

Il monitoraggio della costa Toscana

L'analisi della variabilità e degli andamenti di erosione/accrezione (monitoraggio) della spiaggia attraverso l'analisi della linea di riva è il fondamento di una ampia varietà di studi condotti a fini scientifici, tecnici e di gestione della costa, ivi compresa la valutazione dell'erosione costiera.

(modificato da Boak & Turner, 2005)

Premessa

Il monitoraggio di un sistema così dinamico come quello costiero, dove i fenomeni di arretramento, o di avanzamento della linea di riva sono controllati da numerosi fattori meteo-climatici, geologici, biologici ed antropici, necessita di un approccio metodologico integrato tra dati geologici e storici, osservazioni sperimentali e modelli teorico-numerici, tenendo opportunamente conto delle indicazioni empiriche fornite dagli interventi già realizzati in situazioni simili.

Ai fini di consentire una corretta Gestione Integrata della Fascia Costiera (Integrated Coastal Zone Management - ICZM), assumono un ruolo fondamentale aspetti quali la gestione delle spiagge ed il controllo dell'erosione costiera e dei rischi naturali, per cui un input di dati specifici è necessario perché si possa condurre tal programma in una forma scientificamente coerente. L'attività di monitoraggio costiero fa parte delle azioni di Regione Toscana in materia di difesa del suolo e della costa.

Il principale riferimento normativo regionale è costituito dalla LR 80/ 2015 "Norme in materia di difesa del suolo, tutela delle risorse idriche e tutela della costa e degli abitati costieri" [LR80, 2015] che regola la tutela della costa e degli abitati costieri (artt. 17–21). In particolare l'art. 18 definisce il "Documento operativo per il recupero ed il riequilibrio della fascia costiera" come strumento di riferimento per la programmazione regionale degli interventi di recupero e riequilibrio della fascia costiera.

Mappatura della linea di riva

In questo contesto il Consorzio LaMMA è stato incaricato da Regione Toscana ad **identificare una procedura** di estrazione della linea di riva su scala regionale attraverso tecniche semi-automatiche di analisi di foto aeree e dati satellitari ad alta risoluzione, nonché di **completare l'operazione di mappatura per tutta la regione**.

Nell'ambito del monitoraggio della linea di riva vanno tenuti in corretta considerazione alcuni elementi:

- 1) Esatta definizione dell'**oggetto** da monitorare
- 2) **Scale temporali** e **spaziali** determinate dalle finalità e dagli obiettivi del monitoraggio (Pranzini & Simonetti, 2008).
- 3) Necessità di **testare** e **standardizzare** le **procedure** e le **metodologie** dei sistemi di monitoraggio utilizzati.

In letteratura sono note molte tecniche di estrazione della linea di riva in modo semi-automatico da remoto (Palazzo et al., 2012; Maglione et al., 2014; Baiocchi et al., 2012; Sekovski et al., 2014; generalmente è fondamentale considerare due aspetti:

Per questo motivo si sono acquisite una serie di immagini satellitari multispettrali (WorldView, Pleiades, Kompsat) aventi risoluzione spaziali dell'ordine dei 50 cm, e su queste si sono condotti dei test per individuare l'opportuna tecnica di mappatura da applicare su scala regionale.

Immagini satellitari

Per il rilievo si sono acquisite, per la copertura della costa toscana, 10 porzioni di scene satellitari del satellite Pléiades (AIRBUS):

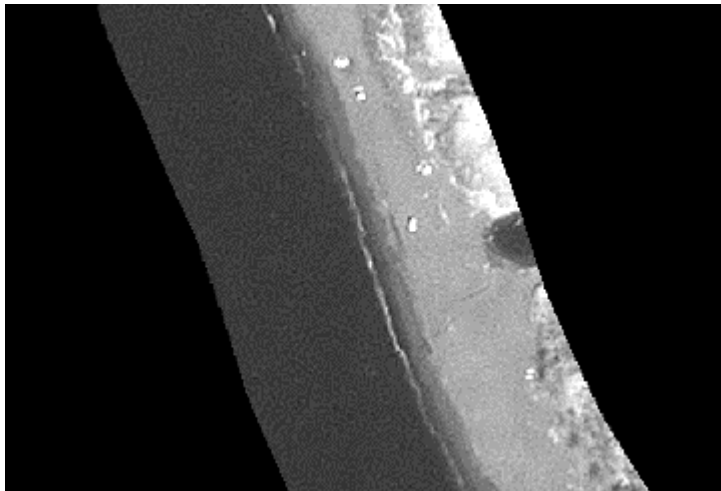
4 bande multispettrali

1 banda pancromatica

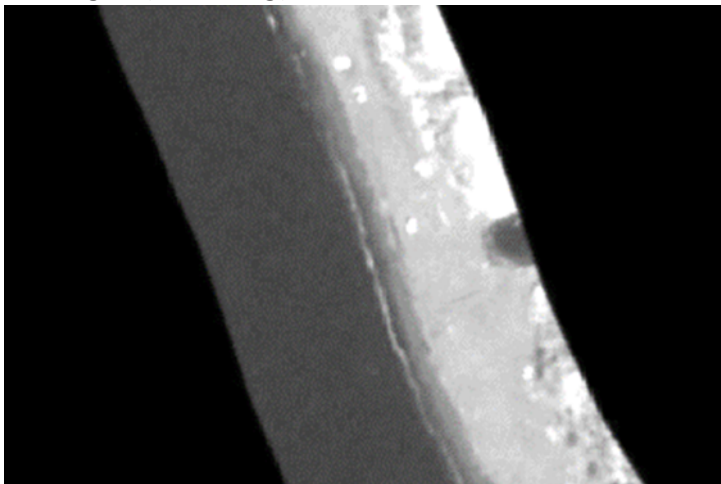
Per l'analisi delle immagini satellitari Pléiades 2017 i test hanno dato conferma del fatto che la banda dell'infrarosso vicino (NIR), consenta la migliore separazione radiometrica tra pixel-acqua e pixel-spiaggia e tra pixel-spiaggia asciutta e bagnata. I test eseguiti sull'estrazione in automatico della linea di riva sono stati condotti in ambiente GIS e attraverso il software di elaborazione statistica R.

Fasi della metodologia di estrazione semi-automatica della linea di riva

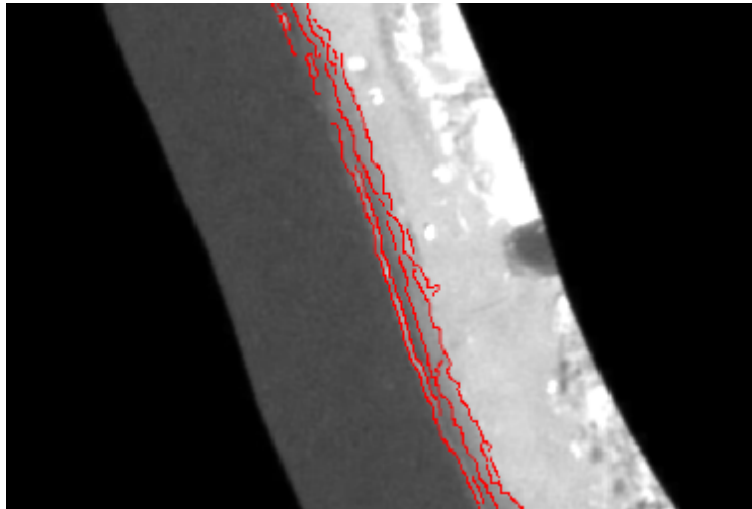
Immagine originale nella banda dell'infrarosso vicino (NIR):



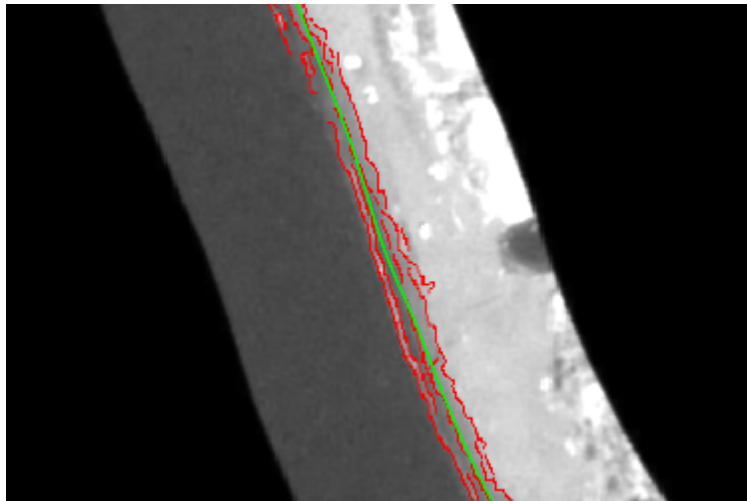
Riduzione delle brusche variazioni legate a pochi pixel (rumore) attraverso Applicazione di un algoritmo di sfocatura isotropica dell'immagine (*isoblurring*):



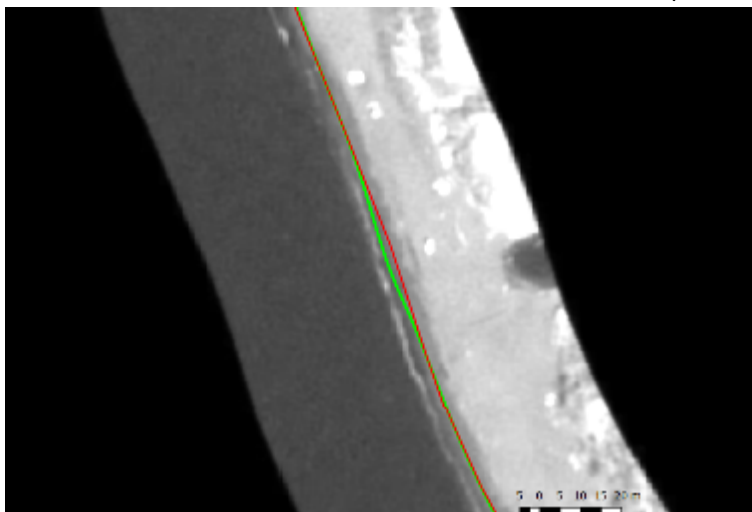
Individuazione della soglia e delineazione dei contorni (*Edge detection*):



Interpolazione dei bordi e determinazione della linea di riva attraverso un algoritmo di *spline* (linea verde):



Confronto con la linea di riva coeva rilevata a terra attraverso la tecnica dGPS (linea rossa):



Caratterizzazione dell'errore

- o Errore di Pixel (EP)
- o Errore Geometrico (EG)
- o Errore di Digitalizzazione (ED)
- o Correzione con la stima del msl (EM)

Errore di pixel (EP): si assume pari alla dimensione del pixel dell'immagine, poiché, in teoria, non è possibile distinguere oggetti di dimensione inferiore a quella della risoluzione dell'immagine (Virdis et al., 2012).

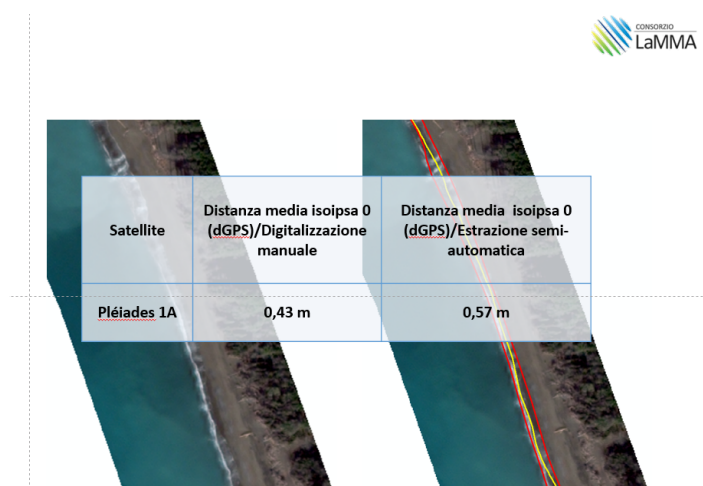
Errore Geometrico (EG): nel presente studio corrisponde all'errore (RMSE) rilevato ai punti di controllo (*ground control points* - GCP) nel corso delle operazioni di ortorettifica delle immagini.

Errore di digitalizzazione (ED): viene valutato digitalizzando lo stesso oggetto varie volte sulla mappa e calcolando la deviazione standard dei residui della posizione dell'oggetto (solo nel caso di digitalizzazione manuale).

La correzione con la stima del livello medio del mare (msl) ha tenuto conto delle misure dei mareografi più prossimi.

Risultati

Si è eseguito un confronto nelle aree di cui si disponeva un rilievo coevo valutando sia la digitalizzazione eseguita manualmente sia quella ottenuta in modo semi-automatico come descritto sopra.



Prospettive future

Per il 2018 è previsto un nuovo rilievo di tutta la costa che consentirà di valutare l'evoluzione della linea di riva su scala regionale.

La possibilità di disporre di un dato satellitare ad altissima risoluzione per una fascia di 5 km lungo tutta la costa consentirà inoltre di:

- 1) Monitorare nel dettaglio l'uso del suolo nelle zone costiere
- 2) Monitorare l'ampiezza della spiaggia emersa
- 3) Monitorare l'ampiezza del cordone dunale (ove presente).

Bibliografia

Baiocchi V., Brigante R., Dominici D., Radicioni F., (2012). Coastline Detection Using High Resolution Multispectral Satellite Images TS06I - Remote Sensing II, 6008 – 2012.

Boak E. H. and Turner I. L., (2005). Shoreline Definition and Detection: A Review. Journal of Coastal Research: Volume 21, Issue 4: pp. 688 – 703.

Maglione P., Parente C., Vallario A. (2014). Coastline extraction using high resolution WorldView-2 satellite imagery. European Journal of Remote Sensing, 47, 685-699.

Milli M. e Surace L., (2011). Le linee della costa. Definizioni, riferimenti altimetrici e modalità di acquisizione dei dati. ALINEA Editrice, Firenze.

Palazzo F., Baiocchi V., Lelo K., Milone M.V., Mormile M., Minchella A., (2012). Observing Coastlines with Satellite Data: a Case-Study in Abruzzo (Italy). In European Association of Remote Sensing Laboratories: 32nd EARSeL Symposium Proceedings Advances in Geosciences (pp.69-80). Konstantinos G. Perakis Athanasios K. Moysiadis.

Pranzini E., Simonetti D., (2008). Influenza del fattore scala sulla classificazione delle spiagge in base alla loro tendenza evolutiva, Studi Costieri, 14 p. 14-38, ISSN: 1129-8588

Sekovski I., Stecchi F., Mancini F. and Del Rio L., (2014). Image classification methods applied to shoreline extraction on very high-resolution multispectral imagery. Int. J. Remote Sens., 35: 3556-3578. DOI: 10.1080/01431161.2014.907939

Virdis S.G.P., Oggiano G. and Disperati L., (2012). A Geomatics Approach to Multitemporal Shoreline Analysis in Western Mediterranean: The Case of Platamona-Maritza Beach (Northwest Sardinia, Italy) Journal of Coastal Research, 28(3), 624 – 640.

Tavolo Nazionale sull'Erosione Costiera MATTM-REGIONI (2017). Linee Guida Nazionali per la difesa della costa dai fenomeni di erosione e dagli effetti dei cambiamenti climatici