POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Progetto pilota per la formazione di crisis mappers
e la produzione di mappe post evento da dati multisensore

Original
Progetto pilota per la formazione di crisis mappers
e la produzione di mappe post evento da dati multisensore / Boccardo, P., Chiabrando, F., Facello, A., Gnavi, L., Lingua, A.M., Maschio, P.F., Pasquale, F., Spano', A.T.. - ELETTRONICO. - (2012), pp. 253-260. (16a Conferenza Nazionale ASITA - Fiera di Vicenza 6-9 novembre 2012 Vicenza 6-9 novembre 1012).

Availability:
This version is available at: 11583/2504844 since:

Publisher:
ASITA

Published
DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

26 November 2026

Progetto pilota per la formazione di crisis mappers e la produzione di mappe post evento da dati multisensore

Piero Boccardo (*,**), Filiberto Chiabrando (*), Anna Facello (*), Loretta Gnavi (*), Andrea Lingua (*), Paolo Maschio (*), Fabio Pasquale (***), Antonia Spanò (*)

(*) Politecnico di Torino, Corso Duca degli Abruzzi 24, 10129 Torino, Tel. +39 011 090 4380, piero.boccardo, filiberto.chiabrando, anna.facello, loretta.gnavi, andrea.lingua, paolo.maschio, antonia.spano@polito.it
(**) ITHACA (Information Technology for Humanitarian Assistance, Cooperation and Action), Via Pier Carlo Boggio 61, 10138 Torino
(***) SiTi (Istituto Superiore sui Sistemi Territoriali per l'Innovazione), Via Pier Carlo Boggio 61, 10138 Torino

Riassunto

Nel primo scorcio del 2012 è stato elaborato un progetto pilota per la formazione e lo sviluppo di competenze nel campo dell'acquisizione, integrazione e condivisione in tempo reale di dati spaziali derivati da piattaforme aeree e terrestri, finalizzato alla documentazione del patrimonio ambientale e costruito colpito da eventi catastrofici.

Il progetto è sviluppato in collaborazione dal Politecnico di Torino e da ITHACA (Information Technology for Humanitarian Assistance, Cooperation and Action), coinvolge studenti di diversa estrazione e provenienti dalle diverse aree di formazione dell'Ingegneria e dell'Architettura, ed è volto alla costituzione di un nucleo di "*volunteer mappers*" o "*crisis mappers*". Analogamente ad esperienze internazionali, il gruppo si attiva per aggiornare la cartografia disponibile sul web tramite la realizzazione di un Web GIS che raccolga dati eterogenei derivanti da metodologie consolidate (voli aerei, LiDAR, campagne di rilevamento a terra tramite scansioni laser terrestri) e dai contributi di tecniche innovative, con caratteristiche speditive di rapidità da emergenza e ad alta produttività (integrazione di fotogrammetria digitale e sensori di posizione, con uso di fotocamere o telecamere montate su veicoli 4X4, mountain bike, elmetti da arrampicatori, ecc.).

La sperimentazione delle attività volte alla documentazione delle emergenze ambientali per la conservazione e tutela dei beni paesaggistici e culturali sarà svolta in un *test site* d'eccezione, il parco delle Cinque Terre, iscritto nella Lista del Patrimonio Mondiale dell'Umanità dell'UNESCO nel 1997, e colpito dall'evento alluvionale del 25 Ottobre 2011. E' prevista la collaborazione con enti locali e pubblici, come la Protezione Civile, il Corpo dei Vigili del Fuoco, la Regione Liguria, l'ente Parco Cinque Terre, e la Soprintendenza dei Beni architettonici e paesaggistici della Liguria per la sensibilizzazione e la promozione di politiche di protezione e prevenzione.

Abstract

During last months a model project has been developed for training purposes; the aim is to amplify capabilities in the fields of collecting, integrate and share spatial data acquired by aerial or terrestrial platform and concerning the environmental and built heritage subject to disasters.

The project is carried out by a cooperation between Politecnico di Torino and ITHACA (Information Technology for Humanitarian Assistance, Cooperation and Action), and it is directed to diverse background students, attending courses of the Engineering or Architecture areas. The final object is starting up a team of "volunteer mappers" or "crisis mappers".

Similarly to international experiences, the group is expected to be active after emergencies in order to upgrade maps managed by a WebGIS, which collects data acquired by well established methods

(aerial Lidar data, terrestrial laser scanning data collections) or by innovative techniques featured by high profitability (digital photogrammetry application integrated to positioning devices, use of cameras or videocameras installed on different kind or vehicles, included mountain bikes, connected to positioning systems).
The testing of activities purposed to document environmental emergencies for the protection of cultural and landscapes assets has took place in a unique test site, the Cinque Terre Park, registered in the World Heritage List since 1997. The area has been affected by flood in 25th October 2011.
A cooperation with local and public institution such as Civil Protection, Regione Liguria, Cinque Terre Park, and Soprintendenza Beni architettonici e paesaggistici of Liguria, is expected to promote prevention and protection strategies.

Introduzione e finalità del progetto
Il progetto intende fornire specifici contributi per diffondere l'attenzione verso la salvaguardia ambientale e la valorizzazione del patrimonio paesaggistico e culturale attraverso la tutela del territorio, del patrimonio edilizio e dei beni ambientali, architettonici e archeologici esposti a danni o a rischi ambientali di varia natura.
Tale proposito è indirizzato alla formazione di competenze nel settore del rilievo metrico avanzato, mediante l'utilizzo di strumentazioni e tecniche innovative e sperimentando l'integrazione dati da rilievi multi-sensore, satellitari, aviotrasportati e terrestri. L'iniziativa è stata proposta agli studenti dei corsi di laurea di Architettura e di Ingegneria del Politecnico di Torino ed è stata accolta con significativi riscontri, dal momento che la prima fase del progetto finalizzato a formare e mantenere un alto livello di competenze per un team di *crisis mappers* si è potuta svolgere nei mesi di Giugno-Luglio 2012, cioè nel periodo direttamente successivo all'esito della selezione che l'ha finanziata[1].
Insieme alla collaborazione interdisciplinare, l'indirizzare nuove tecnologie (dal laser scanning e fotogrammetria digitale integrate, a rilievi speditivi ad alta produttività come ad esempio quelli prodotti da telecamere dotate di ricevitori GPS montati su mountain bike o su elmetti da arrampicatori, la formazione ed aggiornamento di cartografia speditiva da dati satellitari ed aerei e la relativa realizzazione di Web GIS per la condivisione dei dati sensibili con altri soggetti coinvolti) al supporto di tematiche complesse e delicate quali le emergenze ambientali e quelle attinenti i beni culturali a rischio promuove e stimola la diffusione del valore etico-culturale della protezione del patrimonio ambientale e costruito.

Il *test site*: le Cinque Terre
L'area individuata per testare il progetto formativo è d'eccezione sia per gli elevati valori paesaggistico ambientali, sia per la gravità dell'evento alluvionale e la precarietà a cui è tuttora soggetto il territorio interessato.
Si tratta delle 5 Terre, cosiddette poiché nel frastagliato tratto di costa della riviera ligure di levante, in provincia della Spezia, situato fra Punta Mesco, presso Levanto, e il Capo di Montenero, presso Portovenere, sono presenti i centri di Monterosso, Vernazza e Riomaggiore, con Corniglia (frazione di Vernazza) e Manarola (frazione di Riomaggiore). Fra questi l'area in cui si sono concentrati i rilievi terrestri corrisponde al tratto esondato dell'alveo del Vernazzola, il torrente che sfocia proprio nel centro di Vernazza e che durante l'evento alluvionale del 25 Ottobre 2011 ha determinato ingenti danni e la perdita di vite umane.
Il sito UNESCO denominato Portovenere, Cinque Terre, and the Islands (Palmaria, Tino and Tinetto) è stato iscritto nella World Heritage List dell'UNESCO come *continuing living landscape* (paesaggio tutt'ora "vivente"): ciò implica che sia stata attribuita particolare importanza all'azione e alla presenza dell'uomo che, nel tempo, ha contribuito alla sua modificazione, evoluzione e anche manutenzione.[2]

[1] Il progetto è stato finanziato dal Politecnico di Torino mediante i fondi del 5xmille.
[2] La motivazione dell'iscrizione al World Heritage List recita:

Morfologia dell'area

La costa delle Cinque Terre costituisce una delle quattro zone morfologicamente distinguibili della provincia della Spezia.

Nelle Cinque Terre sono presenti due grandi unità litologico-strutturali: le unità toscane e le unità liguri. Le prime (Triassico-Oligocene) in seguito a movimenti tettonici si sono sovrapposte al nucleo apuano di base e, attraverso fenomeni di sovrascorrimento, sono state a loro volta ricoperte dalle falde liguri formatesi tra il Giurassico sup. e l'Eocene. Fenomeni successivi di erosione e movimenti tettonici hanno condotto all'affioramento localizzato delle falde toscane.

Le caratteristiche geologiche, quali composizione, scistosità, stratificazione, grado di erosione sono alla base della particolare morfologia dell'area costiera. Gli agenti esterni, in particolare il moto ondoso, incidono in modo diverso in relazione alla diversa natura litologica del substrato: le formazioni scistose-argillose e marnose, più facilmente erodibili, danno luogo a versanti con minore pendenza e ricchi di depositi detritici; le formazioni ofiolitiche e carbonatiche danno luogo a pendii più ripidi.

La conoscenza del grado di instabilità di un dato territorio è importante per definire interventi preventivi di salvaguardia del territorio e prevenire situazioni di pericolo. I processi di evoluzione gravitativa dei versanti dipendono sia da cause naturali, riconducibili alle caratteristiche geologiche, morfologiche e idrogeologiche del territorio, sia da fattori antropici, legati ai cambiamenti delle condizioni di equilibrio naturale determinate dall'attività dell'uomo.

Nel territorio del Parco, l'instabilità dei versanti è dovuta principalmente alla presenza di affioramenti a franappoggio e alla composizione litologica del substrato a cui si è aggiunta negli ultimi decenni la graduale perdita di manutenzione e presidio del territorio operato dall'uomo con l'esercizio delle attività agricole.[3] (Federici P.R., et alii., 2001)

Evento Alluvionale (25 Ottobre 2011)

L'evento catastrofico occorso lo scorso ottobre ha interessato un'area complessiva di circa 10 x 40 km, dalla costa tirrenica fino allo spartiacque appenninico. Le precipitazioni eccezionali sono state tipicamente connesse al transito di cumulo nembi e sono perdurate con la massima intensità per circa 6 ore inondando la superficie del suolo lungo una fascia, ampia mediamente circa 10 km, con un volume d'acqua stimato di circa 200 milioni di metri cubi; lateralmente a tale fascia le piogge sono state progressivamente inferiori.

La quantità d'acqua precipitata con picchi superiori a 100 mm/ora ha causato un vero e proprio disastro idrogeologico nella fascia attraversata dai cumulo nembi.

Lungo i versanti montani e collinari, costituiti da un substrato con una copertura di terreni alterati non ancorati (come quelli che caratterizzano le Cinque Terre), le piogge hanno causato numerosi dissesti prevalentemente superficiali che hanno coinvolto il suolo, la copertura vegetale e la porzione alterata del substrato. Il ruscellamento superficiale, a causa dell'accentuata inclinazione dei versanti e della presenza di terreni erodibili, si è trasformato in un flusso detritico diffuso defluente lungo le pendici fino ad incanalarsi nell'alveo di fondo valle. Gli apporti detritici derivanti

---

"*La riviera ligure delle Cinque Terre è un paesaggio culturale di valore eccezionale, che rappresenta l'armoniosa interazione stabilitasi tra l'uomo e la natura per realizzare un paesaggio di qualità eccezionale, che manifesta un modo di vita tradizionale millenario e che continua a giocare un ruolo socioeconomico di primo piano nella vita della comunità*". http://www.parconazionale5terre.it/documentazione.asp

[3] "Per il territorio delle Cinque Terre, tuttavia, l'agente morfogenetico sicuramente più significativo e peculiare è rappresentato dall'uomo, che nei secoli, con il terrazzamento quasi completo della fascia al di sotto dei 350-450 m di altezza, ha scolpito i versanti con una trama geometrica di muri di contenimento a secco che hanno conferito un'impronta di plastica omogeneità al paesaggio che è la caratteristica identificativa di questo territorio. Inoltre, allo stato attuale, con il progressivo abbandono delle coltivazioni, si sono instaurati e si stanno sviluppando dei processi di evoluzione geomorfologica e di dissesto molto peculiari e significativi (quali ad esempio i debris flow o gli sfasciumi e gli accumuli di pietrame pedemontani di tutto il settore orientale) che evidentemente hanno un significato ed un'importanza fondamentale sia dal punto di vista paesaggistico sia da quello della gestione del territorio." da Il Piano di Gestione del sito UNESCO "Portovenere, Cinque Terre e le Isole". Subambito Cinque Terre.

dai diffusi franamenti del suolo e della copertura alterata ha continuamente alimentato l'alveo lungo il quale si sono innescati ripetuti flussi fangoso-detritici che si sono riversati nelle aree abitate alcune ore dopo che erano iniziate le precipitazioni eccezionali. (Ortolani, 2011)

Raccolta delle informazioni cartografiche e metriche pre e post evento

Data l'estensione e la complessità del territorio, lo strumento più adatto per valutare impatti e danni subiti a seguito dell'alluvione è l'analisi di immagini acquisite da piattaforma aerea o satellitare, opportunamente integrate da rilievi a terra.

Per pianificare l'area di approfondimento e oggetto dei rilevamenti a terra, per localizzare e contabilizzare i principali danneggiamenti, nonché verificare l'accessibilità e l'opportunità di realizzare le attività formative è stata raccolta un gran mole di prodotti cartografici a diverse scale, di base e tematici, nonché i più significativi dati LiDAR (Light Detection And Ranging) e ortofoto post evento disponibili.



Figura 1. In alto stralcio ortofoto pre-evento (Regione Liguria), in basso stralcio ortofoto post evento (28 Novembre 2011 BLOM-CGR Parma).

La Regione Liguria oltre alla cartografia di base (Carta Regionale 1:25.000 ed 1994/95; CTR 1:10000 ed 2007; CTR 1:5000 ed. 2007), ha reso disponibili un complesso di dati e carte tematiche di diverso argomento, dalla Carta Geologica regionale 1:25000, all'Inventario dei fenomeni franosi 1:10000 (progetto IFFI), alla rete di monitoraggio dei versanti 1:10000 (Remover), alle Carte Erosione / Accumulo post alluvione del 25/11/2011, prodotte queste ultime per differenza dei dati LiDAR 2008 e 2011 realizzati da FVG.
Fra i dati LiDAR e ortofoto ad alta risoluzione realizzati e resi disponibili per il progetto, i più rilevanti sono quelli realizzati dalla Blom CGR di Parma (fig. 1 in basso) e da Helica per la Regione FVG, realizzati questi ultimi tra l'11 ed il 13 Novembre 2011.[4]

Rilievi terrestri
Come anticipato, l'obiettivo principale dei rilievi eseguiti a terra è stato l'alveo del torrente Vernazzola nonché la strada provinciale che si snoda parallelamente al corso d'acqua e che in più punti è stata inghiottita dalle acque. Lungo il Vernazzola, numerosi manufatti, tra i quali attraversamenti a ponte, strutture murarie di contenimento delle acque del torrente, orti, case, terrazzamenti e altre costruzioni di servizio, prevalentemente in pietra e messi in opera con tecniche tradizionali, sono stati fortemente danneggiati se non completamente distrutti.
L'individuazione della tecnica di rilievo doveva soddisfare sia le esigenze puntuali di documentazione della nuova forma dell'alveo per consentire la realizzazione di un modello idraulico per le opportune simulazioni e il progetto di messa in sicurezza e ripristino, sia la descrizione dello stato di conservazione dei tanti manufatti che testimoniano o che attestavano l'interazione dell'uomo-ambiente e che costituiscono nel loro complesso l'identità del paesaggio di quei luoghi.
Sempre più le esigenze di rappresentazione finalizzate al ruolo conoscitivo del patrimonio esistente sono coniugate alle necessità di modellare l'interazione dei fenomeni territoriali, ambientali e urbani, nella prospettiva di considerare le complesse dinamiche temporali e di costituire supporto ai processi progettuali e decisionali; quanto offrono le tecnologie a scansione laser, integrate anche dalla fotogrammetria digitale, per la produzione più estesa, puntuale, densa e tridimensionale dell'informazione spaziale risponde tramite anche l'alta produttività e i requisiti di rapidità, a soluzioni sostenibili e flessibili ad esigenze diversificate.



Figura 2. Esempi di danni a manufatti edilizi lungo il corso del Vernazzola (foto P. Maschio).

Lo scanner Focus 3D (Faro Cam2) con le sue caratteristiche di maneggevolezza e facilità d'uso, il *range* di distanze di scansione variabile da 0.6 m a 120 m per superfici riflettenti (>90%), l'errore di distanza lineare pari a ±2 mm a 10 m e 25 m per riflettività del 10% e 90%, la velocità di scansione fino a più di 900000 punti al secondo, il rumore contenuto e l'acquisizione di informazioni radiometriche grazie alla

[4] Quota del volo 700m AGL (*Above Ground Level*), densità teorica dei punti a terra è pari a 5.45 punti per metro quadro, dimensione del pixel a terra dell'ortofoto 0.15m

camera integrata con asse ottico coassiale al raggio laser, ha risposto efficacemente alle esigenze del rilievo, sia del corso del torrente (circa 2Km tra l'inizio del fenomeno e la foce), sia della zona del borgo oggetto dei rilievi (la via principale, la piazza del porto, il castello che dalla rocca domina l'abitato), sia ancora della spiaggia formatasi in seguito all'accumulo dei detriti trasportati dall'evento alluvionale.



Figura 3. Scorci della via principale del borgo e della spiaggia formata dall'accumulo dei detriti alla foce del Vernazzola, anch'essi oggetto del rilievo laser scanning (foto P. Maschio).

Strategie di registrazione e georeferenziazione delle scansioni

Data la direzionalità prevalente dell'area oggetto di studio, la sua estensione e l'esigenza di garantire successive operazioni di elaborazione e modellazione di dati tridimensionali multi-scala, sono state attentamente valutate le risoluzioni di acquisizione e le strategie di registrazione delle scansioni. Per queste ragioni la risoluzione delle scansioni è stata scelta medio alta per la contemporanea presenza di forme naturali e antropiche (passo scansione 1 punto ogni 6 mm a distanze pari a 10 metri) e per la prima fase di registrazione e trasformazione delle coordinate in un unico sistema di riferimento per l'estrazione di sezioni speditive a passo regolare di circa 10 m non sono state eseguite procedure accurate di filtratura e colorazione delle nuvole.



Figura 4. Allievi e tutors impegnati nelle operazioni di misura e localizzazione dei vertici della rete topografica lungo il corso del Vernazzola.

La disponibilità di automatismi sempre più sofisticati nei software di gestione dei dati laser terrestri[5], consentono l'impiego di tecniche di registrazione delle nuvole tramite procedure di riconoscimento automatico di corrispondenze geometriche (*best fitting*); ma le caratteristiche dell'oggetto rilevato, caratterizzato da scarse forme dalla geometria facilmente individuabile e l'abbondanza di elementi ripetitivi simili (il pietrame del fiume) hanno consigliato di impiegare procedure rigorosamente controllate da *target*, sia misurati con funzione di punti di controllo per la trasformazione in un

[5] Per tutte le procedure di registrazione delle scansioni acquisiti dallo scanner Faro è stato impiegato il software *Scene* della *Faro Technologies.*

unico sistema coordinate basato sul sistema di riferimento WGS84-ETRF2000, sia dalle coordinate non note (segnalizzati mediante *target* sferici) con la sola funzione di *tie points* tra scansioni contigue. L'utilizzo di questa strategia insieme al posizionamento di *target* ben distribuiti sull'oggetto, ha consentito tempi rapidi di registrazione delle scansioni, ottenendo la loro georeferenziazione contestuale, e anche un accurato controllo degli errori residui delle procedure di orientamento relative ai tronchi di alveo relativi a insiemi di circa 10÷15 scansioni, nonché la qualità globale del rilievo complessivo.
La rete topografica d'inquadramento dell'area, determinata con metodologia GPS/GNNS, collegata alle stazioni permanenti ITALPOS di BRUGNATO (BRU1) a 11 km circa, e di La SPEZIA a 15 km circa, ha consentito la georeferenziazione dei rilievi eseguiti che è la base per i prossimi aggiornamenti cartografici e le integrazioni multi-scala che supporteranno i progetti di recupero e risanamento del territorio.



Figura 5. Vista d'insieme delle nuvole registrate dell'intero tratto di Vernazzola rilevato mediante metodo laser terrestre e stralcio di una vista 3D di sezioni trasversali speditive.

Documentazione dello stato dei sentieri
I tipici versanti scoscesi coltivati a vite per mezzo di faticosi impianti di terrazzamenti, sono una testimonianza unica della trasformazione operata dalla attività umana sul territorio oltre che tipici delle zone d'interesse. La difficile accessibilità dovuta alla morfologia del territorio, è resa possibile da una fitta rete di sentieri, a volte a picco sul mare, che costituiscono una componente importante del patrimonio paesaggistico ed escursionistico del Parco delle Cinque Terre.



Figura 6. Esempio di coppia di immagini tratte da video 3D e relativa localizzazione geografica. Il manubrio di una mountain bike equipaggiato con il sistema stereo 3D go-pro e ricevitore GPS.

Malgrado il comprensorio sentieristico sia valutato come percorribile a piedi, una squadra di ciclisti esperti[6] ha percorso e perlustrato la quasi totalità dei tracciati sentieristici in *montain bike*, eseguendo rilievi speditivi mediante telecamere stereo dotate di ricevitori GPS, in modo da poter raccogliere e georeferenziare importanti dati sullo stato dei sentieri del parco, che in seguito

[6] Gruppo Protezione Civile MTV Val Sangone, resp. Fabio Pasquale; www.valsangone-mtb.it

all'ultima alluvione sono oggi afflitti da numerosissime interruzioni dovute a frane, microfrane o semplici scivolamenti di tratti dei muretti a secco che spesso segnano i sentieri.

Acquisizione dati integrativi

Oltre alle campagne di rilievo già esposte sono stati acquisiti dati di diversa natura e da diversi sensori:

- Rilievo Laser terrestre, tramite lo scanner RIEGL LMS-Z210 (s_r = ± 25 mm) di un'imponente frana a monte del tratto di Vernazzola esondato, che ha contribuito insieme ad altre all'ingente verificarsi di colate detritiche.
- Rilievo batimetrico tramite eco-scandaglio e georeferenziazione con tecnica GNNS dei fondali del porto di Vernazza e delle zone costiere prossime alla rocca ed alla piaggia di nuova formazione
- Riprese subacquee (mediante videocamere stereo Go-pro) dei fondali della zona antistante la spiaggia di nuova formazione.



Figura 7. Fase del rilievo batimetrico dei fondali della costa prossima al borgo di Vernazza.

Ringraziamenti

Per aver potuto svolgere con successo le fasi di avvio e centrali del progetto, comprendenti la fase di acquisizione sul terreno, si ringraziano la Regione Liguria per aver messo a disposizione tutta la documentazione cartografica di base e tematica esistente, il comune di Vernazza, rappresentato da Matteo Spona, per aver messo a disposizione un'intera struttura scolastica per offrire alloggio al gruppo di lavoro costituito da circa 30 studenti ed una decina di ricercatori, tra tutor e studenti della scuola di Dottorato. Si ringraziano inoltre la FAROEurope – CAM2, nella persona di Alberto Sardo, che ha messo a disposizione per entrambe le tornate di stage (giugno e luglio 2012) un secondo strumento laser a scansione; il Ristorante Gianni Franzi di Vernazza che ha garantito grande ospitalità al gruppo di lavoro, la ditta Blom CGR per le facilitazioni di utilizzo dei dati dei voli a bassa quota fotogrammetrici e Lidar post evento.

Riferimenti bibliografici

Ortolani F. (2011), "Alluvione nelle Cinque Terre-Lunigiana: evento da manuale, difesa da migliorare con l'Allarme Idrogeologico Immediato", http://www.climatemonitor.it/?p=20863.

Boccardo P.; Giulio Tonolo F. (2008) "Natural disaster management: activities in support of the UN system". In: Advances in Photogrammetry, Remote sensing and Spatial information sciences: 2008 ISPRS Congress book / Zhilin Li; Jun Chen; Emmanuel Baltsavias. Taylor & Francis Group, London, pp. 385-396.

Dongiovanni A., Valle M. (a cura di) (2007), "Il Piano di Gestione del sito UNESCO "Portovenere, Cinque Terre e le Isole". Subambito Cinque Terre", SiTI – Istituto Superiore sui Sistemi Territoriali per l'Innovazione.

Regione Liguria, 2004 - Relazione sullo stato dell'ambiente - Parco Nazionale delle Cinque Terre.

Bornaz L.; Lingua A.; Rinaudo F. (2003), "Multiple scan registration in LIDAR close-range applications*"* In: The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXIV, Part 5/W12, pp. 72-77.

Federici P.R., Baldacci F.,Petresi A., Serani A., 2001 - Atlante dei Centri Abitati Instabili della Liguria, in Provincia della Spezia- Regione Liguria.

Spano' A.T., Costamagna E. (2010) , "Geomatic training experiences for a high vulnerability cultural heritage item.*"* In: Remote Sensing And Geo-Information For Environmental Emergencies, Torino, 2-4 Febbraio 2010.

www.parconazionale5terre.it/documentazione.asp

www.Ithacaweb.org

www.valsangone-mtb.it