

## IL TELERILEVAMENTO PER L'OSSERVAZIONE DEL TERRITORIO DALLO SPAZIO (1)

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

### Un'isola divenuta famosa per dieci mesi di storia

La più grande isola dell'Arcipelago Toscano è situata di fronte alla città di Piombino, dalla quale la separa il Canale di Piombino, un braccio di mare di soli 10 Km, percorso quasi ininterrottamente da navi traghetto e da imbarcazioni d'ogni tipo. Il 4 maggio 1814 l'Isola d'Elba divenne famosa nella storia: Napoleone Bonaparte vi fu esiliato sotto il controllo degli inglesi. Nei dieci mesi di soggiorno coatto nell'isola (d'inverno a Portoferraio, d'estate a S. Martino e a Madonna del Monte), Napoleone fu molto attivo in opere pubbliche e strutture di difesa, ancora oggi patrimonio della comunità elbana. Dall'alto, l'isola sembra avere la forma di un enorme pesce con la coda verso Est e la testa rivolta verso Ovest. La sua topografia è particolarmente mossa, con il Monte Capanne nella parte centro-occidentale che raggiunge la considerevole altezza di 1018 m e la Cima del Monte nella parte orientale, alta 516 m; inoltre, il lato sud-orientale dell'isola è caratterizzato dal Monte Calamita, la cui area è in gran parte preclusa al pubblico perché piena di vecchie miniere (anche se urbanizzazioni turistiche sono già apparse sul territorio). La strada che assicura la circonvallazione dell'isola è lunga poco più di cento chilometri. In maggioranza, la costa si presenta rocciosa e frastagliata, ricca di magnifiche insenature. Tuttavia, ampie baie con estese spiagge sabbiose si trovano nella parte centrale e più stretta dell'isola, rispettivamente nei versanti settentrionale (Procchio e Biodola) e meridionale (Marina di Campo e Lacona). La distanza tra i due versanti in queste zone pianeggianti tra le montagne è molto breve: solo 4 Km; nella parte meridionale di questa "stretta" lingua di terra a bassa altura tra Procchio e Marina di Campo si trova l'unico aeroporto pubblico, orientato in direzione meridiana a causa dei venti prevalenti tra le due principali zone montuose. L'ambiente geografico nel quale l'Isola d'Elba s'inserisce è bene illustrato dall'immagine rilevata dallo strumento MERIS del satellite Envisat dell'ESA (Fig. 1), che permette di osservare il territorio dal promontorio dell'Argentario e la laguna di Orbetello fino a Rosignano Solvay e Castiglione, pochi chilometri a Sud di Livorno: ben visibili sono le isole del Giglio, di Montecristo, di Pianosa, di Capraia e di Gorgona, con un tratto della costa nord-orientale della Corsica, a Nord di Bastia.

Facendo riferimento come sempre alle brevi note pubblicate su questa Rivista nel 2004, l'Isola d'Elba è qui illustrata attraverso immagini da satellite rilevate in diverse bande spettrali con i metodi tipici del telerilevamento. I portali web dell'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 otto lingue ([www.eduspace.esa.int](http://www.eduspace.esa.int)), 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 dell'elaborazione dei dati, che qui non è possibile approfondire.

### La geografia dell'Isola d'Elba osservata dallo spazio

L'immagine del fronte di copertina è stata rilevata dallo strumento Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) del satellite Landsat-7 il 6 luglio 2000 ed è stata visualizzata in colori naturali (RGB 321). L'area osservata include, a destra in alto, la parte meridionale della Maremma Pisana e la parte nord-occidentale del Golfo di Follonica, con la città di Piombino. Sulla sinistra, invece, è ben visibile l'Isola d'Elba e nel tratto di mare tra Piombino e l'Elba si può notare lo scoglio dell'Isola Palmiolo, dove si trova un importante faro per la navigazione marittima. L'immagine presenta anche tanti puntini bianchi, che sono imbarcazioni di varia stazza presenti sul mare nell'istante del passaggio del satellite. Le aree boschive, sia sull'isola sia nell'entroterra, appaiono verde scuro a causa dell'assorbimento della luce solare nella banda spettrale del Visibile operato dalle foglie attraverso la fotosintesi clorofilliana, più efficace alle lunghezze d'onda del blu e del rosso rispetto a quelle del verde. I centri urbani appaiono molto riflettenti a causa del cemento ed altri materiali edilizi: si possono riconoscere la città di Portoferraio, quasi al centro del versante settentrionale dell'isola, così come Piombino, nella parte meridionale del promontorio omonimo con il Monte Massoncello in alto. Per lo stesso motivo appare di bianco brillante la grande cava vicina all'abitato di Lumiere, frazione di Campiglia Marittima, in alto a destra. L'acqua, invece, nel Visibile assorbe moltissimo la radiazione solare, ma in modo inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda: il blu è assorbito al 90%, mentre il rosso si avvicina al 100%, per cui il mare appare molto scuro, con tonalità blu-verdi; nell'Infrarosso riflesso (Vicino e Medio), l'assorbimento è totale, cosicché l'acqua appare sempre nera. Laddove in acqua sono sospesi sedimenti, questi riflettono una parte della radiazione solare, in funzione della loro densità e natura: l'effetto dell'erosione costiera diventa quindi visibile, in particolare lungo le spiagge sabbiose, e quello di un certo inquinamento dà un minimo di riflettanza in tutta l'area di mare tra l'isola e la terraferma. La distribuzione delle zone boschive, di quelle coltivate e dei centri urbanizzati appare più chiaramente nelle combinazioni in falsi colori della stessa immagine. La visualizzazione RGB 741 (Fig. 2) permette, infatti, di evidenziare le zone urbanizzate in colore magenta (somma di rosso e blu, assenza di verde), perché riflettenti nell'Infrarosso Medio e nel Visibile, ma non nell'Infrarosso Vicino poiché manca la vegetazione; le zone boschive appaiono di colore verde intenso e le zone coltivate di colori cangianti, tra il verde ed il rosa; il mare appare uniformemente blu-nero, l'erosione costiera è pressoché invisibile; si riconoscono più facilmente canali e grandi vie di comunicazione (ad es. la superstrada SS. 1 Aurelia, linea retta obliqua NW-SE in alto a destra, ed il fiume Cornia con il canale ad esso perpendicolare, che poi sfocia in mare, quasi a formare tre quarti di un quadrato gigante). La visualizzazione in falsi colori RGB 431 (Fig. 3) della stessa immagine conferma la distribuzione della vegetazione boschiva e coltivata, ora in toni di rosso dovuto all'alta riflettanza nella banda spettrale dell'Infrarosso Vicino (banda 4 dell'ETM+), e delle aree urbanizzate, ora di colore bianco-blu.

### Il telerilevamento nelle microonde esalta la topografia

Osservando la stessa scena nella banda spettrale delle microonde con il radar ASAR del satellite Envisat dell'ESA, illustrata nel retro di copertina, si ha un'immagine molto diversa dello stesso territorio: il mare non è più tutto scuro e la planimetria è ben evidenziata, anche se le pendenze sono alterate e le montagne sembrano inclinarsi verso Est, cioè verso la direzione dalla quale il radar "illumina" la scena: l'immagine dà la visione immediata della topografia dell'isola e conferma la bassa altimetria delle vallate tra Procchio e Marina di Campo e tra i golfi di Portoferraio e Stella, quasi a dividere l'isola in tre parti montuose. I toni di grigio chiaro sul mare indicano il livello d'increspatura della superficie marina, dovuta principalmente al vento, mentre le macchie scure sono le zone sottovento, con acqua calma; i filamenti neri sul mare sono indice di inquinamento da petrolio, non sempre sversato da navi ma a volte dovuto a trasudato dal fondo marino. A Sud-Est dell'Isola d'Elba ed in uscita dal Golfo di Portoferraio si notano scie di navi sulla superficie marina. Inoltre, le immagini radar evidenziano in particolare le zone urbane e le infrastrutture metalliche, che appaiono bianche per la forte eco di ritorno dovuta alla riflessione multipla degli impulsi radar, e quindi confermano la localizzazione delle aree urbanizzate e di quelle industrializzate, come nel caso della città di Piombino e delle sue infrastrutture metallurgiche.

### Un'occhiata più da vicino

Curiosando sul territorio dell'Isola d'Elba attraverso le immagini ad altissima risoluzione del satellite QuickBird proposte da Google Earth, si può dare un'occhiata alla collina che sovrasta Portoferraio, sulla quale, all'estremo Nord tra il Forte della Stella ed il Forte del Falcone (Fig. 4), si trova la Casa dei Mulini, la principale delle tre dimore di Napoleone sull'isola, a ridosso della scogliera che si affaccia sulla Spiaggia delle Viste. Nella parte sud-orientale dell'isola s'incontra Porto Azzurro, animata località turistica, nota anche per il penitenziario ospitato dalla Fortezza di Portolongone, anch'essa a pianta stellare (Fig. 5). L'altissima risoluzione geometrica di QuickBird (61 cm) permette di osservare non solo i grossi motoscafi e le loro scie, ma anche le imbarcazioni più piccole ormeggiate in rada.



Fig. 1 - Immagine multispettrale dell'Arcipelago Toscano e della Maremma Pisana con la città di Piombino, rilevata dallo strumento MERIS del satellite Envisat dell'ESA il 23 giugno 2008.

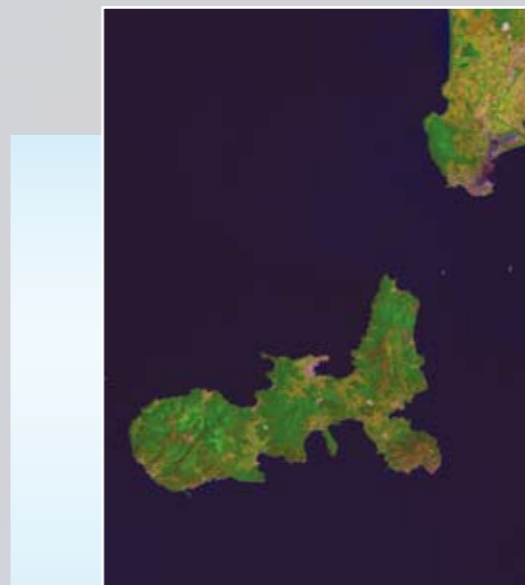


Fig. 2 - Immagine multispettrale dell'Isola d'Elba e della città di Piombino, rilevata dal sensore Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) del satellite Landsat-7 il 6 luglio 2000 e visualizzata in falsi colori (RGB 741).



Fig. 3 - Stessa immagine della figura precedente, visualizzata in altri falsi colori (RGB 431).



Fig. 4 - Immagine di Portoferraio rilevata dal sensore QuickBird (da Google Earth).



Fig. 5 - Immagine di Porto Azzurro rilevata dal sensore QuickBird (da Google Earth).