



## IL TELERILEVAMENTO PER L'OSSERVAZIONE DEL TERRITORIO DALLO SPAZIO (5-6)

Maurizio FEA, Associazione Geofisica Italiana (AGI), con la collaborazione di Alberto Baroni (SERCO).

Immagini: cortesia dell'European Space Agency (ESA/ESRIN) e dell'U.S. Geological Survey (USGS).

### Da un polo all'altro attraverso l'intero continente americano

La teoria della deriva dei continenti di Alfred Wegener fa risalire a prima del Triassico, vale a dire a più di 200 milioni di anni fa, il frazionamento dell'originaria Pangea in due grandi blocchi, la Laurasia e la Gondwana. Dalla parte occidentale del primo si staccò, poi, l'attuale America del Nord, mentre dal secondo si formarono l'America del Sud nella parte occidentale e l'Antartide nella parte meridionale. La nascita di questi nuovi continenti, che era già evidente nel Triassico, si perfezionò nel Giurassico e nel Cretaceo. Tuttavia, solo nel Quaternario del Cenozoico il movimento delle due grandi placche tettoniche del Pacifico e dei Caraibi creò, infine, l'Istmo di Panama e quindi il collegamento via terra attraverso l'America Centrale. La regione polare artica, invece, è caratterizzata dalla mancanza di terre emerse e dalla sola presenza di un'estesa copertura di ghiaccio sul mare. Facendo riferimento, come sempre, alle brevi note pubblicate su questa Rivista nel 2004, l'Artide, l'Antartide, l'America del Nord, l'America Centrale e l'America del Sud sono qui illustrati 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.

### Uno sguardo d'insieme su continenti molto diversi

Per ottenere uno sguardo sinottico del territorio americano, l'immagine della prima di copertina è stata ritagliata dal mosaico planetario presentato nel secondo numero del 2012: generato dai dati rilevati dallo strumento MERIS del satellite europeo Envisat dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA) durante i mesi di maggio, luglio, ottobre e novembre dell'anno 2004, il mosaico è visualizzato nei colori naturali del Visibile rosso, verde, blu e blu-violetto (RGB 7, 5, 3-2). Le immagini delle regioni polari, illustrate in quarta di copertina, sono, invece, mosaici generati dai dati rilevati nel 2011 durante una lunga sequenza di orbite dal satellite Cryosat-2 dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA) nella banda spettrale Ku delle microonde. Nonostante la scala, la visualizzazione in colori naturali del territorio americano permette di illustrarne le principali caratteristiche morfologiche, quali la dorsale montagnosa Nord-Sud delle Montagne Rocciose e delle Ande, i grandi laghi del Nord e il Titicaca (in colore blu), le zone aride e i laghi salati nella Bolivia meridionale e nel Cile settentrionale (grigio chiaro), le vaste estese di terreno poco vegetato (marrone), le dense foreste pluviali dell'Amazzonia e altre grandi foreste (verde scuro), i boschi delle zone più temperate (verde più chiaro), e le praterie e le grandi pianure più o meno coltivate (dall'arancio al giallo chiaro). Le immagini delle regioni polari, invece, illustrano bene la estensione dei ghiacci, sia sul mare (per ambedue i poli) sia su terra (solo Antartide). L'immagine in alto, nella quale appare bene anche la Groenlandia, mostra la limitata estensione della banchisa "galleggiante" sull'Oceano Artico nell'estate boreale e l'apertura delle vie d'acqua per la navigazione marittima nella regione. L'immagine in basso mostra, invece, l'estensione dei ghiacci sulla regione antartica durante l'inverno australe e dà l'idea della tridimensionalità di questo continente. Il colore bianco dei ghiacci sul mare caratterizza la banchisa compatta e relativamente spessa, mentre le aree che appaiono in toni di colore azzurro indicano ghiaccio marino di poco spessore, in via di formazione o di scioglimento.

### Curiosando più da vicino

Nella parte occidentale degli Stati Uniti si può osservare un grande contrasto nel paesaggio intorno alla catena montagnosa della Sierra Nevada, che separa lo Stato della California da quello del Nevada. L'immagine rilevata il 9 febbraio 2011 dallo strumento MERIS del satellite Envisat e visualizzata in colori naturali (RGB 7,5,3-2) (Fig. 1) mostra, infatti, la verdeggianti regione californiana e il ben più arido territorio del Nevada. Il confine tra i due stati segue il crinale della Sierra e attraversa il Lago Tahoe (la macchia nera più grande al centro). La città di San Francisco si riconosce (al centro) lungo la costa dell'Oceano Pacifico dai toni grigio chiaro dovuti all'alta riflettanza della luce solare da parte degli edifici. Una vista ravvicinata della città (Fig. 2), però ruotata di circa 100 gradi in senso orario, è stata ottenuta dall'astronauta europeo André Kuipers dalla Stazione Spaziale Internazionale (ISS) nel gennaio 2012. La diversità del territorio statunitense si riscontra ancora meglio nello Stato dell'Utah (Fig. 3): l'immagine rilevata dal MERIS il 27 aprile 2008 mostra sulla sinistra le catene innestate delle Montagne Uinta e del Wasatch Range, ambedue segmenti delle Montagne Rocciose; in alto a sinistra appare il Great Salt Lake, il più grande lago salato dell'emisfero settentrionale, alla cui sinistra si vede il Deserto del Grande Lago Salato, una vasta area arida (colori grigio chiaro) che si estende verso Ovest fino ai confini con il Nevada; l'area color argilla (in basso) rappresenta l'Altipiano del Colorado, un gigantesco bacino contenente una grande varietà di terreni, dagli aspri e accidentati altipiani ai *canyons*, alle montagne, ai fiumi incassati in profonde gole e ai deserti. In contrasto, un'area di agricoltura intensiva nello stato del Kansas intorno alla città di Ulysses è illustrata dall'immagine rilevata dal TM di Landsat-5 il 2 maggio 2012 e visualizzata in falsi colori (RGB 4,3,2): essa mostra (Fig. 4) solo campi coltivati, di forma rettangolare o circolare in funzione del sistema d'irrigazione usato (a scorrimento o a pivot), mentre l'uso del falso colore fa apparire la vegetazione con toni dal rosso al marrone, permettendo una migliore classificazione dei diversi tipi di colture. Molto più a Sud, la penetrazione agricola nella foresta amazzonica e il disboscamento di quest'ultima sono evidenti nell'immagine rilevata dal MERIS di Envisat il 23 giugno 2008 nella regione intorno al bacino idroelettrico e alla diga di Turucui (Fig. 5, al centro), nello Stato di Pará, a circa 200 km a Ovest della città di Belém: la foresta vergine (in colore verde scuro) è stata in buona parte sostituita da estese zone agricole (verde chiaro), la cui penetrazione è evidenziata dalla caratteristica forma a lisca di pesce. Il fiume Pará, braccio meridionale dell'estuario del Rio delle Amazzoni, è visibile (in alto) per il colore marrone-rossastro delle sue acque cariche di sedimenti provenienti dai terreni argillosi e dalle discariche delle numerose miniere del bacino amazzonico. Per contro, la fig. 6 illustra la parte meridionale del Deserto di Atacama nel Cile Settentrionale, ritenuto il deserto più arido del mondo: l'immagine, rilevata dal MERIS il 4 marzo 2012, mostra, infatti, la totale assenza di nubi sull'entroterra; al centro appare la dorsale andina, con il vulcano spento e innestato del Ojos del Salado a 6893 m, mentre a destra si notano le aspre montagne e i grandi boschi dell'Argentina nord-occidentale. Nelle regioni polari, lo spessore della banchisa è misurato quotidianamente dal satellite Cryosat e la sua variazione temporale è un fondamentale indicatore climatico, come detto sopra. Il risultato delle misure eseguite nel periodo gennaio-febbraio 2011 è visualizzato in fig. 7, nella quale il colore magenta corrisponde allo spessore di 2 m e il rosso a 5 m. Le immagini rilevate dallo strumento ASAR del satellite Envisat (Fig. 8) nei giorni successivi al forte tsunami che ha investito il Giappone a Tohoku l'11 marzo 2011 mostrano le conseguenze dell'impatto dell'onda lunga che, a più di 12.000 km di distanza e 18 ore dopo (Z. Cohen, *TIME Science*), ha causato la rottura in più punti della piattaforma di ghiaccio di Sulzberger sulla costa antartica, con la nascita di numerosi *iceberg*, alcuni grandi come una città.



Fig. 1 - Immagine multispettrale della Sierra Nevada negli Stati Uniti d'America, rilevata dallo strumento MERIS di Envisat il 9 febbraio 2011 e visualizzata in colori naturali (RGB 7,5,3-2) (cortesia ESA/ESRIN).



Fig. 2 - Fotografia della città di San Francisco scattata dall'astronauta dell'ESA André Kuipers dalla ISS nel gennaio 2012 (cortesia ESA).



Fig. 3 - Immagine multispettrale dello Stato dell'Utah, rilevata dal MERIS il 27 aprile 2007 e visualizzata in colori naturali (RGB 7,5,3-2) (cortesia ESA/ESRIN).



Fig. 4 - Immagine multispettrale del Kansas, rilevata dal TM di Landsat-5 il 4 marzo 2012 e visualizzata in falsi colori (RGB 4,3,2) (cortesia USGS/ESA).



Fig. 5 - Immagine multispettrale della regione della diga del Turucui, rilevata dal MERIS il 23 giugno 2008 e visualizzata in colori naturali (RGB 7,5,3-2) (cortesia ESA/ESRIN).



Fig. 6 - Immagine multispettrale del Cile settentrionale, rilevata dal MERIS il 4 marzo 2012 e visualizzata in colori naturali (RGB 7,5,3-2) (cortesia ESA/ESRIN).

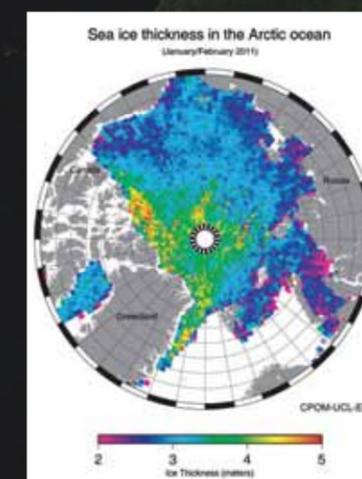


Fig. 7 - Spessore della banchisa artica misurata dal satellite Cryosat nel periodo gennaio-febbraio 2011 (cortesia CPOM-UCL-ESA).

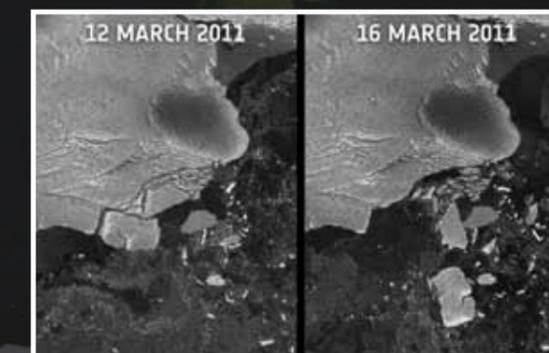


Fig. 8 - Immagini della piattaforma antartica di Sulzberger rilevate dallo strumento ASAR del satellite Envisat il 12 e il 16 marzo 2011 (cortesia ESA/ESRIN).