



Video Monitoraggio Erosione Costiera

Negli ultimi anni si sono manifestati fenomeni ambientali estremi dovuti a accentuate tendenze di cambiamento climatico con forti ripercussioni sull'ambiente e sull'integrità di tutto l'ecosistema naturale, incluso quello costiero.

Le perturbazioni possono portare piogge particolarmente concentrate che poi il territorio fatica a smaltire, soprattutto se fortemente urbanizzato. I venti particolarmente intensi possono causare anch'essi problemi, scatenando violente mareggiate, che ostacolano il deflusso a mare del reticolo idrografico, specialmente quello minore.

Per gestire tali fenomeni e le relative conseguenze, è cruciale monitorare da una parte i parametri meteorologici (vento, pioggia, pressione atmosferica, etc.) e dall'altra gli effetti che eventi estremi possono causare. Le coste italiane, in particolare, risentono particolarmente dell'erosione costiera. Infatti, l'innalzamento del livello medio del mare potrebbe portare, in pochi anni, alla completa sparizione di un enorme porzione delle nostre coste, con effetti nefasti sia per l'ambiente che per l'economia nazionale e locale.

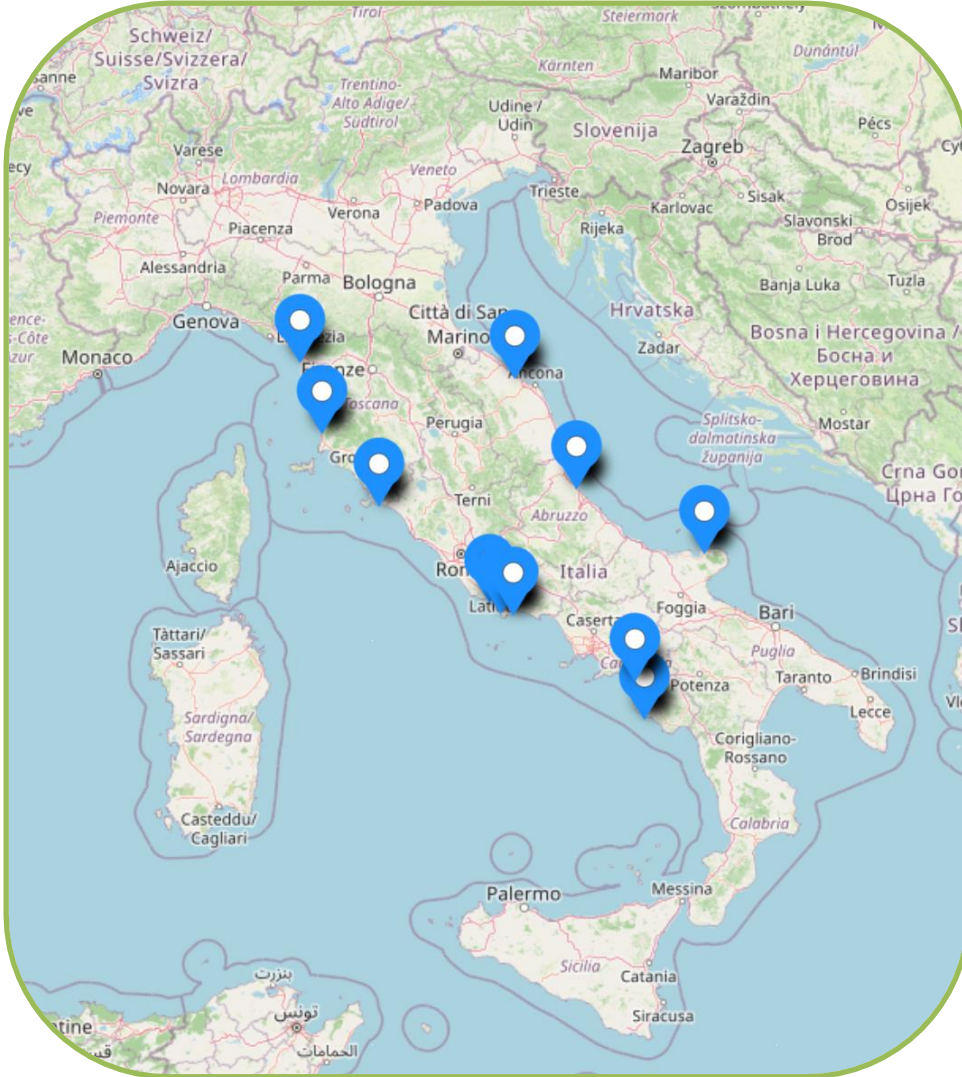


Una strategia efficace per monitorare l'erosione costiera è attraverso il videomonitoraggio in continuo della linea di costa, associato ad una rielaborazione intelligente dei dati rilevati. Schematicamente, una stazione di videomonitoraggio è composta da:

- **Due telecamere** industriali da 5MPx GigE per inquadratura della battigia
- **2 quadri elettrici**
- **Unità di elaborazione e memorizzazione** dei dati: PC industriale con range esteso di funzionamento (-40°C, +80°C)
- **1 sensore LiDAR** (opzionale)
- Sistema di **trasmissione** con comunicazione LTE/4G verso il centro di controllo
- Struttura di sostegno della strumentazione
- Sistema di **alimentazione e protezione elettrica**, con sistema smart di gestione dell'alimentazione per il risparmio energetico e l'autodiagnostica dei dispositivi da remoto

La stazione esegue l'acquisizione di stream video e immagini a cadenze costanti, l'elaborazione e l'archiviazione in locale delle immagini e degli elaborati ed infine la trasmissione dei prodotti risultanti con i rispettivi metadati ad un data base in cloud.

La rete di monitoraggio in questione è composta da 12 stazioni distribuite nelle regioni Lazio, Marche, Abruzzo, Puglia, Toscana e Campania, con un totale di 12 doppi sensori ottici e 6 sensori LiDAR.





Tutta la strumentazione di ripresa impiegata è caratterizzata da prestazioni performanti con distanze di ripresa elevate anche in condizioni di ridotta visibilità e da una elevata resistenza alle condizioni ambientali critiche come calore, vento, salsedine ed urti. Gli algoritmi di image processing e di computer vision hanno lo scopo di automatizzare l'operazione di estrazione del confine costiero (shoreline) utilizzando la potenzialità oggi rese disponibili dall'AI.

Si possono ipotizzare tre fasi:



1. Acquisizione dei dati

Il sistema di acquisizione è composto da due fotocamere digitali ad alta risoluzione (≥ 5 mega-pixel) dotate di obiettivo zoom ottico 18-55 mm, con ottiche divergenti, installate in modo tale da raggiungere una altezza ottimale dal livello medio del mare, che consentono il monitoraggio del tratto di spiaggia di interesse. Le due telecamere effettuano acquisizioni in continuo di almeno 15 minuti con un frame rate di 2 Hz.

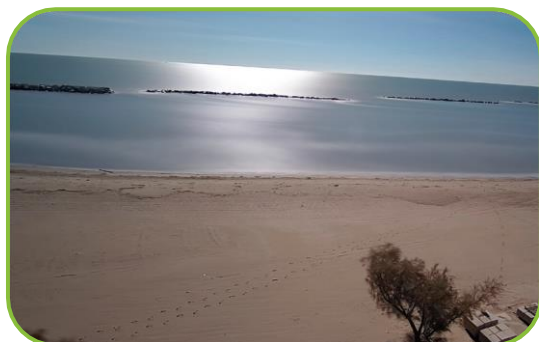


Immagini grezze acquisite dalle telecamere con curvatura terrestre

2. Image processing

Dopo l'acquisizione dei dati si procede alla fase di image processing, ovvero una prima elaborazione delle immagini finalizzata alla loro stabilizzazione e rettificazione, con lo scopo di eliminare la curvatura terrestre e convertire spazi e colori. Come prima cosa, i video di ogni ora e di ogni telecamera sono elaborati per ottenere un'immagine mediata sui dieci minuti (Timex) e una serie temporale dell'intero periodo di registrazione campionata in una definita griglia di punti (Timestack). In una fase successiva, le immagini elaborate, insieme alle istantanee, vengono unite e orto-rettificate con eliminazione della distorsione delle ottiche per ottenere altri prodotti orari (immagine panoramica e quattro immagini in pianta).

In particolare, in questa fase vengono prodotti i seguenti risultati:



TIMEX

(Time-averaged image)

Immagine rappresentativa della condizione del mare in prossimità della riva, ottenuta dalla media delle immagini grezze rilevate (snapshot) nell'intervallo di tempo di 30 minuti



RECTM

(Orto-rettifica)

Immagine depurata dagli effetti distorsivi dovuti alla sfericità delle lenti e ri-proiettata in un sistema piano e in coordinate reali: ciò consente di utilizzare l'immagine anche in ambienti GIS



La georeferenziazione di un'immagine è una tecnica che permette di associare ad un punto, definito dalle sue coordinate espresse in pixel, le coordinate geografiche che ne fissano la posizione sulla superficie terrestre. Per trasformare le coordinate pixel in coordinate geografiche è fondamentale eseguire la calibrazione della camera intesa come definizione dei parametri che permettono di conoscere la posizione della videocamera (latitudine, longitudine e quota), i tre angoli di visuale, la lunghezza focale e le coordinate (x, y) del punto principale, ovvero del punto centrale dell'immagine. Questa attività permette di trasformare qualsiasi punto del mondo reale con una certa posizione ed altitudine, in un punto corrispondente nell'immagine, e viceversa.

L'attività di rettificazione consente di riportare un'immagine, ottenuta da un sistema di acquisizione che possiede un certo angolo di visuale, come se questa fosse stata ripresa dalla sua verticale, cioè come se fosse una ortoimmagine.

La rettificazione permette, unita alla tecnica di georeferenziazione, di poter effettuare misure lineari direttamente dalle immagini, una volta ancorate ad alcuni punti di riferimento, chiamati Ground Control Points e Horizon Points: i primi vengono presi su edifici, moli o comunque strutture fisse normalmente artificiali che non cambiano nel tempo o con le condizioni meteorologiche, i secondi invece sono dei punti che stabiliscono quella che è la linea dell'orizzonte nell'immagine.

3. Shoreline detection

L'ultimo step consiste nello sviluppo di un sistema per il calcolo operativo della linea di costa grazie all'implementazione di speciali algoritmi di intelligenza artificiale che hanno il compito di segmentare le immagini e procedere poi, grazie all'implementazione di algoritmi di image processing, al rilevamento della shoreline. Ecco alcune delle elaborazioni ottenute automaticamente dai sistemi basati su intelligenza artificiale:



TMXSH

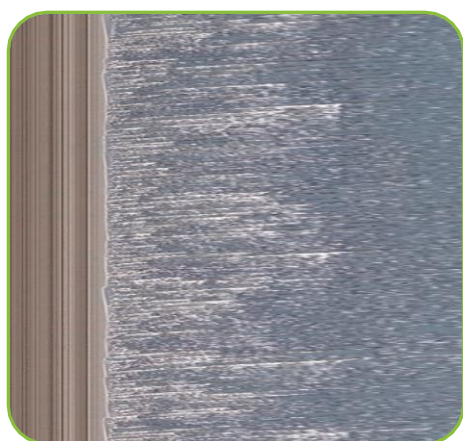
Immagine timex con linea di costa



RECSH

(Identificazione della linea di riva)

Visualizzazione della posizione della linea di riva su immagine ortorettificata RECTM ottenuta grazie ad algoritmi di intelligenza artificiale



T1STK (Timestack)

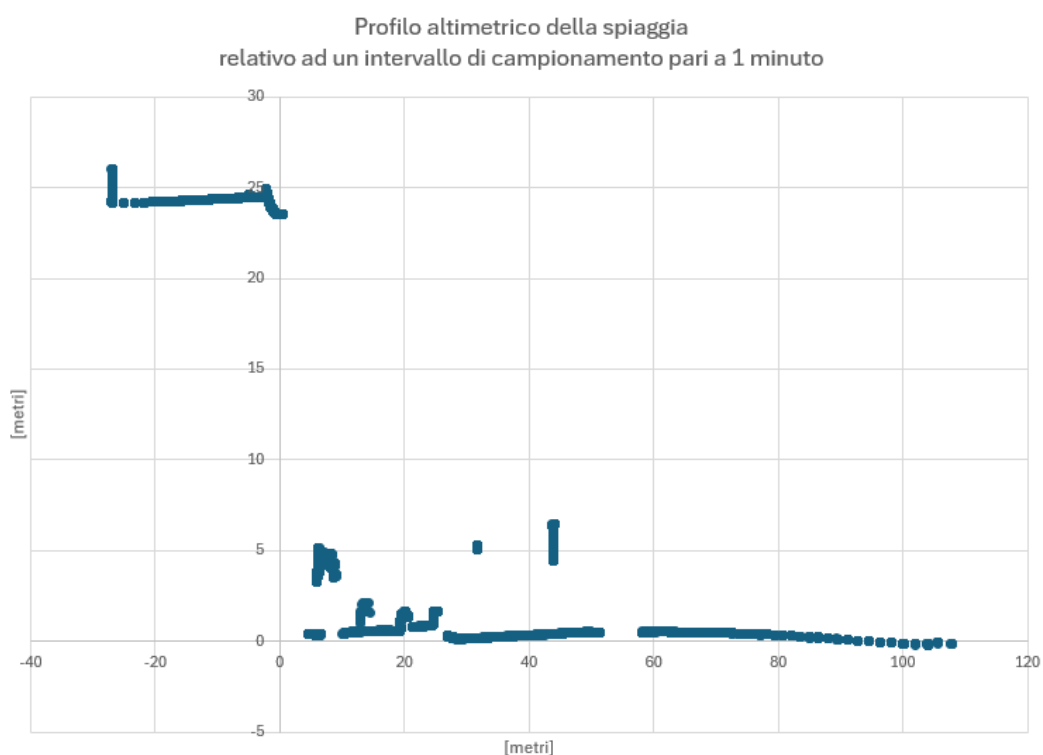
Immagine che mette in evidenza l'evoluzione della zona di frangimento (dove frange l'onda), durante il periodo di campionamento. La sequenza è utile per visualizzare e stimare quantitativamente l'evoluzione nel tempo della spiaggia, nella zona di frangimento

Stazione con sensore LiDAR

La stazione di videomonitoraggio può essere integrata con un sensore LiDAR 2D per integrare le rilevazioni eseguite dalle telecamere con una tecnologia precisa ed efficiente per la misura dell'altezza della battigia.



Ad ogni scansione, il sensore LIDAR 2D registra un profilo verticale della costa, come mostrato nel grafico estratto di seguito, in cui la curva orizzontale rappresenta la spiaggia, mentre eventuali altri tratti sono relativi ad ingombri presenti nel campo di misura del sensore. Sovrapponendo molteplici profili registrati in successione, è possibile visualizzare l'andamento nel tempo del profilo altimetrico della battigia, identificando valori di erosione e di recupero.





Per maggiori informazioni:

ETG S.r.l.
www.etgsrl.it
commerciale@etgsrl.it