

## IL TELERILEVAMENTO PER L'OSSERVAZIONE DEL TERRITORIO DALLO SPAZIO (4-5)

Maurizio FEA, Associazione Geofisica Italiana (AGI), con la collaborazione di Alberto Baroni (SERCO) ed Emanuele Loret (DISP-Università Tor Vergata) - Immagini: cortesia dell'European Space Agency (ESA)/ESRIN, JAXA, Google e "www.parcocirceo.it".

### Il Parco Nazionale del Circeo

Nel 1934 fu istituito, nella parte sud-occidentale dell'Agro Pontino, in provincia di Latina, il parco nazionale con la foresta di pianura più vasta d'Italia, vale a dire il Parco Nazionale del Circeo. Il suo territorio (Fig. 1), sottoposto alla pressione della speculazione edilizia, che ha già invaso la duna litoranea in molti punti, è una delle riserve della biosfera dell'UNESCO. Le sue aree più protette, vale a dire le riserve vere e proprie, si trovano nell'arco di fascia costiera che dal Lido di Latina arriva fino al Promontorio del Circeo, includendolo, e comprendono la bella e folta Selva del Circeo, che si trova appena a Nord della cittadina di Sabaudia, immersa anch'essa nel perimetro del Parco, e l'Isola di Zannone, nell'arcipelago delle Isole Pontine. L'ecosistema costiero include quattro laghi che si allungano, appena all'interno delle dune litoranee, dal Lido di Capo Portiere fino al Promontorio del Circeo, e che sono, rispettivamente, quelli di Fogliano, dei Monaci, di Caprolace e di Sabaudia. Il Monte Circeo, con i 541 m del Picco di Circe, svetta nella parte più meridionale dell'intera piana della pianura pontina. L'insieme delle riserve del Parco conserva la grande biodiversità che era caratteristica dell'Agro Pontino prima della grande bonifica degli anni '30.

Facendo riferimento, come sempre, alle brevi note pubblicate su questa Rivista nel 2004, il Parco Nazionale del Circeo è illustrato attraverso l'analisi e l'interpretazione di 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 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. Al succitato sito Eduspace, in particolare, si rimanda per gran parte dei dettagli metodologici e di elaborazione dei dati da satellite, che qui non è possibile approfondire.

### L'osservazione multispettrale del Parco dallo spazio

Le immagini di copertina illustrano il territorio del Parco e le circostanti aree dell'Agro Pontino attraverso i dati rilevati in quattro diverse bande spettrali dal sensore AVNIR-2 imbarcato sul satellite ALOS dell'Agenzia Aerospaziale Giapponese (JAXA) l'8 luglio 2009. L'osservazione simultanea dello stesso oggetto in distinte bande spettrali indipendenti ne permette l'analisi multispettrale, vale a dire la valutazione del suo comportamento nelle diverse lunghezze d'onda rispetto all'energia che lo "illumina". Questo comportamento, chiamato in gergo tecnico *firma spettrale*, caratterizza il tipo di oggetto e ne favorisce la classificazione, permettendo l'interpretazione di tutta la scena osservata nell'immagine. Nella prima di copertina, i dati rilevati dal satellite sono stati visualizzati in colori naturali (RGB 321). La scena include una buona parte della città di Latina (i cui edifici appaiono come pixel in tonalità chiare in alto a sinistra), la miriade di campi coltivati dell'Agro Pontino (pixel con toni di colore molto variegati) ed il Parco Nazionale del Circeo (i cui specchi d'acqua e le cui foreste si riconoscono nelle aree poligonali con tonalità scura). Le aree boschive si riconoscono dal colore verde scuro, dovuto al forte assorbimento e, quindi, alla riflettanza molto bassa delle foglie nella banda spettrale del Visibile, pur con un piccolo picco appunto nel verde. Si riconoscono, altresì, le linee della grande viabilità della zona, sia rotabile, quali la via Appia (sulla destra in alto), la via Pontina (al centro sulla destra, che si riconosce dalle numerose costruzioni che la fiancheggiano e che marca il confine nord-occidentale della Selva di Circeo) e la Strada Lungomare (a ridosso della spiaggia), sia acquatica, come il Fiume Sisto (che scorre da Nord-Nord-Ovest a Est-Sud-Est, in alto), il Collettore delle Acque Medie (che attraversa la città di Latina, al centro in alto), che si immette poi nel trasversale Rio Martino, che collega ambedue le vie d'acqua con il mare. Osservando il Promontorio del Circeo, la tonalità più scura sul versante settentrionale, rispetto a quello esposto a Sud, è dovuta all'ombra causata dalla pendenza del rilievo rispetto all'illuminazione solare.

L'immagine in quarta di copertina illustra la stessa area della pianura pontina, ma è stata visualizzata in falsi colori (RGB 431). L'aver rappresentato nelle tonalità del Rosso (R) i valori rilevati nella banda spettrale dell'Infrarosso Vicino (NIR) aiuta ad identificare al primo colpo d'occhio le aree con vegetazione sana e rigogliosa, che appaiono in rosso brillante quando le foglie sono sane e la funzione clorofilliana lavora a dovere. Infatti, mentre nella banda spettrale del Visibile i pigmenti fogliari assorbono l'energia della luce solare perché la funzione clorofilliana la trasforma in linfa nelle lunghezze d'onda del Rosso e del Blu, mentre ne assorbe un po' meno nella banda spettrale del Verde, la struttura fogliare ne riflette una gran parte proprio nell'Infrarosso Vicino: questa alta riflettanza è correlata allo stato di salute, allo stadio fenologico ed al tipo di pianta (mentre nell'Infrarosso Medio essa è funzione del contenuto d'acqua delle foglie). Pertanto, le conifere mostrano una riflettanza più bassa delle piante latifoglie di circa il 15-25%, e, quindi una tonalità di rosso meno brillante, a causa della struttura interna delle foglie aghiformi. Questa differenza si può osservare bene nella Selva del Circeo, conosciuta anche come "La Foresta", che è un'area ricchissima di biodiversità animale e vegetale continentale e mediterranea e, in particolare, di latifoglie (come cerri, querce, lecci) e aghifoglie (pini). Considerazioni simili valgono per i vari tipi di coltivazioni, e, quindi, il confronto con l'immagine in colori naturali aiuta l'interpretazione del resto della scena osservata: i quattro laghi spiccano per la tonalità quasi nera perché l'acqua dolce assorbe in pratica tutta la radiazione solare, mentre la sua componente blu (Banda 1, lunghezza d'onda più corta) è in minima parte riflessa dall'acqua del mare, che, dunque, appare in blu scuro. L'edificato appare in colori chiari, tendenti al ciano, vale dire con poca tonalità rossa, indice di poca o nulla vegetazione.

### Uno sguardo anche con le microonde...

L'osservazione nella banda spettrale delle microonde (Fig. 2) attraverso i dati telerilevati dal sensore ASAR del satellite ambientale Envisat dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA) il 6 giugno 2010 permette di apprezzare lo spiccato contrasto topografico del Promontorio del Circeo rispetto all'Agro Pontino. In questa visione d'insieme, gli agglomerati di punti chiari illustrano insediamenti urbani, come le cittadine di Anzio e Nettuno (al centro a sinistra lungo la costa), di Terracina (al centro a destra), di Sabaudia e di San Felice Circeo (rispettivamente appena a Nord e ai piedi del versante orientale del Promontorio del Circeo). La brezza, che spirava al momento del passaggio del satellite e che increspava la superficie dei laghi e del mare, permette di notare le deboli correnti costiere. Infine, i rilievi dei Monti Lepini a N e Ausoni a NE appaiono distorti verso Est a causa della direzione obliqua (e non verticale) lungo la quale l'ASAR invia gli impulsi radar e riceve l'eco di ritorno dagli oggetti illuminati.

### ... e, infine, un'occhiata ravvicinata al Parco

Le immagini rilevate da satelliti commerciali ad alta risoluzione geometrica permettono di apprezzare dettagli e caratteristiche delle aree osservate. Per esempio, navigando un poco, si può conoscere l'Isola di Zannone, disabitata, con macchia mediterranea e bassi boschi di leccio, costituita da rocce calcaree e vulcaniche (Fig. 3). Delle sei torri difensive costruite sulle coste del Promontorio del Circeo, la Torre Paola (Fig. 4), costruita a metà del XVI secolo, è quella più occidentale e la cui struttura si è conservata meglio: eretta sulla costa frastagliata, con la vegetazione che arriva quasi sulla costa, ha un orizzonte che spazia da Sud-Ovest a Nord-Est. La Fig. 5 illustra la penetrazione edilizia sulla duna costiera nell'area del Parco all'altezza del Lago di Sabaudia (area scura a destra), mentre la densità boschiva della "Foresta" è evidenziata nella Fig. 6.



Fig. 1 - Mappa del Parco Nazionale del Circeo (esclusa l'Isola di Zannone) (cortesia "www.parcocirceo.it").

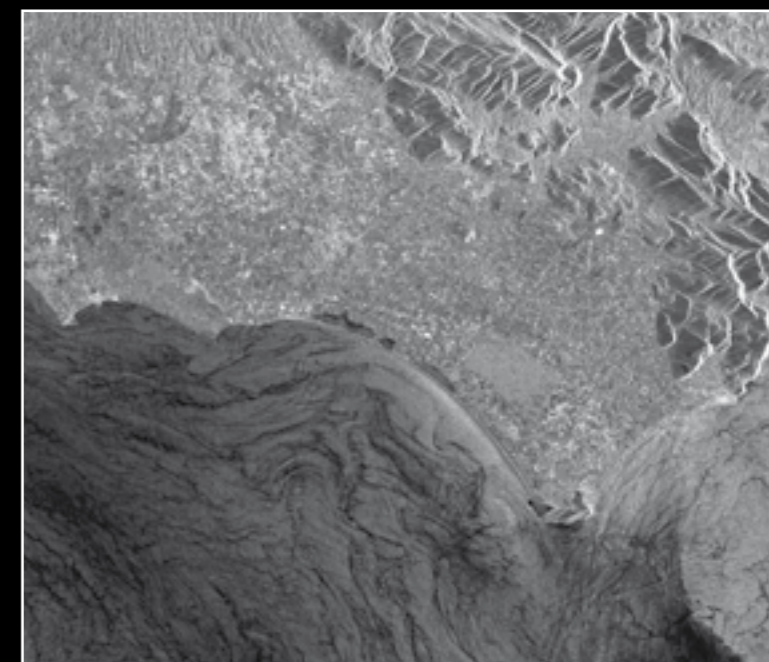


Fig. 2 - Immagine nelle microonde rilevata dallo strumento ASAR del satellite Envisat il 6 giugno 2010 (cortesia ESA).



Fig. 3 - L'Isola di Zannone rilevata dal satellite (cortesia Google).



Fig. 4 - La Torre Paola osservata dal satellite (cortesia Google).



Fig. 5 - La duna costiera del Lago di Sabaudia rilevata dal satellite (cortesia Google).



Fig. 6 - La foresta della Selva del Circeo osservata dal satellite (cortesia Google).