

## IL TELERILEVAMENTO PER L'OSSERVAZIONE DEL NOSTRO PIANETA DALLO SPAZIO (2)

Maurizio FEA, European Space Agency (ESA) - ESRIN, Frascati con la collaborazione di Alberto Baroni.

### Un'occhiata alla costa occidentale del continente europeo

Nel corso del girovagare, prima in Italia e quest'anno in Europa, per illustrare alcune caratteristiche salienti della geografia italiana, questa volta l'osservazione della Terra dallo spazio si sposta dalle foci del Danubio, nel Mar Nero, all'estremo opposto del continente europeo, per offrire al lettore una visione a volte inconsueta della città di Lisbona. Facendo riferimento, come sempre, alle brevi note pubblicate su questa Rivista nel 2004, la città e i suoi dintorni sono qui illustrati attraverso immagini da satellite rilevate in diverse bande spettrali con i metodi tipici del telerilevamento, privilegiando le immagini rispetto al testo. I portali web dell'ESA (<www.esa.int>, <earth.esa.int>) e il sito web sviluppato dall'ESA per scopi educativi in sei lingue (<www.eduspace.esa.int>) offrono un utile e ricco complemento, così come i portali di altre istituzioni che lavorano nel campo dell'osservazione della Terra. Al succitato sito EDUSPACE, in particolare, si rimanda per gran parte dei dettagli, della metodologia e delle elaborazioni dei dati, che qui non è possibile approfondire.

### La città alla foce del Tago

Le immagini di copertina mostrano l'estuario del fiume Tago visualizzato, rispettivamente, in colori naturali e in falso colore. I dati sono stati rilevati il 24 giugno 2000 dal radiometro Enhanced Thematic Mapper (ETM) imbarcato sul satellite statunitense Landsat-7. L'immagine ottica, visualizzata in colori naturali (RGB 321), è stata generata elaborando i dati delle prime tre bande del sensore ETM, e, di conseguenza, la città di Lisbona e i suoi dintorni appaiono come li vedremmo sorvolandoli con un aereo. La città di Lisbona si è sviluppata sulla sponda occidentale dell'estuario del Tago su colline e roccaforti, mentre la parte orientale più pianeggiante ha preso vitalità dopo l'apertura del Ponte 25 Aprile. La scena è dominata dal bianco delle costruzioni nelle zone urbanizzate: all'estrema sinistra dell'immagine, lungo la costa, si trovano verso occidente la cittadina di Estoril e poi quella di Cascais. Nel centro di Lisbona risalta perciò più evidente il verde-marrone scuro del Parco Floreale di Monsanto e i boschi a nord della città (ref. anche Fig. 1). Nell'immagine in colori naturali, la pista principale dell'aeroporto internazionale di Lisbona è appena visibile come una striscia rosa scuro nella parte settentrionale della città, mentre il grande Ponte 25 Aprile, pur essendo il ponte sospeso più alto d'Europa (fu costruito nel 1967), si nota con difficoltà come un trattino scuro attraverso il fiume nel tratto stretto della foce, mentre nella parte settentrionale dell'estuario il Ponte Vasco de Gama, il più lungo d'Europa e uno dei più lunghi del mondo, appare invece come un trattino in tono più chiaro. L'acqua dei fiumi Tago (al centro) e Sado (a destra) trasporta molti sedimenti, come si deduce sia dal fatto che essa non appare nera nell'immagine, sia dalla variabilità dei toni di blu legati alla riflettanza delle particelle sospese presenti nell'acqua stessa. La distribuzione delle zone urbane rispetto ai boschi appare molto evidente sia nella visualizzazione RGB 431 dell'immagine di copertina, dove le zone boschive e le coltivazioni appaiono di colore rosso, che in quella RGB 752, nella quale le urbanizzazioni appaiono in color magenta (Fig 2). Nell'immagine di copertina in falso colore (RGB 431), l'informazione acquisita nella banda dell'infrarosso vicino è visualizzata nel canale rosso (R), cosicché le foglie, che hanno una riflettanza molto alta in questa banda spettrale, appaiono rosse (in particolare rosso vivo quando la foglia è sana), ciò permette di riconoscere facilmente la vegetazione, boschi e zone coltivate, in questa combinazione di falsi colori. A nord, dove il Tago ancora non si è allargato nell'estuario, si osserva un terreno alluvionale molto fertile, con preponderanza di appezzamenti coltivati di colore nettamente verde, sia chiaro che scuro (Fig. 3). Alcuni di questi hanno forma circolare, perché sono irrigati con il sistema rotante a pivot. La punta più in basso al centro dell'immagine è il Capo Espichel.

### I dati rilevati nelle microonde aggiungono informazione

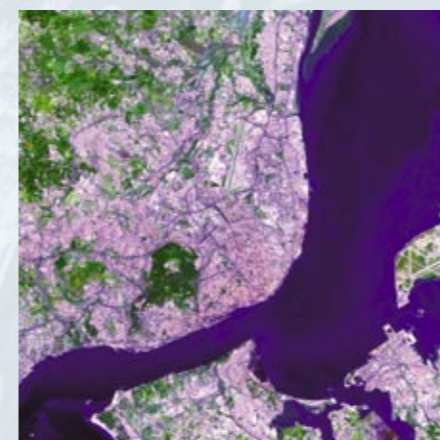
L'immagine multitemporale della stessa area è stata generata integrando i dati rilevati nella banda C delle microonde dallo strumento Synthetic Aperture Radar (SAR) a bordo del satellite europeo ERS-1 in tre date diverse del 1999: 1 gennaio, 4 aprile e 25 giugno rispettivamente (Fig. 4). In questa immagine, i colori più verdi nei boschi indicano foreste di aceri e di querce, mentre il marrone-grigio identifica le pinete. Gli insediamenti urbani appaiono di colore bianco brillante, facilmente riconoscibili rispetto all'ambiente circostante: per questa ragione, le piste dell'aeroporto internazionale s'identificano bene nella zona settentrionale della città, poiché appaiono nere perché lisce. Nell'immagine del radar la topografia è messa più in risalto e le zone pianeggianti si distinguono da quelle collinari e montagnose più facilmente che nelle immagini ottiche, come si nota nell'immagine in bianco e nero (Fig. 5). Nell'area alluvionale su citata, la varietà di colori è associata ai cambiamenti occorsi alle diverse coltivazioni tra le date di osservazione del satellite, in funzione dello sviluppo e delle caratteristiche delle piante. Un colore principale, come il rosso, indica che quella coltivazione era rigogliosa nel giorno a cui è stato assegnato il colore rosso nella visualizzazione dell'immagine multitemporale del radar, mentre il color magenta indica che le piante non erano ancora cresciute oppure erano già state raccolte nel giorno a cui era stato assegnato il colore verde. I diversi colori della superficie del mare rispecchiano le diverse condizioni di vento in superficie nei giorni di rilevamento radar.

Il Ponte 25 Aprile appare nell'immagine del radar in maniera del tutto particolare (Fig. 6). Nella realtà, esso ha la tipica struttura dei ponti sospesi, con il piano di transito veicolare alto sul fiume. Quando gli impulsi del radar "illuminano" il ponte dall'alto, nell'immagine in microonde appaiono tre *eco radar* molto brillanti, come se ci fossero tre ponti paralleli; questi segnali sono dovuti all'interazione tra gli impulsi del radar, le strutture del ponte e l'acqua del fiume sottostante: la prima eco da destra è dovuta alla retrodiffusione degli impulsi del radar dalla struttura curvilinea superiore del ponte, l'eco centrale è quella che rappresenta la posizione vera del ponte e infatti include anche il riflesso dai due piloni sull'acqua del fiume, mentre quella di sinistra è dovuta alla riflessione multipla del segnale radar tra l'acqua del fiume e la parte inferiore del ponte stesso.

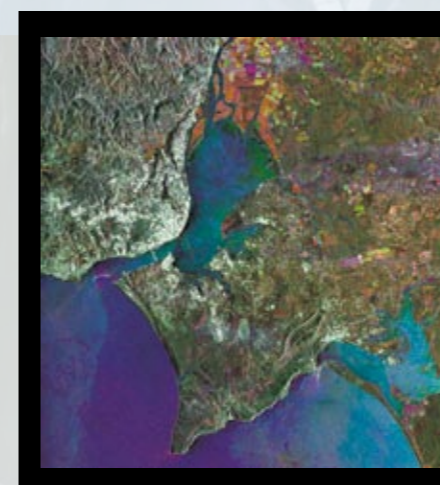


1. (Sopra) Immagine multispettrale in colori naturali (RGB 321) della città di Lisbona.

2. (Sotto) Immagine multispettrale in falsi colori (RGB 752) della città di Lisbona.

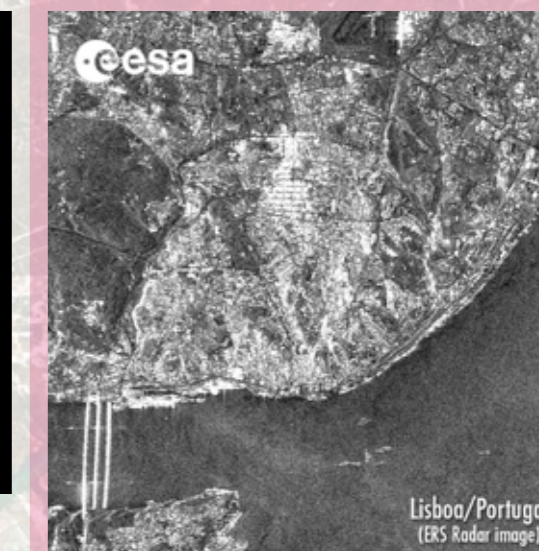
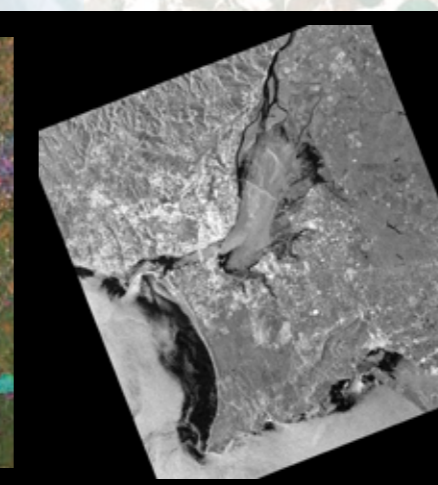


3. Immagine multispettrale in colori naturali (RGB 321) dell'area coltivata a nord-est di Lisbona.



4. Immagine multitemporale del SAR di ERS-1, generata dalle immagini acquisite rispettivamente il 01/01/99 (visualizzata nel Rosso), il 25/06/99 (Verde) e il 04/04/99 (Blu).

5. Immagine in bianco e nero del SAR di ERS-2 acquisita il 16 settembre 2001 alle 22.50 GMT durante un'orbita ascendente.



6. Il Ponte 25 Aprile nell'immagine in microonde.