

## IL TELERILEVAMENTO PER L'OSSERVAZIONE DEL TERRITORIO DALLO SPAZIO (3)

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

Immagini: cortesia dell'European Space Agency (ESA/ESRIN), della Aerospace Agency of Japan (JAXA) e di Google.

### Le terre della *fredda costa*

Le isole della *fredda costa* (*svalbard*) che compongono l'arcipelago delle Svalbard si trovano in un'area compresa tra 76° e 81° Nord e 10° e 34° Est, dove la Corrente del Golfo riesce ancora a mitigare le fredde temperature del mar Gaciale Artico prima di inabissarsi verso il fondo dell'Atlantico Settentrionale e dirigersi verso Sud come ramo del grande volano oceanico del clima. L'isola più grande dell'arcipelago si chiama Spitsbergen e da sola ne costituisce i due terzi: nella sua parte centro-occidentale si trovano l'abitato di Longyearbyen e l'aeroporto principale dell'arcipelago, nonché le grandi antenne del centro di ricerca spaziale dell'Associazione Scientifica Europea sulla Dispersione Incoerente (EISCAT) per lo studio della ionosfera e dell'interazione Sole-Terra e quelle del sistema europeo di navigazione spaziale Galileo. A circa un grado più a Nord, sempre sulla costa nord-occidentale, si trova Ny-Ålesund, vale a dire la Baia del Re, da cui partì il 23 maggio 1928 la sfortunata spedizione del dirigibile Italia verso il Polo Nord. Facendo riferimento, come sempre, alle brevi note pubblicate su questa Rivista nel 2004, l'arcipelago delle isole Svalbard è qui illustrato 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.

### Quasi una punta di lancia rivolta verso Sud

L'arcipelago visto dalla grande distanza alla quale volano i satelliti dei sistemi spaziali per la navigazione e la localizzazione precisa, quali il Global Positioning System (GPS) americano e il Galileo europeo, appare nel suo insieme come una punta di lancia rivolta verso Sud. In realtà, se dai più di ventimila chilometri di altitudine ci si avvicina a quote più basse si nota che esso è formato da numerose piccole isole e che soltanto tre sono di grandi dimensioni: in particolare, la più grande, Spitsbergen, ne costituisce più del 60%. L'immagine di copertina è stata generata dai dati rilevati dallo strumento AVNIR-2 del satellite ALOS il 16 aprile 2010 ed è visualizzata in colori naturali (RGB 321). Essa illustra la parte centro-occidentale di Spitsbergen, dove si svolgono molte delle attività umane nell'arcipelago. Ben visibile è la pista del principale aeroporto dell'arcipelago, Longyear: è il più settentrionale al mondo e fu costruito dopo la seconda guerra mondiale sul permafrost, cioè su terreno prevalentemente a temperature pari o inferiori allo 0 °C, e che, quindi, richiede una particolare manutenzione. A una quindicina di chilometri verso Sud-Sud-Est, dove nell'immagine termina il mare aperto (di colore blu scuro) dell'Adventfjorden e inizia la parte ghiacciata del fiordo stesso si trova Longyearbyen, il centro abitato più importante dell'arcipelago e sede amministrativa delle Svalbard: le abitazioni sono localizzate vicino alla costa e poi si snodano lungo la via principale in direzione Sud-Sud-Ovest, in quello che appare quasi come un canale a partire dalla costa verso l'interno. Su un altipiano poco a Sud dell'aeroporto, si notano alcune delle antenne più grandi della stazione spaziale SvalSat (Figg. 1 e 2), centro di ricerca e di operazioni spaziali gestito dalla Norvegia ma utilizzato da molte agenzie spaziali, tra le quali l'ESA, a motivo della sua posizione così settentrionale che garantisce visibilità di quasi tutte le orbite dei satelliti in orbita polare. È interessante notare l'estensione verso Nord delle ombre di tonalità blu chiaro, causate sul territorio dai raggi di luce molto inclinati per la posizione del Sole basso sull'orizzonte a quelle latitudini e in quella stagione. L'immagine mostra anche la differenza tra il ghiaccio compatto sull'isola e il ghiaccio marino (*sea ice*) che appare lungo la costa occidentale: bianco il primo, di varie tonalità di grigio il secondo, in funzione del suo spessore, della sua età e della quantità di acqua marina liquida rimasta intrappolata al suo interno, dove toni di grigio più scuro sono indice di maggiore contenuto d'acqua liquida.

### Il ghiaccio marino è un indicatore climatico

È utile ricordare che l'ESA sta operando dall'8 aprile 2010 la missione del suo satellite Cryosat-2, costruito e lanciato esplicitamente per lo studio dei ghiacci e in particolare del ghiaccio marino, grazie ad uno speciale sistema radar di bordo, chiamato SIRAL, che permette lo studio accurato della topografia della superficie ghiacciata, delle zone di transizione tra ghiaccio galleggiante e banchisa, e dello spessore del ghiaccio marino. I dati rilevati da Cryosat-2 hanno confermato e quantificato la perdita di banchisa artica negli ultimi anni. Per capire meglio la variabilità del tempo meteorologico e del clima, è però sufficiente fare il confronto tra immagini rilevate sulla stessa area nello stesso periodo ma in anni differenti. La Fig. 3 illustra l'area osservata nell'immagine di copertina rilevata dallo stesso satellite ALOS nello stesso mese di aprile ma del 2009, vale a dire dell'anno precedente, e mostra una copertura quasi totale di ghiaccio galleggiante sia in mare aperto sia nel Fiordo dell'Avvento, con il ghiacciaio dell'interno del fiordo ancora presente dall'inverno fin quasi al porto di Longyearbyen, quindi un chilometro e mezzo più a Ovest in mare che nel 2010. La Fig. 4 mostra la stessa area ma osservata dodici anni prima: l'immagine è stata infatti rilevata dal satellite Landsat-5 il 12 aprile 1998 e visualizza una situazione ancora invernale, con il ghiacciaio del fiordo che arriva quasi all'aeroporto e il mare completamente ricoperto da compatto ghiaccio galleggiante; nonostante la risoluzione geometrica dell'immagine sia di 30 m rispetto ai 10 m di ALOS, si notano tracce di passaggi di navi in mare e nel fiordo, mentre i toni più scuri nei pressi dell'aeroporto suggeriscono assenza di ghiaccio o ghiaccio appena in superficie, forse per scarichi in mare di acqua reflua meno fredda; la linea scura lungo la costa dall'aeroporto verso l'abitato è probabilmente una via d'acqua tenuta libera, mentre sulla destra essa identifica la sola strada che porta verso l'interno ad oriente.

### ... e, per finire, una visione più sinottica

L'immagine rilevata dallo strumento MERIS del satellite Envisat dell'ESA il 16 aprile 2010 (Fig. 5), vale a dire lo stesso giorno del passaggio del satellite ALOS (copertina), conferma la generale assenza di ghiaccio galleggiante sui mari adiacenti le coste centro-occidentali dell'isola Spitsbergen, la quale è coperta di nubi solo sulla parte meridionale. Il mare dell'ampio Isfjorden che si incunea fin quasi al centro dell'isola appare infatti di tonalità nera e il tratto di costa con l'aeroporto e l'abitato di Longyearbyen è localizzato sulla piccola gobba che si nota dopo la terza baia a destra entrando nel fiordo dal mare aperto (da notare che la prima baia a destra è poco visibile perché appare grigia e non nera). L'immagine, seppure rilevata nelle bande ottiche e visualizzata in colori naturali (RGB 752), illustra bene la topografia del terreno ghiacciato. Tuttavia, il rilevamento nella banda spettrale delle microonde (Fig. 6) esalta ancora meglio la topografia del territorio a causa della direzione obliqua, e non verticale, di osservazione del satellite. Inoltre, la superficie marina nera indica calma o bava di vento e la mancanza di nubi conferma la trasparenza dell'atmosfera agli impulsi radar. Questa immagine non è georeferenziata, per cui occorre ruotarla di circa 10° in senso orario per avere la geografia corretta.



Fig. 1 - Le antenne del progetto internazionale EISCAT nelle Svalbard (cortesia ESA).



Fig. 2 - Immagine da satellite della stazione spaziale SvalSat (cortesia Google).



Fig. 3 - Immagine dell'area di Longyearbyen nelle Svalbard, rilevata dal satellite ALOS il 13 aprile 2009 e visualizzata in colori naturali (RGB 3,2,1) (cortesia ESA/JAXA).



Fig. 4 - Immagine dell'area di Longyearbyen, rilevata dal satellite Landsat-5 il 12 aprile 1998 e visualizzata in colori naturali (RGB 3,2,1) (cortesia ESA/ESRIN).

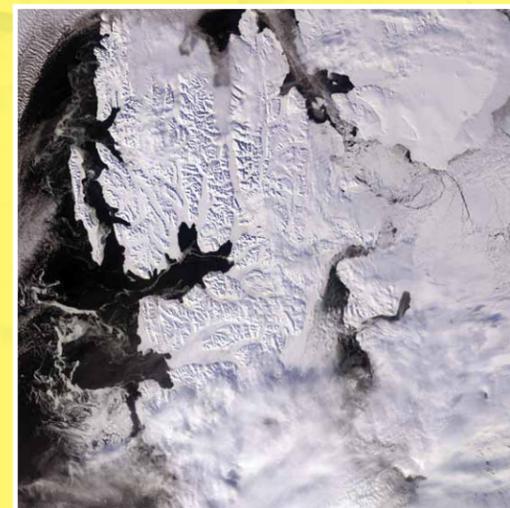


Fig. 5 - Immagine dell'isola Spitsbergen, rilevata dallo strumento MERIS del satellite Envisat dell'ESA il 16 aprile 2010 e visualizzata in colori naturali (RGB 7,5,2) (cortesia dell'ESA/ESRIN).



Fig. 6 - Immagine dell'isola Spitsbergen, rilevata dallo strumento ASAR del satellite Envisat dell'ESA il 6 settembre 2011 (cortesia dell'ESA/ESRIN).