

## IL TELERILEVAMENTO PER L'OSSERVAZIONE DEL TERRITORIO DALLO SPAZIO (1)

Maurizio FEA, Associazione Geofisica Italiana (AGI) - Immagini: cortesia dell'European Space Agency (ESA/ESRIN), UK Met Office, KNMI, JASB e Università di Montfort- EAPRSL.

### Un'occhiata analitica al Pianeta Terra

Nella serie di inserti alla Rivista dell'AIIG del 2012 si è pensato di rivisitare la Terra e i continenti, allo scopo di osservarne la configurazione geografica e fisica e studiarne la copertura in superficie nelle varie tipologie territoriali. In questo primo numero lo sguardo va alla globalità della superficie terrestre per rilevarne caratteristiche a scala planetaria, importanti per la vita del pianeta e del genere umano.

Facendo riferimento, come sempre, alle brevi note pubblicate su questa Rivista nel 2004, alcune caratteristiche del pianeta di impatto socio-economico a scala globale sono qui illustrate attraverso l'analisi e l'interpretazione di immagini rilevate da satellite in diverse bande spettrali con i metodi tipici del telerilevamento. I portali web dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA) ([www.esa.int](http://www.esa.int), [earth.esa.int](http://earth.esa.int)) ed il sito web Eduspace, sviluppato dall'ESA per scopi educativi in nove lingue e disponibile all'indirizzo [www.esa.int/eduspace](http://www.esa.int/eduspace), offrono un utile e ricco complemento, così come i portali di altre istituzioni che operano nel campo dell'osservazione della Terra. Al succitato sito Eduspace, in particolare, si rimanda per gran parte dei dettagli metodologici e di elaborazione dei dati da satellite, che qui non è possibile approfondire.

### Il pianeta osservato a piccola scala con occhi tematici

L'immagine di copertina rappresenta la carta globale della copertura del suolo (*Globcover landcover*) generata dai dati rilevati dallo strumento MERIS del satellite europeo Envisat dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA) durante tutto l'anno 2009, dal 1° gennaio al 31 dicembre. L'elaborazione è stata fatta nel corso del 2010 da specialisti dell'ESA e dell'Università di Lovanio, Belgio, in collaborazione, tra gli altri, con gli esperti del Centro Comune di Ricerca (JRC) della Commissione Europea a Ispra, Varese. Sono stati anche utilizzati algoritmi sviluppati da Medias France (F), Brockmann Consult (D) e dalla Food & Agriculture Organization (FAO) delle Nazioni Unite. Il progetto GlobCover fa parte del Programma Dati per l'Utente (DUE) dell'ESA, a sua volta elemento del programma di Sorveglianza Globale per l'Ambiente e la Sicurezza del cittadino (GMES) dell'Unione Europea e dell'ESA. Questa carta tematica è stata costruita sulla base di un fitto grigliato sovrapposto alla superficie terrestre, rappresentata in proiezione di Mercatore. Ogni maglia della griglia equivale al campo di vista istantaneo dello strumento utilizzato per osservare la Terra (MERIS - MEdium Resolution Imaging Spectrometer) e ha la dimensione lineare di 300 m, che corrisponde, appunto, alla risoluzione geometrica di un *pixel* (elemento unitario dell'immagine) di MERIS, ottima per scale globali. Ciascun pixel è osservato dai sensori di MERIS rilevando la intensità di radiazione solare riflessa dalla corrispondente area superficiale simultaneamente nelle varie bande spettrali di cui è dotato lo strumento. I dati telerilevati sono poi elaborati attraverso complessi algoritmi di analisi multispettrale e di classificazione tematica che permettono di assegnare ogni pixel del grigliato ad una classe definita, ad esempio acqua, erba, foresta, savana, terreno arido, neve, e così via. La legenda di questa immagine indica che le classi di colore visualizzate sono quelle proprie del Sistema di Classificazione della Copertura del Suolo utilizzato dalla FAO. Il colpo d'occhio permette, allora, di identificare attorno al globo le principali aree con i diversi tipi di copertura del suolo e, allo stesso tempo, di valutare anche la dimensione relativa delle diverse coperture, come, per esempio, le grandi aree desertiche dell'Africa settentrionale, della penisola arabica, dell'Asia centrale e dell'Australia, oppure le fasce di savana dell'Africa centrale, così come le vaste aree ghiacciate dell'Antartide, della Groenlandia e delle regioni artiche.

### La sorveglianza multidisciplinare a scala globale

Le preoccupazioni sempre più forti sullo stato di salute del sistema Terra e dei suoi componenti principali, vale a dire terre emerse, ghiacci, oceani, atmosfera e sfera interna, sono dovute non solo all'acuirsi nel tempo e nello spazio di fenomeni naturali estremi ma anche al progressivo aumentare dell'impatto che hanno le attività umane alle diverse scale, dalla locale alla globale. In questo contesto, l'osservazione della Terra dallo spazio costituisce uno strumento essenziale alla conoscenza multidisciplinare del pianeta, permettendone, infatti, la sorveglianza sistematica eseguita con osservazioni oggettive, continue e coerenti nel tempo e nello spazio, calibrate e verificate con regolarità da istituzioni nazionali e internazionali.

I dati da satellite utilizzati per illustrare le copertine e gli inserti di questa Rivista sono rilevati da strumenti e sensori che osservano il sistema Terra in quella parte dello spettro elettromagnetico che include le bande del Visibile, dell'Infrarosso e delle Microonde. In molti casi, le discipline scientifiche o applicative fanno uso dell'analisi di dati multispettrali. Nel caso di parametri fisici specifici, quale la temperatura della superficie osservata, è possibile limitarsi ad una sola banda spettrale, in questo esempio l'Infrarosso Termico: in tal modo, si può generare con regolarità una carta della temperatura superficiale della superficie marina (Fig. 1), così da avere sempre aggiornata un'importante informazione fisica sull'interfaccia mare-aria e sulle sue variazioni temporali, fondamentale nei modelli atmosferici e climatici.

L'osservazione sistematica delle foreste attraverso i dati telerilevati da satellite permette anche la sorveglianza di fenomeni pericolosi, di origine naturale o umana. È il caso degli incendi boschivi, la maggior parte dei quali è causata dall'uomo: registrando i risultati delle analisi multispettrali dei dati telerilevati di notte nelle bande spettrali dell'infrarosso medio e termico, si può ottenere una carta globale dei probabili incendi notturni: la Fig. 2 dà un'idea della vastità del fenomeno. Allo stesso modo, analizzando i dati telerilevati nelle bande di assorbimento di gas presenti nell'atmosfera e focalizzando l'attenzione sui gas più legati alla produzione industriale, si possono generare carte globali sulla presenza di gas inquinanti, visualizzando i dati con l'ausilio di opportune scale di colore per evidenziare aree con valori percentuali particolarmente elevati di un certo gas, per esempio di diossido di azoto  $\text{NO}_2$  (Fig. 3). Particolare interesse bio-economico ha il telerilevamento del cosiddetto "colore dell'oceano", dovuto, per esempio, allo sviluppo di alghe tossiche per la flora ittica (marea rossa) o alla fluorescenza nella banda di radiazioni fotosinteticamente attive, vale a dire di lunghezze d'onda nella banda spettrale del Visibile. Infatti, l'elaborazione delle misure di fluorescenza della clorofilla-a permette di ottenere una stima sia della biomassa di fitoplancton, nutrimento privilegiato di tante specie animali, sia della produzione primaria e, quindi, di evidenziare zone di maggiore concentrazione dello stesso e di probabile maggiore pescosità (Fig. 4).

I sensori attivi nelle microonde, quali i radar, possono fornire dati utili alla ricostruzione della topografia della superficie terrestre, sia emersa (terra, foresta o ghiaccio) sia marina. In particolare, il radar altimetro misura in modo molto preciso la distanza tra il satellite e la superficie, permettendo di generare carte globali di geografia fisica, nelle quali appare visualizzata, in opportuna scala di colori, l'altezza media sia delle terre emerse sia delle superficie d'acqua. Inoltre, dall'elaborazione dei dati altimetrici e dall'uso di un modello batimetrico si possono ricavare importanti informazioni sul fondo marino, quindi sulle grandi fosse e dorsali oceaniche. La Fig. 5 illustra la topografia globale sia del terreno emerso (colori dal verde al rosso) sia del fondo marino (toni di blu).

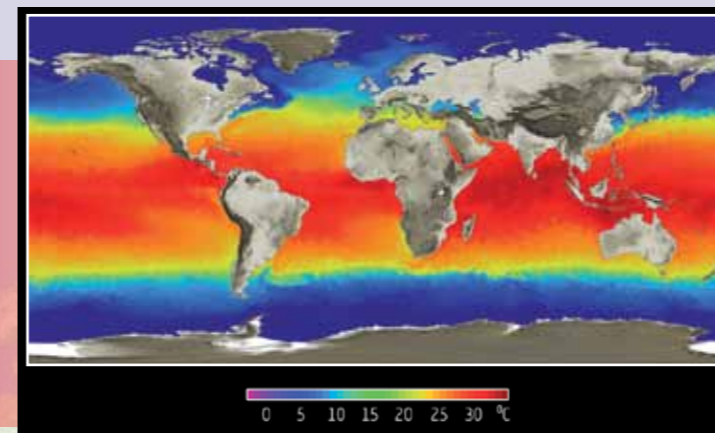


Fig. 1 - Carta globale della temperatura della superficie del mare, ottenuta facendo la media giornaliera di tutti i dati rilevati dai satelliti e delle misure in-situ (cortesia UK Met Office).

Fig. 2 - Carta globale dei fuochi boschivi notturni (punti rossi) generata dalla media delle medie mensili dei dati rilevati nel primo quadrimestre (gen-apr) del 2010 dallo strumento AATSR del satellite Envisat (cortesia ESA/ESRIN).

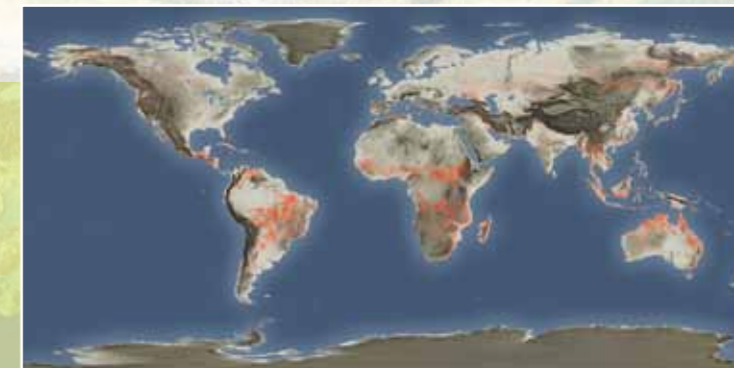


Fig. 3 - Carta globale del contenuto verticale di  $\text{NO}_2$  nella troposfera generata dalla media delle medie mensili dei dati rilevati nel 2009 e nel primo trimestre del 2010 dallo strumento SCIAMACHY del satellite Envisat (cortesia KNMI/JASB/ESA).

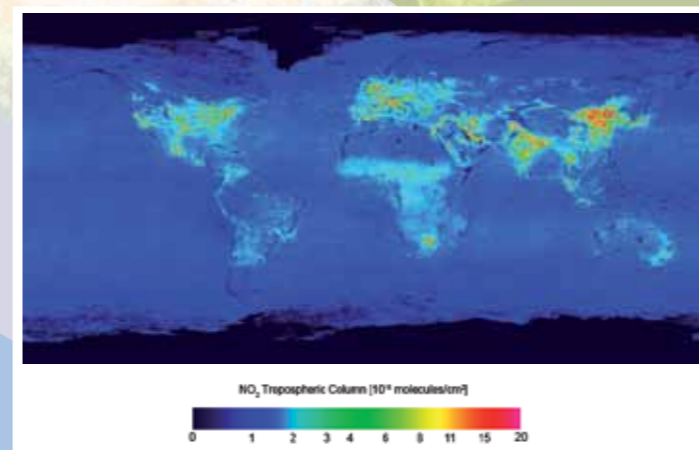


Fig. 4 - Carta globale della fluorescenza della clorofilla-a generata dalla media delle medie mensili dei dati rilevati da tutti i satelliti negli anni 2009 e 2010 (ESA 2010, elaborata da ESRIN G-POD).

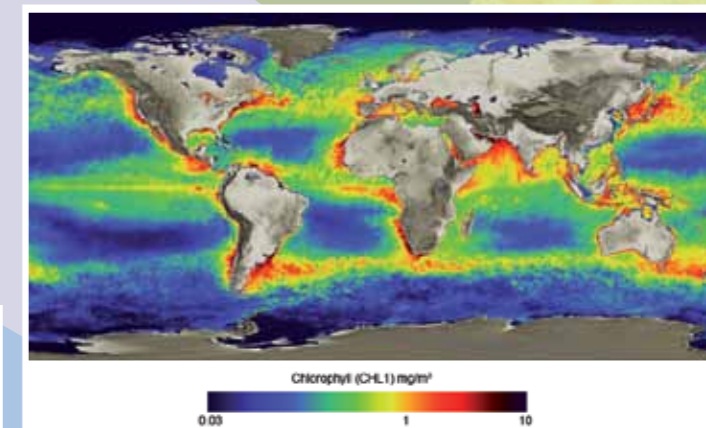


Fig. 5 - Carta globale di altezze altimetriche corrette (ACE), generata dai dati rilevati dai radar altimetri di tutti i satelliti dal 1991 al 2009 (cortesia ESA, Università De Montfort-EAPRSL).

