

IL PROGRAMMA DELL'ESA DI OSSERVAZIONE DELLA TERRA

di **Simonetta Cheli**

L'AGENZIA SPAZIALE EUROPEA (ESA) GESTISCE UN PROGRAMMA DI OSSERVAZIONE DELLA TERRA SIN DAL LANCIO DEL SUO PRIMO SATELLITE METEOROLOGICO, METEOSAT, NEL 1977. RICALCANDO IL SUCCESSO DI QUESTA PRIMA MISSIONE, LA FAMIGLIA DI SATELLITI METEOSAT INSIEME ALLE MISSIONI ERS-1, ERS-2 E ENVISAT HANNO FORNITO UNA GRANDE QUANTITÀ DI DATI RELATIVI ALLA TERRA, AL SUO CLIMA E AI CAMBIAMENTI CLIMATICI. L'ESA RAPPRESENTA PER QUESTO UNO DEI MAGGIORI FORNITORI DI DATI DI OSSERVAZIONE DELLA TERRA ALLA COMUNITÀ SCIENTIFICA NELL'AMBITO DELLE SCIENZE DELLA TERRA.



Timeline del Programma di Osservazione della Terra dell'ESA (Copyright ESA 2014).

Durante l'ultimo trentennio è stata dedicata particolare attenzione alla calibrazione degli strumenti, alla validazione dei prodotti, alla calibrazione incrociata degli strumenti, all'evoluzione degli archivi e alla documentazione di tali processi. Ciò è stato possibile grazie alla collaborazione con laboratori specializzati, agenzie spaziali partner e comunità di utilizzatori dei dati, rendendo le missioni una risorsa innovativa per la ricerca e per i servizi pubblici. La politica di distribuzione dei dati "gratuita e aperta" ha permesso un'accelerazione dell'utilizzo dei dati dell'ESA. In aggiunta, l'ESA fornisce dati satellitari di agenzie partner, le cosiddette Third Party Missions (TPM). La distribuzione dei dati di queste missioni è regolamentata grazie a specifici accordi con i loro proprietari o operatori che possono essere entità pubbliche o private operanti in Europa e nel mondo. Informazioni dettagliate inerenti le missioni di Osservazione della Terra dell'ESA, l'accesso ai dati, gli strumenti a disposizione degli utilizzatori, gli eventi, i verbali delle conferenze e le notizie più rilevanti possono essere reperite all'indirizzo internet: <https://earth.esa.int/web/guest/home>

La collaborazione con enti di ricerca, agenzie spaziali e organizzazioni ambientali internazionali operative in tutto il mondo è una priorità per l'ESA. L'ESA ha gestito campagne congiunte di validazione dei dati con missioni partner e ha lavorato al fianco di team scientifici internazionali per lo sviluppo di algoritmi, per l'omogeneità ed accessibilità dei dati.

LA FLOTTA DEI SATELLITI DI OSSERVAZIONE DELLA TERRA DELL'ESA

Iniziato alla metà degli anni novanta, il programma "Living Planet" dell'ESA ha segnato un nuovo approccio per le osservazioni satellitari al servizio delle Scienze della Terra. Le missioni, infatti, sono state definite, sviluppate e condotte in piena collaborazione con la comunità scientifica. Questo programma comprende un elemento scientifico e di ricerca, che include le missioni "Earth Explorer", e un elemento "Earth Watch". Le missioni che appartengono a quest'ultimo elemento sono progettate per fornire osservazioni della Terra per i servizi operativi e includono le missioni meteorologiche e le Sentinelle nel quadro della componente spaziale del programma Copernicus. Gli "Earth Explorers", invece, rappresentano missioni scientifiche progettate per fornire risposte alle sfide identificate dalla comunità scientifica dimostrando l'avanzata tecnologia delle tecniche di rilevamento.

Tali missioni prevedono il coinvolgimento della comunità scientifica fin dal principio nel processo di definizione delle nuove missioni. Ne risulta che la missione concepita è sviluppata in maniera efficiente e garantisce i dati richiesti dall'utente. Questo approccio fornisce all'Europa anche una eccellente opportunità di cooperazione coinvolgendo la comunità scientifica globale e di sviluppo tecnico di nuove missioni.

Allo stato attuale ci sono tre Earth Explorers in orbita e due da lanciare. Una ulteriore missione, Biomass, è stata selezionata lo scorso anno. La figura 1 illustra le categorie di missioni e la timeline di lancio dei satelliti di Osservazione della Terra dell'ESA.

ERS E ENVISAT

Ancor prima degli Earth Explorers, l'ESA si è impegnata in un ambizioso programma di esplorazione dell'ambiente terrestre dall'orbita polare. Queste missioni hanno dimostrato con successo che il telerilevamento ha fornito nuove informazioni circa le scienze della Terra e le applicazioni e che tali informazioni sono state impiegate dalle agenzie di servizi operativi.

EUROPEAN REMOTE SENSING SATELLITE (ERS)

ERS-1, il primo satellite europeo per il telerilevamento lanciato nel 1991, è stata la prima missione di telerilevamento dell'ESA in orbita polare eliosincrona ed è stato utilizzato fino al marzo 2000.

ERS-1 comprende un carico utile di un sistema per immagini radar ad apertura sintetica (SAR), un altimetro radar e altri strumenti per misurare la temperatura della superficie dell'oceano e i venti.

ERS-2, sovrapposto con ERS-1, è stato lanciato nel 1995 con un sensore aggiuntivo per lo studio dell'ozono atmosferico. Questi satelliti ESA hanno raccolto una vasta quantità di preziosi dati inerenti le superfici terrestri, gli oceani, le calotte polari e gli è stato richiesto di monitorare le catastrofi naturali quali inondazioni o terremoti gravi in zone remote del mondo. Il Global Ozone Monitoring Experiment (GOME) di ERS-2 ha rappresentato l'inizio del secondo insieme di dati satellitari sull'ozono completando l'archivio sull'ozono creato dalla NASA e il National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA). Poco dopo il lancio di ERS-2 nel 1995, l'ESA ha operato i due satelliti creando la prima missione 'tandem' che è durata per nove mesi. Durante questo periodo l'aumento della frequenza e il livello di dati disponibili per gli scienziati ha offerto un'occasione unica per osservare i cambiamenti in un lasso di tempo molto breve. Ciò è stato possibile in quanto entrambi i satelliti orbitavano intorno alla Terra e il sole a 24 ore di distanza. Nel marzo 2000, il guasto del suo giroscopio computerizzato ha causato la fine di ERS-1, terminando di fatto le sue operazioni di gran lunga oltre la durata prevista. Nel luglio 2011, ERS-2 ha terminato il suo mandato ed è iniziato il procedimento di posizionamento fuori della sua orbita (de-orbiting).

ENVISAT

Envisat, il satellite ambientale lanciato nel 2002, è stato il più grande satellite di Osservazione della Terra mai costruito. ENVISAT ha fornito misurazioni dell'atmosfera, oceani, terre e ghiaccio per oltre 10 anni, il doppio della sua vita nominale. Envisat ha trasportato un'ambiziosa e innovativa strumentazione per avanzate osservazioni della Terra e ha anche assicurato la continuità dei rilevamenti dei dati dei due satelliti ERS.

L'insieme dei dati di ENVISAT ha fornito una vasta quantità di informazioni per studiare la composizione chimica dell'atmosfera, lo stato dello strato di ozono, la biologia oceanografica, la temperatura dell'oceano e il suo colore, le correnti d'aria, l'idrologia (umidità, alluvioni), l'agricoltura e arboricoltura, i rischi naturali, l'elevazione digitale del suolo (tramite

interferometria), il monitoraggio del traffico marittimo, l'inquinamento atmosferico, la cartografia e lo studio della neve e del ghiaccio. L'archivio dei dati ricevuti dal satellite contribuisce al monitoraggio a lungo termine dei cambiamenti ambientali e climatici.

Gli strumenti di Envisat:

- ▶ ASAR (Advanced Synthetic Aperture Radar), operante in banda-C, ha assicurato continuità con la modalità immagine (SAR) e la modalità onda dell'Active Microwave Instrument (AMI) a bordo dell'ERS-1 e ERS-2.

- ▶ Il Medium Resolution Imaging Spectrometer (MERIS) programmabile e gestito nel campo spettrale riflettente solare (dai 390 nm ai 1040 nm). Lo strumento è costituito da cinque telecamere posizionate una accanto l'altra, ciascuna dotata di uno spettrometro pushbroom costituito da quindici bande spettrali che possono essere selezionati da un comando a terra. L'obiettivo primario di MERIS è stato quello di osservare il colore del mare aperto e nelle zone costiere

- ▶ L'Advanced Along Track Scanning Radiometer (AATSR) ha stabilito la continuità dei set di dati ATSR-1 e ATSR-2 inerenti la precisa misurazione della temperatura superficiale marina (SST), garantendo in tal modo la produzione di un unico set di dati coprente la continuità di quasi dieci anni ai livelli di accuratezza richiesti (0,3 K o superiore) per la ricerca sul clima e destinati sia alla comunità di utenti operativi nonché agli scienziati che sono stati sviluppati attraverso le missioni ERS-1 ed ERS-2.

- ▶ L'altimetro radar 2 (RA-2) è uno strumento per la determinazione del ritardo bidirezionale dell'eco radar dalla superficie terrestre con una precisione molto elevata: meno di un nanosecondo. Ha inoltre misurato la potenza e la forma degli impulsi radar ri-



Fig. 2 - Un collage di immagini dal satellite ERS-2 (Copyright ESA).

flessi. Le applicazioni del RA-2 includono la topografia / cartografia, la neve e il ghiaccio marino, le onde oceaniche, le correnti e i venti.

► Il radiometro a microonde (MWR) ha misurato il vapore acqueo contenuto nelle nubi e l'acqua contenuta nell'atmosfera come termini di correzione del segnale dell'altimetro radar. Inoltre, i dati rilevati dal MWR sono utili per la determinazione dell'emissione dell'umidità del terreno, per le indagini circa il bilancio energetico di superficie per sostenere studi atmosferici, e per la caratterizzazione di ghiaccio.

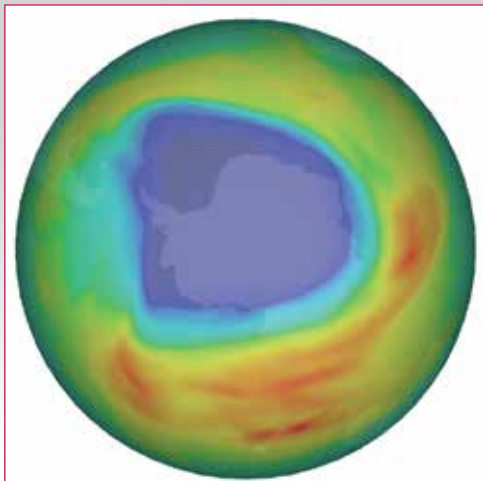


Fig. 3 – Buco dell'ozono durante il 7 Ottobre 2008, misurato con Scanning Imaging Absorption spectrometer for Atmospheric CHartography (SCIAMACHY) a bordo di ENVISAT (Copyright ESA).

► GOMOS (Global Ozone Monitoring by Occultation of Stars), uno spettrometro di media risoluzione per la copertura della gamma di lunghezze d'onda comprese tra 250 nm e 950 nm in diverse bande. Il suo compito principale era quello di fornire profili estremamente accurati di ozono stratosferico così come di fornire profili di biossido di azoto (NO₂), Nitrati (NO₃), vapore acqueo (H₂O), e la temperatura per studiare la composizione chimica atmosferica e le dinamiche relative).

► Il Michelson Interferometer for Passive Atmospheric Sounding (MIPAS) era uno spettrometro infrarosso a trasformata di Fourier Mid per la misurazione ad alta risoluzione degli spettri di emissione gassosa nell'arto terrestre e per la misurazione della composizione dei profili atmosferici. MIPAS ha rilevato e identificato nello spettro un gran numero di caratteristiche di emissione dei costituenti minori atmosferici che giocano un ruolo importante nella composizione chimica dell'atmosfera.

► Lo Scanning Imaging Absorption spectrometer for Atmospheric CHartography (SCIAMACHY) era uno spettrometro per l'osservazione della luce solare emessa, retro-diffusa, riflessa, trasmessa dall'atmosfera e dalla superficie terrestre, nella gamma di lunghezza d'onda tra 240 e 2380 nm. L'obiettivo scientifico primario di SCIAMACHY è stata la misurazione globale delle varie tracce di gas, aerosol e nubi nella troposfera e nella stratosfera.

► Il Doppler Orbitography and Radio-positioning Integrated by Satellite (DORIS) era un sistema di monitoraggio a microonde applicabile per localizzare ENVISAT con una precisione di 10 cm.

► Il Laser Retro-Reflector (LRR) era un sensore passivo impiegato come riflettore dalle stazioni a terra basate sulla tecnica Satellite Laser Ranging e che utilizzano laser pulsati ad alta potenza.

Nell'aprile 2012, si è perso improvvisamente il contatto con Envisat e la missione è terminata. Ma dieci anni di dati archiviati di Envisat continuano ad essere sfruttati per studiare il nostro pianeta. La richiesta dei dati di Envisat da parte degli utenti rimane molto alta: nel corso del 2012 sono state registrate all'ESA circa 600 nuove proposte da parte degli utenti per richiedere dati di Envisat. Fino a ora ci sono circa 4500 progetti Envisat user. La figura 2 illustra il crescente numero di progetti di scienze della Terra destinati alla ricerca e alle applicazioni.

**GLI EARTH EXPLORERS:
I SATELLITI IN ORBITA E I PROSSIMI LANCI**

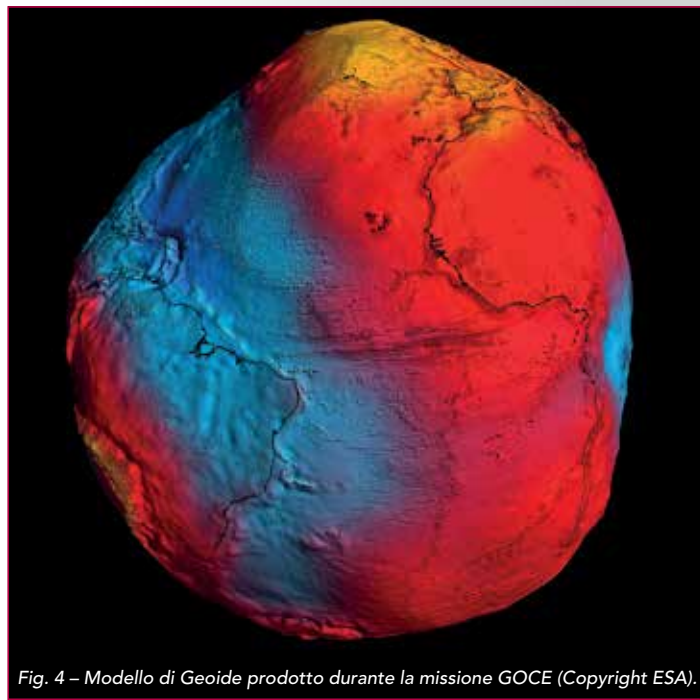


Fig. 4 – Modello di Geoide prodotto durante la missione GOCE (Copyright ESA).

**GOCE: LA MISSIONE DELL'ESA PER LA
GRAVITAZIONE TERRESTRE**

Lanciato il 17 marzo 2009, il Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer (GOCE) è stata la prima di una serie di missioni Earth Explorer. GOCE è stato progettato per fornire informazioni per la comprensione di variabili critiche del sistema Terra derivate dal suo campo gravitazionale.

I gradienti gravitazionali sono misurati da un insieme di sei accelerometri a tre assi. GOCE ha fornito il set di dati necessari per determinare con precisione i modelli globali e regionali della gravità terrestre e il geoide. Tali risultati contribuiscono all'avanzamento della ricerca in campi quali la circolazione e la dinamica degli oceani, la fisica dell'interno della Terra, la geodesia e la topografia e le variazioni del livello del mare.



MUUG

www.sinergis.it

LA GESTIONE INTEGRATA
PER LE RETI TECNOLOGICHE

MUUG (Multi Utilities User Group) è il nome del software sviluppato da **SINERGIS** per la gestione territoriale delle reti tecnologiche.

Basata su tecnologia **ArcGIS** e **ArcFM** costituisce la soluzione più aderente alla realtà ed agli standard operativi delle aziende Multi Utilities italiane, grazie al supporto, in fase di progettazione e test, di alcune aziende leader del settore (AGSM Verona, Gorgovivo Multiservizi Ancona, Trentino Servizi).



■ ■ ■
IL VALORE DELL'INFORMAZIONE GEOGRAFICA

SINERGIS

SEDE LEGALE AMMINISTRATIVA: **Sinergis Srl** | **TRENTO, Gardolo** (38121) | loc. Palazzine 120/f | T. 0461.997214 | F. 0461.997330 | www.sinergis.it

SEDI OPERATIVE:

Milano (20131)
via Ampere, 28/30
T. 02.67870811
F. 02.67870850

Bologna (40125)
via Calzolerie 2
T. 051.237823
F. 051.270806

Roma (00156)
via E. Franceschini 56
T. 06.432571
F. 06.43257321

Napoli (80143)
Centro Direzionale Isola F 12
T. 081.19564953
F. 081.19564954

Cagliari (09122)
Era Informatica
viale Elmas 142
T. | F. 070.2110410

Catania (95131)
Pza della Repubblica 32
T. 095.312982
F. 095.2500838 0

Fig. 5 – SENTINEL-1, immagine artistica (Copyright ESA)



A partire dalla fine del 2012 tutti gli obiettivi scientifici della missione sono stati pienamente raggiunti.

Con GOCE è possibile mappare i segnali di gravità ben oltre l'obiettivo originario della forma sferico armonica grado 200 (pari a 100 km - 62 miglia). Per la prima volta, le correnti globali possono essere ricavate direttamente da dati altimetrici satellitari con importanti utilizzi dei dati della missione nel settore dell'oceanografia.

Alla fine di gennaio 2012 l'orbita di GOCE è stata abbassata a 235 km aumentando così la precisione e risoluzione dei rilevamenti (da 100 a 80 km - da 62 km a 50 km circa) e migliorando la visione di GOCE delle dinamiche oceaniche più piccole. La figura 3 illustra la capacità di GOCE di ricavare la velocità delle correnti oceaniche.

GOCE ha terminato la sua missione nel novembre 2013 dopo una manovra di rientro del satellite (de-orbiting). I dati di GOCE hanno permesso di produrre quattro geoidi della Terra e il quinto a breve includerà gli ultimi dati acquisiti dalla missione.

SMOS: LA MISSIONE DELL'ESA PER L'ACQUA

Lanciato il 2 novembre 2009, la missione "Soil Moisture and Ocean Salinity" (SMOS) fornisce rilevamenti globali di umidità del suolo e della salinità degli oceani utilizzando un radiometro passivo interferometrico a due dimensioni con apertura sintetica in banda banda L (MIRAS).

I dati circa l'umidità del suolo sono necessari per gli studi idrologici e i dati sulla salinità degli oceani sono di cruciale importanza per migliorare la nostra comprensione dei modelli di circolazione oceanica.

Nel novembre 2012 SMOS ha completato i 3 anni di vita nominale ma la missione è stata prolungata e continua a fornire preziosi risultati oltre i suoi obiettivi scientifici iniziali circa la salinità degli oceani e l'umidità del terreno. La figura 4 illustra il gradiente di salinità della superficie marina (Sea Surface Salinity -SSS) a largo della costa nord-est degli Stati Uniti.

CRYOSAT: LA MISSIONE DELL'ESA PER IL GHIACCIO

Lanciato nell'aprile 2010, CryoSat-2 rappresenta la prima missione Europea dedicata al ghiaccio.

Il suo strumento principale è il Radar ad apertura sintetica/Altimetro Radar interferometrico ed è stato progettato per misurare le variazioni su scala centimetrica dello spessore del ghiaccio galleggiante negli oceani e dello spessore delle lastre di ghiaccio che circondano la Groenlandia e l'Antartide.

Insieme alle informazioni da satellite circa la misura del ghiaccio, tali rilevazioni mostrano come il volume di ghiaccio terrestre sta cambiando conducendo ad una migliore comprensione della relazione tra ghiaccio e clima. CryoSat-2 fornisce misurazioni accurate e sinottiche dello spessore del ghiaccio artico e Colonne dettagliate senza precedenti.

La Figura 5 illustra la capacità di CryoSat-2 di registrare le variazioni stagionali di spessore del ghiaccio in mare.

SWARM: LA MISSIONE PER IL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE

Lanciata con successo nel novembre 2013, Swarm è una costellazione di tre satelliti che fornisce misurazioni ad alta precisione e ad alta risoluzione della forza e la direzione del campo magnetico terrestre usando un magnetometro avanzato, un accelerometro e uno strumento per la misurazione del campo elettrico. I modelli del campo geomagnetico derivanti dalla missione Swarm forniranno nuove informazioni circa l'interno della Terra, approfondendo la nostra comprensione dei processi atmosferici legati al clima e alle condizioni meteo. In aggiunta la missione avrà anche applicazioni pratiche in diversi settori quali la meteorologia spaziale e i rischi da radiazioni.

ATMOSPHERIC DYNAMICS MISSION (ADM)-AEOLUS: LA MISSIONE DELL'ESA PER IL VENTO

Programmato per essere lanciato nel 2015, ADM-Aeolus apporterà significativi progressi nell'osservazione globale dei profili del vento e fornirà informazioni necessarie per migliorare le previsioni meteo. Aeolus è progettato per spianare la strada ai futuri satelliti meteorologici operativi dedicati a misurare i campi eolici terrestri.



GeoSolutions

il tuo one-stop-shop per software geospaziale open source

- ✓ **Supporto Professionale** per software **Open Source**
- ✓ **Applicazioni Enterprise** su misura
- ✓ **Formazione di Qualità** direttamente dagli esperti
- ✓ **Stress-free integration** con software **COTS**



GeoServer

Enterprise Server
Open Source per la
disseminazione di dati
geospaziali secondo
gli standard OGC e
INSPIRE



GeoNetwork

Catalogo Open Source
per metadati geospaziali
secondo standard OGC,
INSPIRE ed RNDT



MapStore

Framework Webgis
Open Source per
creare mappe e
mashup in modo
semplice ed intuitivo



OpenSDI

Piani di supporto
professionale per
software geospaziale
Open Source costruiti
intorno alle vostre
esigenze.

La missione si avvarrà di un doppler lidar per misurazione del vento altamente sofisticato con un grande telescopio che raccoglie luce retrodiffusa dai gas, polveri e goccioline di acqua nell'atmosfera. Aeolus sarà posizionato in orbita eliocentrica in modalità alba/tramonto, a 408 chilometri sopra la Terra.

EARTHCARE: LA MISSIONE DELL'ESA PER LE NUBI E L'AEROSOL

Programmato per essere lanciato alla fine del 2016, l'Explorer dedicato allo studio delle nuvole e degli aerosol che riflettono le radiazioni solari (EarthCARE) è sviluppato in collaborazione con l'agenzia spaziale giapponese JAXA, per migliorare la rappresentazione e la comprensione del bilancio radioattivo Terrestre all'interno di modelli climatici e previsione meteo numerici. Tale obiettivo sarà raggiunto mediante misurazioni globali della struttura verticale e della distribuzione orizzontale dei campi di nubi e aerosol insieme alle radiazioni uscenti. Il carico utile comprende due strumenti attivi: un lidar atmosferico ad alta risoluzione e un radar, e due strumenti passivi: un sensore multispettrale e un radiometro a banda larga. EarthCARE sarà posizionato in un'orbita eliosincrona in modalità pomeriggio a 393 chilometri.

GLI EARTH EXPLORERS FUTURI

L'ultima missione selezionata da ESA nel maggio 2013 è Biomass. Questa affronterà una delle principali questioni nella nostra comprensione della componente terrestre nel sistema Terra, vale a dire lo stato e le dinamiche legate alle foreste, la distribuzione e le evoluzioni delle biomasse.

Ottenere informazioni accurate e aggiornate circa il patrimonio forestale a scale che consentono modifiche che devono essere rispettate significherà che la comunità scientifica avrà la possibilità di affrontare una serie di importanti questioni con benefici di vasta portata sia per la ricerca che per la società. Biomass migliorerà notevolmente la nostra conoscenza delle dimensioni e della distribuzione del carbonio sulla Terra, e fornirà stime migliori circa i flussi di carbonio.

Inoltre, la missione risponde alla impellente necessità di rilevazioni di biomassa a sostegno dei trattati mondiali quali la Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici per la riduzione delle emissioni dovute alla deforestazione e al degrado forestale. La missione si avvarrà di un sofisticato radar polarimetrico ad apertura sintetica in banda P operante a 435 MHz e una larghezza di banda di 6 MHz. Il satellite vola a 637-666 km in orbita eliosincrona vicino ai poli.

EARTH EXPLORER 8

Due missioni sono state short-listate per proseguire con la fase di fattibilità:

- ▶ L'Explorer Florescence (FLEX) è un progettata per essere una missione della durata di tre anni che monitorerà globalmente il costante stadio della fluorescenza clorofilliana nella vegetazione terrestre. FLEX prevedere tre strumenti per misurare i lineamenti correlati alla fluorescenza, la riflessione iperspettrale, e la temperatura della calotta.
- ▶ CarbonSat, una missione di 3-5 anni, misurerà globalmente le quantità di CO₂ e CH₄ nell'atmosfera con alta risoluzione spaziale e copertura territoriale molto buona (con andana larga 500 km) che può essere utilizzata per definire modelli relativi al diossido

di carbonio. Lo strumento "CarbonSat" si avvarrà della tecnologia e l'esperienza derivata da SCIAMACHY di Envisat.

LE MISSIONI METEOROLOGICHE

La partnership fra ESA e EUMETSAT è stata creata nel 1986 ed è stata implementata attraverso una serie di satelliti operativi geostazionari (Meteosat) e in orbita polare (METOP) dove l'ESA ha il compito di costruire i satelliti e EUMETSAT di gestirli. Questo programma rappresenta il nuovo fiore all'occhiello della cooperazione tra l'ESA e EUMETSAT fornendo funzionalità avanzate per le scienze meteorologiche e climatiche e per vantaggi economici e sociali.

EUMETSAT trae grande beneficio dallo sviluppo dell'ESA di satelliti e di strumenti tecnologicamente avanzati, dallo sviluppo di algoritmi, dalle operazioni di lancio, dall'elaborazione dei dati e dalla loro calibrazione e validazione. EUMETSAT opera su due tipi di piattaforme, uno in orbita geostazionaria e l'altro in orbita polare bassa eliosincrona.

I SATELLITI GEOSTAZIONARI

Meteosat Second Generation (MSG) è un sistema notevolmente migliorato e di prosecuzione della prima generazione dei satelliti Meteosat (Meteosat First Generation - MFF).

MSG è costituito da una serie di quattro satelliti meteorologici geostazionari, con la relativa infrastruttura a terra, che opererà consecutivamente fino al 2020. I satelliti MSG portano a bordo due strumenti: il SEVIRI (Spinning Enhanced Visible and InfraRed Imager), che ha la capacità di osservare la Terra in 12 canali spettrali e fornire immagini fondamentali per le esigenze operative delle previsioni, e il GERB (Geostationary Earth Radiation Budget) che supporta gli studi sul clima.

Il programma Meteosat Terza Generazione (MTG) dovrebbe condurre ad una grande evoluzione nella capacità operativa meteorologica. Il programma dovrebbe garantire l'accesso ai dati meteorologici satellitari almeno fino alla fine del 2030.

MTG continuerà i rilevamenti in visivo e infrarosso dall'orbita geostazionaria, i rilevamenti dallo strumento Sounding infrarosso e ultravioletto/vicino infrarosso con conseguenti informazioni tridimensionali su umidità, temperatura e vento per supportare Nowcasting. MTG avrà a bordo anche Lo strumento Sentinel 4, parte del progetto GMES (Global Monitoring for Environmental Security, per i rilevamenti sulla qualità dell'aria.

SATELLITI IN ORBITA POLARE

Il Polar System (EPS) di EUMETSAT è il primo sistema satellitare meteorologico operativo europeo in orbita polare ed è il contributo europeo al Joint Polar-Orbiting Satellite System Initial Operational (JPSS). JPSS rappresenta una collaborazione tra l'Europa e Stati Uniti attraverso i rispettivi servizi meteorologici, EUMETSAT e NOAA.

MetOp, i satelliti in orbita polare di EUMETSAT, hanno a bordo un insieme di strumenti sounding e imaging allo stato dell'arte. Questi mettono a disposizione dei meteorologi e dei climatologi una migliore capacità di telerilevamento e sondaggi atmosferici migliorati. Il segmento spaziale EPS comprende la successione di tre satelliti MetOp ed è sviluppato e ottenuto attraverso la cooperazione tra ESA e EUMETSAT. Metop si posiziona in orbita polare (Low Earth) corrispondente al locale 'mattina', mentre gli Stati Uniti sono responsabili della copertura della parte 'pomeriggio'.



MASSIMA VELOCITÀ. PRECISIONE SENZA CONFRONTI. ANCHE CON UNA LEGGERA INCLINAZIONE

Compensazione completa dell'inclinazione con la tecnologia Trimble SurePoint

Semplificate la vostra metodologia di lavoro di rilievo con la tecnologia Trimble® SurePoint™ integrata, che compensa automaticamente fino a 15° di inclinazione della palina, con una tracciabilità della misurazione del 100%. Rilevate con rapidità punti che prima erano inaccessibili. Questo è solo uno dei vantaggi del nuovo Trimble R10, scopritene di più:

www.trimble.com/survey/TrimbleR10



**TRIMBLE
R10 GNSS**



La serie fornirà dati sia per studi meteorologici che climatici. La combinazione di strumenti a bordo di Metop rende possibile l'osservazione della Terra di giorno e notte così come in condizioni di nuvolosità.

Ogni satellite ha una operatività nominale in orbita di cinque anni, con una sovrapposizione di sei mesi fra un satellite e l'altro, fornendo un servizio per oltre quattordici anni.

I satelliti americani e europei sono dotati di sensori identici: AVHRR/3 e l'ATOVS consistente nell'AMSU-A, l'HIRS/4 e MHS. NOAA fornisce la maggior parte degli strumenti comuni a bordo dei satelliti e EUMETSAT ha sviluppato e fornisce NOAA del Microwave Humidity Sounder (MHS). Inoltre, i satelliti METOP sono dotati di un set di sensori Europei quali IASI, ASCAT, GOME-2 e GRAS che miglioreranno lo scandaglio atmosferico così come la misurazione dell'ozono atmosferico e dei venti vicini alla superficie oceanica.

È in corso d'opera una ridefinizione del follow-on del Polar System di EUMETSAT per sostituire l'attuale sistema satellitare nel 2020 e contribuire al IJPS. Sono stati definiti i requisiti per una serie di missioni candidate a supporto soprattutto della meteorologia e del monitoraggio climatico. Alcuni strumenti di bordo, le piattaforme satellitari e le infrastrutture di supporto a terra sono in fase di studio in coordinamento con NOAA, ESA, e altre agenzie spaziali in Europa. Come per Metop, i satelliti saranno posizionati in orbita bassa eliosincrona, con nodo discendente alle 09:30 ora locale fornendo rilevamenti di tutta la Terra con tempo di rivisitazione di 12-24 ore a seconda dello strumento. Iniziate nel 2005 sotto il nome di Post-EPS, nel 2012 le attività entreranno nelle fasi di progettazione e sviluppo nell'ambito di un nuovo programma chiamato EPS Second Generation (EPS-SG).

LE SENTINELLE (SENTINELS)

Le Sentinelle (Sentinels) sono missioni che fanno parte della componente spaziale del progetto Copernicus. Tale componente, posta sotto la responsabilità dell'ESA, è costituita da due tipi di missioni satellitari: le Missioni Contribuenti (Contributing missions), che sono gestite da organizzazioni nazionali, europee o internazionali e che già forniscono una grande quantità di dati per i servizi di Copernicus, e le Sentinelle, specifiche per le esigenze del programma. Le Sentinelle forniranno imponenti set di dati ambientali e climatici a lungo termine. Insieme ad altri satelliti, i loro archivi di dati combinati verranno utilizzati per produrre le Variabili Climatiche Essenziali (CryoSat-2 sostituisce la missione CryoSat che è andata persa a causa di un errore in fase di lancio nell'ottobre 2005.) per il monitoraggio, la modellazione e la previsione del clima, come stabilito dal Global Climate Observing System (riferimento EarthCARE nel precedente Earth Observatory). Le Sentinelle si basano sull'esperienza dei precedenti satelliti europei come ERS ed ENVISAT e nazionali come SPOT. Si basano, inoltre, su una costellazione di due satelliti per soddisfare le esigenze di aggiornamento e di copertura e forniranno imponenti set di dati per i servizi operativi. Il lancio delle Sentinelle avrà inizio nel 2014.

- Sentinella 1: Il suo lancio è previsto nella primavera del 2014. È un satellite ad orbita polare che opera in tutte le stagioni, di giorno e notte e utilizzerà uno strumento SAR in banda C supportando i servizi operativi Copernicus dedicati al suolo, alla gestione dei rischi e dell'inquinamento marino.
- Sentinella 2: pianificata per essere lanciata nel 2015, è la missione per orbita polare che fornirà al progetto GMES immagini multispettrali ad alta risoluzione sulla vegetazione, sulla superficie della terra e dell'acqua, sulle vie na-

vigabili interne e le zone costiere. La Sentinella 2 fornirà anche informazioni per gestire i servizi di emergenza.

- Sentinella 3 - pianificata per essere lanciata nel 2015, questa missione è composta da due satelliti operativi con un periodo di rivisitazione pari a 1 giorno per l'osservazione della terra emersa e due giorni per i mari. Ogni satellite sarà dotato di uno strumento Ocean and Land Colour (OLCI), di un Sea and Land Surface Temperature Radiometer (SLSTR) e un carico utile microonda tra cui un Radar Altimeter SAR (SRAL) e un Radio Meter a due frequenze microonde (MWR). La missione contribuirà alla topografia, al monitoraggio della temperatura della superficie marina e quella terrestre, del carbonio negli oceani e del colore della terra.
- Sentinella 4: pianificata per essere lanciata nel 2019, questa missione è un carico utile per il monitoraggio atmosferico con a bordo un satellite MTG per orbita geostazionaria. Per monitorare continuamente l'inquinamento atmosferico saranno utilizzati spettrometri ultravioletti vicini all'infrarosso e i loro precursori con spaziatura dal Nord Africa al Nord Europa al 6 X 6 km2 (~ 2,3 X 2,3 MI2) e con una risoluzione temporale di un'ora.
- Sentinella 5 Precursor: è una missione polare eliosincrona con il suo lancio previsto nel 2016. Il suo obiettivo è di garantire continuità in termini di dati tra Envisat e la Sentinella 5 nella misurazione globale della composizione atmosferica comprendente l'ozono, gli aerosol e e gli inquinanti precursori. Lo strumento sarà un follow-on dell'Ozone Monitoring Instrument (OMI) a bordo satellite Aura della NASA con l'aggiunta di canali nell'infrarosso.
- Sentinella 5: è una missione che monitorerà l'atmosfera da un'orbita polare a bordo di un satellite EPS-SG il cui lancio è previsto nel 2020. Darà continuità ai dati relativi alla composizione atmosferica rilevati da Envisat e utilizzerà spettrometri ultravioletti e infrarossi che misureranno i profili e le quantità di tracce di gas e aerosol rilevanti nella composizione atmosferica e il clima.

WEBGRAFIA

- (1) http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/GMES/Overview3
- (2) <http://www.wmo.int/pages/prog/gcos/index.php?name=EssentialClimateVariables>
- (3) <http://www.wmo.int/pages/prog/gcos/index.php?name>AboutGCOS>
- (4) https://earth.esa.int/web/guest/missions/content?p_r_p_564233524_assetIdentifier=revised-esa-earth-observation-data-policy-7098
- (5) http://www.eumetsat.int/idcplg?ldcService=GET_FILE&dDocName=pdf_leg_data_policy&RevisionSelectionMethod=LatestReleased
- (6) <http://www.eumetsat.int/Home/Main/DataAccess/index.html?l=en>
- (7) http://ec.europa.eu/enterprise/newsroom/infocentre/getdocument.cfm?doc_id=7149
- (8) <http://www.ceos.org/>

PAROLE CHIAVE

Scienza della terra; ESA; Meteosat; ERS-1; ERS-2; ENVISAT; osservazione della terra

ABSTRACT

The European Space Agency (ESA) operates a program of Earth observation since the launch of its first weather satellite, Meteosat, in 1977. Retracing the success of this first mission, the family of Meteosat satellites together with the missions ERS-1, ERS-2 and Envisat have provided a large amount of data about the Earth, its climate and climate change. The ESA is one of the largest providers of Earth Observation data to the scientific community within the framework of Earth Sciences.

AUTORE

SIMONETTA CHELI
 simonetta.cheli@esa.int
 Capo dell'Ufficio di Coordinamento Direttorato di Osservazione della Terra
 ESA/ESRIN
 ph + 39 06 94180350
 fax + 39 06 94180352