



Immagini Landsat e modelli geomorfologici per la zonizzazione territoriale su larga scala

Antonio Annis, WARREDOC Università per Stranieri di Perugia, antonio.annis@unistrapg.it
Fernando Nardi, WARREDOC Università per Stranieri di Perugia, fernando.nardi@unistrapg.it

Parole chiave: Landsat; floodplain; zonizzazione territoriale; telerilevamento; geomorfologia

ABSTRACT

La disponibilità di open geo data e di dati geografici acquisiti da sensore remoto (satellite, drone, ecc) per l'osservazione ed il monitoraggio delle forme e dei processi naturali ed antropici è in rapida crescita, sia per l'incremento degli investimenti e dei progressi tecnologici dei sensori delle stesse missioni satellitari, alcune delle quali rendono gratuitamente disponibili i loro prodotti, sia per lo sviluppo delle piattaforme che rendono questi prodotti fruibili e manipolabili. Recentemente la piattaforma ESRI ArcGIS Online ha messo a disposizione un'immensità di quantità di mappe (Living Atlas) derivate anche dalla manipolazione delle immagini satellitari multispettrali, come ad esempio Landsat. In questo contributo, si presenta un caso studio riguardante l'applicazione combinata di strumenti geomorfologici sviluppati in ambiente ArcGIS per la zonizzazione delle aree suscettibili a inondazione, e di algoritmi per l'indicizzazione delle immagini Landsat per la delineazione di aree inondate corrispondenti a piene osservate. I risultati delle applicazioni, pubblicati in ArcGIS online, rappresentano un utile strumento per la pianificazione territoriale soprattutto per i paesi in via di sviluppo e per ogni area dove risultano carenti adeguati sistemi di monitoraggio a terra.

1. Introduzione

Il seguente lavoro è il risultato dell'implementazione in ambiente GIS di due metodologie differenti che mirano alla zonizzazione del territorio per la delineazione delle aree suscettibili a inondazione. L'applicazione, che integra le due metodologie, è utile alla pianificazione territoriale, soprattutto in aree dove le misure in situ sono assenti ed i dati geografici acquisiti da sensore remoto sono la risorsa principale di informazioni.

La prima metodologia utilizzata, chiamata modello *floodplain* (Nardi et al., 2006) consiste in un'analisi geomorfologica del territorio a partire da Modelli Digitali del Terreno (DTM) liberamente disponibili per tutto il pianeta. Il modello *floodplain*, sviluppato in ambiente (arcpy) applica leggi di scala geomorfologiche identificando le tracce delle piene millenarie che caratterizzano le forme golenali che caratterizzano i bacini idrografici.

La seconda metodologia determina, a partire da immagini satellitari Landsat 5, 7 e 8, le aree allagate combinando le bande multispettrali e quelle termiche sensibili alla presenza di acqua sul terreno.

I due modelli sono applicati in diverse aree del pianeta e gli strati informativi risultanti sono combinati in un geodatabase liberamente consultabile in ArcGIS online utile all'analisi dell'impatto socio-economico delle alluvioni nelle aree golenali.

2. L'esigenza

L'assenza di reti di monitoraggio in situ dei fenomeni piena (idrometri, pluviometri etc.) nei paesi in via di sviluppo presenta un forte limite per la pianificazione territoriale e risulta spesso una concausa dei processi di urbanizzazione incontrollata in aree golenali che espongono a notevole rischio le cose e persone ogniqualvolta si manifestano eventi estremi di precipitazione. Oltre alla pianificazione territoriale, anche le fasi di emergenza in zone allagate possono essere gestite in maniera più efficiente se si conoscono le zone maggiormente a rischio.

Inoltre, anche nei paesi industrializzati dotati di piani che delineano aree inondabili, non tutte le porzioni del territorio sono state oggetto di studi idrologico-idraulici e vaste porzioni del territorio mancano di un quadro conoscitivo delle aree oggetto di potenziale inondazione.

Per questi motivi scaturisce la necessità di trovare delle metodologie robuste e su larga scala per una mappatura anche preliminare e speditiva del territorio in modo da poter identificare preventivamente tutte le aree suscettibili a inondazione e che devono essere oggetto di un'opportuna gestione in relazione alle azioni antropiche di sviluppo del territorio per garantire l'incolumità delle persone e allo stesso tempo preservare il valore ambientale degli ecosistemi che caratterizzano i corridoi fluviali.





3. La soluzione

Le informazioni geospaziali da sensore remoto, che caratterizzano le proprietà ed i processi geomorfologici, idrologici, ecologici e territoriali-ambientali in genere, costituiscono un'ottima base informativa per analisi territoriali su larga scala, essendo largamente e liberamente disponibili e in continuo aggiornamento e miglioramento in termini di accuratezza e risoluzione. Inoltre, negli ultimi anni, piattaforme come ArcGIS Online permettono la consultazione, condivisione ed elaborazione di dati territoriali e costituiscono quindi l'ambiente ideale di interfacciamento tra il mondo della ricerca e delle applicazioni professionali e la pianificazione territoriale, grazie alla loro facilità e velocità di utilizzo, inclusa la possibilità di coinvolgimento e partecipazione dei cittadini nei processi decisionali e di comunicazione.

Per far fronte alla carenza di reti di monitoraggio delle piene e di studi di rischio idraulico effettuabili tramite complessi modelli idrologici e idraulici, nel presente lavoro è stato sviluppato un database liberamente disponibile in rete tramite la piattaforma ArcGIS online in cui sono state inserite le informazioni geospaziali derivanti da due modelli di analisi su larga scala delle aree soggette a potenziale esondazione ed in particolare:

1. Un strato informativo vettoriale, chiamato *Floodplain* (Nardi et al., 2006) che delinea le aree suscettibili a inondazione sviluppando un'analisi geomorfologica che trae informazioni dalla "memoria" che il territorio possiede riguardo a millenali processi di erosione e deposizione associati alle inondazioni. Tale modello determina un livello energetico massimo della piena H funzione dell'area contribuyente A di ciascuna cella appartenente un reticolo idrografico e a tutte le celle idrologicamente connesse ad essa, secondo la seguente legge di scala:

$$H = aA^b \quad [1]$$

con a e b che sono parametri stimabili da valori di letteratura in funzione degli ordini del reticolo del bacino e della climatologia della zona.

Il modello si compone di algoritmi programmati in ambiente arcpy che oltre all'implementazione del modello descritto, consentono il confronto automatico dei poligoni floodplain con le tracce delle aree allagabili estrapolate dai piani territoriali statunitensi (mappe FEMA) e italiani (fasce PAI) in modo da testare la variabilità dei parametri della Eq. [1] ed i relativi risultati.

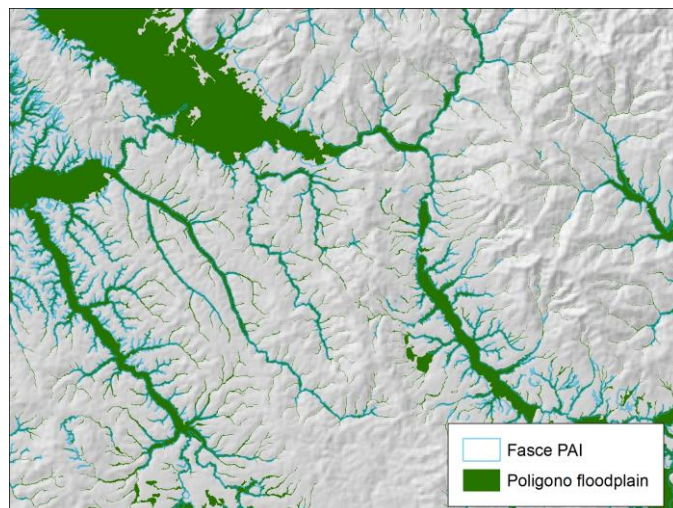


Figura 1. Confronto tra poligono floodplain ed estensione delle fasce PAI nel bacino dell'Arno

2. Il raster delle aree allagate estrapolate da immagini satellitari multispettrali Landsat 5, 7 e 8. Diversi indici di estrazione delle superfici idriche presenti in letteratura (Feyisa et al., 2014, Fisher et al., 2016, Shen & Li, 2010, Xu, 2006) sono stati implementati. In aggiunta è stato testato un nuovo indice che considera anche le bande termiche sensibili alla presenza di acqua nella superficie terrestre.

Le due tipologie di strati informativi sono testati in diverse zone del globo (Figura 2) analizzando performance e problematiche della modellazione proposta con i database disponibili di mappature delle aree a rischio con lo scopo di valutare la fattibilità di utilizzare i modelli integrati proposti per la mappatura speditiva da DTM su larga scala, anche globale. Il database sviluppato in remoto ambiente arcpy è stato in seguito esportato nella piattaforma di ArcGIS online in modo da poter essere consultabile liberamente.



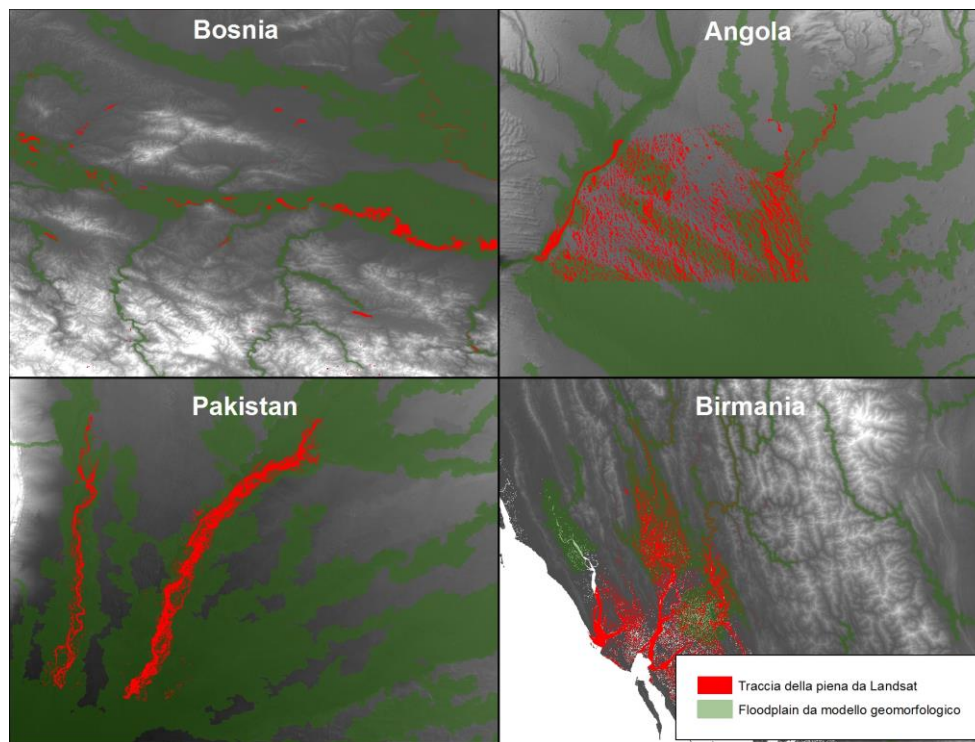


Figura 2. Alcuni esempi di sovrapposizione dei poligoni Floodplain e aree allagate estrapolate dalle immagini multispettrali Landsat

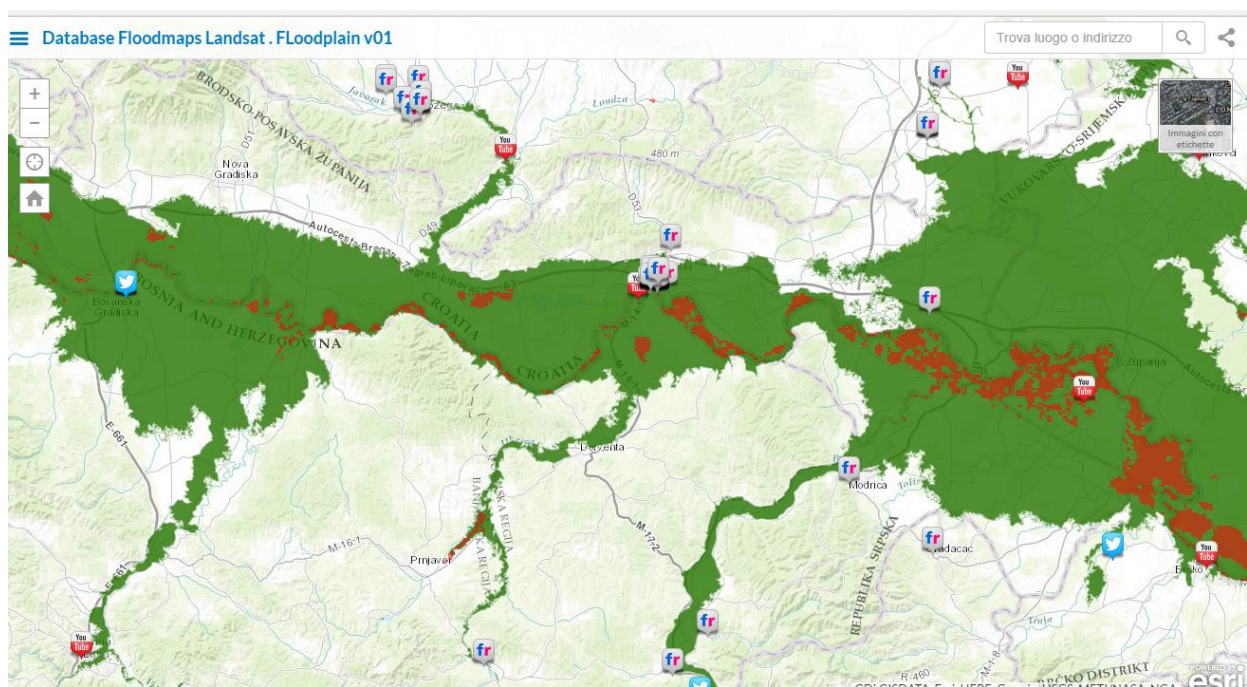


Figura 3. Esempio di integrazione dei layer relativi alle aree suscettibili a inondazione con dati sociali (Youtube, Twitter, Flickr) all'interno della piattaforma ArcGIS Online





4. Il cambiamento

Il modello proposto ed il geodatabase in corso di sviluppo su scala globale, può rappresentare un valido strumento per la pianificazione territoriale, non solo per le zone prive di studi specifici di assetto idrogeologico e privi di reti di monitoraggio, ma anche per la determinazione del rischio residuale in tutti i reticoli secondari non strumentati e non ancora soggetti a perimetrazione di aree allagabili.

La possibilità di pubblicare in una piattaforma online questi strati territoriali permette inoltre di poterli mettere in relazione in maniera rapida e su larga scala con differenti tipologie di dato, come quelli socio-economici, in modo da effettuare delle analisi di danno potenziale alle quali le zone a rischio possono essere soggette.

Inoltre tali poligoni di aree potenzialmente suscettibili a inondazione, integrate con le nuove applicazioni della piattaforma di ArcGIS online possono essere utilizzati anche per filtrare le informazioni da social media acquisite in tempo reale e fornire quindi uno strumento di coinvolgimento e partecipazione dei cittadini a supporto della gestione del rischio e delle emergenze idrogeologiche.

5. Riferimenti

Feyisa, G.L., Meilby, H., Fensholt, R., & Proud, S.R., 2014. Automated Water Extraction Index: A new technique for surface water mapping using Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment*, 140, 23–35. <http://dx.doi.org/10.1016>

Fisher, A., Flood, N., & Danaher, T. (2016). Comparing Landsat water index methods for automated water classification in eastern Australia. *Remote Sensing of Environment*, 175, 167-182.

Nardi, F., Vivoni, E. & Grimaldi, S., 2006. Investigating a floodplain scaling relation using a hydrogeomorphic delineation method. *Water Resources Research*, pp. 42 (9), 15 pp.

Shen, L.; Li, C. 2010. Water Body Extraction from Landsat ETM+ Imagery Using Adaboost Algorithm. In *Proceedings of 18th International Conference on Geoinformatics*, 18–20 June 2010, Beijing, China; pp. 1–4.

Xu, H., 2006. Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *Int. J. Remote Sens.*, 27, 3025–3033.

