

IL TELERILEVAMENTO PER L'OSSERVAZIONE DEL NOSTRO PIANETA DALLO SPAZIO (6)

Maurizio FEA, European Space Agency (ESA) - ESRIN, Frascati

Il grande bacino del fiume più lungo d'Italia

Dai 3841 m del Monviso nelle Alpi Cozie fino alle Bocche del Po di Pila nel Mar Adriatico, il bacino del Po si estende su 74.970 km² nell'Italia Settentrionale lungo il 45° parallelo Nord. L'immagine in colori naturali (Fig. 1) rilevata dallo strumento MERIS imbarcato sul satellite ambientale europeo Envisat sottolinea le caratteristiche della Pianura Padana, circondata a Ovest e Nord dalle Alpi e a Sud dagli Appennini Settentrionali, ma aperta verso Est sul Mar Adriatico settentrionale. La climatologia di questa immensa conca risente fortemente di tale struttura orografica: l'immagine, rilevata da una quota di circa 780 km, illustra la situazione di un bel mattino d'inverno, con le montagne innevate e il cielo pulito. Pulito sì, ma non tanto su tutto il settore centro-occidentale, dove si può rilevare una leggera foschia diffusa che si inspessisce verso ovest, indice di stagnazione e inversione termica nei bassi strati. Inoltre, è interessante notare che la neve e le nubi sull'Appennino si osservano solo sul versante settentrionale e orientale, quindi generate da venti di tramontana e di grecale sull'alto Adriatico, cioè dagli stessi venti che tengono veramente pulita l'atmosfera del Veneto e della Romagna.

Le immagini di copertina: il Delta del Po e le Valli di Comacchio

La copertina mostra un'immagine multispettrale del Delta del Po e delle Valli di Comacchio rilevata l'8 settembre 2000 dallo strumento Enhanced Thematic Mapper (ETM) imbarcato sul satellite statunitense Landsat-7 e visualizzata in *colori naturali* e in *falsi colori*. L'immagine visualizzata in *colori naturali* (RGB 321) è stata generata dall'elaborazione dei dati delle prime tre bande del sensore ETM, ponendo nel canale "Red" dello schermo il segnale della Banda 3 (Rosso) del ETM, nel canale "Green" la Banda 2 (Verde) e nel canale "Blue" la Banda 1 (Blu). Di conseguenza, il territorio appare in questa immagine come i nostri occhi lo vedrebbero se lo sorvolassimo dall'alto. La presenza di sedimenti in mare lungo le coste, spostati dalle correnti locali, è molto appariscente. Ciò è tipico dei mari poco profondi, dove il rimescolamento e la dispersione avvengono più in orizzontale che in verticale, cosicché i sedimenti stessi diventano degli ottimi traccianti della circolazione marina sotto costa. Osservando il territorio dalla Foce dell'Adige (limite in alto) verso sud, s'incontra il grande cuneo della Riserva Naturale "Bocche di Po", con l'alternarsi di ampi specchi d'acqua con miriadi di camminamenti, di dune, piccole dighe e numerosi rami a mare che si dipartono dal Po di Venezia, fino alla Bocca del Po di Goro (appena sotto la metà dell'immagine), che segna il confine tra il Veneto e l'Emilia Romagna. Seguono le terre della provincia ferrarese e le Valli di Comacchio, delimitate a sud dal fiume Reno. Nell'immagine a colori naturali l'ambiente lagunare della Valle Bertuzzi appare nero o grigio scuro a causa delle acque salmastre, delle barene e dei dossi, mentre più a sud il grande specchio d'acqua di Comacchio appare di colore verde a causa della poca profondità delle acque, mediamente dell'ordine del metro, e l'abbondanza di alghe e sedimenti.

L'immagine visualizzata in *falsi colori* è presentata nella combinazione RGB 432, vale a dire che la Banda 4 (Infrarosso Vicino) è stata visualizzata nel canale rosso (Red) dello schermo, la Banda 3 (Rosso) nel canale verde (Green) e la Banda 2 (Verde) nel canale blu (Blue). Questa combinazione è molto usata per evidenziare le zone vegetate e boschive: esse infatti, che nell'immagine a colori naturali si vedono abbastanza scure, nell'immagine RGB 432 appaiono di colore rosso, tanto più vivo quanto più la vegetazione è sana. Il confronto tra le due immagini, che, ricordiamolo, mostrano lo stesso identico territorio osservato nel medesimo istante ma in diverse bande spettrali, permette di trarre interessanti conclusioni. I sedimenti costieri appaiono di aspetto molto simile, così come quasi tutti gli specchi d'acqua, tranne quello di Comacchio, che appare in tonalità blu: infatti, ora la banda originale del verde, quindi la luce riflessa dalle alghe e dai sedimenti delle acque basse, ora è visualizzata nel canale blu, non più nel canale verde, e appare blu chiaro. Al centro dell'immagine, la Valle Bertuzzi si mantiene scura, mentre subito a nord il quadrilatero rosso vivo suggerisce che l'equivalente scuro nell'immagine a colori naturali in realtà non è un altro specchio d'acqua salmastra, bensì probabilmente un bosco. Il fatto che in questa immagine in falsi colori dominano le diverse tonalità del colore rosso indica che una gran parte del territorio è occupato da vegetazione.

La visualizzazione in RGB 741 (Fig. 2) conferma quanto detto sopra, dove però ora l'Infrarosso Vicino (Banda 4) appare nel canale verde, mentre nel canale rosso c'è l'Infrarosso Medio (Banda 7) e nel canale blu il colore Blu (Banda 1): la vegetazione boschiva e agricola rigogliosa appare verde, mentre campi con vegetazione scarsa o assente appaiono di colore magenta, come gli insediamenti urbani.

L'apporto del radar e il rilevamento di cambiamenti nel tempo

Le immagini rilevate nella banda delle microonde dai satelliti ERS dell'ESA (Figg. 3a, 3b, 3c) forniscono informazioni totalmente diverse da quella ottenuta dai sensori ottici (rif. Inserto Rivista N. 6 - 2004). Nelle immagini radar (cfr. Fig. 3c, più grande), gli insediamenti urbani appaiono di un bianco brillante e facilmente riconoscibili rispetto all'ambiente circostante, mentre il tono di grigio delle coltivazioni agricole cambia in funzione dello sviluppo e delle caratteristiche delle piante: nelle immagini estive, infatti, il contrasto tra i vari campi è meno evidente, mentre nell'immagine invernale molti campi sono scuri perché le piantine non erano ancora spuntate dal terreno. I boschi appaiono di un grigio uniforme nella banda spettrale delle microonde utilizzata dai satelliti ERS: il confronto delle immagini radar con quelle ottiche conforta l'ipotesi fatta, e cioè che l'area subito a nord della Valle Bertuzzi sia un bosco. L'immagine del radar mostra inoltre lo stato d'increspatura della superficie del mare e quindi dell'intensità del vento in superficie: il 7 agosto 1992 (Fig. 3a) e il 7 luglio 1995 (Fig. 3b) si aveva solo una brezza molto leggera con molte zone di calma, cosicché quasi tutti gli specchi d'acqua appaiono neri nelle immagini radar; il 30 gennaio 2003 (Fig. 3c), invece, il vento increspava gran parte della superficie marina e delle Valli di Comacchio.

L'importanza di una rappresentazione grafica eloquente

Integrando un'immagine radar rilevata in condizioni normali e una acquisita durante o dopo un evento straordinario, a esempio un'inon-

dazione, si possono individuare le zone interessate dall'evento tramite il cambiamento del segnale radar misurato prima, durante e dopo: colorando opportunamente le zone individuate e sovrapponendo l'immagine integrata su una carta topografica, si ha una mappa precisa dell'estensione dell'evento stesso. In Fig. 4 è illustrato il caso dell'ottobre del 1996, dopo settimane di piogge intense sulla zona tra Ferrara e Ravenna: le aree di colore blu sono quelle risultate affette da un'inondazione. L'immagine è stata ottenuta visualizzando nel canale rosso i dati radar del 14 ottobre (dopo le piogge), nel verde le prime componenti principali, e nel blu i dati del 16 settembre (prima delle piogge). In tal modo, con un'opportuna legenda associata alla mappa, si può sintetizzare un'informazione complessa in maniera logicamente precisa e facilmente comprensibile.

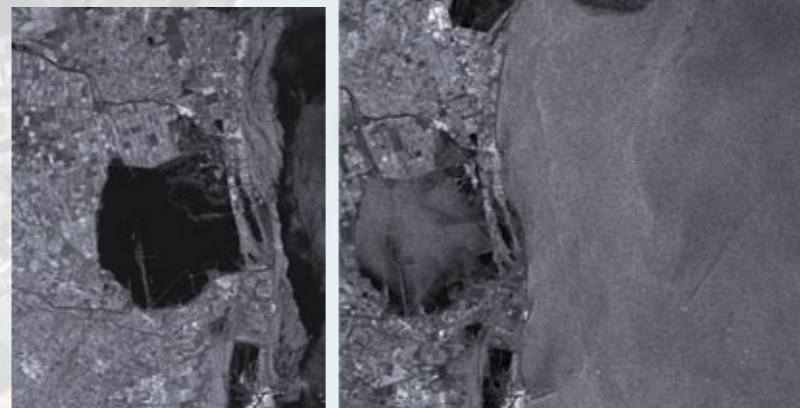
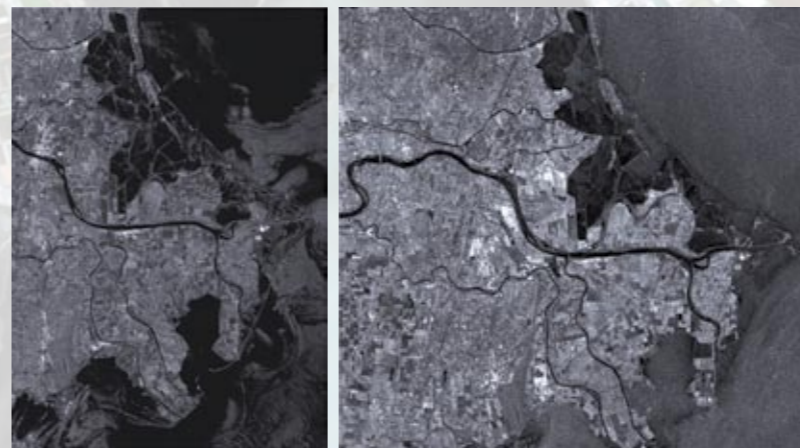
Esempi di queste tecniche si trovano anche nei siti dell'ESA (<http://earth.esa.int/ew/>) e su EDUSPACE, il sito web sviluppato dall'ESA per scopi educativi in sei lingue europee (www.eduspace.esa.int).



1. Il bacino del Po osservato dallo strumento MERIS del satellite ambientale Envisat dell'ESA il 19 febbraio 2003.



2. Il Delta del Po e le Valli di Comacchio nell'immagine rilevata dal Enhanced Thematic Mapper del Landsat-7 l'8 settembre 2000, come per le immagini di copertina, ma visualizzata in falsi colori (RGB 741).



3a, 3b, 3c. Immagini radar rilevate dal SAR dei satelliti ERS dell'ESA il 7 agosto 1992, 7 luglio 1995 e 30 gennaio 2003, rispettivamente.



4. Immagine multitemporale radar generata dai dati rilevati dal SAR del satellite ERS-2 in settembre e ottobre 1996, sovrapposta alla carta stradale della zona.