

## IL TELERILEVAMENTO PER L'OSSERVAZIONE DEL TERRITORIO DALLO SPAZIO (2-3)

Maurizio FEA, Associazione Geofisica Italiana (AGI), con la collaborazione di Alberto Baroni (SERCO) - Immagini: cortesia della European Space Agency (ESA/ESRIN), dell'US Geological Survey (USGS) e della Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA).

### Territori di storia patria e cultura gastronomica

Questo inserto del numero doppio della Rivista è dedicato al territorio intorno a Milano, città sede dell'EXPO 2015, sul quale si svolgeranno gran parte delle visite e delle escursioni organizzate in occasione del convegno dell'AIIG di quest'anno, vale a dire il Piemonte orientale e la Lombardia centro-occidentale. La città di Milano sarà oggetto dell'inserto del prossimo numero. Può sembrare una visita storica in alcuni luoghi delle guerre d'indipendenza, ma in realtà l'idea è quella di illustrare alcuni dei territori intorno alla zona dell'EXPO che tematicamente sono d'interesse nell'ambito di uno dei due temi principali dell'Esposizione stessa, vale a dire: "Nutrire il Pianeta". In particolare, le aree intorno a Vercelli, terra del riso, e Pavia, con i suoi navigli e porta lombarda verso Piacenza e la *Food Valley* dell'Emilia Romagna. Le altre due aree d'interesse, vale a dire il lago di Garda e la zona di Alba, con Pollenzo, importante per l'Università di Scienze Gastronomiche, Bra, sede di Slow Food, e Monticello d'Alba, per Eataly, rimangono purtroppo fuori da questa immagine, che è stata costruita per avere come centro la città di Milano e illustrare la geografia fisica del territorio intorno all'EXPO, dalle montagne alpine al fiume Po.

Facendo riferimento, come sempre, alle brevi note pubblicate su questa Rivista nel 2004, i territori intorno a Milano sono qui illustrati attraverso l'analisi e l'interpretazione di immagini rilevate da satellite 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.

### Il Piemonte orientale e la Lombardia centro-occidentale

L'immagine di copertina è stata rilevata dallo strumento OLI di Landsat-8 il 1° aprile 2015 ed è stata visualizzata in colori quasi naturali (RGB 832). Il "quasi" è dovuto al fatto che si è voluto migliorare il dettaglio geometrico dell'immagine multispettrale con risoluzione spaziale di 30 m sostituendo i dati rilevati nella banda spettrale naturale del rosso (banda 4 dell'OLI) con quelli rilevati nella banda spettrale pancromatica a 15 m e visualizzandoli quindi nel canale elettronico del Rosso (R); i dati rilevati dall'OLI nelle bande spettrali naturali del verde e del blu, invece, sono stati visualizzati normalmente nei canali elettronici Verde (G) e Blu (B). Di conseguenza, i pixel delle aree nelle quali predomina l'edificato appaiono di colore magenta, poiché il contributo del colore verde associato alla vegetazione è scarso o nullo a quella risoluzione. Tenendo in conto il fatto che l'immagine non è georeferenziata (occorrerebbe ruotarla di circa 10° in senso orario), a partire da sinistra in alto si distinguono, in colore blu molto scuro, il lago Maggiore, i laghi di Monate, di Comabbio, di Varese e, quasi al centro, la parte più meridionale del ramo occidentale del lago di Como. Nell'angolo inferiore sinistro si nota il fiume Sesia, mentre il centro del retro di copertina è dominato dal fiume Ticino, che si può seguire dal lago Maggiore fino alla sua immissione nel fiume Po in basso a destra (l'ansa appena visibile al centro del bordo inferiore è del fiume Po subito dopo la confluenza), e il centro del fronte di copertina dal fiume Adda. Come detto, in questa visualizzazione il colore magenta permette di localizzare l'edificato. In particolare, i centri urbani sono caratterizzati da una tonalità più scura, e si possono, quindi, distinguere Vercelli nell'angolo in basso a sinistra, Novara un poco più a NE tra il Sesia e il Ticino, Pavia in basso a destra, attraversata dal fiume Ticino, e l'urbanizzazione della città di Milano e dei comuni limitrofi. L'area della Fiera, nella quale si svolge l'EXPO è visibile come macchia bianca al bordo sinistro del fronte di copertina a NW del centro della città, alla cui periferia destra si può individuare l'Idroscalo (striscia verticale blu chiaro) e l'aeroporto di Linate sul fianco sinistro di quest'ultimo. L'aeroporto di Malpensa è invece riconoscibile al centro del retro di copertina, a destra del fiume Ticino. È interessante notare che ambedue gli aeroporti hanno le piste orientate in senso meridiano, a causa della circolazione atmosferica prevalente. Con un po' di attenzione, anche a questa scala si possono individuare le grandi vie di comunicazione.

### Alcune occhiate più da vicino

Una prima analisi immediata è quella svolta confrontando l'area della Fiera di Milano così come si presentava alcuni anni fa e come si presenta oggi con l'EXPO. La Fig. 1 mette a confronto due immagini multispettrali della stessa area telerilevate da satellite in tempi diversi: quella rilevata dal TM di Landsat-5 il 23 marzo 2003 (a sinistra) e quella rilevata dall'OLI di Landsat-8 il 1° aprile 2015 (a destra). Il confronto del settore in alto tra la ferrovia (al centro, quasi orizzontale) e la strada obliqua (ancora più in alto) mette in evidenza i lavori fatti per la preparazione dell'EXPO 2015, dato che l'immagine recente è stata acquisita un mese esatto prima dell'inaugurazione, anche se, come si può notare, la risoluzione geometrica dell'OLI (pancromatico a 15 m) è doppia di quella del TM (multispettrale a 30 m, niente pancromatico). Immagini con risoluzione maggiore saranno analizzate nel prossimo numero della Rivista. Considerando il valore di immagini acquisite su un territorio vasto, quindi ad una scala dell'ordine di 1:50.000, il confronto tra visualizzazioni in colori naturali e in falsi colori risulta molto utile per la comprensione tematica dell'ambiente. Analizzando due visualizzazioni diverse degli stessi dati rilevati dallo strumento AVNIR-2 del satellite ALOS il 10 settembre 2010 sul territorio milanese, visualizzati in colori naturali (RGB 321, Fig. 2) e in falsi colori (RGB 431, Fig. 3) si riconoscono non solo gli elementi salienti del territorio, quali fiumi e corpi d'acqua, edificato periferico e centrale, vie di comunicazione, ma anche la vegetazione boschiva e le coltivazioni: si nota che l'aiuto maggiore ad un'analisi iniziale rapida arriva proprio dall'uso dell'Infrarosso Vicino, che permette di distinguere rapidamente la vegetazione, le superficie d'acqua, gli edificati, le vie di comunicazione, e così via. La Fig. 4, ingrandimento dell'immagine di copertina, illustra la confluenza del fiume Ticino nel fiume Po subito dopo Pavia.

### Le risaie, inondazioni controllate

Il ciclo della coltivazione del riso può essere seguito con successo facendo uso di immagini telerivate nella banda spettrale delle microonde dai satelliti per l'osservazione della Terra, con due grandi vantaggi rispetto ai rilevamenti nelle bande ottiche. Uno deriva dalla possibilità di osservare il terreno anche con cielo coperto e pioggia, eventi frequenti in primavera, periodo di crescita del riso, e di notte. L'altro è quello che di fatto l'allagamento dei campi è un'inondazione, anche se controllata, e come tale rilevata dai sensori radar dei satelliti (Fig. 5): la

superficie del terreno, infatti, è normalmente asciutta e ruvida e retrodifonde al satellite una parte dell'energia degli impulsi radar che la illuminano (pixel in toni di grigio), ma quando in primavera l'acqua riempie i campi e non tira vento la superficie di questi ultimi diventa uno specchio e riflette lontano gli impulsi radar incidenti, con conseguente annullamento dei segnali retrodiffusi al satellite (pixel di colore nero).



Fig. 1 - Immagini multispettrali dell'area di EXPO 2015, rilevate rispettivamente dal TM di Landsat-5 il 23 marzo 2003 (a sinistra) e dall'OLI di Landsat-8 il 1° aprile 2015 (a destra) (cortesia ESA).



Fig. 2 - Immagine multispettrale del territorio milanese, rilevata il 10 settembre 2010 dal satellite ALOS e visualizzata in colori naturali (RGB 321) (cortesia JAXA/ESA).

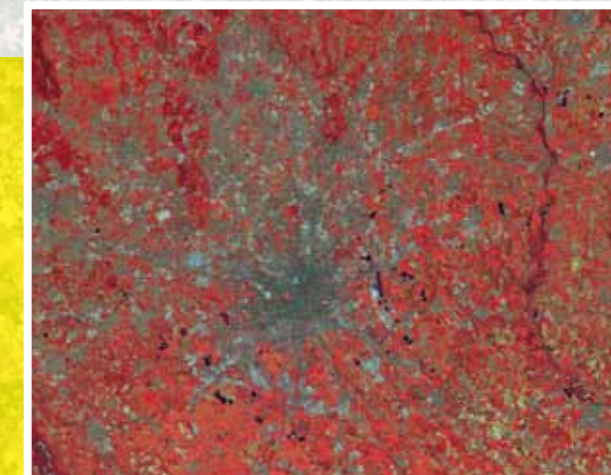


Fig. 3 - Stessa immagine della Fig. 2, ma visualizzata in falsi colori (RGB 431) (cortesia JAXA/ESA).



Fig. 4 - Ingrandimento dell'immagine di copertina sulla zona di Pavia.

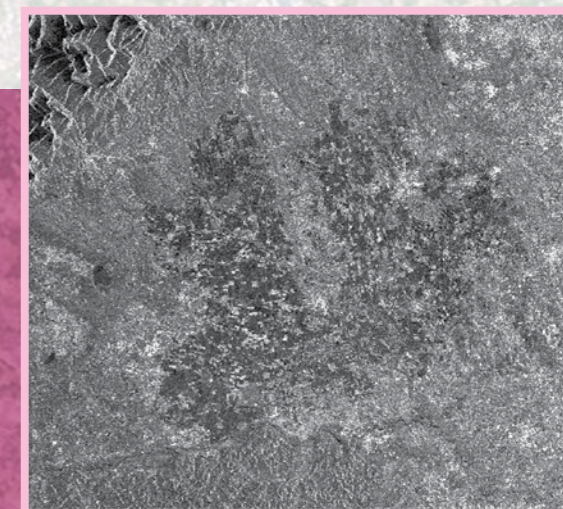


Fig. 5 - Immagine radar rilevata nelle microonde il 24 aprile 2009 dallo strumento ASAR del satellite Envisat (cortesia ESA).