

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

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

### Il fascino del Mar delle Bahama

Chi non ha sognato di immergersi in quelle acque cristalline o in gioventù, leggendo le storie dei corsari, di vivere le imprese di Morgan e di altri famosi bucanieri sui galeoni che solcarono quei mari? In effetti, anche nelle immagini dallo spazio quelle acque appaiono estremamente attraenti, dando un'idea di grande purezza e bellezza. E allora, dopo la deviazione per osservare quasi in diretta l'eruzione del vulcano *Piton de la Fournaise* nell'Isola de La Réunion, proprio con le immagini di Cuba e delle Bahama si riprende il viaggio intorno al mondo alla scoperta di luoghi d'interesse geografico osservati attraverso le immagini dei satelliti per l'osservazione della Terra, un percorso che era iniziato con le immagini del contrasto tra le zone coltivate e il brullo deserto intorno alla città del Cairo.

Facendo riferimento come sempre alle brevi note pubblicate su questa Rivista nel 2004, quel mare è qui illustrato 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.

### L'isola di Cuba osservata dallo spazio

L'immagine di copertina è stata ottenuta costruendo un mosaico di immagini rilevate dallo strumento MERIS, a bordo del satellite ambientale europeo Envisat, durante il passaggio del satellite lungo tre orbite adiacenti, ma effettuate in due date diverse: rispettivamente, il 28 febbraio 2003 da un'orbita sulla parte orientale dell'isola e da un'altra orbita su quella occidentale, e il 12 marzo 2003 da un'orbita sulla parte centrale di Cuba. Le immagini sono state visualizzate in colori "naturalisti" e sono state equalizzate nei valori radiometrici per dare continuità al mosaico da un'orbita all'altra; ciononostante, il fatto che le immagini siano state riprese in date diverse si può notare dal *sun glint*, vale a dire dalla riflessione della luce solare verso il satellite quasi al centro del mosaico sulla zona di mare a sud di Cuba, quindi nell'immagine della parte sinistra (orbita più occidentale), e che invece non appare nella parte centrale del mosaico, cioè nell'immagine rilevata dodici giorni dopo, dando un'idea di leggera discontinuità orizzontale alle immagini. Dal punto di vista geografico, a nord di Cuba si notano lo Stretto della Florida sulla sinistra e le isole Bahama sulla destra, mentre a Sud Est dell'isola, sull'estrema destra, al di là del Canale Sopra Vento si intravede l'isola di Haiti. Le acque basse o lagunari appaiono di colore blu-verde chiaro, perché la poca profondità non permette all'acqua di assorbire totalmente la luce solare riflessa dal fondo sabbioso: intorno al Capo San Antonio, all'estrema punta occidentale dell'isola di Cuba, questo effetto fisico dà luogo ad una curiosa figura che ricorda la testa di un pesceccane, noto e spesso pericoloso abitante di quelle acque. La Fig. 1 illustra ancora meglio come l'osservazione dallo spazio confermi la trasparenza cristallina del mare sui bassi fondali del Grande Banco delle Bahama, il grande ovale obliquo in azzurro chiaro al centro-destra dell'immagine. Le Bahama, infatti, sono costituite da una catena di isole e di banchi sabbiosi in acque poco profonde che si estende per 1400 Km dalla Florida all'Isola di Hispaniola; tutte le isole sono circondate da barriere coralline, che costituiscono il 5% del totale di tali barriere nel mondo. Sulla sinistra dell'immagine, che copre un'area di 670 Km di lato, si riconosce l'arcipelago di isole al sud della Florida, conosciute con il nome di "Chiavi della Florida" (*Florida Keys*), alla cui punta occidentale, all'estrema sinistra dell'immagine, si trova Key West. Nell'isola di Cuba, la zona sud della parte occidentale che appare più scura nell'immagine è l'area paludosa del Parco Nazionale della Penisola Zapata, mentre più ad Est, al centro dell'isola, si nota una zona quasi circolare verde scura: è la lussureggiante *Sierra Del Escambray* con il *Pico San Juan*, seconda montagna di Cuba in ordine di altitudine. Tra la Florida e Cuba si osserva un'area di mare più chiaro: è il banco sabbioso di *Cay Sal*. Come molte isole delle Bahama, anche l'isola di *Andros* (a destra) e la Grande Bahama (in alto al centro) si trovano sul lato orientale di piattaforme marine a bassa profondità. L'Isola della Nuova Provvidenza, con la sua capitale Nassau, è visibile sulla destra di Andros. A Nord Est della Grande Bahama e al limite della piattaforma del Piccolo Banco delle Bahama si possono notare le piccole Isole Bimini, proprio di fronte alla Florida.

### Un'occhiata all'isola con l'aiuto delle microonde

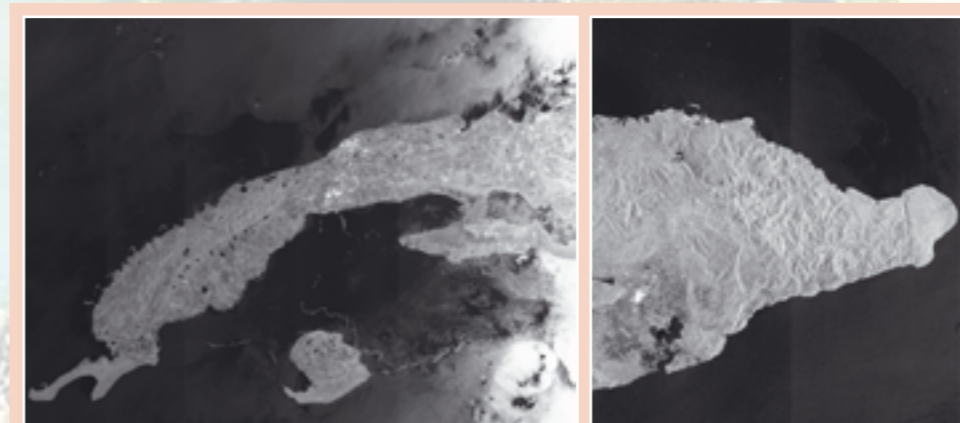
Questa splendida area è martoriata molto spesso dagli uragani provenienti dall'Oceano Atlantico, vale a dire da Est lungo il Tropico del Cancro, durante i quali i sensori ottici sono limitati a "vedere" solo la cima superiore delle nubi e non il territorio sottostante, che viene "oscurato". L'uso del telerilevamento nelle bande spettrali delle microonde, invece, permette di ottenere immagini e misure del territorio anche attraverso la copertura nuvolosa. L'immagine nelle microonde in Fig. 2 è in effetti un mosaico ottenuto integrando dati rilevati dall'ASAR di Envisat lungo sei orbite contigue diverse durante il mese di ottobre 2006, come si vede dalle discontinuità verticali nell'immagine. Nella parte sinistra dell'isola si riconoscono bene le grandi aree urbanizzate delle città di La Havana a Nord e di Artemisa a Sud, ricche di edifici e quindi di bersagli ben visibili a causa della loro riflessione multipla degli impulsi del radar. È ben visibile l'Isola della Gioventù, con la caratteristica forma a "virgola", il promontorio della Penisola di Zapata, che si protende nel Golfo di Batabanó, e ad oriente l'area più scura delle zone paludose. Si nota come le immagini radar sul terreno esaltino la topografia, sul mare permettano molto spesso l'identificazione delle isole e del contrasto terra-mare e permettano di misurare l'intensità del vento dalle onde capillari di superficie: zone più chiare sono zone di maggiore increspatura del mare e quindi una eco di ritorno radar più forte, mentre le zone molto scure sono aree di calma di vento oppure zone di sversamento di petrolio in mare; la miriade di piccole isole e le barriere coralline sono ben visibili nell'immagine del radar. La parte orientale dell'isola è illustrata in Fig. 3, dove sulla costa meridionale a sinistra dell'immagine si riconosce la macchia bianca (dovuta alla forte eco radar da parte degli edifici) della base statunitense di Guantanamo.

### Curiosando più da vicino sulla capitale....

L'area intorno a La Havana è illustrata in Fig. 4 attraverso un'immagine multitemporale del sensore SAR di ERS-2. Si ha pertanto un'idea dei cambiamenti avvenuti in quel settore, perché qualunque oggetto che si visualizzi in colore ha subito un cambiamento, mentre ciò che appare in bianco e nero testimonia il fatto che non ha subito variazioni. In Fig. 5, invece, è stato visualizzato un ingrandimento sulla città di La Havana, nel quale si vedono in particolare le grandi vie di comunicazione ed in basso a destra la pista di atterraggio dell'aeroporto internazionale. La Fig. 6 propone invece uno "zoom" sul porto della città, nel quale si possono osservare le navi come punti colorati: il colore, in questo caso, indica che la nave era posizionata in quel punto solo nel giorno al quale è stato assegnato quel colore nella generazione dell'immagine multitemporale.

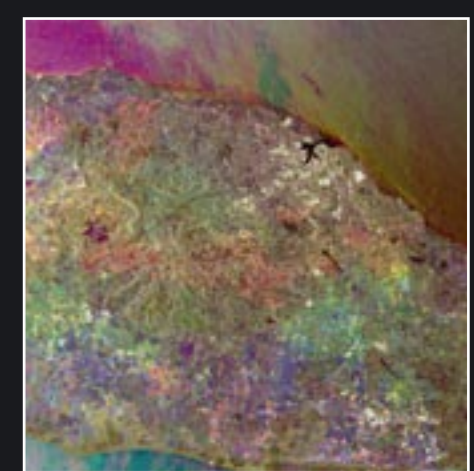


1. Immagine delle isole di Cuba e Bahama rilevata da MERIS il 24 gennaio 2004.

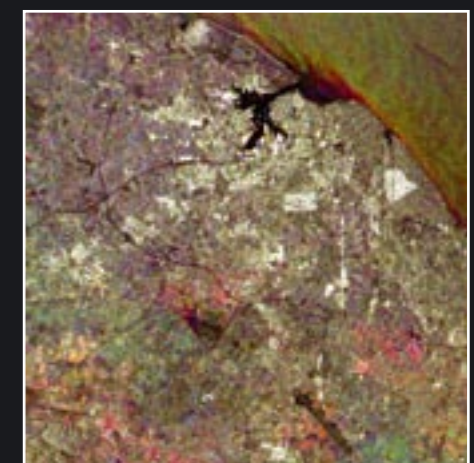


2. Mosaico nelle microonde della parte occidentale dell'Isola di Cuba ottenuto integrando i dati rilevati dall'ASAR di Envisat lungo 6 orbite contigue acquisite durante il mese di ottobre 2006.

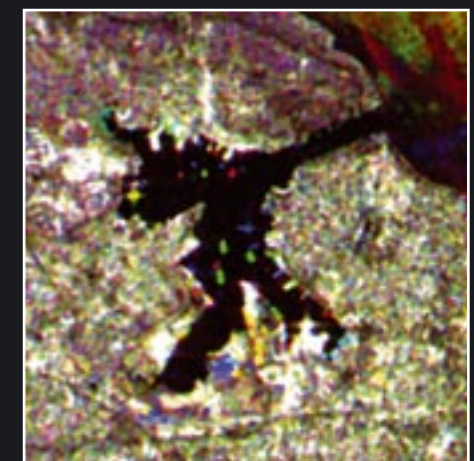
3. Mosaico d'immagini in microonde della parte occidentale dell'isola di Cuba, rilevate dall'ASAR di Envisat e ottenute nel mese di giugno 2004.



4. Immagine multitemporale rilevata dal SAR di ERS-2 sull'area della città di La Havana.



5. Uno "zoom" sulla città di La Havana.



6. Uno "zoom" sul porto di La Havana.