble in Space dell'ESA, o ACES, prevede la messa in funzione di un nuovo tipo di orologio atomico non soggetto all'influenza della gravità, cosa che lo rende molto più

accurato rispetto a come potrebbe mai essere sulla Terra. Confrontando l'ora sulla Stazione con gli orologi atomici della Terra, gli scienziati sottoporranno a test le costanti fondamentali della fisica ma ACES potrebbe anche raddoppiare l'accuratezza della navigazione satellitare. Nuove leghe metalliche basate su schiuma scoperte nell'assenza di peso stanno trovando sempre nuove applicazioni, dal settore aerospaziale agli smartphone. In ambito medico, studi sulla biologia degli astronauti hanno individuato l'enzima responsabile della morte delle cellule immunitarie, mentre lo studio del plasma freddo a bordo della Stazione offre nuovi mezzi per combattere i batteri resistenti agli antibiotici. Con lo studio del modo in cui il corpo adatta il suo flusso sanguigno alla microgravità, possiamo comprendere perché il nostro sangue non scorre verso i piedi quando ci alziamo e cosa succede nei casi medici in cui questo accade e il paziente sviene.

Studiare gli effetti della gravità sulla fisiologia significa anche che stiamo scoprendo come vivere nello spazio a lungo termine, e così potremo esplorare viaggiando molto più lontano.

Gli europei stanno per entrare in orbita

L'ESA è stato uno dei membri fondatori della partnership internazionale che ha realizzato la Stazione, e si è concentrata sulle persone che vivono e lavorano nello spazio per lunghi periodi di tempo. Sin dall'atterraggio sulla Luna di missioni pilotate da equipaggio, gli scienziati europei stavano discutendo la loro partecipazione alle attività successive ad Apollo della NASA. Il risultato è stato Spacelab, un modulo laboratorio ospitato dalla baia di carico del nuovo Space Shuttle che lo ha trasformato da camion spaziale in installazione di ricerca orbitale. Gli astronauti dell'ESA hanno effettuato i loro primi voli sullo Shuttle. Hanno iniziato come 'specialisti del carico' con il compito di

eseguire esperimenti, e gradualmente hanno aumentato le loro capacità fino al punto di partecipare ad attività importanti come le attività extra veicolari e le operazioni con il braccio robotico dello Shuttle.

Lo sforzo rivolto a costruire un impianto di ricerca permanente in microgravità — che sarebbe sfociato nella Stazione Spaziale Internazionale — è iniziato a metà degli anni '80. L'ESA ha sfruttato l'esperienza accumulata nella costruzione dello Spacelab per progettare i moduli della propria Stazione, oltre che il Veicolo di trasferimento automatizzato realizzato in Europa che è attualmente il veicolo spaziale di maggiore capacità a rifornire l'avamposto orbitale.

Andare oltre

Per la Stazione, l'ESA ha prodotto il laboratorio Columbus e le attrezzature per gli esperimenti, oltre a contribuire al sistema informatico che gestisce la sezione russa, i congelatori dei moduli giapponese Kibo e statunitense Destiny, e un impianto scientifico per la scienza dei materiali all'interno di Destiny. I russi si sono uniti ai lavori per la Stazione nei primi anni '90, e gli astronauti europei sono partiti in volo sul veicolo spaziale russo Soyuz, prima verso la Mir e poi verso la nuova Stazione. L'esperienza derivante dalla costruzione e messa in funzione della Stazione ha cementato l'approccio internazionale facendone una base per le esplorazioni future. Per il volo dell'uomo nello spazio, i valori europei della diversità e della cooperazione sono diventati la norma. Ma spingersi ancora più in là nello spazio è un compito molto difficile. La Luna è circa mille volte più distante della Stazione, e Marte è a circa mille volte la distanza della Luna. L'ESA sta compiendo ricerche sui progressi tecnologici e i fattori umani richiesti per permettere questo salto nell'esplorazione.





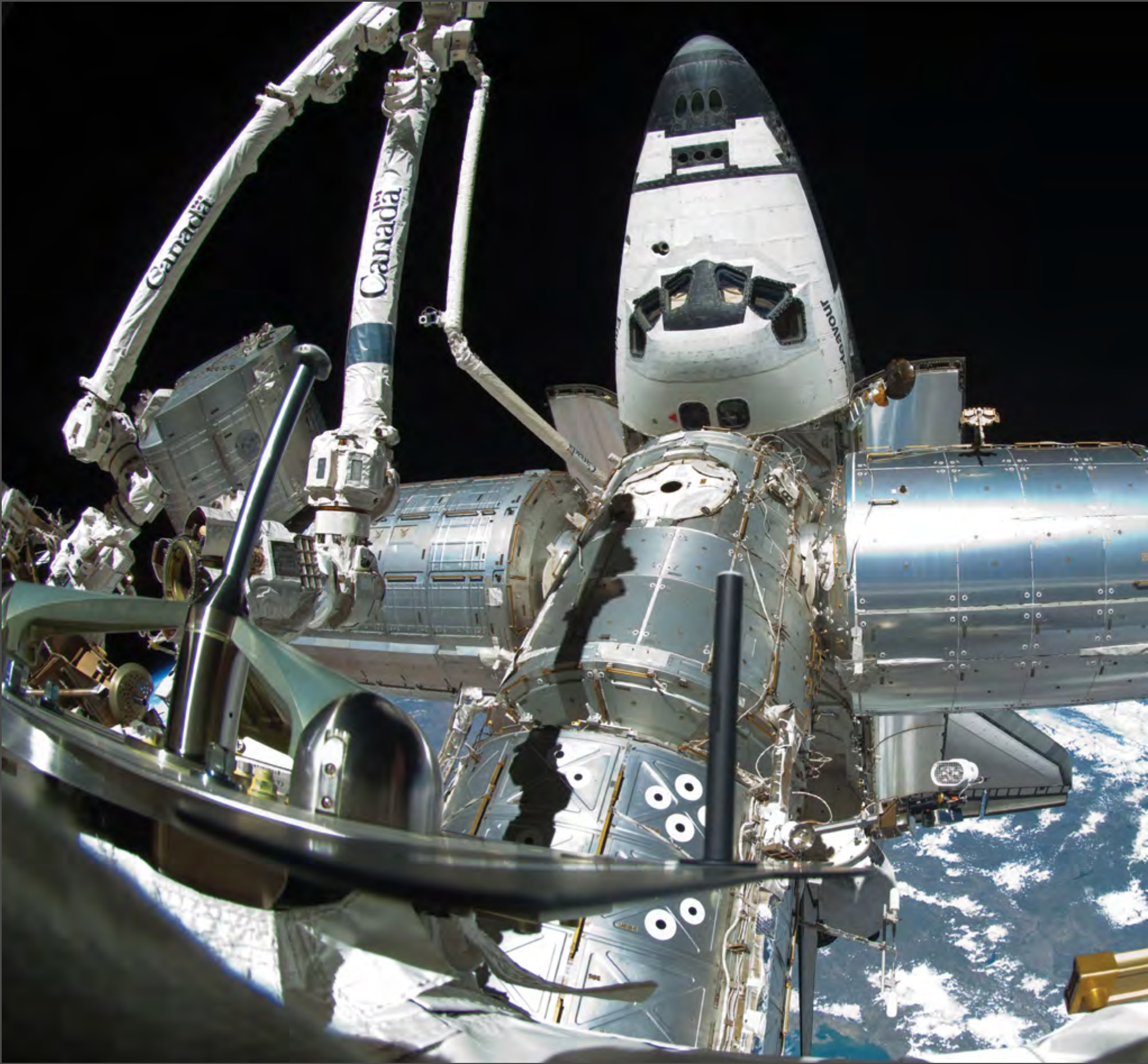


Uno spazio condiviso

La Stazione Spaziale Internazionale è l'oggetto artificiale più grande nello spazio, paragonabile in scala a un Airbus A380 in orbita. Con una massa al completamento di circa 450 tonnellate, si estende per 108 m in larghezza – più di un campo da calcio – e una lunghezza di 74 m che arriva a 88 m quando viene collegato il veicolo di rifornimento. I 2.230 m² di ali solari che dominano la Stazione generano elettricità sufficiente ad alimentare una piccola città.

All'interno dei moduli pressurizzati perpendicolari al ponte principale della Stazione, i sei membri dell'equipaggio hanno a disposizione 1.200 m³ di spazio – circa tre volte il volume di una tipica casa europea.

La costruzione della Stazione è stata l'impresa internazionale più complessa della storia. L'ESA è responsabile per le due componenti principali della Stazione: il laboratorio Columbus e il veicolo di rifornimento ATV (Automated Transfer Vehicle). Inoltre più della metà degli elementi pressurizzati della Stazione sono stati progettati e costruiti in Europa e inviati alla NASA in cambio di altri componenti.





Piattaforma di ricerca

Questa visuale grandangolare dell'esterno della Stazione Spaziale Internazionale con lo Space Shuttle *Endeavour* ancorato mostra tutta l'estensione del complesso orbitante – il risultato finale del progetto di costruzione più impegnativo della storia. Il modulo Columbus dell'ESA si trova nella parte centrale destra. Per arrivare a questo punto della costruzione sono stati necessari più di 40 voli, e oltre 120 lanci verso la Stazione nel complesso. Per la precisione, si tratta ancora di un cantiere aperto e sarà aggiunto un altro modulo russo, insieme al braccio robotico europeo dell'ESA. Inoltre sono disponibili posti d'attracco per altri moduli.

Lo Space Shuttle NASA ha eseguito gran parte dei sollevamenti pesanti per le operazioni di invio e alloggiamento degli elementi della Stazione, con oltre 150 uscite extra veicolari pari a migliaia di ore di allestimento e manutenzione, oltre alla collocazione e al recupero degli esperimenti esterni. Nel 2006 Thomas Reiter è diventato il primo astronauta dell'ESA a prendere parte alla all'uscita extra veicolare per la costruzione di una Stazione, installando apparecchiature sulla parte esterna per preparare il futuro assemblaggio.

La stazione è una piattaforma per ricerche di vario tipo, sia all'interno che all'esterno. Lo strumento 'Monitor of All-sky X-ray Image' ospitato sul modulo giapponese Kibo (a sinistra) monitora l'intero cielo a raggi X per dare agli astronomi suggerimenti su dove cercare. Lo Spettrometro magnetico alfa (in basso) – sotto la supervisione del CERN e collaudato per lo spazio presso il centro tecnico ESTEC dell'ESA nei Paesi Bassi – cerca di individuare particelle esotiche che includono potenziali prove della materia oscura e dell'antimateria.



Il posto dell'Europa nello spazio

Il laboratorio Columbus dell'ESA è il principale contributo alla Stazione Spaziale.

A volte, gli eventi migliori si nascondono nelle cose più piccole. Sulla Terra, un impianto come Columbus potrebbe facilmente riempire un edificio a più piani. Dopo tutto non si tratta tanto di un singolo laboratorio quanto di un centro di ricerca completamente attrezzato, dedicato a un'ampia gamma di discipline scientifiche: fisica fondamentale, scienza dei materiali, collaudo di tecnologie e biologia, oltre al monitoraggio ambientale.

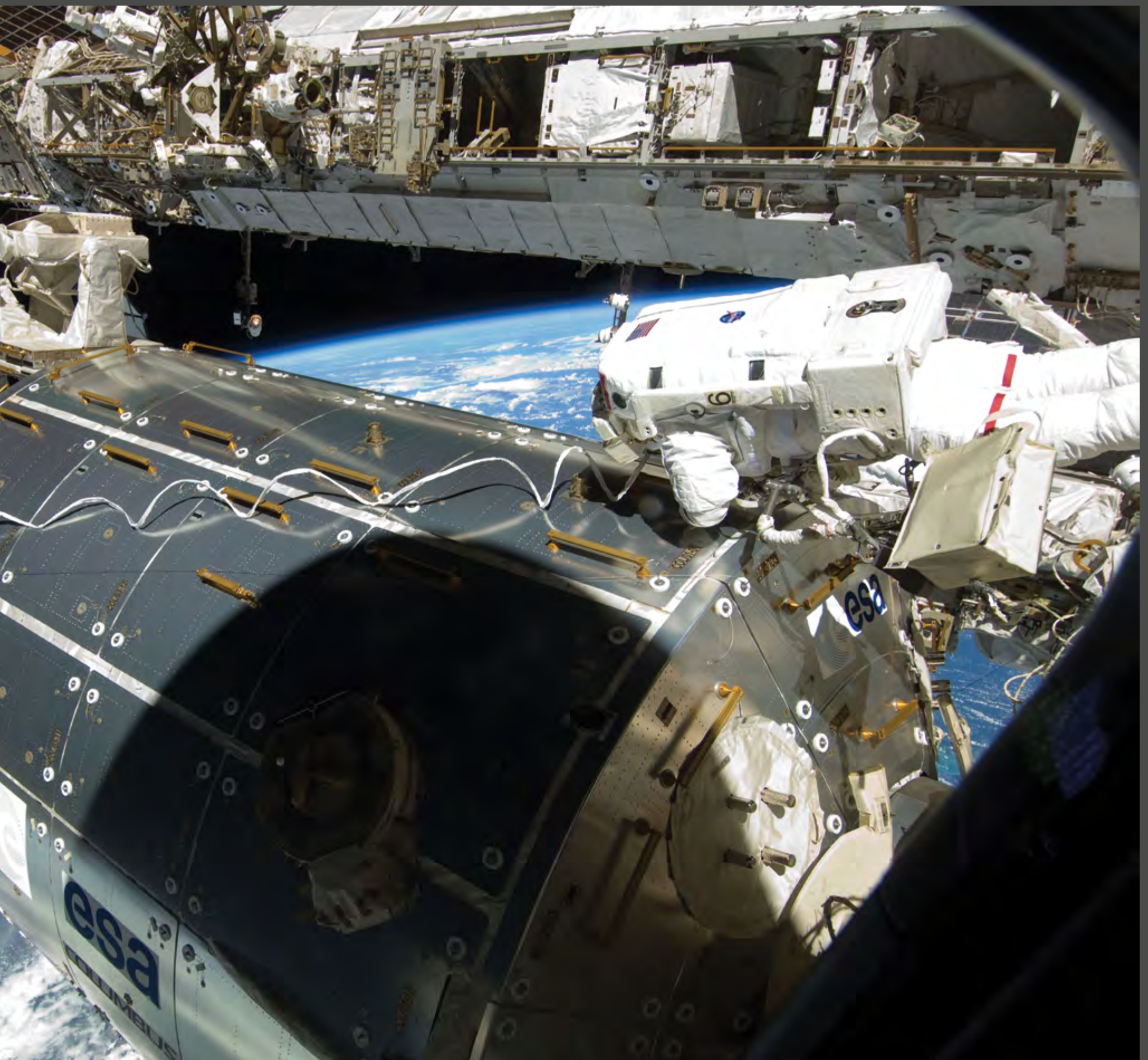
Ma l'ESA ha progettato Columbus per lo spazio, non per la Terra. E nello spazio uno dei fattori più scarsi è lo spazio stesso.

Di conseguenza gli ingegneri europei dovevano affrontare la sfida di miniaturizzare un intero insieme di laboratori per adattarli a un guscio cilindrico di soli 6,8 m di lunghezza e 4,5 m di ampiezza – all'incirca le dimensioni di un piccolo container merci o di un camper di grandi dimensioni. Insieme ai laboratori era necessario inserire tutti i sottosistemi essenziali, i collegamenti video, dati e di alimentazione, i cavi ombelicali per il condizionamento e il sistema idraulico, più controlli per le operazioni remote e il supporto vitale.

È paragonabile al livello di interventi tecnici richiesti per costruire un'auto di Formula Uno: componenti ad alte prestazioni da località differenti integrate all'interno di uno spazio di dimensioni rigidamente delimitate. In entrambi i casi le macchine prodotte – troppo complesse per essere comprese appieno da una sola persona – richiedono un software operativo fatto di centinaia di migliaia di linee di codice. E, ovviamente, entrambe devono essere progettate per accogliere esseri umani.

Il suo volume di 75 metri cubi accoglie un intero assortimento di laboratori scientifici che supportano dozzine di esperimenti diversi in discipline come le scienze della vita, le scienze dei materiali, la fisica dei fluidi e altri settori. Molti esperimenti condotti su Columbus possono procedere senza la supervisione degli astronauti, diretti dal Centro di controllo Columbus di Oberpfaffenhofen, in Germania, e connessi a una rete di Centri per le operazioni e il supporto utente Columbus che servono numerosi Stati membri dell'ESA. Così anche se solo poche persone metteranno piede su Columbus nel corso della sua vita operativa, ce ne saranno migliaia ad aver lavorato con essa.





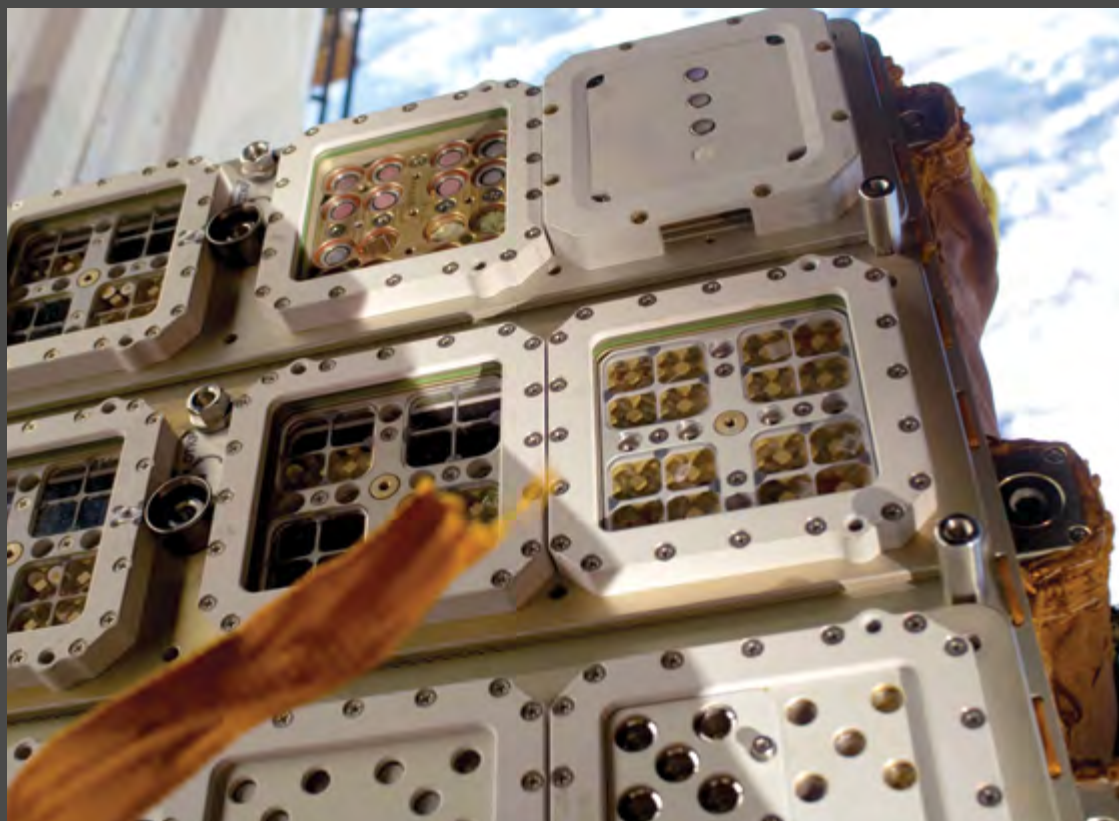


Sfidando la gravità

In una caduta perpetua verso la Terra – trascinata in basso dalla gravità terrestre ma a una velocità troppo alta per precipitare – la Stazione Spaziale offre accesso costante a condizioni di microgravità. Si tratta di un enorme vantaggio per la scienza: l'assenza di peso può essere ottenuta solo per pochi secondi sulla Terra, usando torri di lancio o durante voli parabolici appositi.

Sulla Terra viviamo in fondo a un pozzo di gravità. Esso dà forma al mondo, definisce il modo in cui viviamo ed è all'origine di processi fisici fondamentali come la spinta idrostatica, la sedimentazione e la convezione. La Stazione di ricerca ESA – supportata dal Programma europeo le scienze fisiche e della vita (ELIPS) – dona l'opportunità di studiare processi fisici, chimici e biologici fondamentali senza l'effetto di distorsione della gravità. In molti aspetti, la Stazione è come un manuale di fisica che prende vita: La Terza legge di Newton – 'a ogni azione corrisponde una reazione uguale e opposta' – diviene la base pratica per i movimenti degli astronauti.

Il vuoto spinto, immediatamente all'esterno del sottile scafo di alluminio, è un'altra risorsa scientifica. I campioni possono essere posizionati all'esterno per osservare come reagiscono all'ambiente spaziale, come nell'esempio dell'impianto Expose (immagine adiacente).

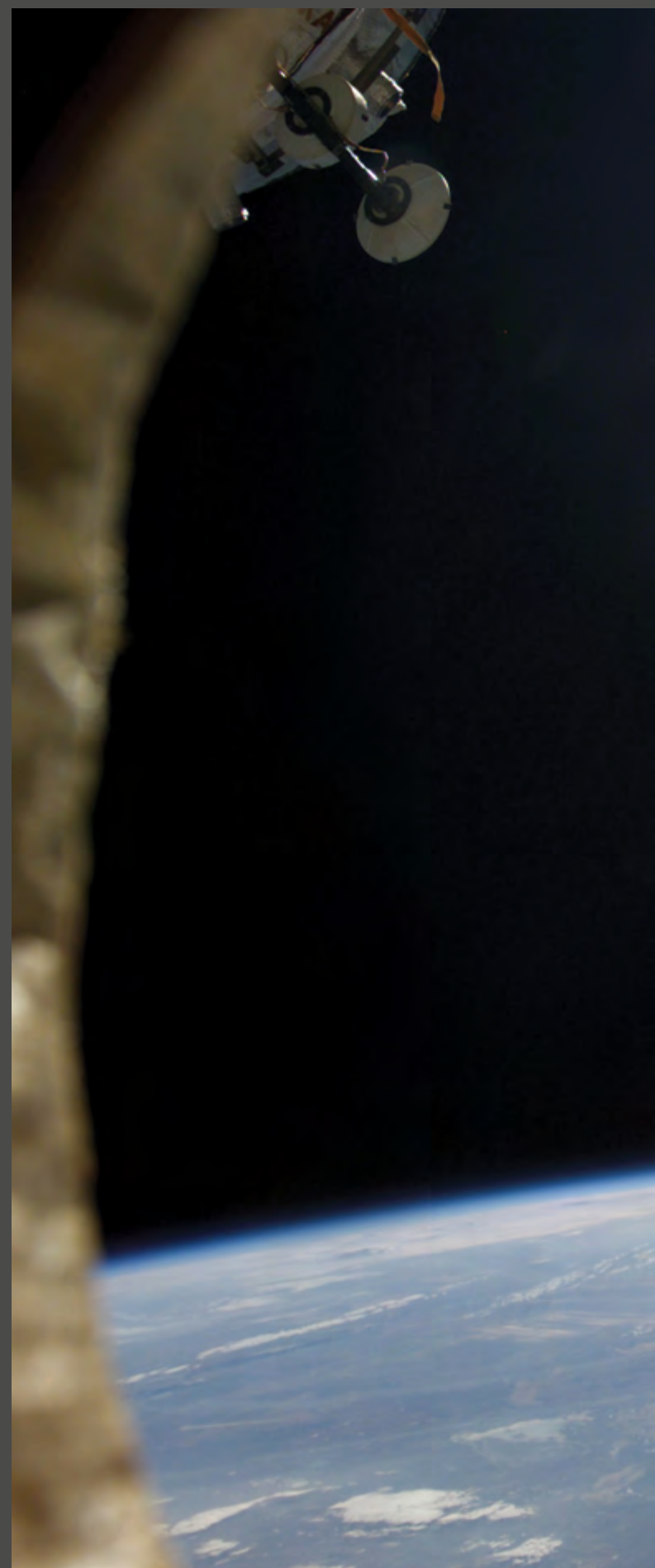


Linee di alimentazione spaziale

La Stazione Spaziale è la casa costruita dallo Shuttle – quasi tutti i suoi moduli e una buona parte dei suoi rifornimenti sono stati trasportati in orbita usando questo veicolo spaziale per carichi pesanti. L'immagine in basso a sinistra mostra l'atterraggio di STS-134 nel 2011, il penultimo volo Shuttle, e l'ultimo a trasportare un astronauta europeo – l'italiano Roberto Vittori.

I restanti partner internazionali devono occuparsi del rifornimento di materiali e uomini per la Stazione. Il Soyuz russo è oggi il solo veicolo spaziale certificato per il trasporto di persone da e verso l'avamposto (immagine principale), e due di essi possono restare attraccati alla Stazione contemporaneamente. Notare il suo aspetto simile a un insetto; solo il segmento centrale a forma di campana, il modulo di discesa, tornerà sulla Terra.

I portacarichi senza pilota portano sulla Stazione nuovi esperimenti, cibo, acqua, ossigeno e carburante per mantenere la sua orbita intorno a 400 km. Il veicolo russo Progress deriva dalla Soyuz ma il modulo di discesa è stato sostituito da un serbatoio di propellente, che trasporta circa due tonnellate di carburante ed un carico di peso simile. Il modulo giapponese H-II Transfer Vehicle (in basso a sinistra) trasporta sei tonnellate di rifornimenti all'interno del proprio caratteristico scafo dorato. Un importante anello della catena di approvvigionamento dell'Europa è l'Automated Transfer Vehicle, insieme ai vettori merci Dragon e Cygnus sviluppati dal settore commerciale USA.

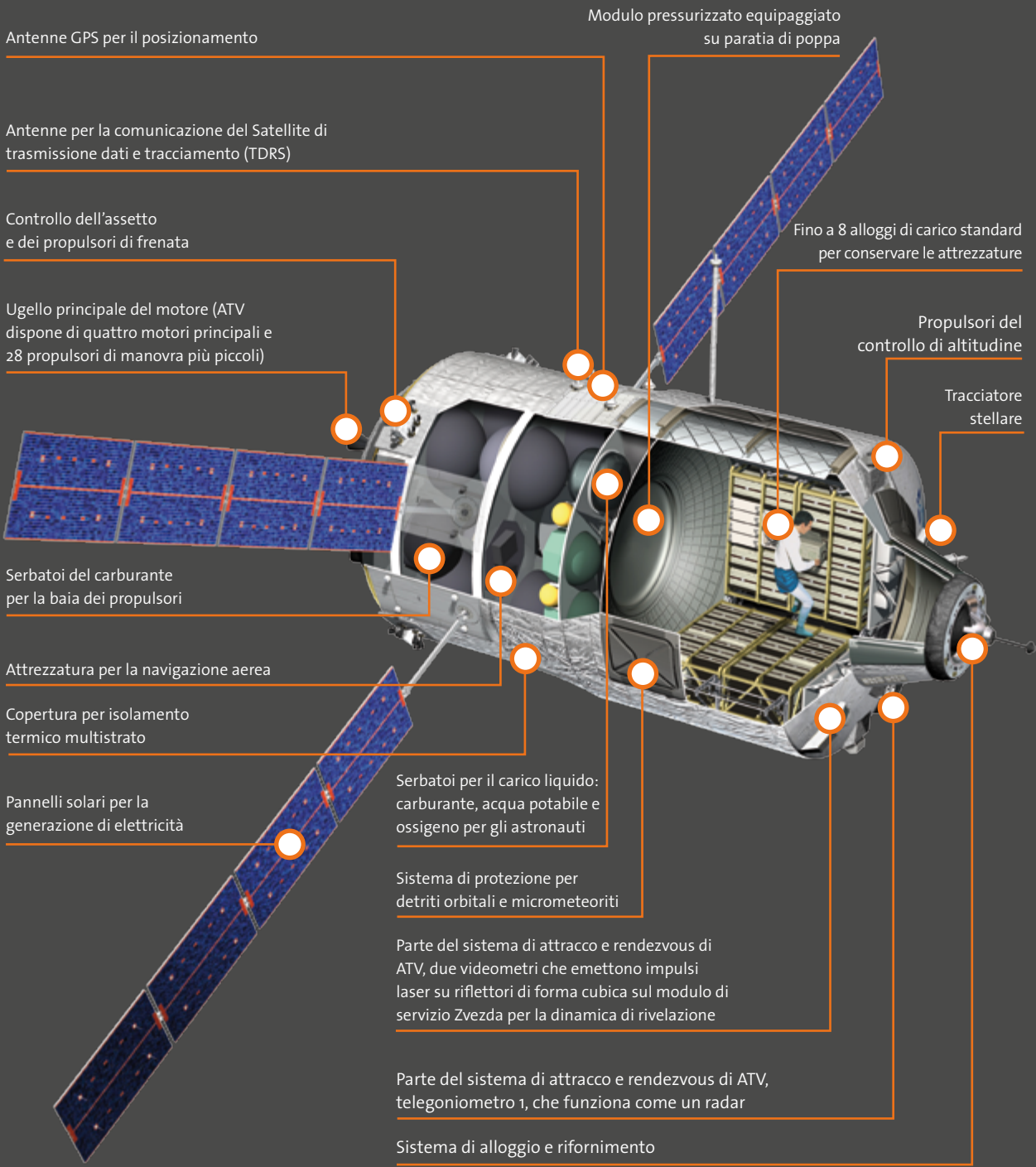




Pacchi dell'ultimo minuto

Spedizione all'ultimo minuto del terzo Automated Transfer Vehicle (ATV) ESA nel sito di lancio di Kourou nel 2012 (in basso). Poiché la sicurezza dell'equipaggio è di estrema importanza, vengono indossate tute anticontagio per evitare la contaminazione mentre i tecnici scendono dal boccaporto di attracco per aggiungere gli ultimi oggetti. Una volta completata questa operazione, l'interno viene irrorato con aria ultrapulita prima che il boccaporto venga sigillato. Gran parte dei lavori di imballaggio sono già stati effettuati a questo punto, prima che le metà dell'ATV – il suo Modulo di servizio e il Vettore merci integrato – vengano rimessi insieme.

Ora che lo Shuttle è stato messo in pensione, l'ATV è dotato della capacità di trasporto merci più elevata per la Stazione Spaziale Internazionale grazie alle dimensioni simili a un autobus. Montato con elementi provenienti da tutta Europa, con i suoi 10,3 m di altezza e 4,5 m di larghezza, l'ATV pesa oltre 20 tonnellate al lancio, di cui 7,6 tonnellate sono composte dal carico – acqua, aria, propellente e carichi secchi come cibo, attrezzature di ricambio ed esperimenti. Una parte del propellente trasportato dall'ATV è usato per il rendezvous e l'attracco con la Stazione, una parte pompato a bordo della Stazione e il rimanente usato dall'ATV mentre è collegato per effettuare un rifornimento periodico dell'avamposto e superare la resistenza aerodinamica provocata dalle tracce di atmosfera.









ATV in marcia

Questo è l'aspetto di un lancio nello spazio visto dall'alto. Il lancio di ATV-2, *Johannes Kepler*, osservato dall'equipaggio della Stazione in attesa il 16 febbraio 2011. Questa notevole foto è stata scattata dall'astronauta ESA Paolo Nespoli da 350 km nello spazio pochi minuti dopo il lancio in orbita di ATV a bordo dell'Ariane 5 dallo Spazioporto europeo nella Guyana Francese. Essa mostra la scia di scappamento dell'Ariane, mentre si trova ancora nella sua traiettoria verticale verso l'orbita – visibile come una riga sottile al di sotto del braccio robotico della Stazione.

Circa 75 minuti dopo il lancio, a 260 km di altitudine, l'ATV si separa dallo stadio superiore di Ariane 5 per diventare un veicolo spaziale completamente autonomo. Una serie di manovre orbitali preparate dal centro di controllo di Tolosa solleva e allinea gradualmente l'ATV con la Stazione.

L'ATV-3 dell'ESA, lanciato il 23 marzo 2012, è stata la combinazione più pesante di razzo e carico mai decollato dall'Europa.



Rendezvous robotico

L'ATV è un veicolo privo di pilota ma è dotato di intelligenza umana. Circa un milione di linee di codice sorvegliano il suo volo, controllando quasi cento modi operativi. Il risultato è un veicolo spaziale che può attraccare nella Stazione Spaziale in modo interamente automatico senza la supervisione dell'equipaggio. Il suo design osserva i regolamenti obbligatori sulla sicurezza per il volo nello spazio: deve essere sicuro in ogni circostanza a seguito di una combinazione qualsiasi di due malfunzionamenti. Per la ridondanza, due suite software sovrintendono congiuntamente alle manovre di attracco, mentre una terza fa affidamento su una serie di sensori separati, pronti a portare ATV in orbita di parcheggio al minimo accenno di un problema. Il Centro di controllo ATV può anche porre il veto su una manovra successiva, così come l'equipaggio della Stazione durante il controllo.

L'ATV inizia la procedura finale di attracco basandosi sul tracciamento GPS e passando alle misurazioni laser e video per l'avvicinamento finale. Si dirige verso la Stazione alla velocità di una tartaruga, 7 cm/s, effettuando l'attracco finale con 1,5 cm/s di precisione, e tutto mentre continua a spostarsi intorno alla Terra a 8 km/s. L'attracco si svolge così tranquillamente che l'equipaggio non percepisce alcun urto.

Una volta connesso, il boccaporto si apre e i contenitori del vettore vengono scaricati manualmente e si aprono i rubinetti per l'aria e l'ossigeno. Il rifornimento di propellente è automatico e serve a riempire i serbatoi della Stazione.

Un altro vantaggio per l'equipaggio è la presenza di più spazio per dormire e vivere nel corso dei sei mesi in cui rimane attraccato. Anche se non è stato progettato per scopi abitativi, l'equipaggio apprezza l'illuminazione e, ovviamente, la schermatura completa contro i micrometeoriti.









Il fattore umano

Il 2 novembre 2000 sarà molto probabilmente una data storica per le future generazioni. Quel giorno il primo equipaggio di tre uomini ha preso alloggio sull'embrione della Stazione Spaziale. La 'Spedizione 1' ha stabilito una presenza umana permanente a bassa orbita e non è mai stata modificata finora, oltre 30 spedizioni dopo.

La Stazione è un laboratorio di livello internazionale per esperimenti fisici, chimici e biologici nella microgravità ma, come ogni laboratorio, richiede dei tecnici. Le persone sono il vero ingrediente speciale della Stazione: gli equipaggi sono sempre indaffarati nel curare esperimenti, o persino a proporsi come soggetti dei test e nell'esecuzione dei lavori di manutenzione apparentemente di routine in un modo che i sistemi automatici non potrebbero mai eguagliare. La Stazione è una piattaforma di osservazione multifunzionale, e gli astronauti monitorano il loro pianeta natale mentre sono in orbita intorno a esso.

E l'esperienza ottenuta dai partner internazionali vivendo e lavorando in orbita può essere trasferita alle spedizioni successive nello spazio più profondo incluso il collaudo di nuovi sistemi e hardware.

Gli astronauti ESA si recano sulla Stazione su base regolare. L'italiano Umberto Guidoni è diventato il primo astronauta ESA a salire a bordo, nel 2001, mentre il tedesco Thomas Reiter è stato il primo astronauta ESA a prendere parte a un equipaggio di 'incremento', durante la Spedizione 13 e 14 nel 2006. Leopold Eyharts è stato a bordo per dirigere il modulo Columbus nel 2008. Frank De Winne è stato il primo astronauta ESA a comandare la Stazione, durante la Spedizione 21 nel 2009. L'astronauta Paolo Nespoli, in questa immagine, ha contribuito a supervisionare la consegna del modulo Nodo-2 Harmony nel 2007 e ha lavorato come ingegnere di volo durante le Spedizioni 26 e 27 nel 2010-11.





Perdere peso velocemente con il metodo ESA

Il nuovo gruppo di astronauti addestrati dall'ESA prova l'assenza di peso nel maggio 2010, a bordo del veicolo 'Zero-G' CNES/ESA per i voli parabolici, decollato dall'aeroporto di Bordeaux-Mérignac in Francia.

Da destra a sinistra, in blu: Samantha Cristoforetti dall'Italia, Thomas Pesquet dalla Francia, Andreas Mogensen dalla Danimarca e Tim Peake dal Regno Unito. A bordo erano presenti anche Alexander Gerst dalla Germania e Luca Parmitano dall'Italia. Questa astronauti candidati della 'classe del 2009' sono diventati astronauti a tutti gli effetti qualche tempo dopo nello stesso anno.

L'uomo vestito di rosso è un 'angelo custode' il cui lavoro è ri-orientare tutti nell'intervallo di tempo compreso tra i 22 secondi di microgravità e il periodo di tempo simile di 'ipergravità' a 1,8 g successivo, quando i piloti accendono i motori per terminare il giro. Ripetendo la manovra, è possibile ottenere un totale di circa 12 minuti di microgravità per volo.

I voli parabolici sono sempre più usati per la ricerca scientifica. ESA sponsorizza regolarmente campagne di voli parabolici, aperte a team scientifici di tutta Europa.







Tuffarsi e nuotare

La microgravità può essere creata sulla Terra solo per brevi periodi. La cosa che gli si avvicina di più sono le immersioni subacquee, in una tuta spaziale accuratamente equipaggiata con una combinazione di pesi e galleggianti che mantengono un galleggiamento neutrale. Qui, l'astronauta ESA Alexander Gerst si addestra per le 'passeggiate spaziali' nel Neutral Buoyancy Laboratory (NBL) presso l'impianto di addestramento Sonny Carter della NASA, vicino al Johnson Space Center di Houston, Texas, nel febbraio 2012. Alexander si sta preparando per una missione di sei mesi sulla Stazione Spaziale Internazionale in qualità di Ingegnere di volo per le Spedizioni 40 e 41 nel 2014.

La NBL è la piscina più grande al mondo: 62 m di lunghezza, 31 m di larghezza e una profondità di 12,34 m. Interi moduli della Stazione vengono sommersi nei 23,5 milioni di litri d'acqua di NBL. Galleggiamento neutrale significa che le reclute – e tutto ciò che usano durante l'addestramento – tendono a galleggiare in acqua, invece che affondare o emergere. Anche in questi casi, le reclute non sono realmente prive di peso, quindi sono necessarie tute molto aderenti.

Come si addice a un progetto spaziale internazionale, gli astronauti devono attraversare una odissea globale prima di essere pronti a viaggiare verso la Stazione. Questo avviene perché a prescindere dalla loro nazione di origine, ogni membro dell'equipaggio deve essere in grado di operare tutte le parti della Stazione, quindi i diversi partner internazionali si occupano dell'addestramento dei propri elementi. Questo complesso processo di addestramento dura da tre a cinque anni in totale.

Il miglior amico dell'uomo

Non sono solo gli umani a dover addestrarsi per le passeggiate spaziali. Nel 2007 il prototipo di 'assistente robotico' a tre braccia chiamato Eurobot ha fatto bella mostra di sé nella Neutral Buoyancy Facility a 10 metri di profondità dell'ESA, presso lo European Astronaut Centre di Colonia, in Germania, per lavorare a un esercizio simulato insieme all'astronauta ESA Jean-François Clervoy.

Umani e robot diventeranno partner nell'esplorazione futura dello spazio. I robot collocati sullo scafo della Stazione possono eseguire ispezioni ravvicinate prima delle uscite extra veicolari ed effettuare eventuali lavori di preparazione iniziali, come il trasferimento di strumenti e attrezzature. Questi assistenti robotici diverranno sempre più importanti man mano che la Stazione richiederà più manutenzione.

Al di là dell'orbita della Terra, i robot potranno sondare nuovi ambienti precedendo gli esploratori umani. Il progetto Multi-purpose End-To-End Robotic Operations Network – Meteron – dell'ESA sta tentando di controllare i robot sulla Terra dalla Stazione, dimostrando la fattibilità del concetto per le missioni future in cui gli astronauti nelle orbite planetarie potranno controllare i rover sulla superficie, estendendo la presenza umana in un ambiente alieno senza i costi e i pericoli aggiuntivi dell'atterraggio.





Soyuz simulato

L'astronauta ESA André Kuipers mentre si esercita sulla centrifuga del veicolo spaziale Soyuz nel centro di addestramento Star City nei pressi di Mosca, in preparazione per il volo verso la Stazione Spaziale del dicembre 2011. La Soyuz è stata modernizzata dopo la prima visita dell'astronauta olandese del 2004, ed egli dovrà imparare a conoscere i significativi aggiornamenti interni.

Star City ha addestrato il primo gruppo di cosmonauti sovietici, incluso Yuri Gagarin, la cui vedova vive ancora là. Gli impianti dispongono di una centrifuga per simulare le elevate accelerazioni del lancio, e diverse versioni dei moduli della Stazione russa. Alcuni moduli sono immersi nell'"Hydrolab", una struttura per il galleggiamento naturale usata per addestrare alla alle passeggiate spaziali mentre altri sono sulla terra asciutta per consentire alle reclute di acquisire familiarità con tutti i dettagli della loro casa orbitale, esercitarsi nelle procedure e addestrarsi alle situazioni di emergenza come gli incendi nella microgravità – infatti l'esperienza dimostra che i moduli si riempiono di fumo accecante molto rapidamente.

"Cercano di simulare il più possibile il volo reale," ha osservato André a quel tempo. "E noi ci prepariamo al meglio per cose che ci auguriamo che non avvengano mai!".





Treno a razzo

Procedendo a passo d'uomo, il razzo Soyuz viene trainato orizzontalmente da una motrice verso la piattaforma di lancio qualche giorno prima del decollo. Una volta arrivato, viene sollevato verticalmente e sottoposto alle prove di lancio che includono l'attivazione di tutte le apparecchiature meccaniche ed elettriche. Il razzo viene alimentato il giorno stesso del volo e il conto alla rovescia finale inizia tre ore prima del lancio, mentre i tre membri dell'equipaggio entrano nel veicolo mezz'ora più tardi.

Il Soyuz russo – il nome indica il razzo a tre stadi e il veicolo spaziale controllato dall'uomo che vola sulla sua parte superiore – rappresenta ora il solo mezzo di accesso per i visitatori della Stazione Spaziale. La versione pilotata della Soyuz parte soltanto dal Cosmodromo di Baikonur nel Kazakhstan, lo stesso sito da cui Yuri Gagarin si sollevò in volo nel 1961, inaugurando l'età dei veicoli spaziali pilotati dall'uomo.

Baikonur è un luogo deserto, originariamente selezionato durante la Guerra Fredda per questioni legate alla sicurezza. Nel cuore dell'Asia Centrale, le sue condizioni atmosferiche possono variare considerevolmente. Per ora, tutti gli astronauti del mondo arrivano qui per partire. La partecipazione dell'ESA alla Stazione consente agli astronauti europei di effettuare spedizioni ogni due anni.





In alto

La Soyuz TMA-15 si solleva dal Cosmodromo di Baikonur il 27 maggio 2009, trasportando l'astronauta ESA Frank De Winne che diverrà il primo comandante europeo della Stazione Spaziale Internazionale. Soyuz si alza verso il cielo con il primo stadio e i quattro propulsori strap-on che usano ossigeno liquido e kerosene. Rendezvous e attracco con la Stazione ora richiedono generalmente sei ore, non più due giorni come in passato.

Soyuz è il motore trainante del programma spaziale Russo ed è in produzione sin dagli anni '60, e il suo design discende dal razzo R-7 che ha lanciato lo Sputnik nel 1957, inaugurando l'Età dello Spazio. La Soyuz ha effettuato oltre 1.700 missioni con e senza piloti ed è progettato per livelli estremi di affidabilità per i voli abitati, incorporando un razzo di fuga per portare l'equipaggio in una zona sicura in caso di emergenza durante il decollo.





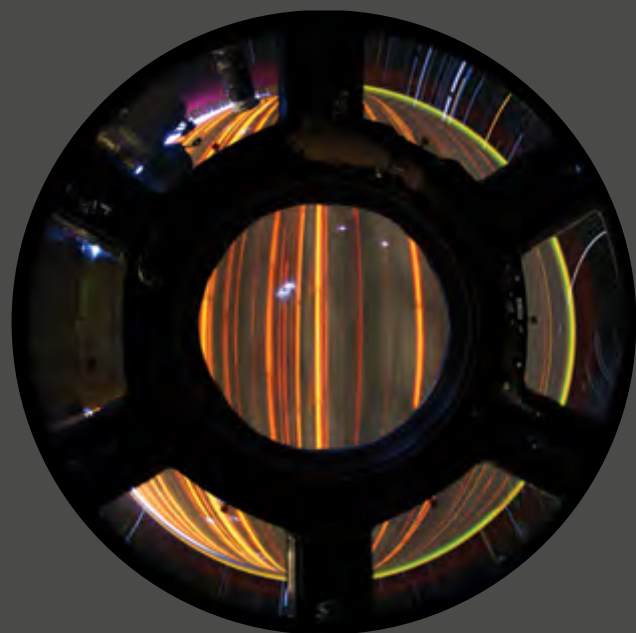
Una finestra sul mondo

Una volta in orbita, gli occhi dell'equipaggio della Stazione lavorano tanto quanto le loro mani. La Cupola, dell'ESA, dispone della finestra più grande mai portata nello spazio, con una finestra principale del diametro di 80 cm circondata da sei finestre laterali trapezoidali all'interno di una cupola in alluminio che offre una visione perfettamente emisferica della Terra e dello spazio intorno alla Stazione. I suoi pannelli in vetro di silice fuso sono otticamente perfetti e progettati per resistere ad anni di esposizione alle radiazioni solari e agli impatti dei detriti.

Collegata al Nodo-3, l'ampia visuale della Cupola è utile per sorvegliare le manipolazioni del braccio robotico e l'attracco – grazie a una postazione di lavoro robotica – ed è possibile anche montare strumenti scientifici. La finestra principale offre un'osservazione diretta della superficie terrestre, mentre i suoi lati danno una visuale sull'atmosfera della Terra. La Cupola è anche un punto molto popolare fra gli astronauti che cercano del relax durante le ore di riposo – il percorso della Stazione la fa passare su gran parte della superficie abitata del pianeta.

Quando non vengono usate, le finestre sono protette da paratie esterne che possono essere aperte dall'equipaggio con un semplice movimento del polso. Successivamente, le paratie vengono chiuse per proteggere i vetri dai micrometeoriti e dai detriti orbitali, e per controllare la temperatura.

I pannelli in vetro a triplo strato sono progettati per poter essere sostituiti con facilità, individualmente o per tutta la finestra, nel cui caso uno un astronauta impegnato in un'attività extra veicolare deve prima sistemare una copertura esterna a pressione sulla finestra.









Luci nella notte

Gli equipaggi della Stazione mentre osservano la Terra spesso hanno difficoltà nel trovare segni diretti di luoghi abitati, almeno durante i 'giorni' di 45 minuti. Le aree urbane possono confondersi nello sfondo a meno che gli astronauti non sappiano esattamente dove cercare. Le strade lunghe e dritte e le linee ferroviarie, i terreni coltivati e le dighe sono più facili da individuare. Ma tutto cambia quando il Sole tramonta e scende la notte di 45 minuti.

Le regioni densamente popolate iniziano a brillare come isole di luce nell'oscurità circostante – come in Sicilia e nello 'stivale' dell'Italia visto in questa fotografia orientata verso nord, realizzata dall'astronauta ESA Paolo Nespoli nel 2010. Il Mediterraneo appare completamente nero, mentre parte della Tunisia è visibile a ovest e la costa adriatica a est.

Le luci notturne sono un indicatore affidabile della presenza della popolazione, e le fotografie notturne – realizzate dagli astronauti o acquisite dai satelliti senza pilota (in basso) – sono state usate per valutare l'effetto della continua crescita urbana sugli ecosistemi circostanti.

Altre sorgenti di luce sono di origine naturale: come le tempeste interconnesse che lampeggiano per centinaia di chilometri e le aurore intorno ai poli. Notare anche il bagliore verdastro del cielo scoperto dalla telecamera sensibile, che arriva da una leggera luminescenza dell'aria nell'atmosfera superiore, e dalla luce delle stelle e artificiale sparsa attraverso le particelle dell'aria.



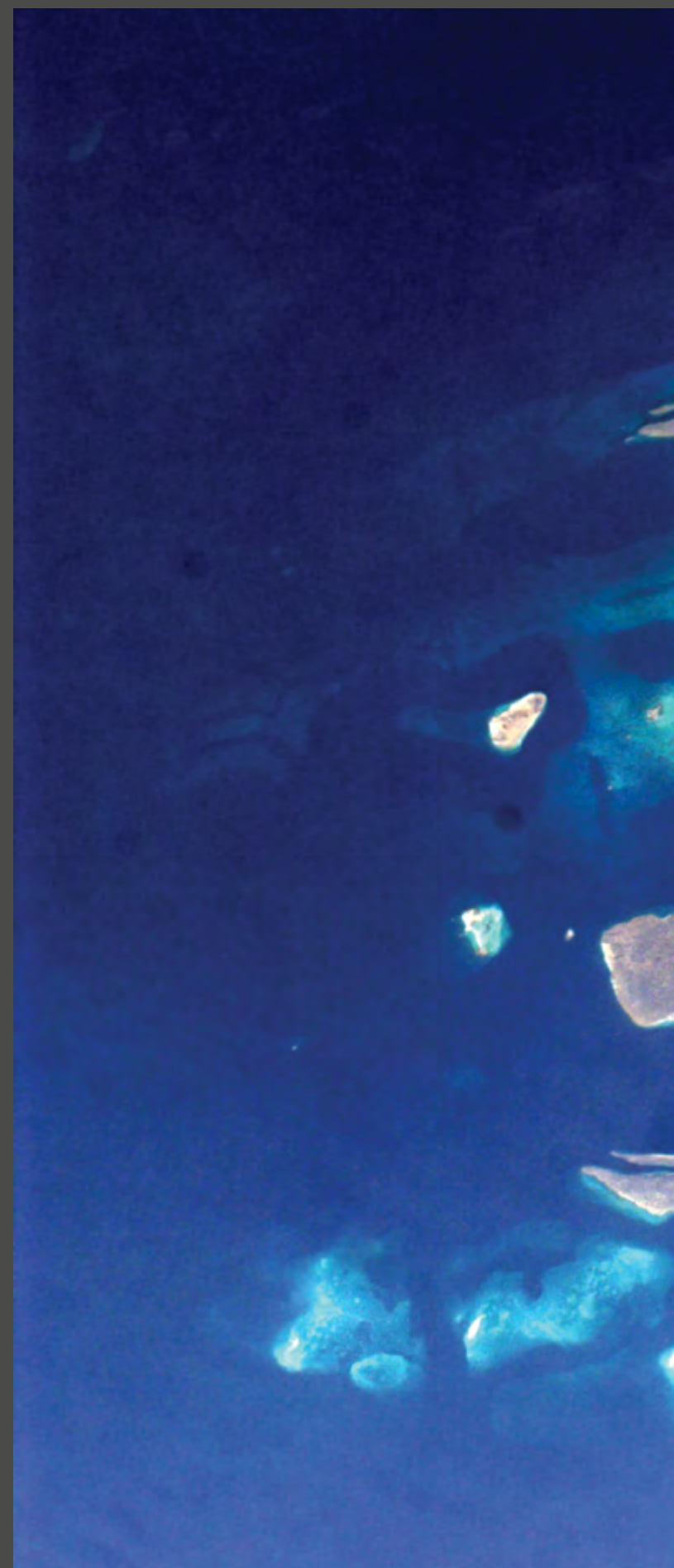
I gioielli blu del Mar Rosso

In principio, un'immagine della Terra scattata automaticamente da un satellite e una realizzata da un astronauta dovrebbero essere identiche – ma le immagini riprese dalla mano e dall'occhio dell'uomo presentano ancora un evidente vantaggio in termini della qualità della composizione.

Questa foto mostra le Isole Farasan nel Mar Rosso, vicine alla città di Jizan nell'angolo sudorientale dell'Arabia Saudita, fotografate da Paolo Nespoli. Questo arcipelago corallino è una riserva naturale molto speciale e possiede la più grande biodiversità del Mar Rosso, ospitando 231 specie di pesci, 49 specie di corallo, tre specie di delfini e un gran numero di uccelli marini in riproduzione.

Paolo ha realizzato migliaia di fotografie durante il suo soggiorno di sei mesi nella Stazione Spaziale Internazionale, e le ha condivise con il pubblico usando il suo account Twitter e le pagine di Flickr. Ha anche ricevuto richieste per realizzare foto.

Durante questo processo Paolo ha ottenuto oltre 20.000 follower su Twitter e raggiunto quasi due milioni di visualizzazioni delle proprie fotografie su Flickr. È persino arrivato alle finali dello Shorty Award del 2010 per la scienza, l'equivalente degli Oscar per i social media.





Vette coperte dalla neve

Il pianeta Terra ha il terreno più variegato del Sistema Solare, trasformato da miliardi di anni di attività geologica, alterazioni atmosferiche e processi biologici. La diversità delle fotografie della Terra realizzate da astronauti lo dimostra – a volte non sembra possibile che tutte queste immagini provengano dallo stesso pianeta.

Questa immagine principale realizzata da Paolo Nespoli nel 2011 mostra le cime innevate dei vulcani Licanabur e del più piccolo Juriques a 4.000 m di altitudine sul confine tra Bolivia e Cile. Nelle vicinanze, a nord-est di Licanabur si trova Laguna Verde, un lago salato il cui colore verde è causato da sedimenti di rame.

L'immagine in riquadro più in alto è la foto che Paolo ha scattato delle montagne Zagros nella provincia iraniana di Fars, formata dalla collisione delle placche tettoniche eurasiatica e araba, che si estendono dall'Iran meridionale e occidentale fino all'Iraq settentrionale; notare le vette coperte dalla neve. L'immagine nel riquadro inferiore mostra la visuale di una regione geograficamente più familiare, la parte settentrionale del Grand Canyon in Arizona, USA.









Un occhio radio sul traffico marino della Terra

Un'istantanea mondiale del traffico marittimo, acquisita dalla Stazione Spaziale Internazionale (in basso). L'orbita dell'avamposto si estende fino alle latitudini polari, coprendo gran parte del globo abitato. Può anche servire come piattaforma per varie tipologie di monitoraggio della Terra.

In questo esempio, il laboratorio europeo Columbus ha ospitato l'Automatic Identification System (AIS, l'immagine principale mostra l'installazione della sua antenna dorata), tipicamente usato dalle autorità portuali e dalle guardie costiere per realizzare schede sul traffico navale sulle coste. Tutte le navi, i velivoli passeggeri e merci internazionali al di sopra di 300 tonnellate hanno l'obbligo di trasportare trasponditori radio VHF AIS. A terra, i messaggi dell'AIS hanno un raggio di soli 50 km circa verso l'orizzonte, ma questo test sui ricevitori in Norvegia e Lussemburgo collegati a un'antenna esterna prova che i segnali si propagano molto più lontano verticalmente – fino ad arrivare in orbita. Per mesi, questo ha permesso di tracciare singole navi. Nelle rotte commerciali più trafficate, come la Manica in Inghilterra o lo Stretto di Malacca, i segnali AIS si confondono l'un l'altro e le navi si perdono nella folla. Ma la forza del monitoraggio orbitale di AIS sta colmando i punti vuoti presenti finora nell'oceano. ESA sta ora cercando di realizzare un servizio di rilevamento AIS operativo.



Andando in basso

Missione completata, il modulo di discesa Soyuz scende con un paracadute sulle piatte steppe del Kazakhstan. Fino a oggi, la Soyuz è stata il solo veicolo spaziale capace di andare sulla Stazione e ritornare, riportando esperimenti e persone sulla Terra.

L'ATV non può effettuare il rientro – anche se sono state proposte varianti future in grado di farlo e potenziare la capacità 'discendente' della Stazione al posto del voluminoso Shuttle. Dopo sei mesi, l'ATV è carico di tonnellate di rifiuti accumulati a bordo e si separa autonomamente seguendo la stessa procedura di attracco prima di prepararsi per un tuffo suicida sopra un'area vuota del Pacifico meridionale, incendiandosi nell'atmosfera (in fondo).

Qualsiasi rientro è meglio di niente, anche se l'astronauta ESA Paolo Nespoli lo descrive come un'esperienza difficile dopo la serenità dello spazio: "Tutto inizia con la capsula che inizia a scuotersi – come se qualcuno stesse colpendo il lato della capsula con un enorme martello. A questo punto cominciano i fuochi d'artificio e il modulo centrale si separa dal resto. Quindi aumentiamo l'accelerazione... Siamo arrivati a 4,5 g nel punto più alto del rientro e ho avuto grosse difficoltà a respirare." Una volta terminato, il paracadute si apre e per 30 secondi circa la capsula si scuote con una forza sufficiente a scaraventare i suoi occupanti. Quindi gli scudi solari vengono scaricati in mare, i sedili iniziano a sobbalzare e infine arriva l'impatto dell'atterraggio. "È una successione di eventi molto violenti, ma che posso dire? È affidabile e funziona, siamo ritornati a terra e questo mi rende felice."





Il segno del progresso

Anche noi possiamo osservare la Stazione Spaziale Internazionale. Cerchiamola un'ora dopo il tramonto, o alla stessa ora prima dell'alba. Arriva da ovest e sembra una stella che scivola rapidamente da orizzonte a orizzonte. Può essere luminosa quanto Venere – come in questa foto scattata dal dilettante olandese Wim Joris – ma su questa stella vivono e lavorano delle persone.

Un buon telescopio può rivelare molto altro – come l'immagine in basso realizzata dall'astronomo olandese Ralf Vandebergh nel 2009 che mostra il vettore merci giapponese HTV (a sinistra) mentre si avvicina alla Stazione che brilla sotto la luce solare.

La Stazione è resa visibile agli osservatori a terra dal Sole riflesso su moduli e ali solari. Nello spazio è ancora illuminata dal Sole dopo che è tramontato da quel lato della Terra, nello stesso modo in cui le cime delle montagne restano avvolte dalla luce del sole dopo che la valle viene oscurata dal crepuscolo.

La Stazione impiega circa 90 minuti per completare un'orbita, quindi a volte è possibile vederla passare più volte nel corso di una sera o di una mattina, anche se la sua posizione nel cielo si sposta ogni notte. Ad ogni modo, dovrebbe passare sopra tutte le località della Terra ogni sei settimane circa.









Cosa c'è sotto

Gli astronauti ESA possono a volte avventurarsi verso destinazioni diverse dalla Stazione Spaziale. A volte si dirigono verso il basso anziché verso l'alto, in cerca di analoghi realistici dell'ambiente orbitale. Nel 2011 questo team internazionale composto da astronauti europei, americani e russi ha trascorso sei giorni esplorando le profondità di un sistema di caverne in Sardegna facente parte del loro addestramento per la sopravvivenza. Tim Peake e Thomas Pesquet dell'ESA sono stati raggiunti da Randolph Bresnik della NASA, da Norishige Kanai dal Giappone e da Sergey Ryzhikov dalla Russia.

Gli addestratori dello European Astronaut Centre hanno scelto queste grotte perché sono separate dal mondo esterno, e per il loro senso di isolamento, minima privacy, sfide tecniche e attrezzature e risorse limitate per l'igiene e il comfort – proprio come nello spazio.

La loro routine quotidiana è stata organizzata in timeline (cronologia), come nelle missioni spaziali. Le sessioni di pianificazione si svolgevano due volte al giorno usando una linea telefonica diretta a un team di supporto posto all'entrata della caverna. Il sistema della caverna includeva molti passaggi inesplorati, e il team doveva decidere su come procedere: se usare un gommone gonfiabile quando si incontravano laghi sotterranei, o dividersi in piccoli gruppi quando i passaggi si separavano. Il loro lavoro scientifico includeva mappatura, fotografia, monitoraggio del flusso dell'aria, di temperatura e umidità, oltre alla raccolta di campioni microbiologici e geologici.

La curiosa esperienza li ha aiutati a superare le differenze culturali e linguistiche lavorando in team alla risoluzione dei problemi. Quando sono finalmente riemersi alla luce del sole, il team ha partecipato a un rapporto finale completo e hanno realizzato una presentazione da usare con il prossimo gruppo di 'cavenauti'.



Il preludio ghiacciato dell'esplorazione

La base di ricerca internazionale Concordia è posizionata in uno dei punti più elevati della crosta ghiacciata antartica, conosciuta come 'Dome C', 3.200 m sul livello del mare. È uno dei luoghi più isolati e freddi della Terra. Durante l'inverno antartico diventa impossibile accedere all'avamposto perché le temperature si abbassano fino a -84°C . I 14 abitanti di Concordia devono imparare a vivere e lavorare insieme senza l'aiuto del mondo esterno. Solo dopo che l'estate antartica riscalda il rigido ambiente è possibile inviare rifornimenti e personale nuovo al sito.

Il programma di ricerca del solitario avamposto include glaciologia, biologia umana e atmosfera – l'ESA adopera la base per preparare future missioni a lunga durata oltre la Terra. Concordia è il luogo ideale per studiare gli effetti di un ambiente ostile ed estremo su piccoli team multiculturali isolati per lunghi periodi. L'ESA sponsorizza ricercatori diretti alla base, in particolare per studiare il modo in cui gli occupanti si adattano. Le aree di interesse speciale sono gli schemi del sonno, le prestazioni individuali e di gruppo e l'allenamento. Vengono anche valutati gli strumenti e le tecniche che potrebbero aiutare gli equipaggi delle missioni future.

Il lavoro prosegue la precedente ricerca ESA sui fattori umani, in particolare la partecipazione all'esperimento internazionale Mars500 nel 2011–12, quando due volontari europei si sono uniti a un equipaggio internazionale (in basso) di 'martenauti' nella simulazione di una missione su Marte, sigillati per 520 giorni all'interno di una camera presso l'Istituto russo per i problemi biomedici di Mosca. Lo studio ha aiutato a determinare effetti fisiologici e psicologici chiave derivanti dalla permanenza in un ambiente chiuso di questo tipo per un periodo prolungato.





→ PONTI VERSO L'ORBITA

Non esiste un punto preciso in cui inizia, ma lo spazio è più vicino di quanto si creda. La Stazione Spaziale Internazionale orbita a un'altezza pari all'incirca alla distanza da Londra a Parigi. Se si potesse guidare un'auto verso il cielo, sarebbe possibile raggiungere i satelliti più vicini in un paio d'ore.

Ma la sola altitudine non è sufficiente per rimanere nello spazio – la spinta della gravità terrestre all'altitudine a cui si trova la Stazione è pari ancora ai nove decimi di quella a terra, e sarebbe in grado di scaraventarvi in basso in un istante. Andare nello spazio per restare significa raggiungere l'orbita, e per fare questo un'auto dovrebbe iniziare a procedere parallelamente al terreno percorrendo quasi 8 km chilometri al secondo. Tecnicamente, un oggetto in orbita sta precipitando sulla Terra, ma spostandosi di lato così rapidamente che curva intorno all'orizzonte, senza mai arrivare al suolo.

Con la tecnologia corrente, i razzi chimici multi-stadio rappresentano il solo punto di passaggio per andare in orbita. Un motore a razzo acceso è quasi come un'esplosione controllata, con una propulsione diretta verso il basso. Seguendo la Terza Legge di Isaac Newton – *a ogni azione corrisponde una reazione uguale e opposta* – il razzo sale verso l'alto. È necessaria una

quantità di energia molto alta: il razzo Ariane 5 è alto 53 metri e pesa 780 tonnellate, ma oltre il 95% di questo peso è costituito da carburante e ossidante. Ma anche in quel caso, un razzo deve eliminare propulsori e stadi mentre sale, riducendo la sua massa di volo e aumentando la velocità per raggiungere l'orbita.

Ariane al decollo

Sono trascorsi più di 40 anni da quando un gruppo di governi Europei ha deciso che il programma spaziale Europeo doveva avere un accesso garantito allo spazio, e che la migliore soluzione era di combinare i propri sforzi per raggiungere questo obiettivo. Grazie alla loro lungimiranza, l'Europa ha sviluppato la famiglia di veicoli di lancio Ariane stabilendo la propria base di lancio nella Guyana Francese. Il primo Ariane 1 è stato lanciato alla vigilia di Natale del 1979. Da allora sono decollati oltre 215 Ariane, passando dagli Ariane 2, 3 e 4 all'attuale Ariane 5.

Ariane si è affermato come leader di mercato, portando in orbita la metà di tutti i satelliti commerciali. Vega, il nuovo razzo Europeo, è stato sviluppato per capacità di carico più piccole e il razzo russo Soyuz è stato trasferito nello Spazioporto Europeo della Guyana

Francese per aumentare la flessibilità e la competitività della famiglia di veicoli di lancio europei. Un'azienda privata, la Arianespace, gestisce la famiglia di veicoli di lancio, mentre l'ESA conserva il proprio ruolo legato allo sviluppo tecnico, che include i lavori per la 'Prossima generazione di veicoli di lancio' per il prossimo futuro.

Rispondere alle chiamate

Quasi tutti i lanci ESA lasciano la Terra senza fare mai più ritorno, ma restano collegati grazie a un particolare tipo di ponte – le comunicazioni radio – con le quali i team a terra mantengono il comando e i veicoli spaziali inviano i propri preziosi risultati.

La loro capacità a banda larga e l'abilità di attraversare liberamente l'atmosfera terrestre fa sì che i segnali radio siano la spina dorsale delle comunicazioni spaziali, con una rete di stazioni di terra sparse intorno al pianeta al servizio dei satelliti circolanti in varie orbite. In parole semplici, più grande è il riflettore radio, maggiore sarà la distanza del veicolo spaziale che potrà raggiungere.

Il primo satellite mai realizzato, lo Sputnik, riusciva soltanto a trasmettere dei 'bip'. Più di cinque decenni dopo, le missioni spaziali devono affrontare il rischio di

perdersi nell'enorme quantità di dati prodotti dagli strumenti satellitari delle nuove generazioni. Sempre più spesso i pianificatori delle missioni devono considerare il problema di individuare un modo per riportare sulla Terra i risultati conseguiti. L'ampiezza di banda disponibile per una missione viene stabilita in base alla combinazione della dimensione dell'antenna, della potenza del trasmettitore e delle caratteristiche delle stazioni di terra utilizzate. Man mano che lo spazio si fa più occupato, l'ampiezza di banda diventa una risorsa sempre più scarsa, e le bande tradizionali sono sempre più affollate. Ingegnosi stratagemmi come la condivisione delle frequenze hanno ormai raggiunto i loro limiti.

Siamo arrivati a un punto in cui aumentare il numero complessivo di stazioni di terra sta diventando sempre più inefficiente. Trasmettere le comunicazioni usando i satelliti è uno dei modi per aumentare la connettività delle stazioni di terra – l'European Data Relay System dell'ESA sta indagando questa soluzione. Un altro metodo più diretto è di limitare i risultati di una missione a una dimensione più gestibile utilizzando la compressione dei dati di bordo prima di inviarli alla Terra.



Pronto per il lancio

Un razzo Ariane 5 nel cielo della regione tropicale della Guyana Francese, circondato da una densa giungla. La torre che appare di lato è una delle quattro torri di illuminazione allestite per proteggerlo dalle tempeste. Lo Spazioporto Europeo si trova a soli 500 km a nord dell'equatore, e i suoi veicoli di lancio ricavano velocità aggiuntiva grazie alla rotazione della Terra.

Questo è il veicolo che ha lanciato la sonda Rosetta il 2 marzo 2004 – la prima volta che un Ariane ha trasportato un carico in una traiettoria che si allontana dal nostro pianeta.

Lo stadio criogenico centrale di Ariane 5 contiene ossigeno e idrogeno liquidi per alimentare il motore principale, insieme a una coppia di propulsori a propellente solido che forniscono più del 90% della spinta totale per i primi 130 secondi di volo. Il primo stadio può essere sormontato da uno stadio superiore con propellente immagazzinabile o da uno stadio superiore con propellente criogenico che si occupa di portare il veicolo al di là dell'atmosfera per un'ampia gamma di missioni su orbite a bassa altitudine, geostazionarie o ancora più lontane. L'apparecchiatura del veicolo posizionata sulla parte anteriore dello stadio principale contiene il computer di guida che porterà il razzo verso la sua orbita finale con un'accuratezza che solo pochi concorrenti possono eguagliare. Questo permette di conservare i propellenti del satellite durante le manovre finali fino alla posizione operativa. In tal modo, la vita utile del satellite può essere prolungata di quasi un anno.

L'immagine nel riquadro mostra una delle due condotte della piattaforma di lancio di Ariane 5, che scarica le fiamme provenienti dai propulsori a propellente solido al momento dell'accensione. Le condotte sono rinforzate con piastre di acciaio inossidabile spesse 8 cm che proteggono le mura in cemento, riducendo la manutenzione necessaria tra un lancio e l'altro.

Due varianti dell'Ariane 5 sono attualmente in produzione: l'Ariane 5 ECA (con lo stadio criogenico superiore) fino a 10 tonnellate verso orbite geostazionarie e Ariane 5 ES (con stadio superiore a propellente immagazzinabile) fino a 20 tonnellate verso orbite basse, come il Veicolo di trasferimento automatico dell'ESA e, potenzialmente, la dislocazione contemporanea di quattro satelliti Galileo per la navigazione su un'orbita di media altitudine.







Volare con il fuoco

Un Ariane 5 si solleva in orbita circondato da una colonna di fumo subito dopo il lancio (a destra) – il fumo proviene in gran parte dai propulsori a propellente solido che forniscono quasi tutta la spinta in questa fase. Dopo essersi sollevato verticalmente, il razzo inizia il movimento di beccheggio e rollio per dirigersi a est sopra l'Oceano Atlantico.

Questa veduta del volo V164 del 23 febbraio 2005 è stata ripresa nel centro di comunicazione di Mont Pariacabo, a circa 15 km dalla piattaforma di lancio. I propulsori vengono eiettati a circa 130 secondi e 65 km durante il volo, mentre lo stadio principale – che trasporta 150 tonnellate di ossigeno liquido e 25 tonnellate di idrogeno liquido – rimane in funzione per circa 540 secondi. All'arresto, a un'altitudine compresa tra 160 e 210 km a seconda della traiettoria della missione, lo stadio principale si separa e rientra nell'atmosfera al di sopra dell'Atlantico, lasciando che lo stadio principale continui il proprio volo nel vuoto dello spazio.

A seconda della finestra orbitale stabilita, Ariane 5 può essere lanciato di notte anziché di giorno – come nell'immagine a sinistra. Gli osservatori affermano che il momento del decollo ricorda il sorgere del Sole all'alba.



Un solido concorrente

La piattaforma di lancio in cemento di ELA-1 un tempo ospitava i veicoli di lancio Ariane 1 in partenza verso la loro orbita, ma è stata rimodellata per servire i più recenti razzi europei.

Man mano che la tecnologia spaziale si evolve, le dimensioni medie dei satelliti diminuiscono. Il razzo Vega, decollato per la prima volta il 13 febbraio 2012, è stato realizzato specificamente per servire questo mercato in espansione, grazie alla sua capacità di trasportare più satelliti in ogni singolo lancio.

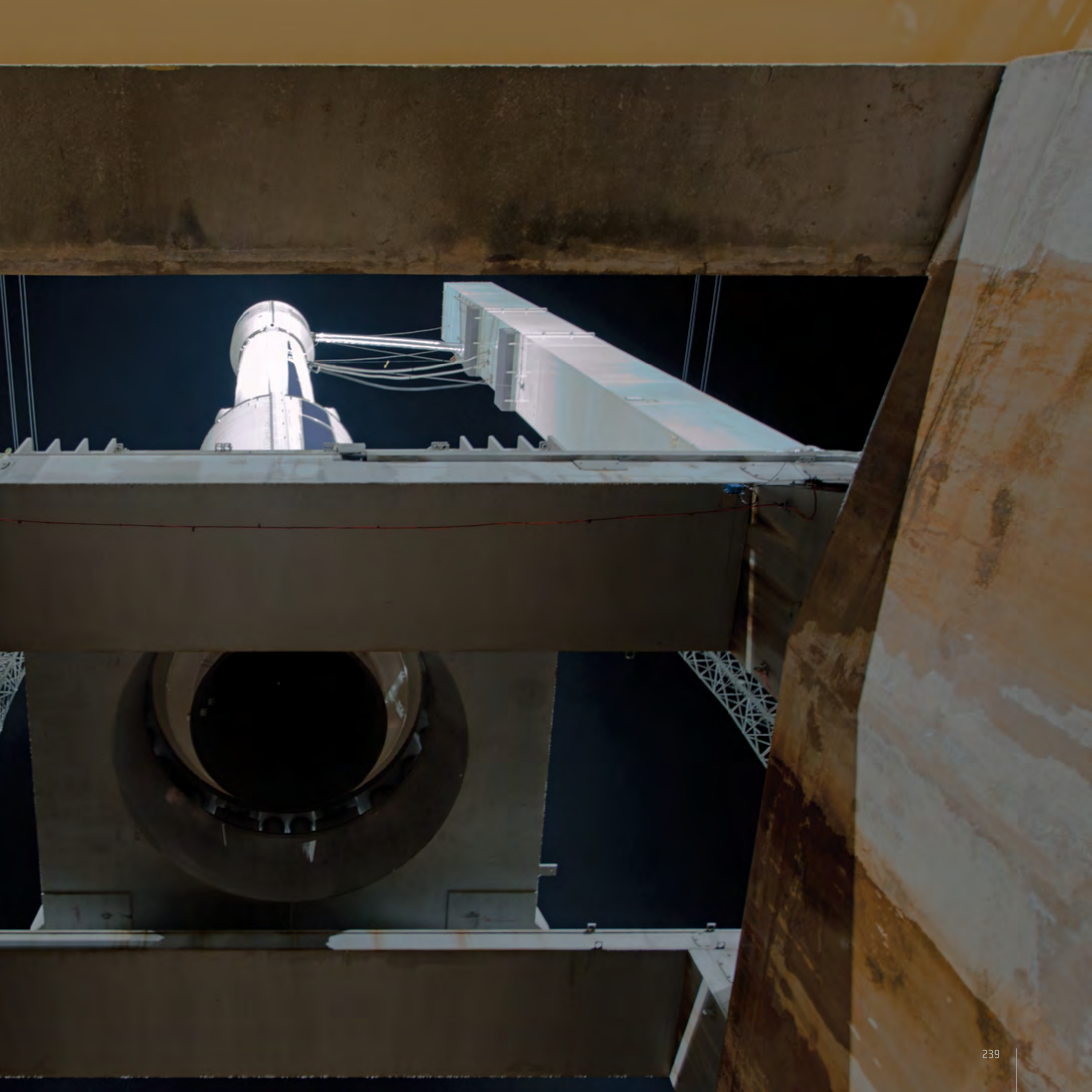
Vega è compatibile con carichi di massa compresa tra 300 e 2.500 kg, a seconda del tipo e dell'altitudine dell'orbita richiesta dai clienti. Il benchmark è per 1.500 kg in un'orbita polare di 700 km di altitudine, e il razzo vettore verrà utilizzato per le future missioni ESA come LISA Pathfinder, ADM-Aeolus e Sentinel-2 e 3 nell'ambito dell'iniziativa di monitoraggio globale Copernicus.

La progettazione di Vega è stata guidata da decenni di esperienza nella costruzione e messa in orbita degli Ariane, e i suoi primi tre stadi a propellente liquido sono derivati dai propulsori strap-on di Ariane 5. Il quarto stadio con propellente liquido e riavviabile completa la capacità di Vega di portare carichi in orbita consentendo al sistema di spinta e di navigazione aerea di sorvegliare la regolazione del rollio del veicolo nel corso dell'intero volo.

Oltre a ciò, Vega incorpora un'ampia gamma di nuovi materiali che permettono di limitarne al massimo il peso – minore la sua massa, maggiore sarà il carico che potrà portare in orbita. L'aspetto più notevole è che lo scafo di Vega è realizzato con polimeri rinforzati in fibra di carbonio e quindi cotti fino a raggiungere lo stato solido – un materiale usato solitamente per le piattaforme di sostegno del carico al centro dei satelliti per le telecomunicazioni o per i telai della auto di Formula 1.

Il veicolo così ottenuto è tre volte più leggero rispetto ad un razzo equivalente con scafo in metallo, ma con un rapporto forza/peso quasi 5 volte superiore rispetto all'acciaio o all'alluminio. Altri materiali innovativi includono composti di carbonio-carbonio e di carbonio fenolico, usati per gli ugelli del razzo a tre stadi.









Soyuz sudamericano

Questo Soyuz ha viaggiato per mezzo mondo prima di decollare. Il razzo è collocato sul suo ponte mobile sulla piattaforma di lancio della sua nuova casa, lo Spaziporto Europeo della Guyana Francese.

La Soyuz è il motore trainante del programma spaziale russo ed è in produzione sin dagli anni '60, oltre a essere un discendente del razzo che ha lanciato lo Sputnik nel 1957, inaugurando l'Età dello Spazio. Essendo un veicolo di lancio di classe media, aver portato la Soyuz nella Guyana Francese consente di integrare l'Ariane 5 e il più piccolo Vega, incrementando così la flessibilità e la completezza della famiglia di veicoli di lancio dell'Europa.

Per i lanci dalla Guyana Francese, questo razzo a tre stadi – più uno stadio superiore costituito generalmente da un Fregat – viene assemblato orizzontalmente seguendo il tradizionale approccio russo, quindi sollevato in verticale per far sì che il suo carico possa essere installato dall'alto secondo lo standard europeo. Questo processo è supportato da un nuovo ponte mobile, che si occupa anche di proteggere i satelliti e il razzo dall'umido ambiente tropicale.

La Guyana Francese è vicina all'Equatore, di conseguenza il lancio della Soyuz trae grande vantaggio dalla rotazione terrestre, aumentando il carico massimo verso l'orbita di trasferimento geostazionaria da 1,7 tonnellate a 3 tonnellate.

L'osservatorio sull'isola

Questo cinetelescopio con una cupola bianca (a sinistra), immerso fra le rovine di una colonia penale sulla Île Royale, situata nei pressi della costa della Guyana Francese, traccia il volo dei veicoli di lancio in partenza dallo Spazioporto Europeo. Il suo compito è filmare tutto quel che succede prima che il razzo scompaia dalla vista, inclusa la rimozione dei propulsori, la separazione degli stadi e ogni eventuale anomalia. I filmati realizzati alle lunghezze d'onda visibili e infrarosse vengono poi analizzati da Arianespace e dai partner impegnati nella produzione. Per i lanci di Ariane 5, l'evento visibile più di frequente è la separazione della carenatura – che protegge il carico dalle vibrazioni atmosferiche – a 110 km di altitudine dopo circa 3 minuti di volo.

Queste rovine sono la testimonianza del fatto che la Guyana Francese, oggi una delle principali rotte in partenza dal pianeta, rappresentava il limite estremo del mondo per generazioni di prigionieri. Il famoso capitano Alfred Dreyfus fu tenuto in isolamento sulla vicina Isola del Diavolo (Île du Diable), che insieme alla Île Saint Joseph formava un terzetto di isole denominate Isole della Salvezza (Îles du Salut). Trovandosi direttamente al di sotto della traiettoria del veicolo di lancio di Kourou, negli anni '60 le isole sono divenute proprietà dell'agenzia spaziale francese, il CNES. L'agenzia ha rimesso in funzione le rovine della colonia penale negli anni '80. Oggi le isole sono un'attrazione turistica e una riserva naturale. La foresta nell'immagine ospita una tribù di scimmie – e nasconde il cimitero della prigione.

Mentre il cinetelescopio raccoglie riprese visive, una catena di stazioni di terra traccia la telemetria del veicolo di lancio che si estende da Kourou fino al Brasile, all'Isola di Ascensione nella parte centrale dell'Atlantico, al Gabon in Africa occidentale e al Kenya in Africa orientale.







Collegamenti radio verso l'orbita

L'antenna ESA di 15 metri di diametro collocata a Kourou scruta il cielo mentre Ariane 5 decolla trasportando Herschel e Planck il 14 maggio 2009.

Le missioni ESA dirette in orbita o verso il sistema solare restano collegate al loro pianeta natale grazie a collegamenti radio invisibili che si dipanano dalla rete di stazioni di terra ESA intorno al globo nota come Estrack.

Il compito principale di tutte le stazioni di tracciamento ESA è di comunicare con le missioni europee, trasmettendo comandi e scaricando dati scientifici e le informazioni sullo stato del veicolo spaziale. Le stazioni Estrack inoltre raccolgono dati radiometrici per aiutare gli addetti al controllo della missione a conoscere la posizione, la traiettoria e la velocità del loro veicolo spaziale. Le stazioni offrono servizi aggiuntivi che includono la ricerca e l'acquisizione dei veicoli lanciati di recente, il controllo della frequenza e della sincronizzazione utilizzando orologi atomici e la raccolta di dati atmosferici e meteo tramite l'analisi dei segnali. Esistono 10 stazioni Estrack principali, a cui se ne aggiungono delle altre quando è necessario. In cambio, le stazioni ESA supportano le missioni dei partner internazionali, ed ESA svolge un ruolo molto importante nello stabilire gli standard tecnici che consentono la condivisione dei dati tra le stazioni, i veicoli spaziali e le reti a Terra e nello spazio. Posizionata a circa 5 km a ovest del complesso di lancio di Ariane 5, la stazione di Kourou, visibile qui, è controllata a distanza dal Centro europeo per le operazioni spaziali (ESOC) a Darmstadt, in Germania, e offre supporto per il tracciamento e il controllo di tutte le fasi delle missioni ESA.



Il grande piatto

La nuova stazione di terra di 35 metri di diametro dedicata alle operazioni nello spazio profondo dell'ESA collocata a Malargüe in Argentina è entrata in servizio nel 2012, completando la copertura completa della sfera celeste insieme alle stazioni per lo spazio profondo già esistenti di New Norcia in Australia e Cebreros in Spagna, operative dal 2002 e dal 2005, rispettivamente. Insieme esse offrono la capacità di tracciare lo spazio profondo, complementando le stazioni Estrack esistenti dotate di antenne di 15 metri di diametro progettate per le orbite basse terrestri. Le stazioni di 35 metri offrono portata e radio tecnologia migliori e velocità di trasmissione dati maggiore come richiesto dalle missioni scientifiche in corso e della prossima generazione quali Mars Express, Venus Express, Rosetta, BepiColombo, Solar Orbiter, Euclid e Juice.

Le missioni per lo spazio profondo generalmente viaggiano a centinaia di milioni di chilometri dalla Terra, e comunicare a queste distanze richiede sistemi di puntamento meccanico di elevata precisione. Nell'agosto 2012, utilizzando Mars Express come stazione per la trasmissione dei dati, Estrack ha fornito un importante supporto per il rover Mars Science Laboratory NASA nel corso del suo atterraggio su Marte. Nel gennaio 2014 ha ristabilito le comunicazioni con Rosetta dopo che si è risvegliata dall'ibernazione e si è preparata a entrare in orbita intorno alla cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko.









Centro di controllo

La Sala di controllo principale è il cuore del Centro europeo per le operazioni spaziali – ESOC – di Darmstadt, Germania.

Qui i team monitorano i drammatici eventi che caratterizzano lo svolgimento delle missioni una volta che si separano dal razzo, dalla fase cruciale del lancio e della prima entrata in orbita – il momento in cui una missione acquista realmente vita – a complesse manovre come i passaggi in prossimità di comete, fino all'ingresso nell'orbita di pianeti alieni.

Per le operazioni di routine, gli addetti al controllo delle missioni lavorano da sale di comando specializzate, da cui sorvegliano l'osservazione e l'astronomia terrestri e i veicoli spaziali per lo spazio profondo 365 giorni l'anno, pianificando e caricando i comandi e assicurando un flusso affidabile di dati preziosi per gli scienziati e le comunità di utenti. I team addetti alle operazioni interagiscono quotidianamente con le stazioni Estrack, facendo affidamento sull'importante opera di supporto prestata dagli specialisti della navigazione, delle reti e delle dinamiche di volo. Gli analisti della missione lavorano sulle missioni future per valutare il modo migliore in cui i satelliti possono realizzare gli obiettivi scientifici nel nostro sistema solare.

Sin dal 1967, l'ESOC ha effettuato oltre 60 missioni ESA e ha supportato più di 50 satelliti messi in orbita da partner internazionali ed europei. Il successo del Centro non è dovuto solo alle competenze tecniche ma anche, e forse in modo ancora più importante, all'impegno individuale e al lavoro di gruppo stimolato con cura nel corso dei decenni. ESOC è lo snodo dell'Agenzia per le operazioni delle missioni, le dinamiche dei voli, la progettazione, la realizzazione e la messa in funzione delle stazioni di terra, lo sviluppo del software per il controllo delle missioni, gli studi sui rifiuti spaziali e molto altro ancora.

Lavorando da vicino con l'industria europea, gli ingegneri migliorano costantemente la tecnologia dei sistemi di terra; molti dei concetti messi in pratica per la prima volta dall'ESOC vengono poi trasferiti in ambito industriale per finalità commerciali. La Navigation Facility ESOC è oggi una delle fonti di dati geospaziali più rispettata al mondo e supporta servizi di navigazione molto importanti sul piano economico.

Oggi, ESOC vanta una reputazione unica e invidiabile in qualità di 'centro di eccellenza' per le missioni e svolgerà un ruolo centrale nei programmi e nelle missioni spaziali future.







Dando un'occhiata

La purezza del cielo di Tenerife l'ha resa una delle località preferite per ospitare gli osservatori astronomici. Tuttavia l'impianto dell'ESA sulla più grande fra le Isole Canarie è un'eccezione; i suoi telescopi non osservano lo spazio profondo ma sono rivolti verso l'orbita terrestre.

La Stazione ottica di terra dell'Agenzia è un componente unico delle operazioni di terra globali dell'Agenzia e usa le osservazioni astronomiche per sorvegliare i satelliti artificiali nello spazio. Situata a 2.400 metri nell'Osservatorio del Teide, posto sui fianchi del vulcano El Teide, la stazione originariamente venne costruita alla fine degli anni '90 per collaudare un collegamento laser sperimentale per le comunicazioni con il satellite per le telecomunicazioni Artemis dell'ESA. Ha portato avanti questo lavoro, fornendo comunicazione laser anche per altre missioni – come la missione lunare SMART-1 dell'ESA – e raggiungendo il record mondiale per le comunicazioni laser sulla distanza di 150 di chilometri che separano Tenerife e La Palma.

La stazione dispone di un'ampia varietà di applicazioni, come il tracciamento di rifiuti spaziali, il sondaggio dell'atmosfera e la realizzazione di osservazioni astronomiche. Sebbene i rifiuti spaziali a basse orbite siano tracciati meglio dai radar, gli oggetti più distanti vengono individuati al meglio usando sistemi ottici. È stato sviluppato uno speciale dispositivo ad accoppiamento di carica da 16 milioni di pixel e campo ampio raffreddato da azoto liquido. Indagini regolari hanno creato un ampio catalogo di rifiuti, facendo dell'ESA il leader mondiale in questo importante settore.

L'impianto svolgerà un ruolo cruciale nell'iniziativa per il monitoraggio dell'ambiente spaziale dell'ESA, il cui obiettivo è di migliorare la comprensione dei pericoli dello spazio come rifiuti orbitali e i vicini asteroidi.

→ PREPARANDO LA VIA

I veicoli spaziali sono alcune delle macchine più complesse mai costruite, e devono resistere alle accelerazioni, vibrazioni e martellamenti acustici estremi del lancio di un razzo, e successivamente sopportare vuoto spinto, assenza di peso, estremi delle temperature ed elevate radiazioni spaziali per anni, senza la prospettiva di riparazione.

L'ESA ha progettato, collaudato e lanciato oltre 70 missioni spaziali, oltre a sei tipi di veicoli di lancio. La portata dei risultati conseguiti dall'Agenzia è ancora più grande se si considera il suo stato di organizzazione dedicata allo sviluppo e alla ricerca. L'ESA non fa lavori di routine. Ogni nuova missione contrassegna un passo tecnico o scientifico in avanti rispetto a quanto è stato fatto in precedenza. In molti casi, le missioni future si basano su tecnologie che non esistono ancora.

Estendendo i limiti del possibile

Come viene fatto? L'industria europea è responsabile per la progettazione e la costruzione delle missioni, ma l'ESA svolge ruoli centrali nella leadership, nel coordinamento e nella supervisione. Ogni nuova missione spaziale nasce da una nuova idea per l'esplorazione o le applicazioni – potenzialmente in arrivo dalle istituzioni di ricerca o dall'industria – e a

quel punto gli ingegneri ESA specializzati in ogni aspetto dell'ambiente spaziale valutano la fattibilità e la guidano nella fase di sviluppo.

Trasformare i piani in realtà richiede un flusso continuo di innovazione, resa possibile grazie a contratti di ricerca con l'industria. Le nuove tecnologie vengono accompagnate con attenzione lungo la scala del 'Technology Readiness Level' (TRL: Livello di prontezza della tecnologia) – dove TRL 1 indica un'idea promettente, mentre TRL 9 significa che si è pronti al decollo nello spazio. Ma raggiungere i diversi livelli della scala richiede qualificazioni e collaudi più accurati. Il Programma di lungo tempo per la ricerca tecnologica di base dell'ESA esplora nuovi concetti, mentre il suo successore, il Programma tecnologico di supporto generale, prende i prototipi risultanti e li trasforma in prodotti pronti a volare e per il mercato. I direttorati individuali dell'ESA supportano anche le proprie attività aggiuntive per lo sviluppo tecnologico, se necessario.

I piani dello sviluppo tecnologico

Il processo è diretto da esperti dell'ESA, guidati da mappe dettagliate sulla ricerca e lo sviluppo, in coordinazione con altre entità europee. L'ESA inoltre aiuta a stabilire standard di lavoro comuni per

l'industria spaziale europea sfruttando la propria appartenenza alla Cooperazione europea per la standardizzazione spaziale e compila un elenco di parti qualificate per le missioni spaziali grazie a un organismo noto come Coordinamento delle componenti spaziali europee. E la quantità e la qualità delle parti e dei blocchi di costruzione realizzati in Europa disponibili per le missioni spaziali si sta ampliando grazie all'Iniziativa per le componenti europee. L'ESA sta lavorando insieme alle agenzie spaziali nazionali e alle organizzazioni correlate come l'Agenzia per la difesa europea per garantire che la non-dipendenza non venga messa a rischio a causa di un eccessivo affidamento su fornitori esteri.

Supporto della missione

A supporto delle missioni individuali, gli specialisti dell'ESA aiuteranno a decidere il materiale che è opportuno usare per un veicolo spaziale. I materiali e le parti candidate possono essere collaudate in modo esaustivo nei laboratori del principale centro tecnico ESTEC o in una rete di laboratori esterni in tutta Europa: bombardati in vario modo con le radiazioni, soggetti a tensioni termiche, energetiche e con vibrazioni o esposti a condizioni di vuoto simili a quelle dello spazio, o persino fatti ruotare a gravità elevata

per giorni o settimane. Il Centro di collaudo ESTEC combina un set unico di impianti per testare missioni spaziali complete in condizioni orbitali o di lancio simulate – il più grande centro di questo tipo in Europa e uno dei più grandi al mondo.



Il cuore tecnico

Annidato tra le dune di Noordwijk, Paesi Bassi, sulle coste del Mare del Nord, ESTEC – il Centro tecnologico e di ricerca spaziale europeo – è il più grande centro spaziale in Europa. Si tratta del cuore tecnico dell'ESA.

ESTEC è l'incubatore degli sforzi europei, e in esso le missioni vengono ideate e guidate nelle fasi dello sviluppo, dove viene data alla luce la tecnologia che consentirà le missioni del futuro, e dove le apparecchiature possono essere testate in condizioni simili allo spazio.

Le oltre 2.600 persone che lavorano qui sono responsabili per lo sviluppo e la gestione di tutti i tipi di missioni dell'ESA: attività scientifica, volo spaziale umano ed esplorazione, telecomunicazioni, navigazione satellitare e osservazione terrestre.

Gli specialisti ESTEC lavorano per supportare l'industria spaziale europea e cooperate da vicino con altre organizzazioni, come università, istituti di ricerca e agenzie nazionali degli Stati membri ESA, oltre che agenzie spaziali di tutto il mondo.

ESTEC inoltre accoglie una vasta gamma di installazioni per il collaudo – unico in Europa – per sottoporre i componenti dei satelliti o i veicoli spaziali completi alle accelerazioni, vibrazioni e livelli di rumore estremi necessari per andare in orbita, oltre al vuoto spinto, alle temperature estreme e alle elevate radiazioni presenti in orbita. Oltre 180 missioni spaziali hanno attraversato i cancelli di ESTEC nel loro viaggio verso lo spazio.







Le missioni prendono forma

Ogni missione spaziale ESA nasce da una nuova idea per l'esplorazione o le applicazioni. Queste idee iniziali prendono un'impronta specifica qui nel CDF, l'avanzatissimo Concurrent Design Facility dell'ESA. Considerando che i veicoli spaziali sono alcune delle macchine più complesse mai progettate, il processo di progettazione vero e proprio può svolgersi in modo sorprendentemente rapido oggi giorno.

La rete di computer, dispositivi multimediali e strumenti software del CDF consente a team di esperti di discipline ingegneristiche diverse di lavorare a stretto contatto nello stesso luogo e nello stesso tempo.

Tradizionalmente, quando devono affrontare il compito di progettare un nuovo sistema o una struttura complessa, come un'auto, un velivolo o un satellite, gli ingegneri lavorano in sequenza, un passo alla volta, passando il progetto da ingegnere a ingegnere. L'ingegneria concorrente riunisce tutti gli ingegneri, con le rispettive capacità e strumenti, con i rappresentanti dell'utente finale nella stessa località e nello stesso tempo. Questo consente di realizzare una progettazione iterativa a un ritmo più elevato, con i clienti e i progettisti che prendono accordi e assumono decisioni in tempo reale per assicurare il miglior progetto al costo più conveniente e con un livello accettabile di rischio.

Questo processo è stato sviluppato e perfezionato e oggi è una pratica molto comune per realizzare progetti di missioni spaziali concettuali con livelli di rischio e costi accettabili, completi di varie opzioni e in possesso di programmi, collaudi e operazioni in poche settimane al posto dei consueti mesi.

In qualità di riconosciuti pionieri nell'ingegneria concorrente, gli ingegneri CDF dell'ESA ci hanno aiutato a guidare la creazione di impianti simili in altre agenzie spaziali, università, istituzioni di ricerca e industrie. L'ESA sta lavorando per stabilire un modo completamente nuovo di lavorare.



Lo spazio in una bottiglia

Una camera a vuoto termica utilizzata per simulare l'assenza d'aria e le temperature estreme dello spazio, con una immagine in riquadro che mostra le celle solari candidate della missione BepiColombo verso Mercurio mentre vengono preparate per il collaudo dell'impianto di illuminazione.

Le risorse più importanti di ESTEC sono le competenze del proprio staff, accumulate nel corso di oltre 50 anni nella progettazione di missioni spaziali. Noordwijk ospita team specializzati in tutti i campi dell'ingegneria applicata all'ambiente spaziale.

Lo spazio è un ambiente ostile ed è molto più duro rispetto alla vita quotidiana sulla Terra. Per arrivare in orbita sono necessari livelli estremi di accelerazione, vibrazione e rumore. I veicoli spaziali devono poi sopportare vuoto spinto, assenza di peso, variazioni estreme della temperatura e livelli elevati di radiazioni – continuando a funzionare per anni senza la prospettiva di poter effettuare interventi di manutenzione.

Nonostante che i lavori per la realizzazione vera e propria delle missioni spaziali vengano esternalizzati all'industria e alle università europee, ESTEC costituisce lo snodo spaziale europeo e si occupa delle attività di coordinamento e supervisione. Gli specialisti di ESTEC collaborano alla preparazione degli standard tecnici utilizzati per le operazioni spaziali, ricorrendo a test rigorosi. Essi sovrintendono a un flusso costante di innovazione, basata su piani di ricerca e sviluppo, con l'obiettivo di dare realtà alle missioni programmate per il futuro.

E quando un particolare materiale o componente viene considerato per una missione, i team addetti alla progettazione devono assicurarsi che sia adatto allo spazio. Le parti e i componenti candidati vengono collaudati in modo esaustivo, se necessario oltrepassando il punto di distruzione, all'interno dei laboratori specializzati ESTEC. Gli elementi possono essere bombardati con radiazioni, sottoposti a sollecitazioni termiche, energetiche o a base di vibrazioni oppure esposti a condizioni di vuoto simili a quelle dello spazio.

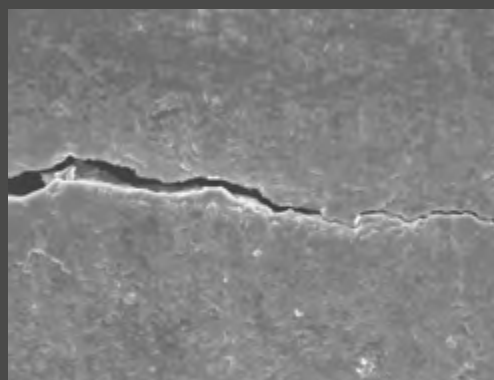
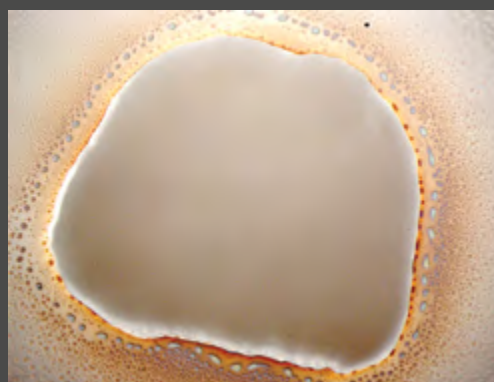
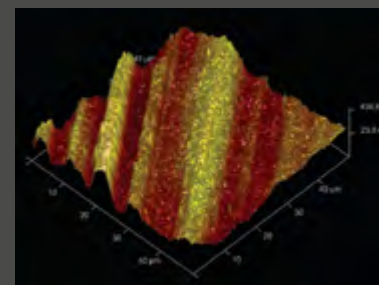
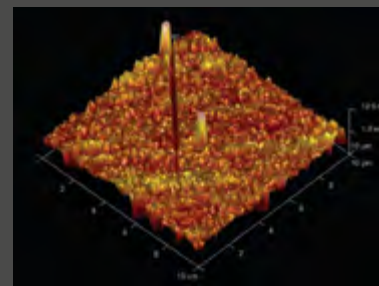
Naturalmente il modo migliore per collaudare un sistema progettato per lo spazio è mandarlo in orbita. Con dimensioni simili a un cartoncino per il latte, i 'CubeSats' di 10x10x10 cm sono uno standard satellitare comunemente utilizzato che consente di avere accesso allo spazio senza ricorrere a governi e ad aziende di grandi dimensioni.

L'ESA adopera i CubeSats nel contesto della propria missione educativa al fine di preservare l'industria spaziale europea, supportando l'obiettivo dell'Agenzia di ispirare le future generazioni di scienziati e ingegneri, e preparandoli affinché siano pronti a entrare nel mercato del lavoro. Il programma CubeSat di ESA offre un'esperienza formativa completa che passa dall'ideazione alla progettazione e al collaudo delle operazioni di volo di un vero veicolo spaziale e del sistema di terra associato, interamente realizzata da studenti delle università europee sotto la guida dell'Agenzia.









Sondando il nanomondo

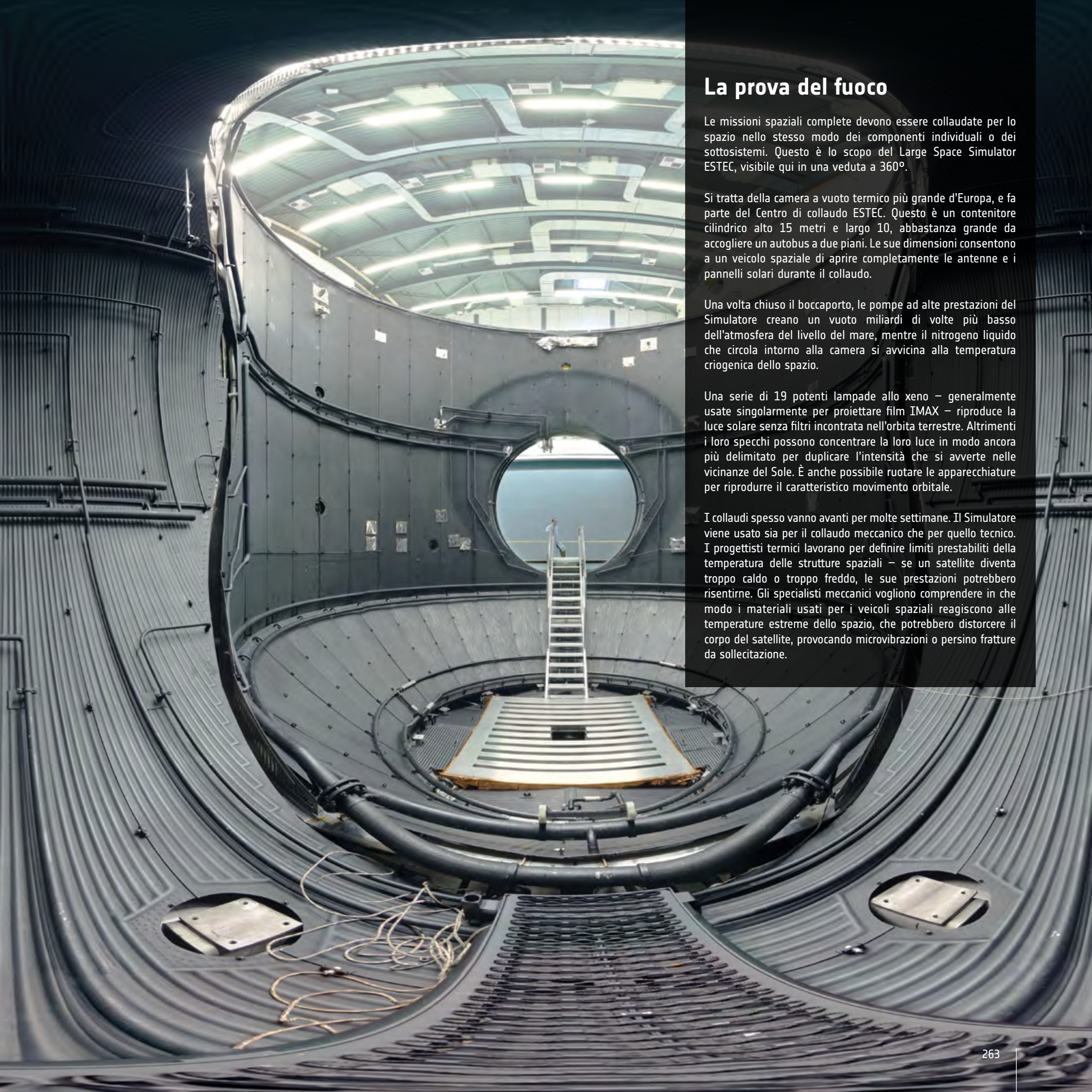
Preparare missioni per lo spazio esterno può richiedere collaudi scalati per lo spazio interno ed effettuati nei laboratori di test ESTEC, posizionati lungo il corridoio indicato nell'immagine.

Le due immagini in alto a destra vengono create usando una punta larga solo un nanometro – un milionesimo di metro, in proporzione grande quanto una nocciola rispetto al pianeta Terra – che viene trascinata dal microscopio a forza atomica dell'ESTEC attraverso i materiali del test come una puntina su un disco. Il 'profilometro' è stato reso sottile su una scala così piccola – consiste di poche dozzine di atomi individuali – usando tecniche prese in prestito dall'industria dei termoisolanti. Questo processo rivela una topografia della superficie che arriva alla scala atomica per gli oggetti del test, mappando circa un atomo al secondo. I ricercatori sono interessati a come i materiali reagiscono a vari aspetti dell'ambiente spaziale come le temperature estreme e le radiazioni, poiché qualsiasi modifica alla chimica della superficie può modificare significativamente il comportamento complessivo del materiale. L'immagine in alto mostra un filtro ottico progettato per la missione Sentinel-2, mentre il secondo mostra un isolamento con oro in foglia.

I laboratori ESTEC sono equipaggiati con vari microscopi confocali, elettronici a scansione e ottici per produrre immagini ravvicinate dei risultati del test, con microscopi con sonda a scansione che porta la risoluzione fino alla scala atomica. Strumenti specializzati possono essere usati per eseguire tagli o perforazioni dei materiali del test. In alternativa, sono disponibili metodi non invasivi, come microscopi acustici che usano gli ultrasuoni. Lo spettroscopio fotoelettronico a raggi X dell'ESTEC è in grado di identificare la composizione chimica di una superficie fino al livello nanometrico. Un 'nanoscratcher' valuta la resistenza dei rivestimenti alla stessa scala di spessore.

La terza immagine è una veduta microscopica di un vetro fuso durante il collaudo con il laser. La quarta immagine mostra una fenditura microscopica che si sviluppa su una lamina di titanio spessa 10 micron. L'immagine finale è una veduta microscopica di depositi organici formati su un campione di vetro dall'impianto orbitale Expose (vedere pagina 191).





La prova del fuoco

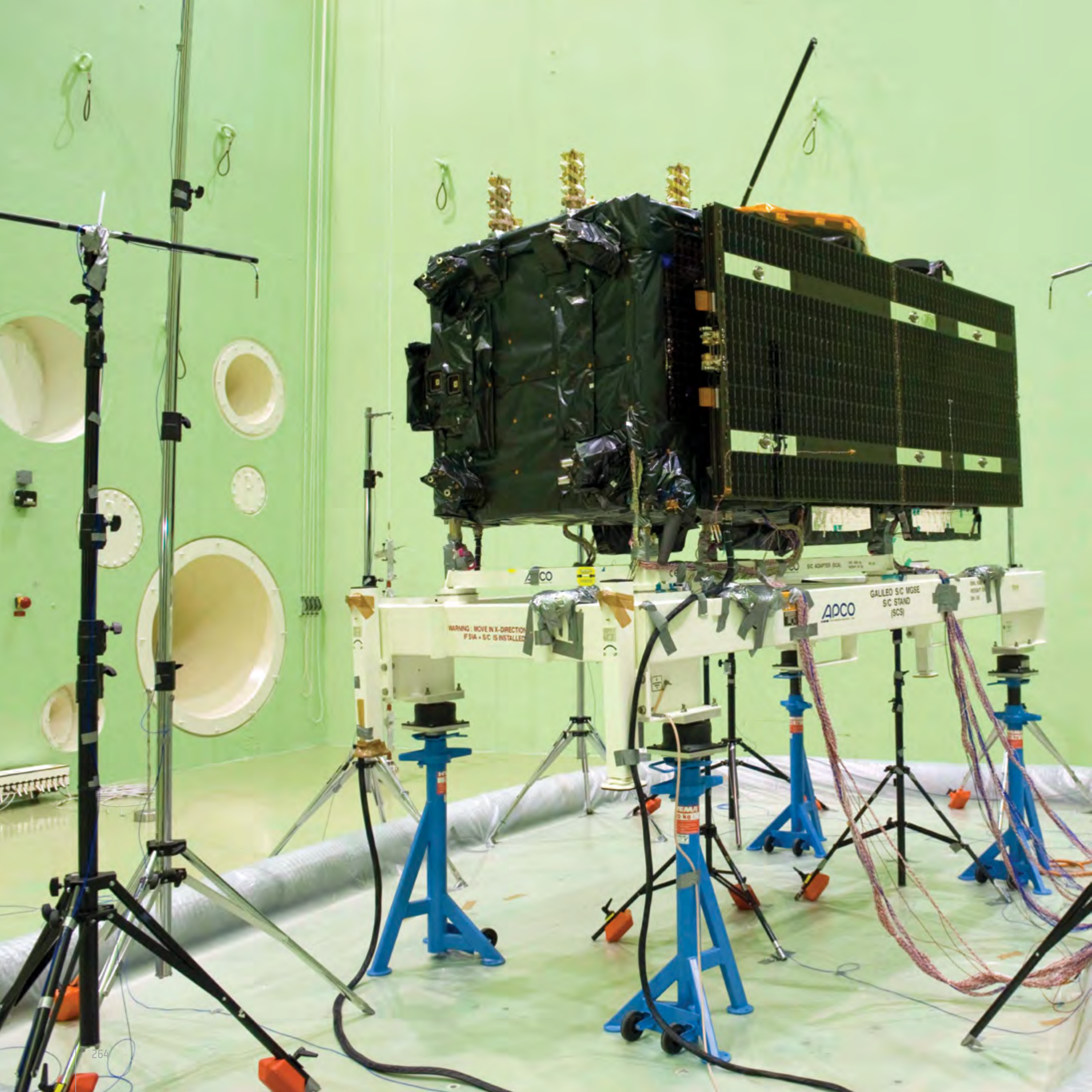
Le missioni spaziali complete devono essere collaudate per lo spazio nello stesso modo dei componenti individuali o dei sottosistemi. Questo è lo scopo del Large Space Simulator ESTEC, visibile qui in una veduta a 360°.

Si tratta della camera a vuoto termico più grande d'Europa, e fa parte del Centro di collaudo ESTEC. Questo è un contenitore cilindrico alto 15 metri e largo 10, abbastanza grande da accogliere un autobus a due piani. Le sue dimensioni consentono a un veicolo spaziale di aprire completamente le antenne e i pannelli solari durante il collaudo.

Una volta chiuso il boccaporto, le pompe ad alte prestazioni del Simulatore creano un vuoto miliardi di volte più basso dell'atmosfera del livello del mare, mentre il nitrogeno liquido che circola intorno alla camera si avvicina alla temperatura criogenica dello spazio.

Una serie di 19 potenti lampade allo xeno – generalmente usate singolarmente per proiettare film IMAX – riproduce la luce solare senza filtri incontrata nell'orbita terrestre. Altrimenti i loro specchi possono concentrare la loro luce in modo ancora più delimitato per duplicare l'intensità che si avverte nelle vicinanze del Sole. È anche possibile ruotare le apparecchiature per riprodurre il caratteristico movimento orbitale.

I collaudi spesso vanno avanti per molte settimane. Il Simulatore viene usato sia per il collaudo meccanico che per quello tecnico. I progettisti termici lavorano per definire limiti prestabiliti della temperatura delle strutture spaziali – se un satellite diventa troppo caldo o troppo freddo, le sue prestazioni potrebbero risentirne. Gli specialisti meccanici vogliono comprendere in che modo i materiali usati per i veicoli spaziali reagiscono alle temperature estreme dello spazio, che potrebbero distorcere il corpo del satellite, provocando microvibrazioni o persino fratture da sollecitazione.





Il muro del suono

Questo satellite Galileo viene preparato per essere collaudato in uno dei più grandi sound system del mondo – notare i coni simili agli altoparlanti dello stereo sulle pareti e i microfoni posizionati intorno al satellite. Questo è il Large European Acoustic Facility, o LEAF, che simula il rumore di un razzo al decollo – l'equivalente in volume al suono di una flotta di velivoli a getto in partenza a pochi metri di distanza.

Chiunque abbia osservato il lancio di un razzo è colpito dalla quantità di rumore – anche a molti chilometri di distanza. Naturalmente un satellite a bordo del suo veicolo di lancio è esposto a livelli molto più alti. Molto prima di arrivare in questa fase, i progettisti devono assicurarsi che il satellite sia in grado di resistere a questo rumore sostenuto.

L'impianto europeo più grande di questo genere, LEAF è una camera di prova che misura 11 m in ampiezza, 9 m di profondità e 16,4 m in altezza. Le sue pareti sono realizzate in cemento armato spesso 0,5 m per contenere il suono e sono rivestite di una spessa resina epossidica per ridurre l'assorbimento del rumore e aumentare il riverbero interno.

Il Centro di test dell'ESTEC incorpora impianti multipli per il collaudo in un singolo edificio, e tutto è mantenuto in condizioni di camera bianca vitali per il collaudo dei veicoli spaziali. Molti di essi sono equipaggiati per collaudare altri aspetti del lancio, e includono tavole a scosse per le vibrazioni e camere con antenne e per compatibilità elettromagnetica separati dai campi elettromagnetici del mondo esterno per valutare che i sistemi radio ed elettrici del veicolo possano funzionare senza autointerferenze.

Scosso, non agitato

Una sezione della fusoliera dell'Airbus posizionato sul vibratore idraulico 'Hydra' del Centro di collaudo dell'ESTEC, capace di generare vibrazioni equivalenti a un terremoto pari a 7,5 sulla scala Richter. Il Centro di collaudo può servire un segmento più ampio dell'industria europea quando i suoi programmi lo consentono. In questo esempio, l'Airbus ha cercato di simulare sollecitazioni brevi ma significative note come 'transitori' sostenuti da un velivolo durante manovre, venti alti e touchdown (atterraggio), durante il processo di controllo per effetti di risonanza interna potenzialmente problematici.

Dall'alto, il vibratore Hydra – il più potente fra questo genere di tavole – appare piuttosto modesto. La sua parte visibile è solo una lastra di alluminio da 5,5x5,5 m a filo del pavimento. Ma questa lastra è la superficie superiore di una tavola da 18 tonnellate mossa da otto attuatori idraulici e funziona in modo simile a una piattaforma per la simulazione del volo. Il movimento della tavola è controllato da una rete di 28 computer paralleli. L'impianto può fare oscillare campioni fino a 22 tonnellate con una accelerazione di 0,05–5 della gravità terrestre.

L'industria spaziale richiede i collaudi per le vibrazioni più rigorosi al mondo. I primi due minuti del volo di un satellite sono i più difficili a causa delle vibrazioni estreme del lancio. È essenziale collaudare i satelliti e le loro parti componenti prima del lancio per assicurarsi che non cadano a pezzi per le scosse.





→ LO SPAZIO SULLA TERRA

I severi requisiti dell'ambiente spaziale costituiscono una sfida perpetua per scienziati e ingegneri. Le loro risposte portano avanti la tendenza all'innovazione. Le tecnologie risultanti appartengono a una classe a sé: in grado di sopportare accelerazioni, vibrazioni e temperature estreme e altre sollecitazioni restando il più possibile compatte e leggere. Questi attributi sono una risorsa anche per altri settori industriali. Il Programma per il trasferimento tecnologico dell'ESA ha il compito di portare sulla Terra le tecnologie spaziali grazie ad applicazioni innovative a beneficio dei cittadini e dell'industria europea.

Trasferimento di tecnologie

Molti dei migliori trasferimenti tecnologici si verificano automaticamente, quando la capacità di una tecnologia è riconoscibile da tutti. Si tratta di un processo continuo e spesso poco appariscente: i produttori usano il know-how spaziale per migliorare componenti, prodotti e processi industriali.

In altri casi sono necessari sforzi per trovare una nicchia promettente per una tecnologia spaziale, sulla base della conoscenza specialistica delle necessità di un settore industriale particolare. Il processo inizia

analizzando il settore non-spaziale. ESA ha istituito la Technology Brokers Network, il cui compito è valutare i requisiti di mercato in tutta Europa, cercando ovunque il potenziale per lo sfruttamento delle innovazioni spaziali.

Il Programma dell'ESA per il trasferimento tecnologico serve a facilitare questo processo, e ha supervisionato oltre 250 trasferimenti negli ultimi due decenni. Questi sistemi già esistenti sono stati adattati per un nuovo ciclo di vita in un settore molto differente. Presenta alcune similarità con il trasferimento di piante in un nuovo terreno: affinché il trapianto dia i suoi frutti devono esserci le giuste condizioni.

Costruendo aziende

Il programma ha anche istituito nove Business Incubation Centre in tutta Europa, promuovendo lo sviluppo di oltre 160 start-up. Il programma supporta gli imprenditori che tentano di creare nuove aziende applicando le tecnologie spaziali al mercato terrestre fornendo loro suggerimenti tecnici e commerciali completi e sostenendo la creazione di dozzine di start-up non spaziali ogni anno. Questi centri mantengono strette relazioni con la European Space Incubator Network e altre reti simili che supportano l'incubazione di aziende.

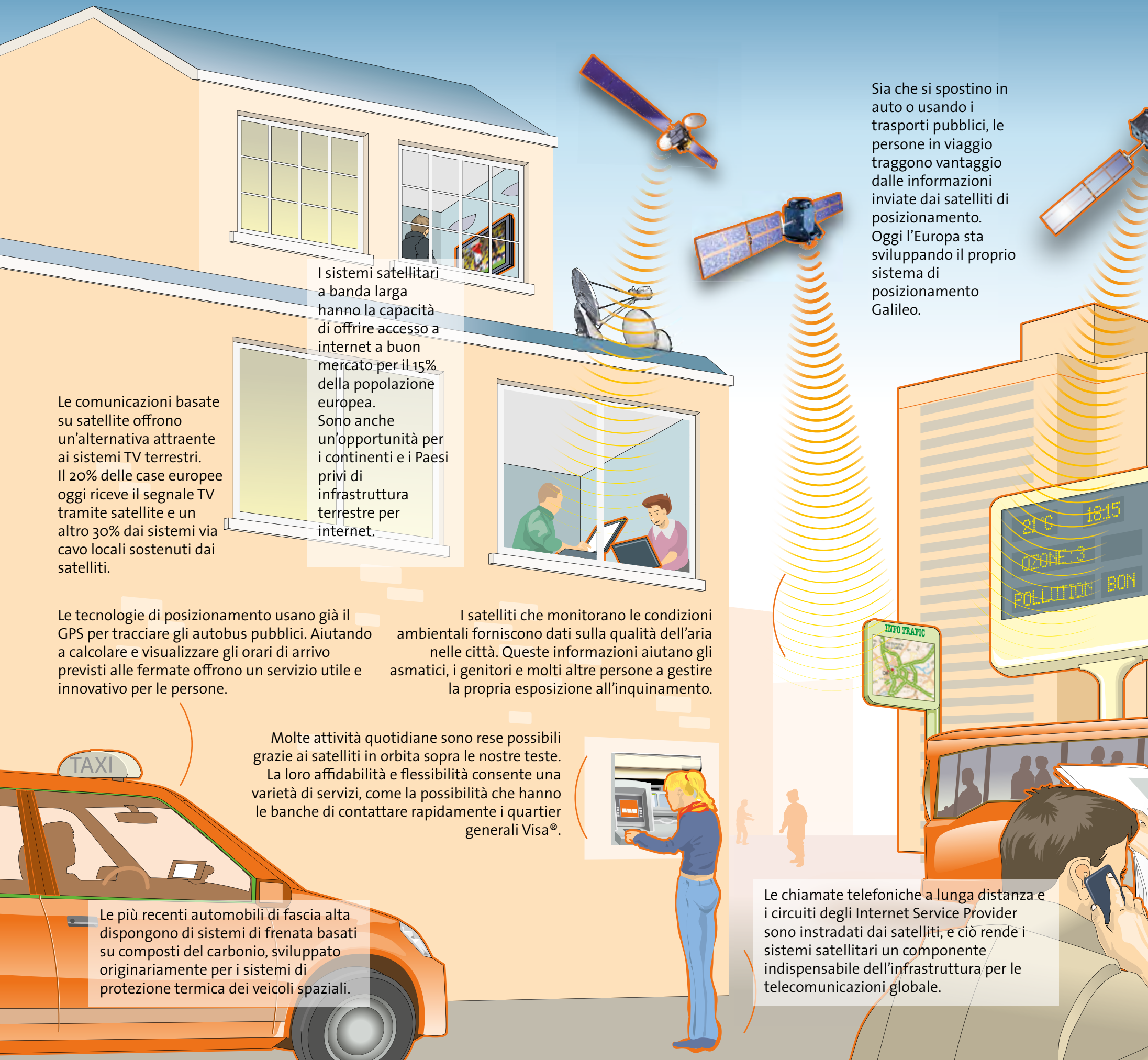
Passare direttamente da un concetto iniziale alla costruzione di un'azienda start-up può essere un'impresa non da poco. Ma il supporto fornito dall'ESA non termina con la qualificazione in uno dei Business Incubation Centre. Il Programma per il trasferimento tecnologico mette le giovani aziende in contatto diretto con gli investitori proiettati al futuro e interessati alla tecnologia nel corso dell'annuale Investment Forum dell'ESA. Oltre a ciò, l'ESA ha anche creato il proprio fondo di investimento chiamato Open Sky Investment Fund per finanziare le compagnie commerciali durante la fase di adattamento al mercato.

Benefici che ritornano

Il trasferimento tecnologico continua a offrire concreti vantaggi dalla tecnologia spaziale alle imprese a Terra, e dando agli utenti commerciali e industriali e in ultima analisi al pubblico generale un'ampia selezione di merci affidabili e più efficaci. Questo processo inoltre rafforza l'industria spaziale europea aprendo nuove opportunità di business per i sistemi esistenti, aumentando i profitti sull'investimento iniziale. Il programma per il trasferimento tecnologico dell'ESA assicura che il viaggio verso lo spazio dell'Europa condurrà a una base industriale più ampia e

competitiva migliorando la qualità della vita dei cittadini Europei.





Sia che si spostino in auto o usando i trasporti pubblici, le persone in viaggio traggono vantaggio dalle informazioni inviate dai satelliti di posizionamento. Oggi l'Europa sta sviluppando il proprio sistema di posizionamento Galileo.

I sistemi satellitari a banda larga hanno la capacità di offrire accesso a internet a buon mercato per il 15% della popolazione europea. Sono anche un'opportunità per i continenti e i Paesi privi di infrastruttura terrestre per internet.

Le comunicazioni basate su satellite offrono un'alternativa attraente ai sistemi TV terrestri. Il 20% delle case europee oggi riceve il segnale TV tramite satellite e un altro 30% dai sistemi via cavo locali sostenuti dai satelliti.

Le tecnologie di posizionamento usano già il GPS per tracciare gli autobus pubblici. Aiutando a calcolare e visualizzare gli orari di arrivo previsti alle fermate offrono un servizio utile e innovativo per le persone.

I satelliti che monitorano le condizioni ambientali forniscono dati sulla qualità dell'aria nelle città. Queste informazioni aiutano gli asmatici, i genitori e molti altre persone a gestire la propria esposizione all'inquinamento.

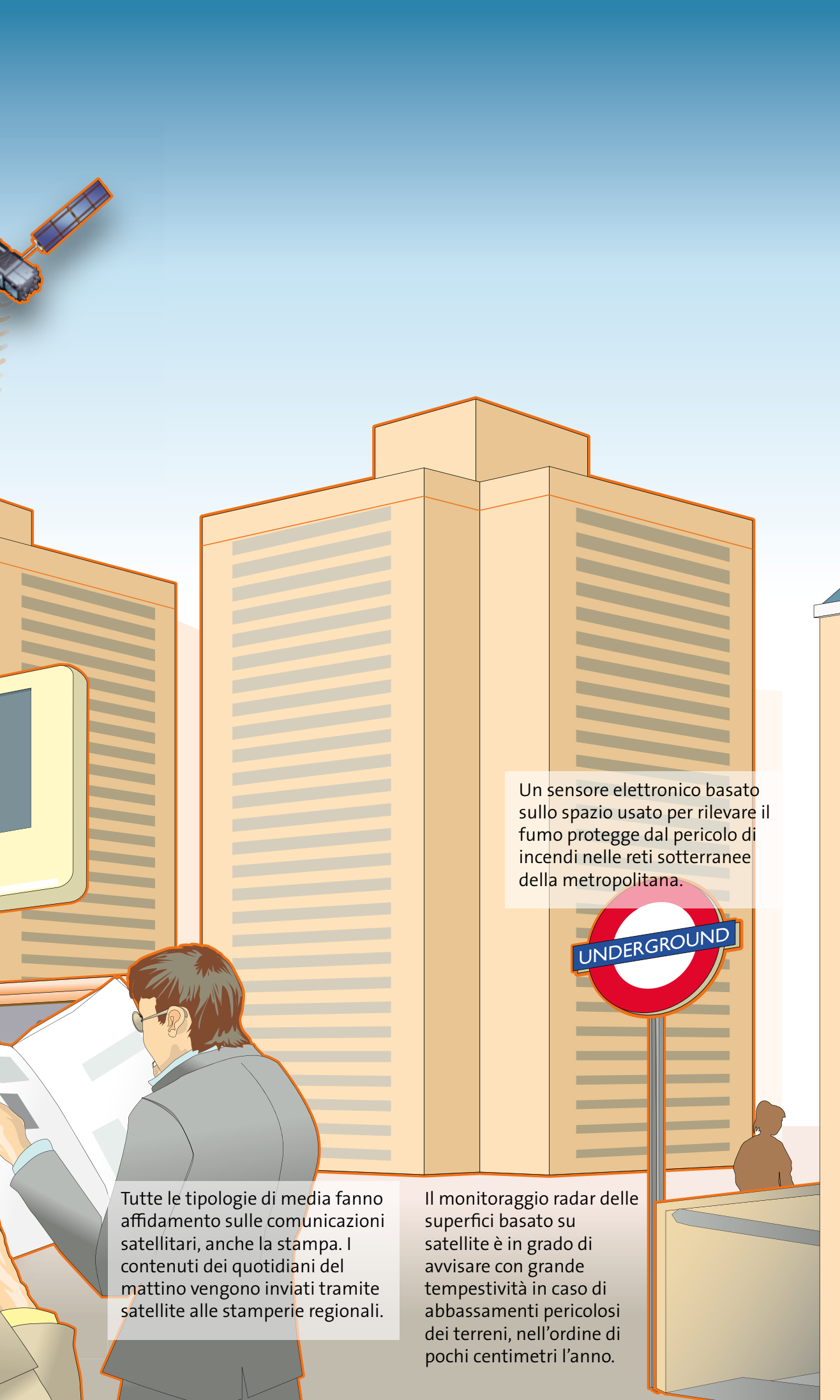
Molte attività quotidiane sono rese possibili grazie ai satelliti in orbita sopra le nostre teste. La loro affidabilità e flessibilità consente una varietà di servizi, come la possibilità che hanno le banche di contattare rapidamente i quartier generali Visa®.

Le più recenti automobili di fascia alta dispongono di sistemi di frenata basati su composti del carbonio, sviluppato originariamente per i sistemi di protezione termica dei veicoli spaziali.

Le chiamate telefoniche a lunga distanza e i circuiti degli Internet Service Provider sono instradati dai satelliti, e ciò rende i sistemi satellitari un componente indispensabile dell'infrastruttura per le telecomunicazioni globale.

Come viviamo oggi

In modo quasi impercettibile, le tecnologie spaziali sono diventate una parte delle nostre vite quotidiane. È paradossale che quanto più una tecnologia spaziale si dimostri utile e pervasiva, tanto meno siamo portati a ritenerla ancora come qualcosa che proviene dallo 'spazio'. Le risorse sostenute dall'ESA come satelliti meteorologici, sistemi di navigazione satellitare e satelliti per le telecomunicazioni formano una infrastruttura invisibile essenziale per il modo in cui viviamo e lavoriamo oggi, nello stesso modo in cui lo sono le condutture per l'acqua, il gas e le telecomunicazioni o i piloni elettrici che passano di città in città. I materiali derivati dallo spazio stanno iniziando a svolgere ruoli altrettanto discreti.



Un sensore elettronico basato sullo spazio usato per rilevare il fumo protegge dal pericolo di incendi nelle reti sotterranee della metropolitana.

Tutte le tipologie di media fanno affidamento sulle comunicazioni satellitari, anche la stampa. I contenuti dei quotidiani del mattino vengono inviati tramite satellite alle stamperie regionali.

Il monitoraggio radar delle superfici basato su satellite è in grado di avvisare con grande tempestività in caso di abbassamenti pericolosi dei terreni, nell'ordine di pochi centimetri l'anno.

Piegando il metallo

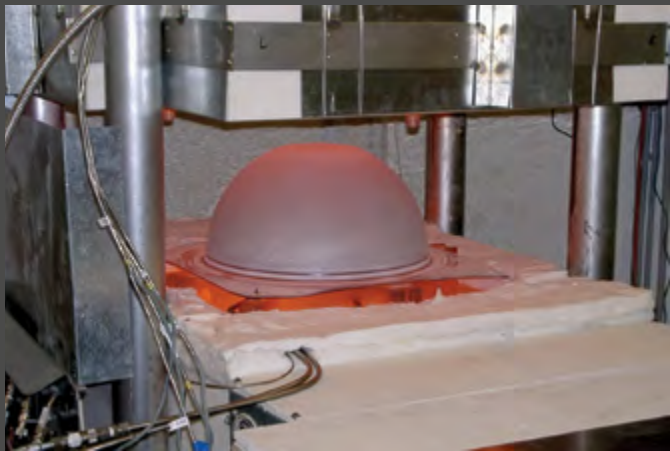
I processi avanzati di fabbricazione usati per creare questi serbatoi di carburante sferici per Ariane 5 sono oggi applicati all'industria terrestre per la produzione di auto più sicure.

Operante sia come veicolo spaziale che come razzo, lo stadio superiore dell'Ariane rilascia il proprio carico di satelliti nel vuoto dello spazio. Il suo potente propellente a base di idrazina è altamente volatile, corrosivo e portato a pressione elevata. Il titanio 6/4 – una lega leggera di titanio, alluminio e vanadio – viene usato per creare le sfere perché non reagisce all'idrazina. Ma martellare il titanio freddo per dargli forme ricurve può creare microfenditure.

L'azienda tedesca FormTech fa invece affidamento sulla 'formatura superplastica', riscaldando la lega a 920 °C – metà del suo punto di fusione – quindi collocando il metallo reso più malleabile in una forma e applicando la pressione del gas, come quando si forma una bolla. I serbatoi di 1 cm di spessore risultanti sono leggeri ma robusti, e così resistenti che molti di essi sono sopravvissuti alla loro pericolosa caduta sulla Terra.

FormTech sta lavorando insieme a MST Aerospace – l'agente per il trasferimento tecnologico dell'ESA – al fine di scoprire utilizzazioni terrestri per questo processo, esaminando la produzione di scudi protettivi per le parti inferiori delle auto (in basso a destra), capaci di funzionare a temperatura elevate, con una migliore adattabilità e con solo il 70% della quantità attuale di schermatura in alluminio.







Ruotando nel vento

Trovare una buona posizione per un parco eolico è piuttosto facile, una volta che si è capito da quale direzione soffia il vento. Se si vogliono rendere redditizi i nuovi parchi eolici, è necessario stabilire le condizioni locali del vento e identificare la posizione migliore per le turbine. Capire le condizioni del vento può essere difficile, perché gli alberi, le scogliere o le colline ne influenzano la forza e la direzione. Il metodo tradizionale prevede di erigere un traliccio per la raccolta di informazioni, ma una start-up francese sostenuta dal Business Incubation Centre ESA nei Paesi Bassi ha trovato un'alternativa più economica.

I piccoli pacchetti Windcube realizzati da Leosphere posizionati a terra sono in grado di misurare i profili dei venti su una serie programmabile di altezze fino a 5 km usando l'equivalente laser del radar, il lidar. Gli impulsi laser di Windcube sono dispersi dalle particelle nell'aria, come polvere, acqua e aerosol, e respinti verso un sensore, catturando gli schemi del movimento dell'atmosfera.

Il concetto è simile al futuro satellite Aeolus di ESA, che misurerà i venti globali dall'orbita. Gli esperti dell'agenzia hanno usato la loro esperienza con Aeolus per aiutare gli ingegneri di Leosphere a ottimizzare le prestazioni, il peso e la resilienza ottica di Windcube. Leosphere ha messo in vendita altri sistemi per usare la stessa tecnologia lidar in aree come la ricerca sul cambiamento climatico e la meteorologia.



L'arte del vetro

Il complesso di More London, situato sul Tamigi nei pressi di Tower Bridge, è una stravagante vetrina per l'architettura moderna. L'edificio a 7 piani di More London – la più recente aggiunta al complesso mostrato qui – incorpora una facciata in vetro di 16.500 m².

Ma si tratta di vetro di un tipo particolare, con proprietà isolanti migliorate per mantenere gli interni dell'edificio freschi in estate e caldi in inverno. Grazie al nuovo rivestimento, trasferisce solo un terzo del calore rispetto ai vetri realizzati negli anni '80, mentre conserva la trasmissione della luce fino all'80% per ridurre i bisogni di illuminazione elettrica. È diventato il primo edificio in Inghilterra a ricevere l'ambita valutazione di 'eccezionale' del Building Research Establishment Environmental Assessment Method per la sostenibilità ambientale.

Il processo per il rivestimento in vetro ad alte prestazioni si basa su un sensore originariamente sviluppato nell'ambito di un contratto ESA nei primi anni '90 per rilevare l'ossigeno atomico altamente erosivo a bassa orbita. Una versione miniaturizzata di questo sensore è montata sulla Stazione Spaziale Internazionale, mentre un'azienda spin-off chiamata ESCUBE in Germania ha iniziato a portare la stessa tecnologia sui mercati non-spaziali nel 1999. Il sensore VacuSen ha una dimensione corrispondente ed è usato dal produttore di vetro piano leader nel mercato Interpane in Germania per ottimizzare il processo di copertura affinché sia perfettamente adatta al vetro.









La progettazione dell'alloggiamento

I veicoli per il trasporto di carichi Automated Transfer Vehicle dell'ESA attraccano automaticamente alla Stazione Spaziale Internazionale in orbita seguendo un programma preciso e rigidamente controllato – un processo che viene simulato presso l'impianto di Astrium ST di Les Mureaux, a 50 km a ovest di Parigi, in Francia.

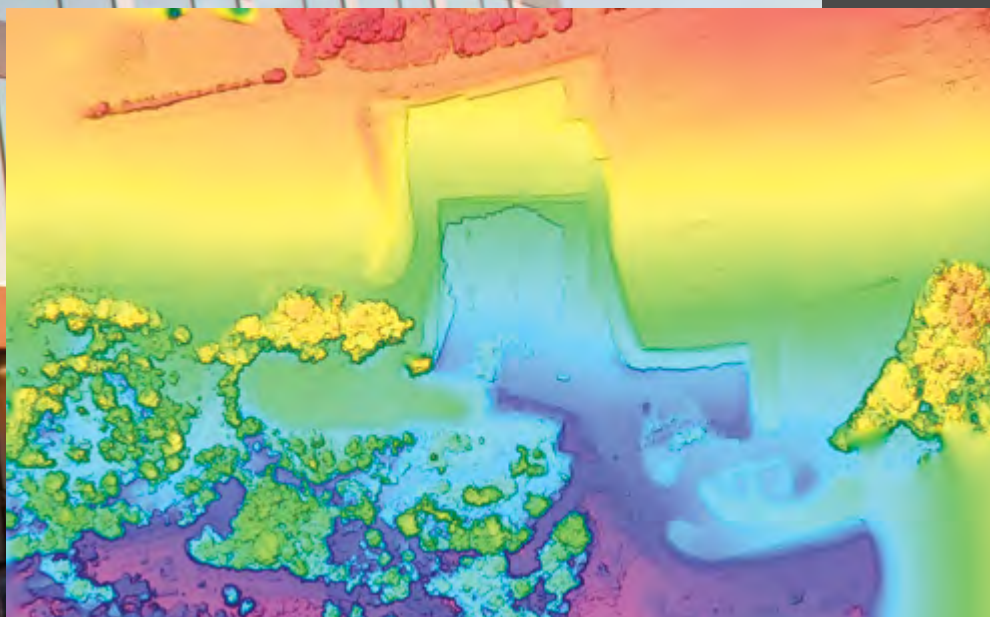
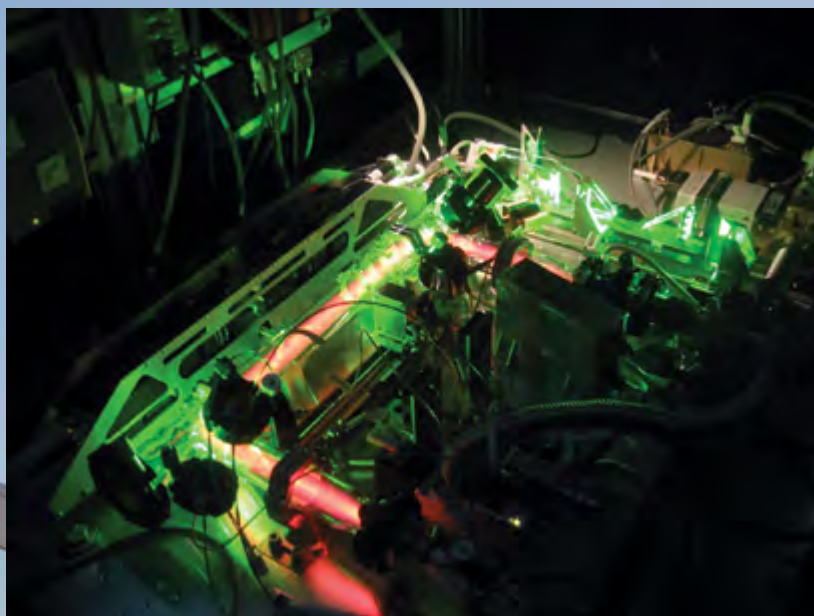
E grazie agli imprenditori sostenuti dal Business Incubation Centre ESA di Noordwijk, nei Paesi Bassi, la fabbrica Autoeuropa Volkswagen di Palmela, Portogallo, sta applicando una tecnologia simile per installare moduli come il cruscotto alle auto della propria linea di produzione. Sviluppato dalla compagnia olandese MDUSpace, il sistema combina una telecamera con trasmissione in diretta e un software per il riconoscimento degli oggetti, derivato dai sistemi di alloggiamento dei veicoli spaziali, per garantire che il robot manipolatore della linea di montaggio e la macchina procedano alla stessa velocità e siano nella stessa posizione l'una rispetto all'altra in ogni istante. Il prototipo è attualmente oggetto di valutazione per studiarne applicazioni industriali più ampie.





Facendo business

Un'ampia varietà di tecnologia spaziale è stata la fonte di ispirazione per attività di business qui sulla Terra, grazie a nuove start-up in molti casi sostenute dalla rete ESA dei Business Incubation Centre, come il BIC di Noordwijk nei Paesi Bassi, nell'immagine.



- La tecnologia elettromeccanica in miniatura originariamente sviluppata per la micropropulsione dei satelliti è stata adattata per produrre 'scintillatori' più sottili e ad alta risoluzione per i raggi X usati in odontoiatria. La compagnia Scint-X ha progettato una telecamera dentaria dotata di scintillatore per convertire i raggi X in luce normale realizzato da Nanospace, una società controllata dall'Agenzia Spaziale Svedese. Essendo molto più sottile delle telecamere a raggi X attualmente sul mercato, le sue immagini sono più dettagliate e può essere inserita direttamente nella bocca del paziente.
- L'Istituto Max Planck per la fisica extraterrestre in Germania ha usato una serie di esperimenti sul plasma – gas caricato elettricamente – a lungo termine a bordo della Stazione Spaziale Internazionale (vedere qui, in alto a sinistra) come base di un dispositivo per uccidere i batteri e i virus in caso di infezioni negli ospedali. Con l'aiuto dell'ESA, il team si sta concentrando ora sullo sviluppo di un sistema per disinfettare le mani destinato agli ospedali, ma la tecnologia a plasma freddo un giorno potrebbe arrivare nelle nostre case. Il plasma potrebbe essere usato per disinfettare spazzolini e rasoi al posto della luce UV, che pulisce solo le superfici. Il gas caricato al plasma potrebbe disinfettare anche le spaccature e le fenditure nascoste.
- La navigazione satellitare viene usata per la rilevazione remota a basso costo per pilotare micro aeroplani dalla start-up tedesca MAVinci (vedere qui, in basso a sinistra). La compagnia è ospitata dal Business Incubation Centre ESA di Darmstadt, in Germania, e gli esperti di ottica ESA hanno fornito consulenze per la calibrazione degli strumenti.
- La compagnia olandese EstrellaSat, supportata dall'ESA, sta applicando la navigazione satellitare per migliorare la produttività e la sicurezza delle macchine minerarie pesanti. Gli enormi autocarri di trasporto in funzione nelle miniere sudamericane sono connessi tramite satellite al centro di controllo nei Paesi Bassi affinché le macchine e i loro conducenti possano essere costantemente monitorati e sia possibile intervenire in caso di problemi.
- Il gas immagazzinato chimicamente in un materiale solido invece che in serbatoi pressurizzati può essere conservato in modo sicuro a temperatura ambiente per anni. Sviluppato dalla compagnia olandese TNO Space e collaudato a bordo di Proba-2 per ripressurizzare i serbatoi del carburante, questi generatori di gas vengono usati per sopprimere gli incendi all'interno delle attrezzature di elaborazione dalla start-up olandese Fire Suppression Inside.





Un pool di conoscenze

Il trasferimento tecnologico è uno sforzo a cui si dedica globalmente l'Agenzia, e i suoi funzionari tecnici prestano la loro competenza specialistica alle start-up che prendono spunto dalla tecnologia spaziale.

Generalmente si sconsiglia di immergere costose apparecchiature elettroniche in acqua, ma questo schermo HDTV è finito in fondo alla piscina di dell'ESTEC nell'ambito di un test sul trasferimento tecnologico.

L'azienda olandese AquaCinema mira a trasformare le piscine in ambienti di realtà virtuale immersivi rivestendole di 'tegole aqua' impermeabili su cui scorrono video HD. Mentre i nuotatori si allenano potranno godersi immagini della Grande barriera corallina, oppure osservare il mondo dall'orbita come in assenza in peso – purché l'impermeabilizzazione delle tegole funzioni come previsto. Così ESTEC ha offerto la piscina del proprio club sportivo per collaudare l'hardware del prototipo. Questa assistenza pratica ha garantito la completa riuscita del test.

Lo schermo è stato adattato da un sistema originariamente sviluppato per mostrare diverse configurazioni della Stazione Spaziale Internazionale presso ESTEC mentre Aquacinema viene supportato dal Business Incubation Centre ESA nella vicina Noordwijk.

→ È SOLO L'INIZIO

“ ‘Puntare alle stelle’, sia letteralmente che metaforicamente, è un problema che occuperà molte generazioni, dunque non importa quanti progressi vengono effettuati, perché si proverà sempre il brivido degli inizi.” Così scrisse il pioniere dei razzi Robert Goddard nel 1932 allo scrittore HG Wells, l'uomo la cui fantascienza lo aveva ispirato a iniziare le proprie ricerche.

Mentre si prepara a entrare nella sua quinta decade, l'ESA ha chiaramente effettuato un lungo percorso. Ma contro l'immensità dello spazio, l'Agenzia ha appena iniziato. Siamo ancora seduti sulla riva a toccare l'acqua con la punta dei piedi. Questo è solo l'inizio di uno sforzo e di un viaggio che andrà avanti fino a che esisterà la nostra specie.

Preservare lo spazio

In qualità di pionieri, abbiamo l'obbligo di pensare a quelli che verranno dopo di noi. Così, per cominciare, l'Agenzia vuole garantire che le generazioni future potranno utilizzare appieno lo spazio intorno alla Terra. Ampliando il ruolo leader che l'ESA sta svolgendo nel campo delle misure correttive per i rifiuti spaziali, essa ha l'intenzione di divenire un'agenzia modello per le attività spaziali responsabili e sostenibili. L'iniziativa sulla sorveglianza dell'ambiente spaziale dell'ESA supporterà questo sforzo, sorvegliando i pericoli che minacciano il pianeta e il nostro ambiente spaziale. ESA

si assicurerà anche che i processi e i prodotti utilizzati a terra saranno il più possibile rispettosi dell'ambiente.

Un'agenzia spaziale sostenibile si preoccupa anche di massimizzare i benefici per i propri cittadini in cambio degli investimenti che riceve. ESA continuerà il proprio lavoro insieme agli Stati Membri e alla Commissione Europea per trasformare la conoscenza ottenuta a grande prezzo in prodotti e servizi innovativi, potenziando la competitività europea. Lo spazio è uno dei luoghi in cui viene inventato il futuro, trasformando il nostro continente in una società della conoscenza che prospererà nel prossimo secolo.

Creare ricchezza

L'Agenzia si sta impegnando per trasferire le applicazioni basate sulla infrastruttura spaziale. Questo è il settore in cui si concentrerà la maggioranza della ricchezza e del valore aggiunto provenienti dallo spazio, e le previsioni indicano che le sue dimensioni si quadruplicheranno nel corso questo decennio. Nuove possibilità si stanno aprendo nella sovrapposizione dell'osservazione della Terra, della navigazione satellitare e dei sistemi per la comunicazione satellitare che solo ora stanno iniziando a essere esplorati.

ESA inoltre sta dando la priorità alla realizzazione di collegamenti con i settori terrestri in cui esistono

sinergie tecniche. ESA ha svolto anche il ruolo di guida nell'innovazione tecnologica nel campo dell'energia rinnovabile e dello stoccaggio dell'energia, ma anche il settore energetico dispone di conoscenze utili per l'Agenzia: il settore energetico e l'industria spaziale hanno bisogno entrambi di materiali ad alte prestazioni capaci di sopportare condizioni estreme ed energie elevate. Copernicus sta già offrendo un nuovo strumento per la gestione ambientale, mentre la ricerca ESA sui sistemi di sostegno avanzato della vita e i sistemi di riciclaggio per le missioni spaziali a lunga durata presenta molte possibili applicazioni per 'l'astronave Terra'.

La prossima generazione

Infine, l'ESA punta a offrire lo stesso tipo di ispirazione che il giovane Robert Goddard scoprì nella fantascienza, per aiutare a creare la nuova generazione di scienziati e ingegneri europei. Alcuni studi hanno dimostrato che, se si chiede loro se gli piacerebbe lavorare nella scienza e nell'ingegneria, la maggioranza dei giovani in Europa rispondono di no, particolarmente le ragazze e le giovani donne. È interessante notare che gli stessi giovani europei rispondono di sì se gli si chiede se sono interessati ai 'razzi, ai satelliti e ai viaggi nello spazio'. Le attività nello spazio sono un modo eccellente per attirare l'attenzione dei pensatori scientifici e dei leader di domani. Pertanto l'esplorazione europea dello spazio

non è solo un'opzione aggiuntiva: si tratta di costruire il futuro, in molti modi differenti.



Spazio pulito

Potranno forse sembrare astronauti (in alto), ma sono ingegneri dello Spazioporto europeo nella Guyana Francese mentre si preparano a rifornire di carburante la missione Herschel con idrazina liquida durante i preparativi per la partenza. Come molti altri veicoli spaziali, Herschel usa l'idrazina per effettuare manovre in orbita. Ma questo carburante ad alta energia è molto tossico e potenzialmente esplosivo. Le tute protettive sottolineano la natura pericolosa dell'idrazina.

L'ESA sta effettuando ricerche per individuare carburanti alternativi più sicuri e rispettosi dell'ambiente nel contesto di un'iniziativa globale chiamata Spazio pulito, con l'intenzione di divenire un'agenzia modello per le attività spaziali pulite, responsabili e sostenibili.

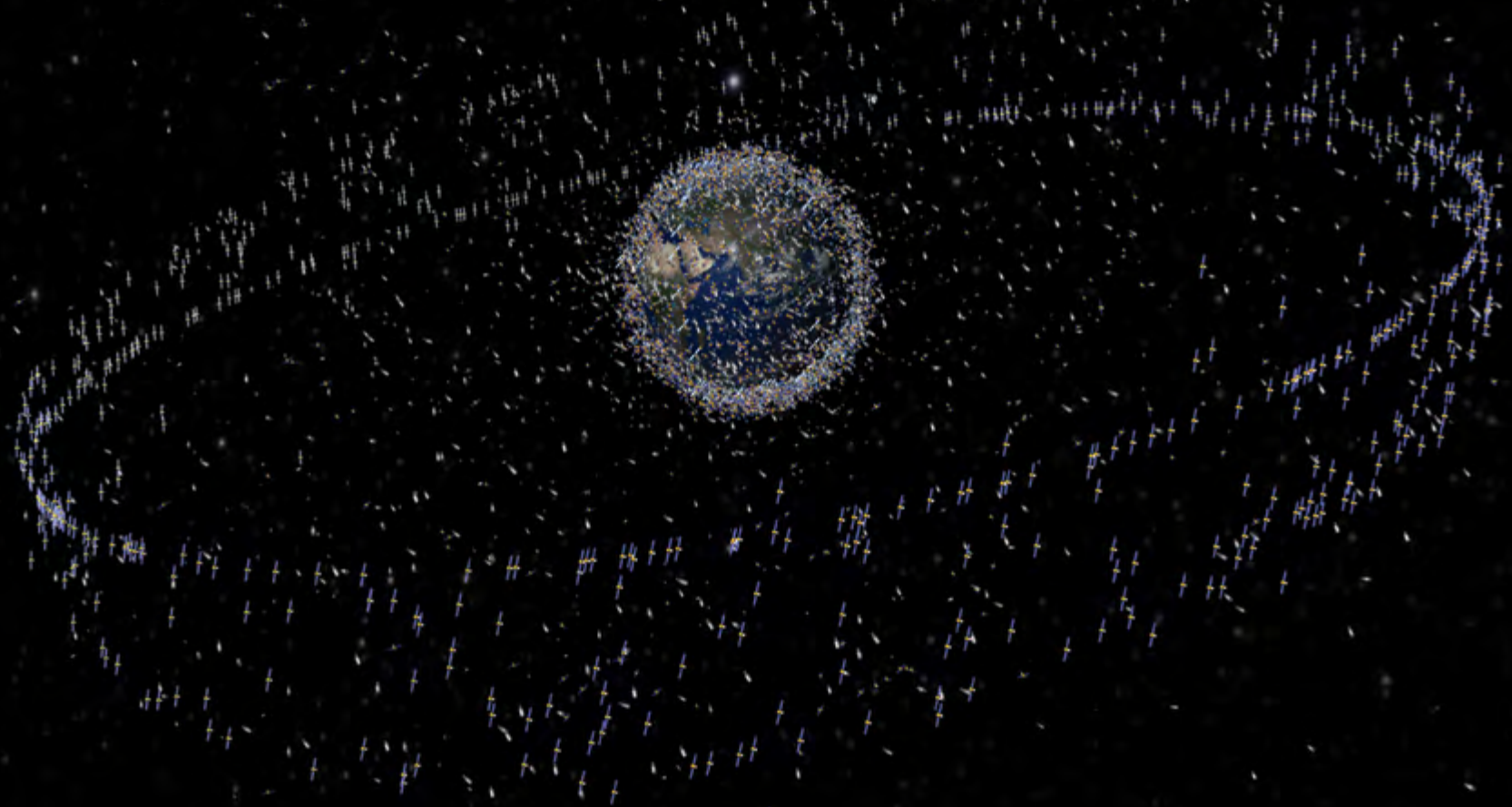
Il primo passo è analizzare l'impatto ambientale delle attività dell'Agenzia, come l'esecuzione di analisi del ciclo di vita dei veicoli di lancio europei, come per esempio quello delle colonne di scarico rilasciate durante il decollo dall'Ariane 5 (a fianco). Rispetto al settore automobilistico, lo spazio è un'industria a basso volume, ma opera sullo stesso pianeta come tutti gli altri.

Una nuova legislazione e un maggiore interesse da parte di clienti e partner indicano che tale analisi sta diventando inevitabile – oltre a essere la cosa giusta da fare.

A terra, l'ESA assicurerà che i processi e i prodotti che usa saranno il più possibile rispettosi dell'ambiente. Nello spazio, partirà dalle tecniche attuali di limitazione dei rifiuti spaziali per gestire lo smaltimento delle risorse e pulire lo spazio, facendo uso delle risorse per la sorveglianza dell'ambiente spaziale per tracciare rifiuti di grandi dimensioni e supportare i piani futuri che prevedono di spostarli in un'orbita cimitero se necessario.

Questo è solo l'inizio dell'era dello spazio. È necessario consegnare l'orbita della Terra alle future generazioni nelle condizioni migliori possibili.









Osservando i cieli

Lo spazio è già un ingrediente cruciale delle nostre vite quotidiane. I sistemi e le applicazioni basate sullo spazio sono indispensabili per molti servizi critici per le economie e i governi europei, inclusi gli aspetti legati alla sicurezza. Questa dipendenza è destinata ad aumentare in futuro.

Pertanto è essenziale aumentare la nostra conoscenza dell'ambiente spaziale sul quale si farà così tanto affidamento. Questo è l'obiettivo del programma per la sorveglianza dell'ambiente spaziale (SSA) ESA, in corso di implementazione in questo decennio.

SSA significa che l'Europa saprà cosa succede nello spazio sorvegliando gli oggetti e i fenomeni naturali in grado di danneggiare le nostre infrastrutture. Il programma è attivo nella sorveglianza e nel tracciamento di oggetti nell'orbita terrestre, inclusi i satelliti attivi e disattivi, gli stadi espulsi dai razzi e i detriti. Esso include anche il monitoraggio delle condizioni atmosferiche dello spazio – particelle e radiazioni provenienti dal Sole che possono influenzare le comunicazioni, i sistemi di navigazione e altre reti di comunicazione nello spazio e a terra. Infine, SSA include la sorveglianza di oggetti prossimi alla Terra come gli asteroidi che potrebbero colpirci.

Per creare le capacità richieste per l'avvio di queste attività, il programma farà inizialmente uso delle risorse dei partner internazionali ed Europei ESA federati insieme nel sistema SSA. Successivamente, tutto ciò sarà esteso alla nuova infrastruttura che include radar per la ricerca e telescopi per la rilevazione ottica e potrebbe, in futuro, includere missioni satellitari dedicate.

Andando a fondo

La crescita di questo vigneto in Sudafrica è sorvegliata con attenzione grazie a una combinazione di misure e monitoraggio satellitare in-situ.

Per irrigare le viti in modo più efficiente, i coltivatori necessitano di informazioni sulla produzione dei raccolti e il consumo d'acqua. Il servizio GrapeLook di ESA usa la rilevazione satellitare remota per monitorare la quantità d'acqua rilasciata dalle piante, la crescita della biomasse e l'efficienza con cui l'acqua viene utilizzata. Le letture dell'umidità vengono inviate in tempo reale a un centro di elaborazione tramite un collegamento satellitare. Una volta elaborate le informazioni, le mappe vengono messe online per i coltivatori e i gestori del sistema idrico utilizzando un sito internet basato su Google Maps. Nel corso di un collaudo del servizio effettuato nel 2011, i partecipanti hanno confermato l'utilità di GrapeLook per il monitoraggio dello stress idrico e della crescita dei raccolti e per l'identificazione dei problemi di irrigazione. Il servizio dovrebbe incrementare la quantità di uva raccolta e migliorare la qualità del vino, diminuendo nello stesso tempo la quantità di acqua usata.

GrapeLook è stato supportato dalla Integrated Applications Promotion (IAP) di ESA, che promuove servizi terrestri basati su una combinazione di sistemi basati sullo spazio, in questo caso rilevazione remota, navigazione e comunicazioni satellitari. Gran parte della creazione della ricchezza e dei posti di lavoro nel settore spaziale è concentrata nei settori emergenti – i nuovi mercati e servizi che l'infrastruttura spaziale sta aprendo. Per esempio, le entrate totali generate dai satelliti per le telecomunicazioni grazie a settori come le televisioni satellitari sono 30 volte maggiori rispetto agli investimenti effettuati per la produzione e il lancio dei satelliti stessi. La IAP e iniziative simili incoraggiano lo sviluppo di 'killer app' per la nuova infrastruttura spaziale che l'Europa sta costruendo.





Fuori dalla rete, sul telefono

Studenti del villaggio di Mambi nel Sulawesi occidentale, in Indonesia, corrono in bicicletta davanti alla stazione ad alimentazione solare con il quale il loro insediamento isolato è connesso alla rete telefonica mobile, nonostante sia fuori dalla rete elettrica. La compagnia irlandese Altobridge ha sviluppato la stazione base, e la ricerca e lo sviluppo sono state sostenute dall'ESA grazie all'iniziativa Advanced Research in Telecommunications Systems.

Con l'aiuto dell'ESA, Altobridge ha aggiunto nuove funzionalità, come la commutazione delle chiamate e il trasferimento intelligente ad altri nodi nella rete mobile pubblica.

I costi sono stati ridotti integrando l'unità con gateway remoto in un computer single-board all'interno della stazione ricetrasmittente a basso consumo e corto raggio.

Grazie all'ESA, Altobridge sta dimostrando che i servizi mobili possono essere garantiti facendo un uso efficiente dell'ampiezza di banda satellitare grazie a un sistema brevettato per la codifica dei segnali e la gestione delle chiamate.

La compagnia è stata riconosciuta dal Forum Economico Mondiale come un pioniere nel settore tecnologico, e le sue stazioni di base sono già usate dalle comunità locali in Asia, Africa e nelle isole del Pacifico e, più recentemente, nell'Iraq settentrionale.





Azione energetica

Lo spazio potrà forse essere vuoto, ma è benedetto da una quantità infinita di luce solare.

Pertanto, per molti anni l'ESA è stata una delle colonne portanti nelle tecnologie fotovoltaiche e altre fonti energetiche innovative. Per lo spazio, le celle solari sono una tecnologia importante quasi quanto i razzi. L'ESA ha lavorato per spingere l'efficienza delle celle solari fino al loro livello corrente del 30%, avvicinandosi al limite teorico. I satelliti per l'osservazione della Terra inoltre realizzano 'mappe della luce solare' per aiutare a posizionare gli impianti a energia solare e a valutare la loro efficienza operativa.

Oltre a ciò, l'ESA si è dedicata alla ricerca nel campo dei metodi avanzati per l'immagazzinaggio di energia ad alta densità per le missioni spaziali, un requisito centrale per eliminare il carbone dal settore dei trasporti. L'ESA sta instaurando relazioni con la Commissione Europea sull'argomento dell'energia, e sta creando connessioni con l'industria al fine di mettere a disposizione le proprie competenze per il settore dell'energia terrestre a seguito delle preoccupazioni generate dalla sicurezza energetica e dagli effetti ambientali del consumo energetico.





Un mondo a parte

Viaggiare leggeri non è un'opzione percorribile per gli astronauti di oggi – hanno bisogno di portare con sé tonnellate di cibo, acqua e ossigeno per restare in vita durante le spedizioni nello spazio profondo. Tuttavia, questo 'equipaggio' di ratti sta aiutando a cambiare tutto ciò, oltre che a ispirare nuove tecniche di gestione ambientale.

L'impianto per i piloti dell'ESA situato nell'Università Autonoma di Barcellona l'ultima fase dell'iniziativa Micro-Ecological Life Support System Alternative (MELiSSA), il cui obiettivo è la creazione di un sistema a ciclo chiuso per il supporto vitale con un'efficienza prossima al 100% – un ecosistema auto-sostenibile che idealmente non richiede approvvigionamenti.

L'impianto di Barcellona è progettato per dimostrare il concetto di MELiSSA su scala pilota, mantenendo in vita un equipaggio di 40 ratti il cui consumo di ossigeno collettivo è equivalente a un umano. MELiSSA va molto al di là di altri sistemi per il riciclaggio usati sulla Stazione Spaziale Internazionale che si occupano di purificare e riciclare l'urina e l'anidride carbonica esalata, ma non tentano di riciclare i rifiuti organici per la produzione di cibo.

Qui, niente viene sprecato. Basandosi sul principio di un ecosistema acquatico, l'impianto consiste di cinque dipartimenti interconnessi. In tre di questi, i rifiuti vengono progressivamente decomposti tramite fermentazione. Nel quarto compartimento, vengono coltivate alghe o piante per produrre cibo, ossigeno e acqua. Il quinto compartimento è il luogo in cui vive l'equipaggio'.

Questo impianto pilota è solo uno degli elementi di uno sforzo internazionale coordinato dall'ESA per lo sviluppo di MELiSSA, che finora ha prodotto centinaia di articoli scientifici e numerose tecniche ambientali che includono il trattamento delle acque di scarico, il controllo della contaminazione dei vigneti e il riciclaggio dei rifiuti animali per l'agricoltura intensiva.





Diffondere le idee

Il 18 settembre 2011, l'ESA e il Centro Aerospaziale tedesco DLR hanno ospitato congiuntamente il primo 'Space TweetUp' nel Centro Astronautico Europeo a Colonia, facente parte del Giorno Aerospaziale tedesco. L'evento si rivolgeva ai fan dello spazio che usano il sistema di messaggistica Twitter e ha messo insieme 60 ospiti da quattro continenti per uno speciale programma informativo presentato dai responsabili delle missioni, scienziati e astronauti ESA e NASA.

L'ESA si rivolge al pubblico generale, andando al di là dell'audience attuale dell'Agenzia, composta da coloro i quali seguono il sito Internet ESA e leggono il *Bollettino* ESA e altre pubblicazioni, verso il grande sottoinsieme di europei che sanno poco o nulla del lavoro dell'Agenzia. I social media sono un canale dall'importanza sempre più grande – l'astronauta ESA André Kuipers aveva più di centomila follower su Twitter durante il suo soggiorno sulla Stazione Spaziale – mentre le partnership con le parti interessate dei diversi Stati Membri offrono un altro modo di estendere la portata dell'ESA. L'obiettivo è di andare verso le persone e parlare il loro linguaggio, metaforicamente e letteralmente.

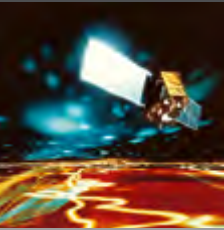
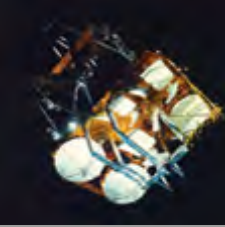
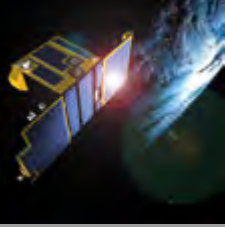
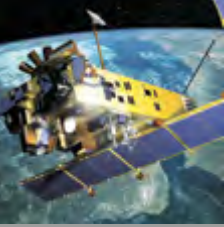
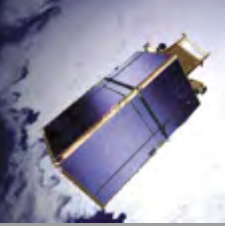
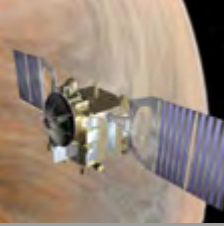
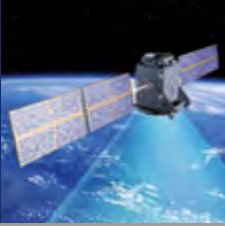
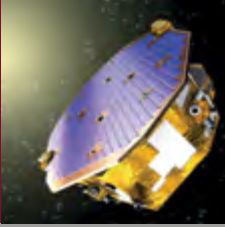
L'ESA ha una grande storia da raccontare, una storia di successi d'avanguardia e di eccellenza tecnica. Numerosi sondaggi hanno dimostrato che il supporto per lo spazio aumenta man mano che cresce la conoscenza del soggetto. Si tratta solo di dividerla.

L'immagine in fondo a destra mostra una placca collocata a Noordwijk nelle vicinanze dell'ESTEC per indicare il 40° anniversario del primo atterraggio dell'uomo sulla Luna; la parte in fondo a sinistra mostra Neil Armstrong mentre firma la tavola di granito esposta allo Space Expo, il centro per i visitatori di ESTEC, insieme a molti altri storici esploratori spaziali.





esro serie Lanciata: 1967 (fallito), 1968, 1969, 1972 Esplorazione scientifica dell'ambiente delle radiazioni e delle particelle spaziali		heos-1 e -2 Lanciata: 1968 e 1972 Analisi del campo magnetico terrestre e del mezzo interplanetario		td-1 Lanciata: 1972 Astronomia con UV, raggi X e raggi gamma		cos-b Lanciata: 1975 Astronomia con raggi gamma	
iue Lanciata: 1978 Astronomia a ultravioletti		ariane Primo lancio: 1979 Veicolo di lancio commerciale per l'accesso allo spazio non dipendente dell'Europa		marecs serie Lanciata: 1981, 1982 (fallita), 1984 Satelliti per le telecomunicazioni marittime		exosat Lanciata: 1983 Astronomia ai raggi X	
hipparcos Lanciata: 1989 Mappatura delle posizioni di più di 100.000 stelle		hubble space telescope Lanciata: 1990 ESA ha contribuito con pannelli solari e con la Faint Object Camera		ulysses Lanciata: 1990 Diagrammi sullo spazio al di sopra e al di sotto dei poli del Sole		ers-1 e -2 Lanciata: 1991, 1995 Osservazione della Terra basata su radar	
huygens Lanciata: 1997 Sonda superficiale di Titano, una delle lune di Saturno		ard Lanciata: 1998 Primo veicolo europeo per il rientro sperimentale		xmm-newton Lanciata: 1999 Astronomia ai raggi X		artemis Lanciata: 2001 Dimostrazione di tecnologie per le telecomunicazioni	
mars express Lanciata: 2003 Prima orbita europea del Pianeta Rosso		smart-1 Lanciata: 2003 Missione sperimentale sulla Luna		rosetta Lanciata: 2004 Missione di rendezvous con cometa nello spazio profondo		sloshsat Lanciata: 2005 Indagine sugli effetti dell'agitazione del carburante	
atv Lanciata: 2008, 2011, 2012, 2013, 2014 Vettore spaziale per il rifornimento della ISS		columbus Lanciata: 2008 Laboratorio di ricerca ISS europeo		goce Lanciata: 2009 Mappatura della gravità terrestre		herschel Lanciata: 2009 Missione astronomica agli infrarossi	
alphasat Lanciata: 2013 Innovativa piattaforma per telecomunicazioni satellitari		swarm Lanciata: 2013 Trio di satelliti per la mappatura del campo magnetico della Terra		gaia Lanciata: 2013 Missione per mappare un miliardo di stelle locali in 3D		sentinel famiglia Primo lancio: 2014 Un portafoglio di missioni operative di osservazione della Terra	
adm-aeolus Lancio: 2015 Mappatura dei campi del vento globali terrestri		bepicolombo Lancio: 2016 Prima missione europea su Mercurio		earthcare Lancio: 2016 Studio del ruolo delle nuvole e degli aerosol sul clima		exomars Lancio: 2016, 2018 Modulo orbitante e d'atterraggio su Marte, seguito da rover	
jason cs Lancio: 2019 Misurazione delle altezze degli oceani terrestri		euclid Lancio: 2020 Diagrammi degli effetti della materia oscura e della energia oscura nell'universo		biomass Lancio: 2020 Misurando la biomassa delle foreste		Juice Lancio: 2022 La prima missione europea verso il sistema di Giove	

geos-1 e -2 Lanciata: 1977, 1978 Sondaggio del campo, delle onde e delle particelle magnetiche della Terra		ots-1 e -2 Lanciata: 1977 (fallita), 1978 Dimostrazione di tecnologie per le telecomunicazioni		isee-2 Lanciata: 1977 Diagrammi sulle relazioni e il campo magnetico Sole-Terra		meteosat serie Lanciata: 1977, 1981, 1988, 1989, 1991, 1993, 1997, 2002 Satelliti meteorologici europei per le previsioni meteo quotidiane		Osservazione della Terra
ecs serie Lanciata: 1983, 1984, 1985, 1987, 1988 Satelliti europei operativi per le telecomunicazioni		spacelab Primo lancio: 1983 Modulo di laboratorio per lo Space Shuttle della NASA; 22 lanci		giotto Lanciata: 1985 Intercettazione della cometa di Halley e della cometa di Grigg-Skjellerup		olympus Lanciata: 1989 Dimostrazione di tecnologie per le telecomunicazioni		Volo spaziale abitato e operazioni
eureca Lanciata: 1992 Banco di prova a microgravità e volo libero riutilizzabile		iso Lanciata: 1995 Astronomia a raggi infrarossi		soho Lanciata: 1995 Osservazione continua del Sole		cluster Lanciata: 1996 (fallita), 2000 Fisica del plasma nello spazio in 3D		Programma Galileo e attività collegate alla navigazione
proba serie Lanciata: 2001, 2009, 2013 Dimostrazione di tecnologie per microsatelliti		envisat Lanciata: 2002 Satellite ambientale con 10 strumenti		msg serie Lanciata di MSG: 2002, 2005, 2012 Satelliti meteorologici di seconda generazione		integral Lanciata: 2002 Astronomia con raggi gamma		Esplorazione scientifica e robotica
cryosat Lanciata: 2005 (fallita), 2010 Misurando lo spessore del ghiaccio polare		venus express Lanciata: 2005 Prima orbita europea di Venere		giove-a e b Lanciata: 2005, 2008 Dimostrazione di tecnologie per Galileo		metop serie Lanciata: 2006, 2012 Servizi meteorologici polari		Management tecnico e della qualità
planck Lanciata: 2009 Mappatura della radiazione cosmica di fondo		smos Lanciata: 2009 Misurazione dell'umidità del suolo e della salinità dell'oceano		galileo Primo lancio: 2011 Sistema di navigazione satellitare globale europeo		vega Primo lancio: 2012 Veicolo di lancio europeo per satelliti di piccole dimensioni		Applicazioni integrate e telecomunicazioni
european robotic arm Lancio: 2014 Braccio robotico per il segmento Russo dell'ISS		edrs Primo lancio: 2014 Satelliti geostazionari per la trasmissione di dati satellitari		smallgeo Lancio: 2015 Nuova piattaforma di piccole dimensioni per le telecomunicazioni geostazionarie		lisa pathfinder Lancio: 2015 Dimostrazione di tecnologie per il rilevamento delle onde gravitazionali		
solar orbiter Lancio: 2017 La missione europea più vicina al Sole		cheops Lancio: 2017 Studio dei pianeti intorno ad altre stelle		james webb space telescope Lancio: 2018 Contributo di due strumenti per il prossimo grande osservatorio spaziale		mtg serie Lancio: 2018 Satelliti metereologici europei di terza generazione		
plato Lancio: 2024 A caccia di pianeti al di là del nostro sistema solare								

Credenziali delle foto

I diritti sulle immagini sono di proprietà dell'ESA a meno che diversamente indicato. ESA e il logo ESA sono di proprietà dell'Agenzia Spaziale Europea. Il permesso di riprodurre o distribuire materiale di proprietà di terze parti deve essere richiesto al proprietario dei diritti d'autore interessati.

INTRODUZIONE

10–11 ESA–N. Imbert-Vier

CAPITOLO UNO

16–17 ESA/LFI & HFI Consortia – immagine principale; Collaborazione ESA/Planck (microonde); NASA/DOE/Fermi LAT/Dobler et al./Su et al. (raggi gamma) – immagine in riquadro
18–19 team ESA/Planck
20–21 V. Springel – University of Heidelberg/MPI for Astrophysics – immagine principale nel riquadro
22–23 ESA/SPIRE/Herschel-ATLAS – immagine sorgente; ESA–AOES Medialab – immagine in riquadro
24–25 ESA–A. Le Floch
26–27 ESA/PACS/SPIRE/M. Hennemann & F. Motte, Laboratoire AIM Paris-Saclay, CEA/Irfu – CNRS/INSU – Univ. Paris Diderot, France – immagine principale; ESA/Herschel/SPIRE/PACS/D. Arzoumanian (CEA Saclay) per l'indagine sulla cintura di Gould' Key Programme Consortium – immagine in riquadro
28–29 NASA/CXC/SAO & ESA – immagine principale; ESA/NASA/CXC/Univ. of Potsdam/L. Oskinova – immagine superiore destra; ESA–C. Carreau – immagine di veicolo spaziale in basso a destra
30–31 infrarossi: ESA/Herschel/PACS/SPIRE/J. Fritz, U. Gent; X-ray: ESA/XMM-Newton/EPIC/W. Pietsch, MPE
32–33 NASA
34–35 NASA, ESA, M. Postman (STScI) e team CLASH – immagine principale; ESA–C. Carreau – immagine in riquadro
37 NASA (raggi gamma) – immagine in riquadro
38–39 STFC – immagine principale; Ball Aerospace – immagine in alto a sinistra; Astrium/NIRSpec – immagine in basso a sinistra
40–41 ESA–AOES Medialab – immagine principale; Astrium France – immagine in riquadro
42–43 Astrium France – immagine principale; Astrium – immagine in riquadro
44 ESA/Astrium
45 NASA – immagine di onda gravitazionale

CAPITOLO 2

50–51 ESA–C. Carreau – immagine principale fonte; ESA/NASA/JPL/Univ. Arizona – immagine centrale sorgente; NASA/JPL/Caltech – immagine in riquadro in fondo
52–53 NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute
54–55 CICLOPS, JPL, ESA, NASA
56–57 ESA–AOES Medialab – immagine principale; NASA/JPL/Univ. Arizona – immagine in alto a sinistra; NASA/JPL/DLR – immagine in basso a sinistra
58–59 ESA–AOES Medialab – immagine principale; ESA–J. Huard – immagine a destra
60–61 ESA–OSIRIS Team; MPS/UPD/LAM/IAA/RSSD/INTA/UPM/DASP/IDA
62–63 ESA–J. Mai – immagine principale; CIVA/Philae Consortium/ESA – immagine in riquadro
64–65 ESA–Mars Express team – immagine principale; ESA–C. Carreau – immagine in riquadro
66–67 ESA–AOES Medialab – immagine in riquadro in fondo; ESA/DLR/FU Berlin (G. Neukum) – tutte le altre immagini
68–69 ESA/DLR/FU Berlin (G. Neukum)
70–71 ESA/NASA/JPL – immagine principale; ESA–AOES Medialab – immagine in riquadro
72–73 INAF–IASF–Roma/PLAB – immagine principale; DLR/PEL (J. Helbert) – immagine in riquadro in alto; ESA/INAF–IASF, Roma, Italia, e Observatoire de Paris, Francia DLR/PEL – immagine in riquadro in fondo
74–75 NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington – immagine a destra
76–77 ESA–A. Le Floch
78–79 ESA/NASA–SOHO
80–81 ESA/NASA–SOHO EIT Consortium – immagine sorgente
82–83 Sebastian Voltmer/www.astrofilm.com – immagine principale
84–85 ESA/SMART-1/Space-X (Space Exploration Institute), camera team ESA/SMART-1/AMIE – immagine principale; Canada–France–Hawaii Telescope – immagine in riquadro
86–87 ESA ©2009 MPS per team OSIRIS MPS/UPD/LAM/IAA/RSSD/INTA/UPM/DASP/IDA – immagine principale; team VIRTIS-M presso INF-IFSI e INAF–IASF, Roma, Italia – immagine in riquadro in alto; ESA/DLR/Freie Universität Berlin / Libera Università di Berlino – immagine in riquadro in basso

CAPITOLO 3

90–91 ESA–P. Carril – immagine principale; M.Busch, R. Kresken, Starkenburg-Sternwarte Heppenheim – immagine in riquadro
92 Thales Alenia Space – immagine sorgente
93 EADS CASA Espacio – immagine a sinistra; ND SatCom – immagine a destra
94 ESA–P. Carril – immagine in alto; ESA–J. Huard – immagine in basso
95 ESA–S. Corvaja
96–97 ESA–A. Le Floch; OHB – immagine in riquadro
98–99 Astrium – immagine in riquadro
100–101 ESA–P. Carril
102–103 Dassault Falcon – immagine principale; ESA–J. Huard – immagine in riquadro in fondo
104–105 Eumetsat – immagine principale; ESA/MSG team – immagine in riquadro

CAPITOLO 4

110–111 ESA/CNES/Arianespace – Optique vidéo du CSG (P. Baudon)
112–113 ESA–S. Corvaja – immagine principale; ESA–P. Carril – immagine in riquadro in fondo
114–115 ESA–C. Lezy – immagine principale; ESA–A. Van Der Geest – immagine in riquadro
116–117 ESA–M. Pedoussaut
118–119 ESA–F. Alvarez Lopez
120–121 ESA–F. Alvarez Lopez

CAPITOLO 5

124–125 ESA/Eumetsat – immagine principale; ESA–Silicon Worlds – immagine annotata; ESA–AOES Medialab – immagine in riquadro
126–127 ESA–Phi-Hung – immagine principale; Eumetsat – immagine in fondo
130–131 ESA–Denman Productions – immagine principale; ESA/CNES/Arianespace – Optique vidéo du CSG – immagine in riquadro
132–133 Astrium GmbH – immagine in alto a sinistra; Astrium UK – immagine in basso a destra; ESA–P. Carril – tutte le altre immagini
135 DLR/ESA/IUP, Univ. Bremen – immagine in riquadro sorgente
136–137 KNMI/ESA – immagine principale; DLR – immagine in riquadro
145 ESA/DMI/NIC
150–151 CRI-ST/CNES/ESA/GeoEye/NASA/VITO – immagine principale; ESA–Globcover – immagine in riquadro
158–159 DLR
162–163 DLR
166–167 European Space Imaging (EUSI) – immagine principale
168–169 European Space Imaging (EUSI) – immagine principale; ESA–P. Sebirot – immagine in riquadro
170–171 ESA–J. van Haarlem, A. Le Floch
172–173 ESA/HPF/DLR – immagine principale; ESA–AOES Medialab – immagine in riquadro
174 CATDS, IFREMER, CESBIO, ESA – immagine principale; ESA–AOES Medialab – immagine in riquadro
175 CATDS, IFREMER, CESBIO, ESA – immagine principale; NRAO/AUI – immagine in riquadro
176–177 CPOM – immagine principale; ESA–AOES Medialab – immagine in riquadro
178–179 ESA–R. Bock/IAGB – immagine principale; ESA–AOES Medialab – immagine in riquadro
180 ESA–S. Corvaja
181 ESA–M. Valentini

CAPITOLO 6

184–185 ESA/NASA
186–187 NASA
188–189 ESA–S. Corvaja – immagine in riquadro in fondo; NASA – tutte le altre immagini
190 NASA
191 NASA – immagine in alto; ESA/NASA – immagine in basso a sinistra; NASA–JSC – immagine in basso a destra
192–193 NASA
194 ESA/CNES/Arianespace – Optique vidéo du CSG (J.M. Guillon) – immagine a sinistra; immagine sorgente ESA–D.

Ducros – immagine annotata a destra
195 ESA-A. Le Floch
196–197 ESA/NASA – immagine principale; ESA/CNES/Arianespace – Optique vidéo du CSG – immagine in riquadro
198–199 ESA/NASA–D. Pettit – immagine principale; ESA/NASA – immagine in riquadro in fondo; NASA – immagine in riquadro in alto
200–201 NASA
202–203 ESA–A. Le Floch – immagini in riquadro principale e in fondo; Novespace – immagine in riquadro in alto
204–205 NASA
206–207 ESA–H. Rub
208–209 ESA–S. Corvaja
210–211 ESA–S. Corvaja – immagine principale; NASA–C. Cioffi – immagine in riquadro
212–213 ESA–S. Corvaja
214–215 NASA
216–217 NASA
218–219 ESA/NASA
220–221 ESA/NASA
222–223 NASA – immagine principale; FFI – immagine in riquadro
224 NASA–B. Ingalls – immagine principale; ESA–S. Corvaja – immagine in riquadro
225 NASA–B. Ingalls – immagine principale; ESA–S. Corvaja – immagine in riquadro
226–227 W. Joris/www.oxidiser.nl – immagine principale; R. Vandebergh – immagine in riquadro
228–229 ESA–V. Crobu
230–231 ESA/IPEV/PNRA–A. Kumar – immagine principale; ESA/Mars500 team – immagine in riquadro in fondo; ESA/E. Macdonald-Nethercott – immagine in riquadro in alto

CAPITOLO 7
234–235 ESA–S. Corvaja
236–237 ESA–S. Corvaja
238–239 ESA–S. Corvaja
240–241 ESA–S. Corvaja
242–243 ESA–S. Corvaja – immagine principale; Arianespace – immagine in riquadro
244–245 ESA–A. Chance – immagine principale; ESA–S. Corvaja – immagine in riquadro
246–247 ESA–R. Madde
248–249 ESA–J. Mai

CAPITOLO 8
254–255 ESA–A. Le Floch
256–257 ESA–A. Le Floch
258–259 ESA–A. Le Floch
260–261 ESA–A. Le Floch – immagine principale
262–263 ESA–W. Pearson
264–265 ESA–A. Le Floch
266–267 ESA–A. Le Floch

CAPITOLO 9
272–273 Astrium – immagine principale; FormTech – immagini in riquadro
274 ESA-AOES Medialab
275 Leosphere
276–277 Nigel Young/Foster + Partners
278–279 ESA–S. Corvaja – immagine principale; MDUSpace – immagine in riquadro
280–281 ESA–A. Le Floch – immagine principale; M. Kretschmer – immagine in riquadro in alto; MAVinci – immagine in riquadro in basso
282–283 ESA–A. Le Floch

CAPITOLO 10
286 ESA–S. Corvaja
287 ESA/CNES/Arianespace – Optique vidéo du CSG (L. Mira) – immagine in riquadro
288–289 ESA–P. Carril – immagine sorgente
290–291 Caren Jarman, UKZN
292–293 Altobridge
294–295 nextgenlog/Stirling Energy Systems
296–297 UAB
298–299 ESA–D. Baumbach – immagine principale; H.v.d. Lande/Space Expo – immagine in riquadro a sinistra; ESA–A. Le Floch – immagine in riquadro a destra

Sovraccopertina: ESA ©2009 MPS per OSIRIS Team MPS/UPD/LAM/IAA/RSSD/INTA/UPM/DASP/IDA



European Space Agency



Stati membri dell'ESA

Austria
Belgio
Danimarca
Finlandia
Francia
Germania
Grecia
Irlanda
Italia
Lussemburgo
Norvegia
Paesi Bassi
Polonia
Portogallo
Regno Unito
Repubblica Ceca
Romania
Spagna
Svezia
Svizzera