

IL TELERILEVAMENTO PER L'OSSERVAZIONE DEL TERRITORIO DALLO SPAZIO (4)

Maurizio FEA, Associazione Geofisica Italiana (AGI), con la collaborazione di Alberto Baroni (SERCO) - Immagini: cortesia dell'European Space Agency (ESA) – ESRIN, Frascati, e Google Earth.

Un'area strategica dalla storia tormentata

Sviluppata sulla costa nord-orientale dell'Adriatico Settentrionale, la città di Trieste ha da sempre avuto una posizione strategicamente importante per l'Europa centro-orientale, sia dal punto di vista militare che commerciale, in quanto sbocco nevralgico verso il Mar Mediterraneo. Città fortificata già dai Romani, dopo la caduta dell'impero e molte traversie dovute anche alla rivalità con Venezia, Trieste sviluppò rapporti molto stretti con l'Austria, diventando quindi il porto chiave dell'impero austro-ungarico, pur mantenendo legami culturali molto forti con le regioni italiane, che la portarono poi a divenire, insieme alla città di Trento, la culla dell'irredentismo. Novanta anni fa la città divenne italiana e la sua storia si fece ancora più tormentata a causa di fattori commerciali, politici ed etnici, tra i quali le tragiche epurazioni durante e dopo la Seconda Guerra Mondiale, e la divisione del Territorio Libero di Trieste in Zona A e Zona B: questo fatto è stato poi sancito in modo definitivo nel 1975, con la Zona A assegnata all'Italia e la Zona B all'ex-Jugoslavia.

Facendo riferimento, come sempre, alle brevi note pubblicate su questa Rivista nel 2004, il territorio della città di Trieste è qui illustrato attraverso immagini da satellite rilevate in diverse bande spettrali con i metodi tipici del telerilevamento. I portali web dell'ESA (www.esa.int, earth.esa.int) ed il sito web sviluppato dall'ESA per scopi educativi in otto lingue (www.eduspace.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, che qui non è possibile approfondire.

Uno sguardo dallo spazio alla geografia dell'Italia nord-orientale

La posizione strategica della città di Trieste, all'estremo Nord-Est dell'Italia, è chiaramente illustrata dall'immagine rilevata dal sensore MERIS del satellite ambientale europeo Envisat dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA) il 23 giugno 2008 (Fig. 1): la città si trova quasi al centro dell'immagine, subito a Nord della penisola dell'Istria, dalla caratteristica forma di triangolo rovesciato, e nella parte più orientale del Golfo di Trieste, che chiude a Nord il Mar Adriatico. Ruotando attorno a quest'ultimo, da sinistra verso destra, sono ben riconoscibili la Romagna, il Delta del Po con i sedimenti che il fiume trasporta in mare, la Laguna di Venezia, la Pianura Veneta con le lagune di Marano e di Grado e la corona delle Prealpi Venete, poi verso l'alto le Dolomiti a sinistra, più a Nord le Alpi Atesine, le Alpi Carniche, a Nord delle quali si nota la vallata del fiume Drava. Al centro e verso oriente si osservano le terre della Slovenia, con i Monti Caravanche a Nord, la valle del fiume Sava e le Alpi Giulie, a Sud delle quali c'è il Kras (Carso), che praticamente circonda Trieste, poi la Croazia con l'Istria, il golfo di Rijeka (Fiume) e le numerose isole lungo le coste dalmate fino ad oltre la città di Zadar (Zara).

L'immagine di copertina è stata, invece, rilevata dal sensore Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) del satellite Landsat-7 il 5 gennaio 2000 ed è stata visualizzata in colori naturali (RGB 321). L'area osservata include un territorio più limitato della figura 1, ma la migliore risoluzione geometrica (pixel di 30 m) permette di distinguere anche i letti di alcuni fiumi che hanno determinato la storia d'Italia nella Prima Guerra Mondiale: da sinistra il Livenza, che sbocca nel Mar Adriatico a Sud della Laguna di Caorle, il Tagliamento, la cui foce è visibile appena a Sud della Laguna di Marano, e l'Isonzo, che sbocca nel Golfo di Panzano, vale a dire nella parte settentrionale del Golfo di Trieste; il largo e pietroso letto di questi fiumi è ben visibile nel tratto centrale del loro corso a causa dell'alta riflettanza dei ciottoli del greto asciutto. In alto a sinistra appare ben chiara la vallata attraverso la quale il fiume Tagliamento esce dalle montagne verso la pianura, separando le Prealpi Carniche, a sinistra, dalle Prealpi Giulie, sulla destra. L'analisi dell'immagine permette di notare i sedimenti sospesi nell'acqua sia nelle lagune che lungo le coste nord-occidentali, in gran parte costituite da larghe spiagge. Inoltre, l'altipiano carsico appare ben evidente subito a Nord del Golfo di Trieste. È opportuno osservare che l'immagine illustra una situazione al suolo prettamente invernale, con la neve sui monti e coltivazioni con uno sviluppo mediamente modesto.

La stessa scena, visualizzata però in falsi colori in Fig. 3 (RGB 432), conferma che la stagione è invernale, con lo sviluppo limitato della vegetazione e quindi un segnale debole nell'Infrarosso Vicino (poco colore rosso nell'immagine). Le zone urbanizzate appaiono di colore ciano: sono quindi riconoscibili moltissimi centri abitati, in particolare Monfalcone, Trieste e Capodistria, tutti nel Golfo di Trieste. La combinazione delle bande spettrali 7, 4 e 1 (la numerazione delle bande spettrali si riferisce anche in questo caso a quella del sensore ETM+) permette invece la separazione immediata tra le zone innevate, in colore ciano-azzurro, e quelle prive di neve. Le aree vegetate, sia i boschi in montagna sia i campi coltivati nella Pianura Veneta, appaiono in diversa tonalità di verde a causa del loro forte segnale nella banda 4, inserito nel canale verde dello schermo, per la forte riflettanza delle foglie nell'Infrarosso Vicino. I centri urbanizzati appaiono in tonalità magenta, così come il greto dei fiumi, pieno di ciottoli e di sassi.

Il rilevamento nelle microonde aggiunge informazione

La prima cosa che appare evidente in un'immagine rilevata nella banda spettrale delle microonde è l'immediata localizzazione delle abitazioni e dei centri urbani, perché, a causa della riflessione multipla degli impulsi del radar sulle pareti e poi sul terreno, gli edifici generano un'eco di ritorno al satellite molto forte. Infatti, nell'immagine acquisita nelle microonde dallo strumento ASAR di Envisat la mattina del 20 giugno 2008 (Fig. 4), durante l'orbita discendente, si notano subito gli edifici e le urbanizzazioni, non solo lungo la costa ma anche nella pianura veneta: sulla costa da sinistra verso destra si susseguono Lignano Sabbiadoro, Grado, Monfalcone, Trieste, fino a Capodistria, mentre nell'entroterra si vedono una miriade di centri abitati, alcuni allineati lungo i fiumi o lungo le vie di comunicazione: per esempio Gorizia, a nord di Monfalcone. Inoltre, il mare appare increspato (toni di grigio più chiari) da un vento non forte, ma che davanti a Trieste anima dei vortici più intensi, cosicché si avrebbe qualche difficoltà a seguire la linea di costa se non ci fossero i punti brillanti degli edifici lungo la costa, individuali o raggruppati come macchie bianche. Lo stesso discorso vale per le navi in mare, punti bianchi che lasciano una scia dietro di loro (che nelle bande ottiche non si noterebbe). L'immagine in Fig. 5 è stata invece generata durante un'orbita ascendente, di sera tardi. Si vedono le diverse condizioni di vento sulla superficie marina tra mattino e sera, nonché l'apparente rotazione della costa: ciò è causato dal fatto che le immagini non sono georeferenziate.

Uno sguardo da vicino al centro di Trieste

Per curiosare più da vicino sulla città, è necessario servirsi di un satellite commerciale, il QuickBird a 60 cm di risoluzione geometrica (Figg. 6, 7, 8), tramite le immagini rese disponibili da Google. La panoramica sul Golfo di Trieste conferma quanto detto in precedenza per le lagune di Marano e di Grado sui sedimenti sospesi in acqua; inoltre, mostra chiaramente l'incombente vicinanza del Carso intorno alla città di Trieste. L'immagine della città illustra come si è sviluppato il porto e come le dighe foranee lo proteggano dalla furia del mare. Infine, in Fig. 8 si possono distinguere gli edifici romani e medioevali: la struttura triangolare del Castello con i bastioni, la Chiesa di San Giusto in basso, la Basilica Romana al centro, la Basilica di Santa Maria Maggiore a sinistra, con la caratteristica cupola, ed il teatro romano in alto al centro. Un tocco moderno nell'immagine è però dato dalla presenza di molte auto che circolano per le strade della città.



Fig. 1 - Immagine multispettrale dell'Adriatico Settentrionale e i territori circostanti, rilevata dal sensore MERIS di Envisat dell'ESA il 23 giugno 2008 e visualizzata in colori quasi-naturali.



Fig. 2 - Immagine multispettrale rilevata dal sensore TM del satellite Landsat-7 il 5 gennaio 2000 e visualizzata in falsi colori (RGB 431).



Fig. 3 - Stessa immagine di Fig. 2, ma visualizzata in altri falsi colori (RGB 741).



Fig. 4 - Immagine nella banda spettrale delle microonde rilevata dal sensore ASAR dell'Envisat il 25 luglio 2008 alle 09.26 (in orbita discendente).



Fig. 5 - Immagine nella banda spettrale delle microonde rilevata dal sensore ASAR dell'Envisat il 20 giugno 2008 alle 20.46 (in orbita ascendente).

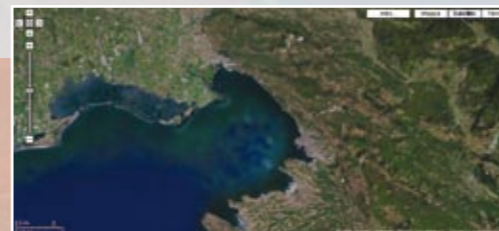


Fig. 6 - Immagine multispettrale rilevata dal sensore QuickBird e visualizzata in colori naturali (RGB 432). (cortesia Google Earth).



Fig. 7 - Ingrandimento della Fig. 6.



Fig. 8 - Ingrandimento della Fig. 7.