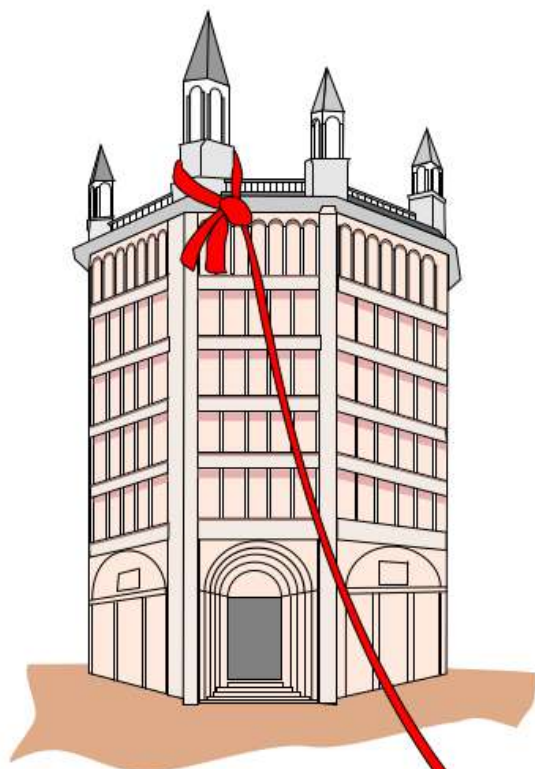


**Geomatics Workbooks Vol. 13**  
**Dicembre 2017**



**XVII GRASS**  
**e GFOSS meeting**  
Parma 2016

**FOSS4G-IT 2017**  
**XVIII GRASS Meeting**  
**X GFOSS Day**  
**OSMit 2017**  
Genova 2017





# **Geomatics Workbooks, Volume 13**

*XVII GRASS e GFOSS Meeting*

*Parma 2016*

*FOSS4G-it*

*XVIII GRASS meeting - X GFOSS Day – OSMit2017*

*Genova 2017*

## **Geomatics Workbooks, volume 13 - Dicembre 2017**

ISSN 1591-092X

**Editor:** Valentina Marin, Paola Salmona  
Geomorfolab – DAD – Università degli Studi di Genova

**Editorial Board:** Maria Brovelli e Monia Molinari  
Laboratorio di Geomatica - Politecnico di Milano

### **Comitato Scientifico**

Alfredo Altobelli  
Gerardo Brancucci  
Maria Brovelli  
Stefano Campus  
Corrado Cencetti  
Marco Ciolli  
Aldo Clerici  
Paolo Dabove  
Margherita Di Leo  
Bianca Federici  
Marco Firpo  
Ivan Marchesini  
Elena Mezzini  
Marco Minghini  
Monia Molinari  
Donatella Muscas  
Andrea Scianna  
Domenico Sguerso  
Clara Tattoni  
Alfonso Vitti  
Paolo Zatelli

**Copertina:** Paola Salmona

### **I Geomatics Workbooks sono disponibili online:**

da questo numero all'indirizzo: <http://geomorfolab.arch.unige.it/geomaticsworkbooks>  
i numeri pregressi all'indirizzo: <http://geomatica.como.polimi.it/workbooks/>

### **Contatti**

geomorfolab@arch.unige.it  
<http://geomorfolab.arch.unige.it/>

Questo volume è stato realizzato utilizzando il software Free Open Source LibreOffice

## INDICE

### **XVII GRASS e GFOSS Meeting - Parma 2016**

<b>Webmaps dei caratteri morfologico-sedimentari e antropici del F. Paglia (Bacino del F. Tevere) (Cencetti, De Rosa, Fredduzzi) .....</b>	<b>1</b>
<b>Alcuni script di shell per il calcolo e la visualizzazione delle principali caratteristiche morfometriche di un corso d'acqua (Clerici, Perego, Chelli) .....</b>	<b>16</b>
<b>QGIS per la valutazione della qualità morfologica dei Corpi Idrici: l'esempio del T. Vobbia (Mandarino, Botti, Firpo, Martella) .....</b>	<b>29</b>
<b>Metodologia speditiva per l'individuazione delle aree terrazzate per la conservazione del paesaggio e la riduzione del rischio idrogeologico (Cibrario, Stralla, Solimano, Salmona, Marin, Brancucci ) .....</b>	<b>44</b>
<b>Analisi della fruibilità delle aree costiere: il caso di studio del levante ligure (Marin, Salmona, Volpin, Mor, Bobbio) .....</b>	<b>58</b>
<b>Automatic segmentation of thin sections with GRASS GIS: first experiments (Angelucci, Chisté, Mologni, Cappellari, Vitti, Zatelli) .....</b>	<b>77</b>
<b>Gestione e pubblicazione di dati territoriali con GFOSS nella Pubblica Amministrazione: Il caso del Comune di Vicenza (Marzocchi, Fagandini, Beggiato, Berti, Ardini, Cosso, Missaglia) ..</b>	<b>91</b>

### **FOSS4G-it - Genova 2017**

<b>Muoversi in Piemonte: an integrated platform for infomobility services (Arneodo, Castelli, Gagliardi, Sabatelli) .....</b>	<b>99</b>
<b>GisChatBot: uso delle chat per la costruzione e gestione di strati informativi GIS in maniera collaborativa (Demontis, Pau) .....</b>	<b>112</b>
<b>Il progetto Buiometria Partecipativa: presentazione generale e stato delle attività (Giacomelli, Nardi) .....</b>	<b>122</b>
<b>Humanitarian Mapping within a Student Association: PoliMappers (Kilsedar, Oxoli, Frassinelli, Montani, Minghini).....</b>	<b>130</b>
<b>Rendering Large Point Cloud in WebGIS: nuove tecnologie a supporto del rilievo 3D di Bergamo (Gagliano).....</b>	<b>137</b>

# **Metodologia speditiva per l'individuazione delle aree terrazzate per la conservazione del paesaggio e la riduzione del rischio idrogeologico**

Marco Cibrario, Andrea Giuseppe Stralla, Monica Solimano, Paola Salmona, Valentina Marin, Gerardo Brancucci

Geomorfolab - Dipartimento Architettura e Design - Università degli Studi di Genova

## **Riassunto**

Il presente lavoro riguarda la definizione e sperimentazione di una metodologia per delimitare la reale estensione dei terrazzamenti agricoli nel territorio ligure, un dato essenziale per qualsiasi scelta gestionale ed operativa volta a contrastarne l'abbandono, spesso causa di rischio geomorfologico. La cartografia ufficiale sul tema riporta ad oggi dati rilevati in tempi e con metodi diversi, in molti casi non coerenti fra di loro, per contenuti e accuratezza. In particolare, i dati esistenti in generale sottostimano molto la consistenza reale dei terrazzamenti, probabilmente perché la presenza di vegetazione spontanea nelle aree abbandonate ne impedisce la corretta identificazione. Poiché un rilievo a terra a scala regionale è impensabile per costi e tempi necessari, nel presente lavoro si utilizzano i dati Lidar a risoluzione pari ad un metro per individuare in maniera automatizzata repentini cambi di quota a breve distanza uno dall'altro (ad esempio la distanza tra due muri di sostegno dei terrazzamenti). Sono state quindi sperimentate in GRASS diverse tecniche di analisi dei dati Lidar per distinguere e delimitare in modo speditivo e affidabile le aree ascrivibili a terrazzamenti. In alcune aree campione le informazioni ricavate dall'analisi dei dati Lidar sono quindi state confrontate con dati rilevati sul campo, per validare la precisione del metodo e migliorare il livello di dettaglio sull'estensione delle aree terrazzate e sul loro stato di conservazione. A tale proposito è stato realizzato il prototipo di una app per raccogliere e inviare direttamente ad un server i dati relativi alla posizione, al tipo e allo stato di conservazione dei terrazzamenti, corredati da immagini geolocalizzate. Le aree individuate come terrazzate sono inoltre state confrontate con altri aspetti del territorio e classificate in base alle loro caratteristiche morfologiche, ecologiche e all'accessibilità del territorio. Tale base conoscitiva è infatti fondamentale per individuare le corrette strategie di conservazione e recupero funzionale o di rinaturalizzazione, con l'obiettivo principale di ridurre il rischio idrogeologico e di promuovere, dove possibile, la valorizzazione sostenibile di questo patrimonio culturale.

## Scopo della ricerca

Il presente lavoro è focalizzato sulla problematica dell'individuazione e mappatura dei terrazzamenti agricoli, come contributo alla prevenzione e mitigazione del dissesto idrogeologico in aree fortemente interessate da questo tipo di strutture, come nel caso della Regione Liguria (Rovereto, 1924; Sereni, 1961; Bartolini, 1999; Gherzi, 2012).

Il progressivo abbandono delle colture agricole in aree terrazzate, infatti, e la conseguente assenza di manutenzione dei muretti a secco e dei sistemi di drenaggio connessi, hanno portato negli anni ad una forte compromissione dell'intero sistema dei terrazzamenti, trasformando queste opere da elementi di gestione dei versanti a fattori rilevanti per il rischio di dissesto idrogeologico, come è stato evidente in seguito al disastro delle Cinque Terre nel 2011 (Agnoletti et al., 2012).

Ma se la relazione tra abbandono dei sistemi terrazzati e aumento del rischio di dissesto è riconosciuta e ben documentata (Brandolini e Ramella, 1998; Brancucci et al., 2001; Preti, 2001; Pappalardo, 2002; Terranova, 2003; Agnoletti, 2007; Brancucci, 2008; Brancucci e Masetti, 2008; Agnoletti et al., 2012; ISPRA, 2013; Brancucci et al., 2014), l'entità e la distribuzione precisa dei terrazzamenti in Liguria risulta essere solo parzialmente nota. E' stato stimato che in Regione Liguria almeno il 33% dei terrazzi è stato ricolonizzato da specie arboree e/o arbustive (piante pioniere e boscaglie di invasione - Progetto ALPTER), aumentando quindi la pericolosità dal punto di vista della stabilità dei versanti e al tempo stesso risultando di difficile individuazione. Le informazioni ad oggi disponibili tramite carte di uso del suolo e carte tecniche regionali sottostimano la reale estensione dei terrazzi liguri da un punto di vista quantitativo (Brancucci e Paliaga, 2008; Regione Liguria, 2010; Brancucci et al., 2014), mentre non danno alcuna informazione circa l'aspetto qualitativo (stato di conservazione, uso del suolo, ecc.), fondamentale ai fini della predisposizione di strategie di recupero. In particolare, i dati da interpretazione di immagini aeree sono spesso poco attendibili e probabilmente molto sottostimati, perché la presenza di vegetazione spontanea nelle aree abbandonate ne impedisce la corretta identificazione. Per contro, un rilievo a terra su vasta scala è impensabile per costi e tempi necessari.

La reale conoscenza dell'estensione e distribuzione dei terrazzamenti, tuttavia, costituisce una informazione basilare per la definizione di strategie operative per la gestione del territorio e la mitigazione dei fenomeni di dissesto. L'obiettivo di questo studio, quindi, è quello di definire una metodologia per il riconoscimento di queste forme artificiali del territorio tramite l'analisi in GIS (GRASS GIS 7) dei dati ottenuti con tecnologia Lidar, per realizzare un sistema di screening che consenta di migliorare la conoscenza sulla loro distribuzione. Le possibilità offerte dalla precisione di questi dati, disponibili da relativamente poco tempo e ancora poco utilizzati per questo tipo di indagine (Ninfo, 2008), li rendono infatti una buona base di partenza per la loro identificazione e caratterizzazione. L'analisi cartografica è stata poi integrata dal controllo a terra, anche grazie alla messa a punto di una applicazione per dispositivo mobile dedicata specificamente al rilievo delle aree terrazzate, di grande aiuto per garantire l'aggiornabilità del dato e per valutare anche lo stato di

conservazione dei sistemi terrazzati, come supporto alle decisioni e alla pianificazione territoriale.

## **Il metodo**

La metodologia proposta ha dunque come fine quello di individuare le aree terrazzate a partire da dati cartografici, utilizzando i dati Lidar del Ministero dell'Ambiente, con risoluzione pari ad un metro. La prima parte della ricerca ha riguardato una serie di analisi cartografiche sulle caratteristiche dei terrazzamenti nelle aree campione, a partire dagli Open Data del portale cartografico della Regione Liguria [3].

La metodologia sviluppata è stata pensata per essere efficace per l'analisi di aree vaste e per individuare aree terrazzate, più che singoli terrazzi, un livello di precisione che comunque costituisce un notevole passo avanti rispetto alla situazione attuale. Queste premesse implicano che il processo di analisi debba essere rapido.

I risultati di questa prima parte di screening permettono di minimizzare i tempi ed i costi della parte di rilievo in campo, riducendo di fatto il lavoro ad una verifica a terra, realizzabile inserendo le coordinate relative alla localizzazione delle aree terrazzate ipotizzate dal sistema in un comune navigatore GPS.

Le fasi seguite per lo sviluppo del lavoro sono state le seguenti:

- Scelta ed analisi dell'area campione
- Estrazione del potenziale terrazzamento da Lidar
- Filtro dei risultati
- Individuazione delle aree terrazzate
- Verifica a terra

### Scelta ed analisi dell'area campione

Nel testare la metodologia è stato deciso di analizzare differenti aree con caratteristiche tali da permettere un'eterogeneità di ambiente geomorfologico. Tali condizioni permettono di ottimizzare il sistema in modo tale che sia il più possibile applicabile in altri contesti.

L'area presa in considerazione per la sperimentazione è il bacino del torrente Bisagno, in Provincia di Genova, il cui bacino si estende per 5400 km<sup>2</sup>. Per la sola fase di affinamento della metodologia è stato deciso di ridurre l'area di studio ad un bacino interno con caratteristiche ben definite e analizzabili in modo più controllato. Il bacino scelto è quello del torrente Lentro, il cui bacino presenta un'area di 116 km<sup>2</sup> e situato a circa 10 km ad est della città di Genova (Figura 7). Tale area, pur essendo abbastanza eterogenea, ha una struttura geomorfologica piuttosto semplice, in quanto presenta due versanti con un uso del suolo diametralmente opposto, ovvero boschi di castagno esposti a nord e aree agricole, spesso terrazzate, e piccole aree urbanizzate a sud.





Figura 7: Localizzazione dell'area campione

### Estrazione del potenziale terrazzamento da Lidar

La metodologia proposta permette, tramite una serie di passaggi, di ottenere con buona approssimazione la localizzazione delle aree terrazzate avendo come dato di partenza un DTM Lidar con risoluzione 1 m. Utilizzando questo dato di base, è possibile calcolare la derivata seconda (Figura 8) e pertanto individuare con buona approssimazione i salti di quota presenti sul territorio (Sofia et al., 2014). Tali cambiamenti repentini di dislivello corrispondono alla forma dei terrazzamenti, che possono quindi essere individuati con precisione.

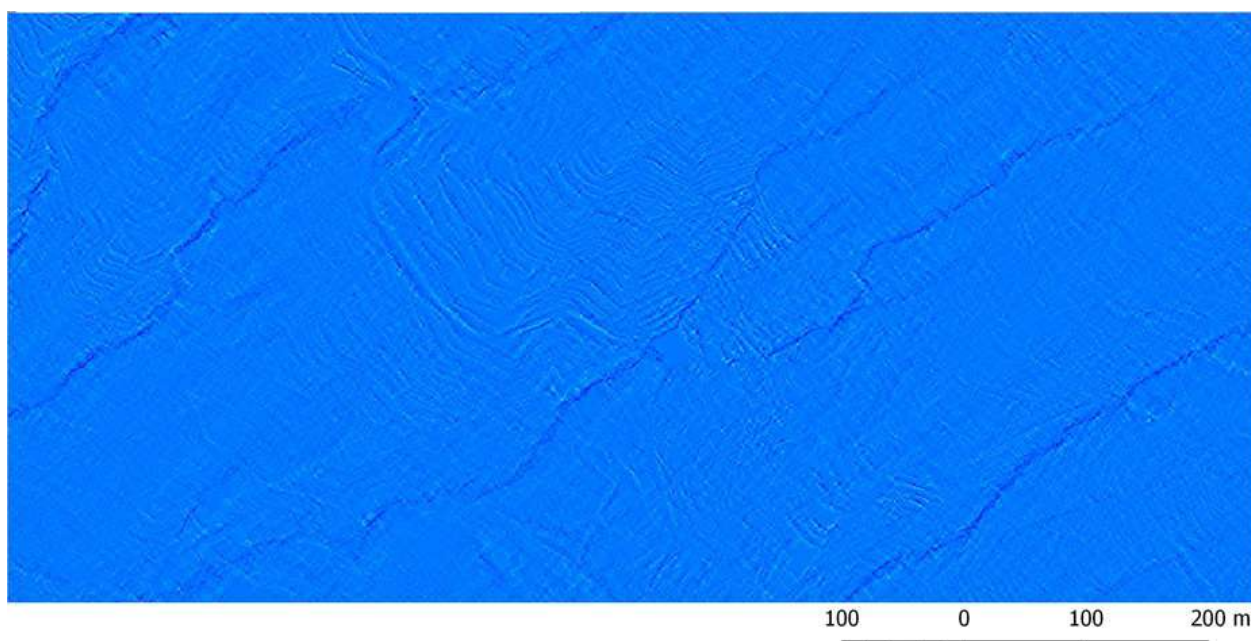


Figura 8: Derivata di secondo grado su DTM Lidar.

Il risultato così ottenuto ha permesso la definizione di una procedura empirica volta all'estrazione delle geometrie con una struttura compatibile con quella dei terrazzamenti. I valori di derivata seconda individuati sono compresi tra -12

e 12, con più del 50% dei dati compresi tra -5 e 5. Sono stati effettuati numerosi test con diversi valori ed il risultato più attendibile nell'individuazione delle forme cercate si è ottenuto con valori compresi tra -0,5 e -0,04. Quanto si può osservare nell'immagine seguente (Figura 9) corrisponde al raster 0-1 comprendente i soli valori selezionati. E' possibile individuare facilmente linee che presentano caratteristiche geometriche assimilabili a quelle dei terrazzamenti. Il dato risulta comunque essere poco definito e pertanto è stato successivamente sottoposto ad ulteriori elaborazioni.

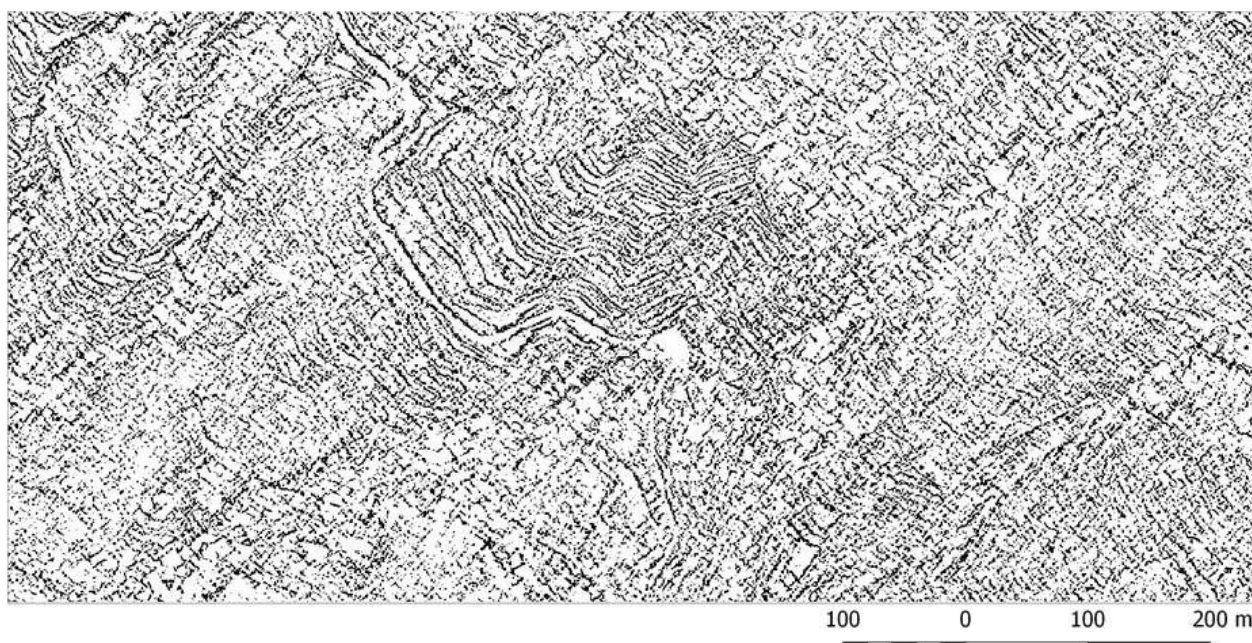


Figura 9: Immagine ottenuta selezionando il range di valori di derivata di secondo grado compresi tra -0,5 e -0,04.

### Operazione di filtraggio

Essendo la mappa raster composta da celle di dimensioni pari a 1x1 m e poiché le celle che compongono la geometria di un terrazzo sono spesso adiacenti e con un vertice in comune, è stato utilizzato il comando *r.clump* di GRASS GIS che ha permesso l'interpretazione di aree geometricamente separate come unite. Sono stati quindi scartati i gruppi di celle aventi un'area inferiori a 30 m<sup>2</sup>, soglia individuata su base statistica e con test sul campo, dai quali si è visto che la dimensione minima dei terrazzi rilevati presenta un'area di circa 35 m<sup>2</sup>. Il numero di pixel residui dalla prima operazione di selezione dei valori della derivata seconda è stato quindi sensibilmente ridotto (Figura 10).

La mappa raster risultante viene in questa fase convertita in vettore e processata attraverso altre due operazioni di filtraggio. Per ottenere un risultato soddisfacente, è stata analizzata la struttura fisica dei terrazzi. Essi sono porzioni di territorio modellati su versanti per estendere la superficie utile coltivabile e pertanto rispondono ad alcuni requisiti caratteristici. Ricerche empiriche hanno portato a definire che, indipendentemente dalla dimensione del terrazzo, difficilmente è possibile che vi siano più di 6 m di dislivello su di un'unica fascia coltivabile. E' stato quindi utilizzato il dato di quota del DTM

Lidar e calcolata la differenza di quota su ogni geometria, escludendo quelle con range superiore a 6 m (Figura 11).

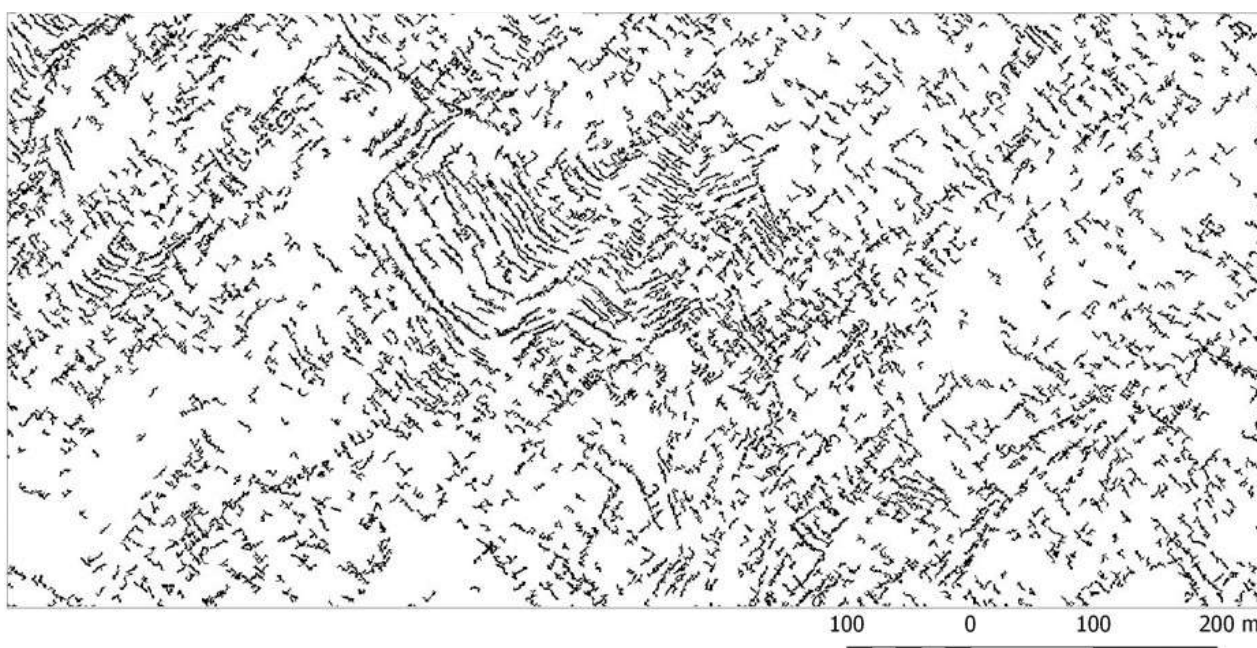


Figura 10: Primo livello di filtraggio: la rimozione di geometrie con superficie inferiore a 30 m<sup>2</sup>.

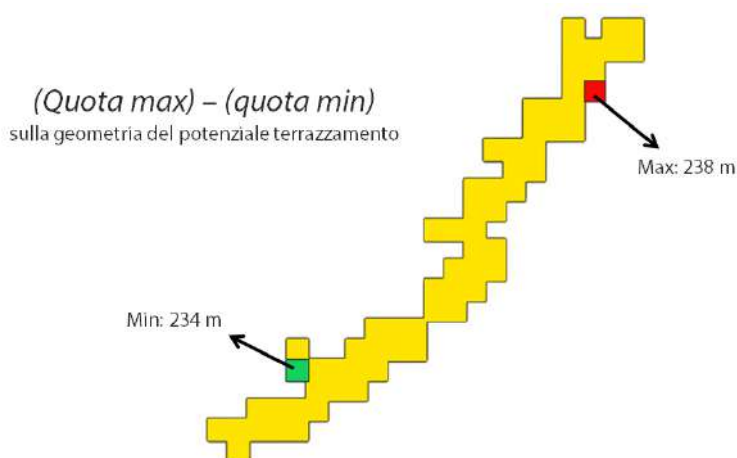


Figura 11: Individuazione del valore di differenza di quota sulla geometria.

Il filtro che è stato applicato consente di risolvere gli errori derivanti da problemi del Lidar o da imprecisioni dovute alla presenza di vegetazione fitta nelle aree rilevate. Il filtro fornisce inoltre un importante contributo, in quanto costituisce un ottimo metodo per l'eliminazione degli errori dovuti alle rocce affioranti. Queste, nell'area in esame, spesso sono geometricamente simili a strutture terrazzate, in quanto si presentano come lunghe superfici parallele, che però difficilmente si sviluppano all'interno del range di 6 metri di dislivello e che vengono quindi eliminate con questo passaggio.

In seguito a questa ulteriore operazione di filtraggio è stato affrontato un altro problema. I terrazzamenti sono, come specificato in precedenza, aree

pianeggianti utilizzate per fini colturali. Dal momento che, in un'ottica di ottimizzazione della superficie utile, è necessario estendere l'area pianeggiante il più possibile e visto che è presente un pendio - più o meno ripido - che impedisce questa espansione nella direzione della pendenza, è possibile constatare che i terrazzi sono generalmente forme geometricamente allungate. Utilizzando indici di forma, derivanti dall'ambito dell'ecologia del paesaggio, è possibile filtrare ulteriormente le geometrie eliminando le aree che presentano una forma tendenzialmente compatta e poco ascrivibile a quella dei terrazzamenti. L'indice utilizzato è l'indice di compattezza (CS) (Figura 12) il quale è stato calcolato utilizzando il plugin di QGIS *Polygon Complexity*. La formula utilizzata è  $poly\textit{gon\_boundary} / (3.45 * \textit{sqrt}(poly\textit{gon\_area}))$  e si è visto come effettivamente, eliminando le aree con indice inferiore a 2.3, questa operazione sia in grado di fornire un contributo tangibile alla pulizia del dato, permettendo di ottenere un dato molto più vicino alla corretta rappresentazione dei terrazzamenti nell'area in esame. Il risultato finale è riportato nella mappa seguente (Figura 13).

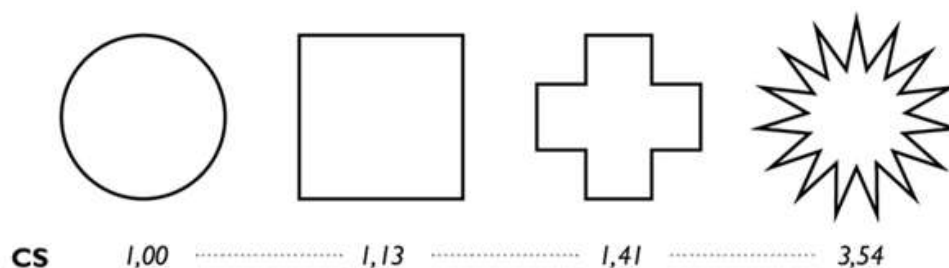


Figura 12: Rappresentazione dei valori del Compactness Index (CS) utilizzato nel plugin per QGIS Poligon Complexity.

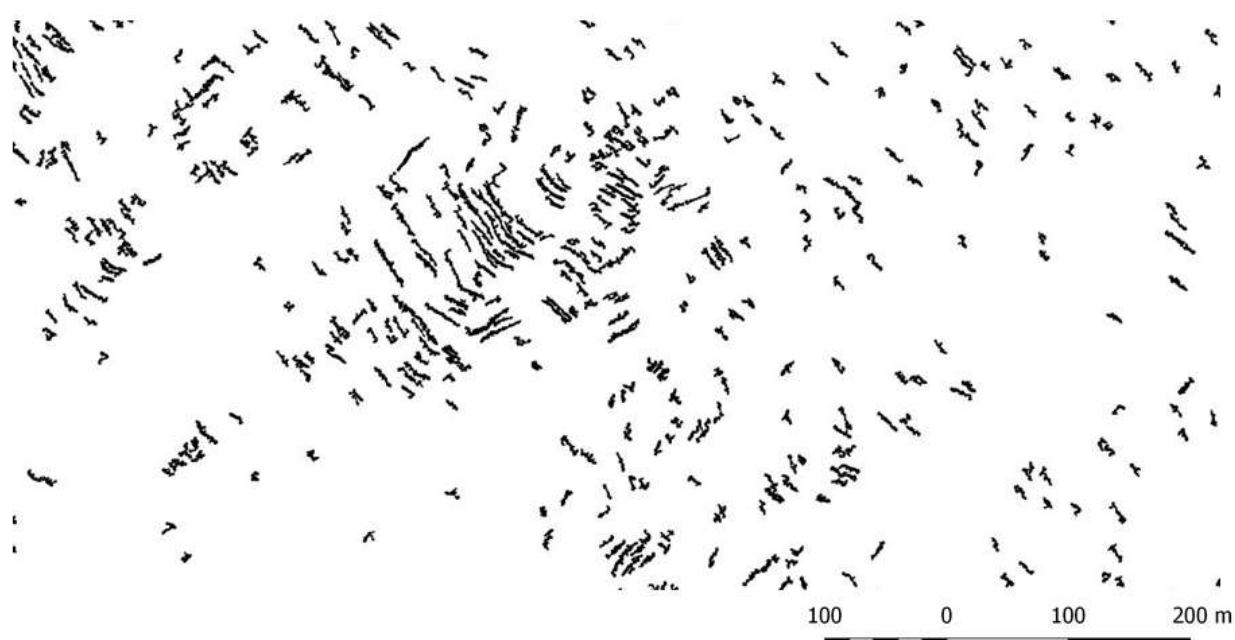


Figura 13: Mappa dei terrazzamenti ottenuta in seguito alle operazioni di filtraggio.



### Individuazione delle aree terrazzate

Come inizialmente specificato, l'obiettivo del presente lavoro non consiste nell'ottenere la totalità dei terrazzi, ma in un'ottica di tutela del paesaggio, è importante definire quelle aree che, in quanto terrazzate, presentano una diretta influenza sui fenomeni di dissesto. Questo ha portato ad escludere quei singoli terrazzi che pur essendo emersi dalla procedura sviluppata, non rappresentano un dato né sufficientemente attendibile né significativo ai fini della ricerca. Da un punto di vista pratico si sono voluti quindi evidenziare quegli insiemi di terrazzi che appartengono ad un sistema più vasto ed è quindi stato sviluppato un metodo che permettesse di arrivare a questo risultato. In un primo momento sono stati individuati i centroidi delle singole geometrie corrispondenti ai terrazzi, sulle quali è stato definito un buffer della distanza standard di 10 metri. In seguito sono state considerate come aree terrazzate le aree comprendenti due o più centroidi. I passaggi sono illustrati nell'immagine seguente (Figura 14).

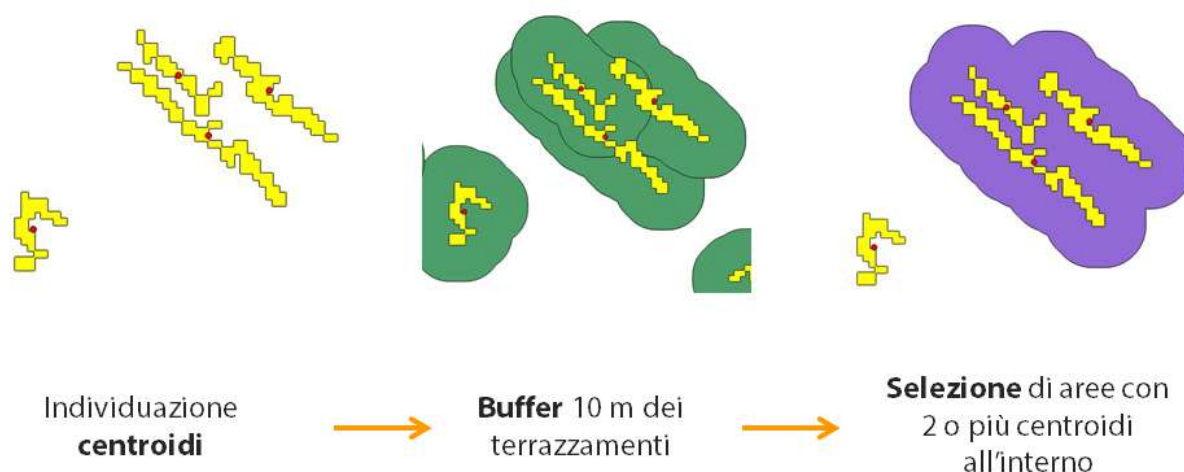


Figura 14: Fasi per identificare i sistemi di aree terrazzate a partire dalle singole geometrie.

Il risultato ottenuto è quindi una mappa con il solo dato areale che, come si vede dal seguente estratto di mappa (Figura 15), risulta essere piuttosto fedele alla realtà. Quei terrazzamenti che non fanno parte di un sistema e che risultano esclusi dalle aree individuate potrebbero essere parte di un sistema parzialmente coperto da vegetazione o dissestato e dovranno essere indagati in studi futuri.

All'interno del bacino del torrente Lentro la situazione risulta essere quella presentata nella mappa in Figura 16. La maggioranza dei terrazzamenti individuati è stata individuata nel versante esposto a sud-ovest e quindi con un'esposizione favorevole alle pratiche agricole, mentre sono state individuate poche aree terrazzate nel versante esposto a nord-est, dove sono presenti fitti boschi di castagni. I dati così ottenuti risultano essere conformi alle conoscenze che da studi precedenti erano state ottenute sull'area presa in esame ed è quindi da considerarsi un ottimo risultato. Il metodo è stato quindi applicato sull'intero bacino del Bisagno ottenendo, anche in questo caso, un risultato

soddisfacente in base a confronti con ortofoto e verifiche sul campo a campione (Figura 17).

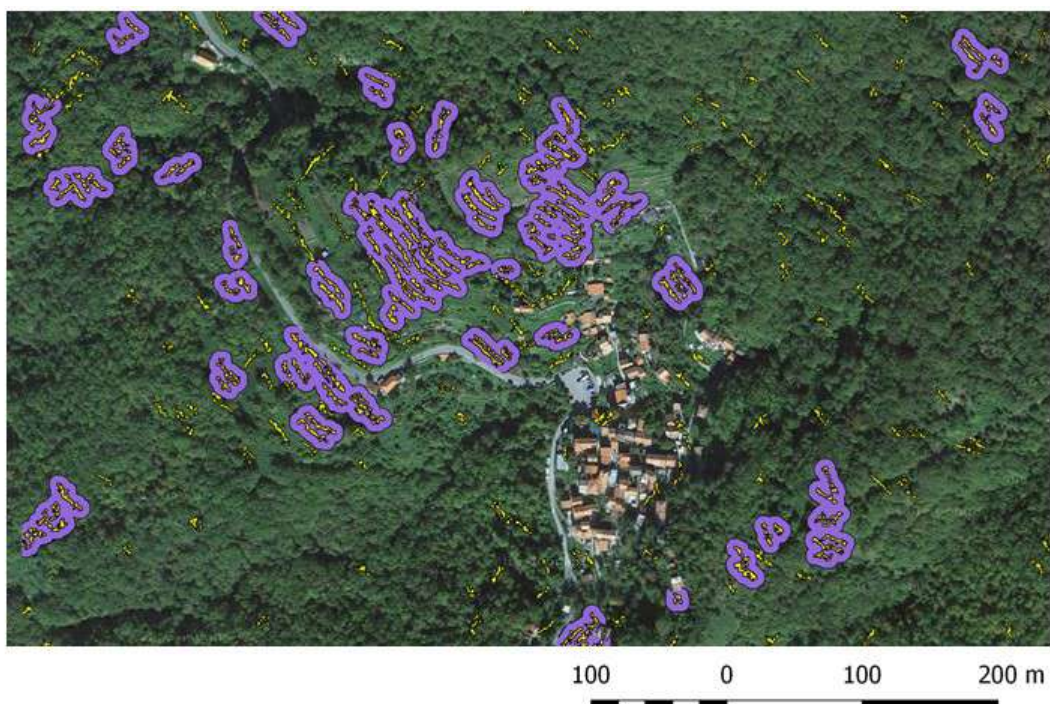


Figura 15: Sovrapposizione dei risultati ottenuti con le ortofoto della Regione Liguria in una porzione del territorio del bacino del Lentro.

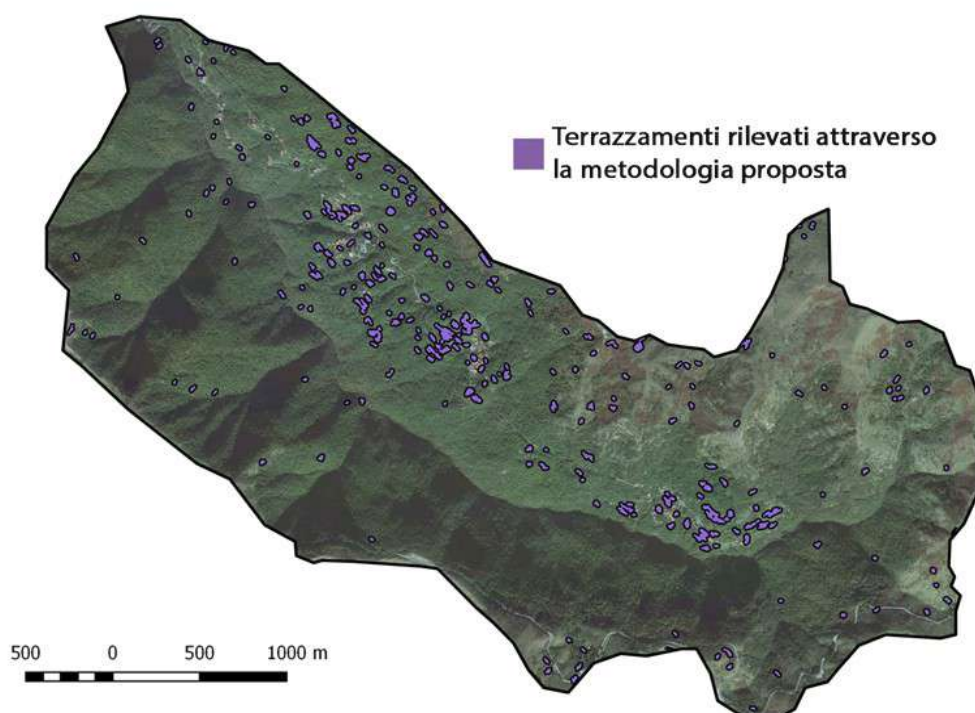


Figura 16: I terrazzamenti rilevati attraverso la metodologia nel bacino del Lentro.

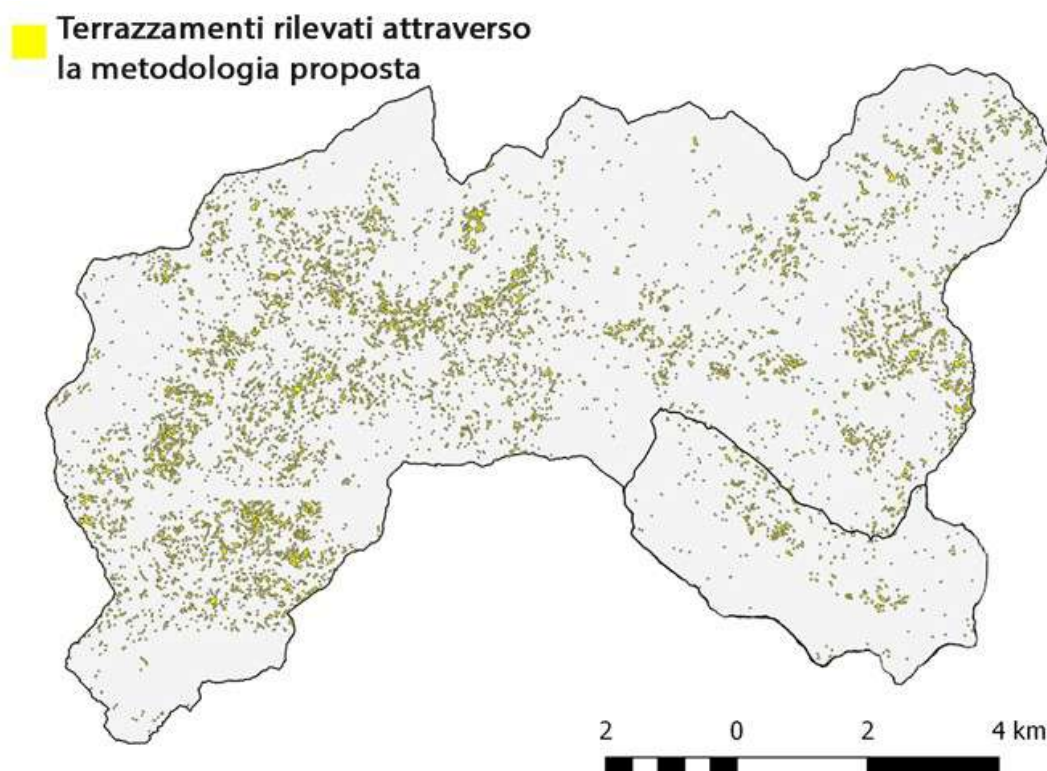


Figura 17: I terrazzamenti rilevati attraverso la metodologia nel bacino del Bisagno.

## La verifica a terra

Una metodologia che punta all'individuazione di elementi presenti sul territorio necessita di una fase di verifica a terra nella quale viene effettivamente validata la veridicità dei risultati ottenuti e quindi la bontà del metodo. Nel presente caso, oltre a verificare la localizzazione delle aree terrazzate individuate dall'analisi cartografica e confermare l'efficacia del sistema, i rilievi sul campo sono risultati importanti anche per ottenere informazioni di tipo qualitativo sullo stato dei sistemi terrazzati, informazione molto utile in un'ottica di conservazione del paesaggio e di tutela del territorio dal punto di vista idrogeologico.

Un'operazione di verifica e censimento a terra potrebbe essere effettuata da operatori tecnici opportunamente formati utilizzando semplici strumenti con GPS e applicazioni per il rilievo (per esempio attraverso uno smartphone con l'applicazione Android Geopaparazzi), in modo da essere guidati verso gli areali individuati nello screening, verificare il dato, eventualmente ridefinendone i limiti, e fornire informazioni aggiuntive (stato di conservazione, uso del suolo, indizi di dissesto, ecc.). Un sistema di rilievo di questo tipo è in grado di fornire informazioni affidabili, però può essere considerato funzionale solo nel caso di aree di studio di dimensioni relativamente contenute. Seppur più economico di un rilievo a tappeto sul territorio, infatti, è comunque dispendioso in termini sia di tempo che di costi.



Una possibilità ulteriore nell'ottica dell'applicazione del metodo a livello regionale o sovraregionale, è data dall'utilizzo di sistemi di segnalazione da parte del grande pubblico, tramite crowdmapping.

### Il crowdmapping

Un ottimo modo per far convergere un grande numero di persone su una azione specifica è quello di fornire a tutti la possibilità di contribuire. Il concetto del crowdmapping punta a questo. Particolare importanza è rivestita dalla geolocalizzazione, che da quando si è diffusa la possibilità di avere strumenti in grado di utilizzare tecnologie prima accessibili a pochi, ha fornito un contributo fondamentale alla realizzazione di progetti basati sull'utilizzo di mappe ed utili alla collettività. Tramite iniziative di crowdmapping la segnalazione di luoghi pericolosi o interessanti è diventata aperta teoricamente a tutti, facendo convergere i contributi di singoli individui in un'unica mappa sempre consultabile e sempre più completa, in grado di fornire all'utente informazioni precise perché spazialmente localizzate.

Nell'ambito del crowdmapping uno strumento interessante è Ushahidi che consente la raccolta, la visualizzazione e la geolocalizzazione interattiva di informazioni. Utilizzando tale strumento è stato quindi realizzato un prototipo di applicazione e di sito web chiamato GEOterrace [2] (Figura 18).



Figura 18: Screenshot dell'applicazione Ushahidi durante l'utilizzo della mappa GEOterrace.

Una volta scaricato Ushahidi da un qualunque dispositivo dotato di sistema operativo Android o iOS e caricata la mappa GEOterrace, è possibile per chiunque inviare segnalazioni georiferite per contribuire quantitativamente alla raccolta del dato - poi verificabile a posteriori con i terrazzamenti individuati dalla metodologia - e al censimento dello stato di conservazione dei terrazzi. Dalla homepage dell'applicazione, visibile dai dispositivi mobile, ma anche via web da desktop, è possibile visualizzare i report già effettuati dagli altri utenti



suddivisi per categoria ed effettuare una nuova segnalazione. Come detto, una delle caratteristiche fondamentali dell'applicativo è quello di sfruttare la capacità del dispositivo dell'utente di georeferenziare tramite GPS interno la posizione del punto, nel momento in cui viene effettuata la segnalazione, permettendo così di ottenere l'informazione relativa alle coordinate della zona verificata. Vi è inoltre la possibilità di inserire una foto del terrazzamento durante la segnalazione, come contributo ulteriore circa lo stato qualitativo del terrazzamento.

## **Considerazioni conclusive**

Lo sviluppo di una metodologia di individuazione dei terrazzamenti apporta un notevole contributo alla definizione della dimensione di un problema che è troppo spesso sottovalutato. La metodologia proposta ha dato buoni risultati e può essere considerata un valido strumento per una prima operazione di screening del territorio. Occorre comunque considerare che l'utilizzo del Lidar risente di errori dovuti al metodo di rilievo ed alla vegetazione, che non viene sempre correttamente filtrata, per cui la qualità del risultato è sempre fortemente dipendente dalla bontà dei Lidar di partenza.

Nell'ottica di uno sviluppo futuro, è importante prevedere di testare il metodo proposto in zone con diverse caratteristiche morfologiche e ambientali, in modo da incrementare l'attendibilità del risultato e permettere l'applicazione in realtà differenti.

Un altro aspetto importante riguarda la possibilità di associare alla localizzazione delle aree terrazzate l'informazione sul loro stato di conservazione. La relazione che lega l'abbandono dei terrazzamenti con i fenomeni di dissesto idrogeologico sono ormai ben note, ma purtroppo spesso si ignora lo stato di conservazione di queste strutture. Proprio relativamente a questo aspetto, il contributo qualitativo che è possibile ricavare con il crowdmapping permette di ottenere dei dati fondamentali. Anche in questo caso, rispetto a quanto realizzato con Ushahidi in fase di test, in una fase di sviluppo futuro del progetto sarebbe opportuno sviluppare un'applicazione stand alone che permetta di effettuare segnalazioni in modo più user friendly e senza dover caricare mappe esterne, in modo da ampliare il target anche a utenti meno informati ed esperti. L'applicazione, in quanto più personalizzabile, potrebbe essere corredata di immagini e tutorial e aiuterebbe a formare il cittadino per ottenere una segnalazione più consapevole, limitando il più possibile eventuali errori di valutazione.

L'acquisizione di dati sullo stato di conservazione dei terrazzamenti e sul loro uso attuale, aspetti rilevabili in campo, assume molta importanza per la definizione successiva di strategie di gestione, individuando la scelta migliore a seconda dei casi: da azioni puntuali di stabilizzazione dei versanti all'abbandono controllato, da interventi di recupero agricolo a proposte alternative di valorizzazione del territorio.

## Bibliografia

- Agnoletti, M. (2007). The degradation of traditional landscape in a mountain area of Tuscany during the 19th and 20th centuries: implications for biodiversity and sustainable management. *Forest Ecology and Management* 249 (1/2), Special Issue on Traditional Knowledge, Cultural Heritage and Sustainable Forest Management, Guest editors John A. Parrotta and Mauro Agnoletti, pp. 5-17.
- Agnoletti M., Emanuelli F., Maggiari G., Preti F. (2012). Paesaggio e dissesto idrogeologico: il disastro ambientale del 25 ottobre 2011 nelle Cinque Terre. In: Agnoletti M., Carandini A., Santagata W. (eds.), *Florens* 2012. Studi e Ricerche, Bandecchi e Vivaldi, Pontedera, Pisa, pp.39. [[http://landscapeunifi.it/images/pdf/Cinque\\_Terre\\_ITA.pdf](http://landscapeunifi.it/images/pdf/Cinque_Terre_ITA.pdf)]
- Bartolini C. (1999). I muri in pietra a secco delle fasce del Genovesato: costruzione e manutenzione tra XVII e XIX secolo. In Aa.Vv., "La pietra a secco. Atti del V Convegno Internazionale sulle opere in pietra a secco, Provincia di Imperia", Imperia, pp. 43-52.
- Brancucci G. (2008). Valutazione del rischio nel paesaggio terrazzato ligure. In: Fontanari E., Patassini D., "Paesaggi terrazzati dell'arco alpino. Esperienze di progetto", Marsilio Editori, Venezia, pp. 18-19.
- Brancucci G., Gherzi A., Ruggiero M.E. (2001). Il paesaggio terrazzato ligure: da valore ambientale e culturale a elemento di rischio, "Geologia dell'ambiente", vol. 2., pp. 2-11.
- Brancucci G., Marin V., Salmona P. (2014). Potenzialità della cartografia informatizzata per il vino in Liguria. In: "In terra vineata". La vite e il vino in Liguria e nella Alpi Marittime dal Medioevo ai nostri giorni. Studi in memoria di Giovanni Rebora, a cura di A. Carassale e L. Lo Basso, Philobiblon, Ventimiglia, pp. 430-443.
- Brancucci G., Masetti M. (2008). I sistemi terrazzati: un patrimonio, un rischio. In: Scaramellini G. e Varotto M., "Paesaggi terrazzati dell'arco alpino. Atlante", Marsilio Editori, Venezia, pp. 46-53.
- Brancucci G., Paliaga G. (2008). Mappatura e classificazione geografica dei paesaggi terrazzati: problemi e risposte. I problemi della mappatura: l'esperienza della Liguria. In: Scaramellini G. e Varotto M., "Paesaggi terrazzati dell'arco alpino. Atlante", Marsilio Editori, Venezia, p. 39.
- Brandolini P., Ramella A. (1998). Processi erosivi e fenomeni di dissesto sui versanti terrazzati delle valli genovesi. In Grillotti M.G., Moretti L. (a cura di) Atti del Convegno Geografico Internazionale "I valori dell'agricoltura nel tempo e nello spazio". 1-4/11/1995. Rieti, Brigati Ed., Genova, pp. 839-854.
- Gherzi A., Ghiglione G. (2012). Paesaggi terrazzati. I muretti a secco nella tradizione rurale ligure. Il Piviere Edizioni, pp. 184.
- ISPRA (2013). Linee guida per la valutazione del dissesto idrogeologico e la sua mitigazione attraverso misure e interventi in campo agricolo e

forestale, ISPRA, Manuali e Linee guida, 85/2013, pp. 98.  
[[www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida](http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida)]

Ninno A. (2008). Valutazione della pericolosità in aree terrazzate nel Canale di Brenta: un approccio su base LIDAR. In Fontanari E., Patassini D. "Paesaggi terrazzati dell'arco alpino. Esperienze di progetto", Marsilio Editori, Venezia, pp. 28-30.

Pappalardo M. (2002). Il terrazzamento antropico in Liguria. Un caso emblematico di paesaggio dismesso. Bollettino della Società Geografica Italiana, s. XIII, vol. VII, n. 2, pp. 267-306.

Preti F. (2001). Versanti terrazzati e dissesto idrogeologico. In Atti del VII Convegno Nazionale di Ingegneria Agraria "Ingegneria agraria per lo sviluppo dei paesi mediterranei", Vieste del Gargano, 11-14 settembre 2001.

Regione Liguria (2010). Analisi a grande scala del territorio terrazzato della Liguria. [[www.alpter.net/IMG/pdf/ALPTER\\_PP1\\_Liguria\\_Landscapes\\_Study-2.pdf](http://www.alpter.net/IMG/pdf/ALPTER_PP1_Liguria_Landscapes_Study-2.pdf)]

Rovereto G., (1924). La storia delle "fasce" dei Liguri. Le vie d'Italia, Milano, XX, pp. 529-535.

Sereni E. (1961). Storia del paesaggio agrario italiano, Edizioni Laterza, Bari, pp. 500.

Sofia G., Marinello F., & Tarolli P. (2014). A new landscape metric for the identification of terraced sites: The Slope Local Length of Auto-Correlation (SLLAC). ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 96, 123-133.

Terranova R. (2003). L'abbandono dei versanti montani terrazzati e i dissesti geomorfologici. In Atti del XXVIII Congresso Geografico Italiano, Roma, 2000, Edigeo, Roma, vol. III, pp. 2573-2584.

## Websites

[1] [www.usahidi.com](http://www.usahidi.com) Website del progetto Ushahidi

[2] <https://geoterrace.crowdmap.com/> prototipo di website per la visualizzazione dei dati rilevati con Ushahidi

[3] [www.cartografia.regione.liguria.it/](http://www.cartografia.regione.liguria.it/) Sito web del Repertorio Cartografico della Regione Liguria

## Cartografia

Ministero dell'ambiente - DTM Lidar con risoluzione a terra 1 metro

Regione Liguria - Carta Tecnica Regionale (2007) 1:5.000

Regione Liguria - Ortofoto digitale a colori (2010) 1:10.000

Regione Liguria - Uso del suolo (2012) 1:10.000