

Monitoraggio del territorio e dell'ambiente per la mitigazione del rischio idro-meteorologico: il pilot 'Parco di Portofino' nell'ambito del progetto H2020 Reconnect

Francesco Faccini ^(a), Alberto Girani ^(b), Fabio Luino ^(c), Alessandra Marchese ^(d), Guido Paliaga ^(c), Laura Turconi ^(c)

^(a) Università di Genova, Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita, Corso Europa, 26 - 16132 Genova, tel.: 010 3538039, email: faccini@unige.it

^(b) Ente Parco Portofino, Corso Elia Rainusso, 1 – 16038 Santa Margherita Ligure (GE), tel.: 0185 289479, email: progetti@parcoportofino.it

^(c) CNR-IRPI - Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, Strada delle Cacce 73 – 10135 Torino, tel.: 011 3977811, email: fabio.luino@irpi.cnr.it; laura.turconi@irpi.cnr.it; guido.paliaga@cnr.irpi.it

^(d) GISIG – Geographical Information Systems International Group, Via Piacenza, 54 – 16138 Genova, tel.: 010 8355588, email: a.marchese@gisig.it

Abstract

Il progetto Horizon 2020 RECONNECT promuove a livello internazionale l'utilizzo di Nature-Based Solutions (NBS) in aree rurali e naturali per la mitigazione del rischio idro-meteorologico e l'adattamento ai cambiamenti climatici. L'obiettivo è coniugare le necessità di riduzione del rischio con lo sviluppo locale e regionale attraverso una nuova cultura consapevole e sostenibile in tema di pianificazione territoriale. RECONNECT garantisce l'applicazione delle NBS a larga scala attraverso una rete di siti selezionati e diversificati per condizioni locali, caratteristiche geografiche, strutture istituzionali/governance e contesti socio-culturali.

Il Parco Naturale di Portofino, insieme al fiume Elba (Germania), alla zona umida del fiume Odense (Danimarca) e al bacino del fiume Tordera (Spagna) rappresenta un *pilot* nel quale è prevista la progettazione e la realizzazione di NBS e il monitoraggio del territorio per la durata del progetto (2018-2023).

I bacini campione del Parco di Portofino sono stati scelti per la dinamica idro-geomorfologica nonché per l'elevato impatto di turisti ed escursionisti che determinano elevate condizioni di rischio. Il progetto prevede interventi di manutenzione di muri a secco d'importanza paesaggistica e culturale, sistemazioni idraulico-forestali di corsi d'acqua e consolidamenti della rete sentieristica, finalizzati alla riduzione del potenziale erosivo e alla mitigazione del rischio geo-idrologico.

Le attività di monitoraggio del territorio, unitamente a database territoriali open source, servono per valutare l'efficacia nel tempo degli interventi NBS.

La realizzazione di rilievi LiDAR ad elevata risoluzione consente sia di ottenere un DEM di elevato dettaglio, indispensabile per l'identificazione di aree terrazzate, sia il raffronto con il rilievo LiDAR MATTM 2008 per la valutazione quantitativa delle dinamiche del territorio.

Le Nature-Based Solutions e il Progetto Europeo RECONNECT

La Commissione Europea ha definito *Nature-Based Solutions* (NBS) quelle "soluzioni che mirano ad aiutare le società ad affrontare una varietà di sfide ambientali, sociali ed economiche in modo sostenibile. Sono azioni ispirate, supportate o copiate dalla natura [...]. Le soluzioni "basate sulla natura" utilizzano le caratteristiche e i complessi processi degli ecosistemi naturali, come la sua capacità di immagazzinare carbonio e regolare i flussi d'acqua, al fine di ottenere i risultati desiderati [...]" (Raymond et al. 2017). Per quanto riguarda il rischio idrogeologico, esistono diversi tipi di NBS (Ruangpan et al. 2019). Possono essere applicate per mitigare gli impatti di eventi avversi, portando anche diversi benefici in relazione a: (a) Gestione delle risorse idriche; (b) Sociale; (c) Economico. NBS può anche funzionare in combinazione con infrastrutture tradizionali o grigie (soluzioni ibride), a volte dando risultati migliori rispetto alle due metodologie applicate separatamente (Kabisch et al., 2016). Alcuni studi hanno dimostrato che le NBS sono probabilmente più efficaci se attuate attraverso la partecipazione della popolazione locale e applicando un buon modello di governo del territorio (Boukalova et al., 2019).

Nell'ambito della pianificazione territoriale per la mitigazione degli impatti da eventi meteo-idrologici su larga scala, è di particolare importanza il contributo dato dalla ricerca per testare l'efficacia delle NBS. In particolare, il progetto RECONNECT "Regenerating ECOSystems with Nature-based solutions for hydro-meteorological risk rEduCTion" ha lo scopo di dimostrare, attraverso una rete di casi di studio, l'efficacia delle NBS per la mitigazione del rischio meteo-idrologico in aree e paesaggi rurali, e indirizzare le politiche europee, le strategie di investimento e i modelli di business in questo settore specifico. Per questo i 36 partner internazionali del progetto, coordinati da UNESCO IHE-Delft, mostrano il loro approccio alla "pianificazione e all'uso del territorio", collegando la riduzione del rischio meteo-idrologico con lo sviluppo locale e regionale. I siti di RECONNECT sono stati selezionati per coprire una vasta e diversificata gamma di condizioni locali, caratteristiche geografiche, strutture istituzionali/di governance e contesti sociali/culturali per migliorare con successo NBS in Europa e a livello internazionale.

Le attività di RECONNECT nei primi 12 mesi del progetto (settembre 2018 - agosto 2019) hanno raccolto e analizzato dati territoriali e informazioni ambientali, scambiato conoscenze, fornito linee guida e definito le attività specifiche dei casi di studio. Un elenco completo di indicatori di performance per le NBS è stato prodotto da RECONNECT e, per ogni caso di studio, sono stati selezionati gli indicatori più rilevanti sulla base dei dati geo-spaziali e ambientali disponibili e delle necessità di monitoraggio. Questi indicatori, raggruppati in tre categorie (acqua, natura e persone), considerano la dimensione spaziale e temporale delle NBS. In particolare, la dimensione temporale ha riguardato una valutazione in relazione al tempo richiesto per la rigenerazione degli ecosistemi e la riduzione del rischio idro-meteorologico.

Il presente lavoro descrive la progettazione dei casi studio situati nel parco naturale di Portofino (Liguria, NW Italia). Quest'area è stata scelta come rappresentativa a causa del suo capitale naturale e dei valori del patrimonio culturale. Inoltre, la pressione antropica delle aree urbane circostanti, nonché

l'elevato numero di eventi meteo-idrologici estremi, sono stati altri due fattori che hanno determinato la selezione di questo caso di studio. Nel seguito si riporta una descrizione delle principali caratteristiche dell'area e delle sue principali pericolosità meteo-idrologiche e degli interventi NBS proposti nei due bacini di San Fruttuoso e Paraggi. Vengono inoltre introdotte le attività di monitoraggio previste per valutare l'efficacia degli interventi.

Il *pilot* Parco di Portofino

Il promontorio di Portofino (regione Liguria, NW Italia) interrompe la continuità della costa tra Genova e il confine con la regione Toscana. Il promontorio ha una superficie di 18 km², con uno sviluppo costiero di 13 km. L'orografia è caratterizzata da picchi piuttosto elevati rispetto alla breve distanza dal mare. L'idrografia è caratterizzata da piccoli bacini. Il Parco di Portofino, noto a livello internazionale per la sua bellezza e per l'alto valore degli insediamenti, della vegetazione e della geomorfologia, protegge l'omonima area del promontorio, situata a meno di 20 km dalla città di Genova (Faccini et al. 2008).

Per quanto riguarda i valori paesaggistici e culturali, il Promontorio di Portofino è protetto dal 1935 dalla Legge 1251. Dal 1995 è gestito come Ente Parco istituito dalla Legge Regionale n. 12/95 che ha ridefinito i confini dell'area protetta con la legge regionale 29/2001 (Faccini et al., 2018).

La superficie dell'area protetta è di circa 1056 ettari. Il parco è annesso all'area marina protetta di Portofino, istituita dal Ministero dell'Ambiente con una legge del 26 aprile 1999, in attuazione del precedente decreto 979/1982. Nel dicembre 2017 è stato istituito il Parco Nazionale di Portofino, comprendente sia la superficie terrestre che l'area marina protetta. Entro la fine del 2019, il Ministero dell'Ambiente stabilirà i confini del nuovo Parco Nazionale attraverso una legge specifica.

L'area del Parco si estende sul territorio dei comuni di Camogli, Portofino e Santa Margherita Ligure (Fig. 1A). I primi insediamenti umani nell'area risalgono all'epoca romana. Nel Medioevo furono sistemati diversi importanti edifici religiosi (ad es. San Fruttuoso, Cervara, Niasca e San Nicolò), collegati da sentieri storici ancora in uso. La popolazione che vive oggi nel Parco è di circa 750 abitanti.

La presenza di turisti è alta durante tutto l'anno. Lungo la costa, nella cittadina di Portofino vengono registrati oltre un milione di turisti ogni anno, mentre a San Fruttuoso i collegamenti via mare garantiscono la presenza di circa 400.000 turisti/anno. Anche gli escursionisti sono annoverati tra i turisti (Fig. 2B), in quanto i sentieri escursionistici coprono una lunghezza di 80km e sono altamente frequentati in ogni periodo dell'anno. Per dare una stima quantitativa, il solo tratto che va da Portofino Vetta a Pietre Strette è percorso da oltre 75.000 escursionisti/anno (Brandolini et al., 2006).

Il clima del Parco di Portofino è un classico clima mediterraneo (Csa sensu Koppen, (Sacchini et al. 2012), con estati calde (luglio T_{max} 27 ° C e T_{min} 21 ° C), inverni abbastanza miti (gennaio T_{max} 11 ° C e T_{min} 5 ° C). Le precipitazioni sono distribuite durante tutto l'anno (in media 1300 mm), ma concentrate in autunno (in media 350 mm). Il quadro climatico di questa zona è caratterizzato da fenomeni legati alla ciclogenese sul Golfo di Genova (Acquaotta et al., 2019, Acquaotta et al., 2018). Soprattutto nel periodo tra

agosto e novembre, ci sono frequenti eventi di pioggia intensa e di breve durata (meno di 6 ore, con picchi superiori a 50 mm/h), che possono causare significativi effetti al suolo come inondazioni improvvise, frane e flusso di detriti.

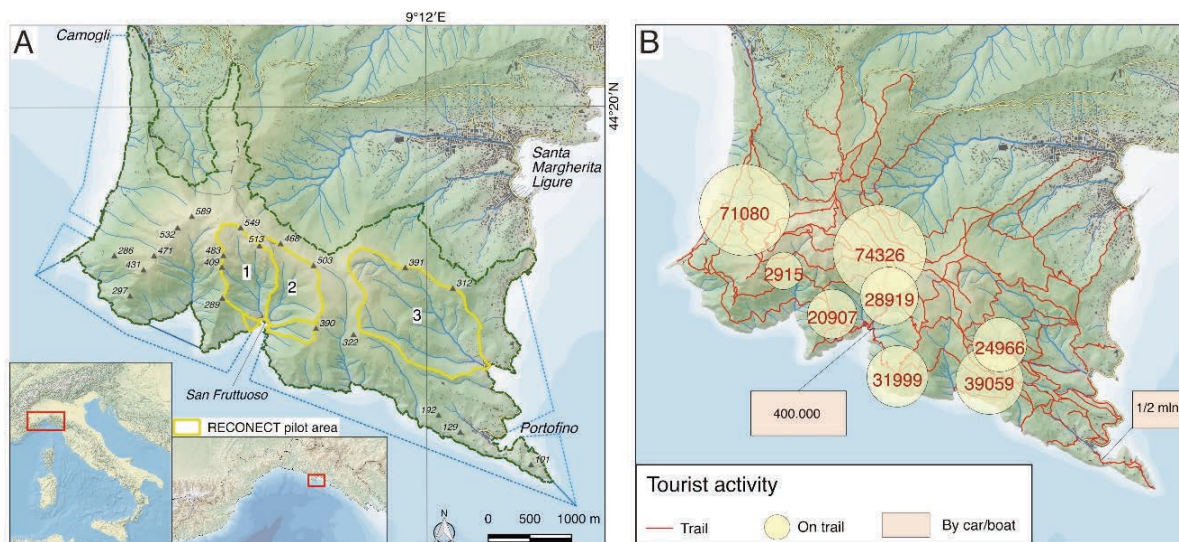


Figura 1. mappa del Promontorio di Portofino e dei bacini selezionati per attuare gli interventi NBS nell'ambito di RECONNECT. In A) è rappresentata l'area del parco (linea tratteggiata), il Rio dei Fontanini (1), il Vallone di San Fruttuoso nel bacino di San Fruttuoso (2) e il Fosso dell'Acqua Viva nel bacino di Paraggi (3); in B) è indicato il numero medio annuo di turisti lungo i vari sentieri del Parco di Portofino.

La missione principale del Parco Naturale di Portofino è la conservazione della natura e della biodiversità. Essendo altamente esposto a intensi eventi idro-meteorologici, l'area deve essere protetta con soluzioni appropriate e sostenibili. Di conseguenza, la sfida di questo caso italiano è dimostrare l'efficacia delle NBS nella mitigazione del rischio in un contesto integrato di conservazione e innovazione. L'intensa urbanizzazione che caratterizza alcune aree della regione Liguria è a stretto contatto con aree di naturali e le NBS possono aiutare a ricostituire un equilibrio che è stato spesso interrotto. L'elevata adattabilità delle NBS può essere cruciale in un'area dominata da processi ad alta energia, che influenzano una morfologia complessa ed eterogenea. Infine, le NBS consentono di testare la loro efficacia e la loro adattabilità alle mutevoli condizioni al contorno durante la vita del progetto, mentre altri tipi di interventi (ad esempio quelli tradizionali) necessitano di un tempo più lungo per essere valutate.

NBS per la mitigazione del rischio nel *pilot* Portofino

Il progetto RECONNECT prevede la progettazione, l'implementazione e la valutazione di una serie di soluzioni su misura per la mitigazione del rischio idro-meteorologico nel Parco di Portofino, nell'area dei bacini idrografici di San Fruttuoso e Paraggi.

I bacini che beneficeranno degli interventi sono stati selezionati per diversi motivi tra cui la loro piccola estensione (meno di 1 km²), l'elevata inclinazione,

i tempi di corrivazione molto bassi e la costante disponibilità di detriti nel letto dei torrenti e di copertura arborea della vegetazione. Inoltre questi bacini presentano vaste aree modellate dall'uomo, con terrazzamenti sorretti da muri a secco costruiti in epoche storiche e oggi in gran parte abbandonati o non mantenuti. Queste caratteristiche geomorfologiche e ambientali si traducono spesso in inondazioni frequenti e flussi iperconcentrati.

Significativi elementi esposti al rischio sono ubicati alla foce dei torrenti e nella parte terminale dei bacini. Essi sono elementi sia di alto valore culturale (es. Abbazia medievale di San Fruttuoso) che paesaggistico (valle dei Mulini di Paraggi) che costituiscono una fonte di attrazione turistica e una fonte rilevante di guadagno per l'area.

Tra tutti i possibili interventi che possono essere effettuati in un'area protetta, le NBS sono considerate le più idonee, sia per il basso impatto antropico sia per la possibile integrazione con l'ambiente del Parco. Il Parco Naturale di Portofino sta già promuovendo numerosi interventi volti a ridurre i rischi geologici e la vulnerabilità delle aree protette, nonché delle aree urbane circostanti, contro i cambiamenti climatici e gli eventi estremi di pioggia. Tuttavia, il Parco Naturale di Portofino è alla ricerca di soluzioni ingegneristiche e tecnologiche che salvaguardino il suo paesaggio unico insieme al suo patrimonio naturale e culturale e alla sua valenza turistica.

In tale ottica, gli interventi per la riduzione dei rischi idro-meteorologici sono per lo più realizzati attraverso soluzioni naturali ovvero basati sulla natura, finalizzate allo sfruttamento e alla rigenerazione dei servizi ecosistemici e delle funzioni naturali dell'area in uno scenario di cambiamento climatico, nonché a preservare i servizi ecosistemici esistenti.

Le NBS attualmente progettate per il Parco di Portofino sono implementate a livello di bacino e sotto-bacino a San Fruttuoso e Paraggi. In particolare, le NBS di San Fruttuoso riguardano: Stabilizzazione di pareti rocciose; Mitigazione dei rischi idraulici e geo-idrologici, al fine di intercettare e ridurre il trasporto solido lungo i corsi d'acqua e limitare l'erosione; Miglioramento della copertura vegetazionale e rimozione delle specie alloctone e degradate di vecchie conifere (*Pinus pinea* L. e *P. halepensis* Mill.), per favorire la rigenerazione naturale dei lecci (*Quercus ilex* L.), specie climax nell'area; Costruzione di muretti a secco e ripristino di terrazzamenti abbandonati, con l'obiettivo di valorizzare il paesaggio terrazzato, tipico della regione, e di favorire le attività agricole. Il ripristino dei terrazzamenti e la rigenerazione dell'ecosistema naturale e artificiale sono attuati anche nel bacino di Paraggi, insieme a: Sistemazione idraulico-forestale dei corsi d'acqua, con rimozione dall'alveo di tronchi d'albero e vegetazione, per migliorare il deflusso e ridurre il trasporto solido; Costruzione di dighe (realizzate in legno) per trattenere il materiale grossolano e di soglie (realizzate in pietra) per innalzare il livello del letto del torrente e favorire il deposito dei sedimenti; manutenzione lungo i sentieri escursionistici, per stabilizzare i pendii e rimuovere la vegetazione morta (Figure 2 e 3).

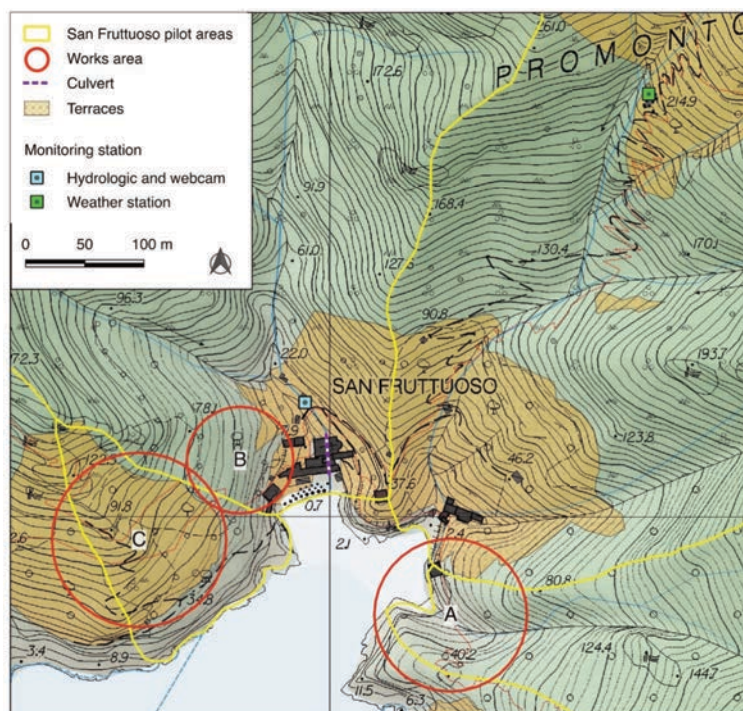


Figura 2. Interventi NBS per la mitigazione del rischio e stazioni di monitoraggio idro-meteorologico nel bacino di San Fruttuoso

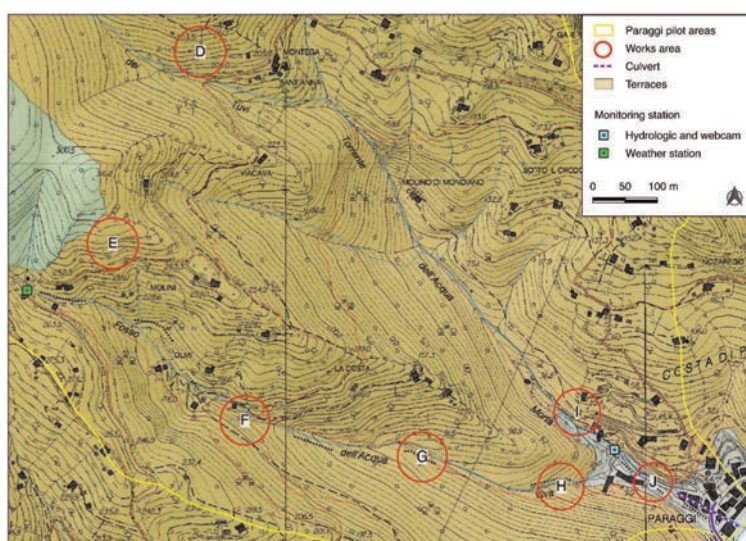


Figura 3. Interventi NBS per la mitigazione del rischio e stazioni di monitoraggio idro-meteorologico nel bacino Paraggi

Dati per progettazione e monitoraggio delle NBS

I dati utilizzati per lo studio dell'area di implementazione del progetto RECONNECT e per la progettazione e monitoraggio delle NBS sono generati e resi disponibili dall'Ente Parco di Portofino e dai sistemi informativi di Regione Liguria. Essi includono sia informazioni geo-spaziali che ambientali. Inoltre, un programma di monitoraggio specifico verrà implementato nell'ambito del progetto, e prevede l'installazione e la messa in esercizio di tre stazioni meteorologiche, due idrometri e due telecamere installate nei due bacini pilota.

L'attività di monitoraggio includerà inoltre l'elaborazione di dati LiDAR esistenti (2008 MATTM) e l'acquisizione di nuovi rilievi durante il progetto. La prima campagna di acquisizione è prevista per i primi mesi del 2020 (prima dell'avvio degli interventi NBS) mentre la seconda a lavori ultimati. Il LiDAR e i dati di monitoraggio consentiranno rispettivamente la valutazione quantitativa delle caratteristiche morfologiche necessarie per valutare le potenziali aree di origine dei flussi di detriti e l'identificazione delle soglie di innesco in differenti condizioni meteorologiche.

L'analisi dei dati LiDAR è un importante strumento di valutazione, soprattutto nelle aree con forte pendenza, grazie alla capacità di riconoscere strutture regolari lineari. In RECONNECT, l'analisi dei dati LiDAR è utilizzata per identificare e mappare i terrazzamenti nell'area del *pilot* Portofino come primo passo per valutare il rischio potenziale associato ai possibili processi di instabilità e agli interventi da realizzare. L'evoluzione dell'uso del suolo nell'area dal 1800 ad oggi è stata effettivamente trovata attraverso l'esame delle mappe storiche e utilizzata insieme ai risultati dell'analisi LiDAR. I nuovi rilievi LiDAR acquisiti durante la fase progettuale (prima e dopo l'effettuazione degli interventi NBS) serviranno per definire in maniera accurata la situazione di partenza e valutare l'efficacia degli interventi una volta ultimati.

Inoltre il progetto RECONNECT, sulla base della letteratura scientifica esistente, ha definito un elenco di variabili e di indicatori da monitorare periodicamente per valutare le prestazioni delle NBS nel tempo. Questo elenco, che costituisce l'insieme dei KPI, ha consentito da parte degli esperti che lavorano al pilota Portofino, la selezione di un sottoinsieme di indicatori che meglio caratterizzano le problematiche dell'area, gli interventi messi in atto e le peculiarità ambientali, naturalistiche e socio-economiche.

Discussione e conclusioni

Se ci limitiamo al contesto mediterraneo, il potenziale di *upscaling* del progetto e delle tecnologie implementate nel *pilot* Portofino è molto elevato, in quanto sussistono contesti simili che potrebbero beneficiare delle soluzioni proposte. Ciò non dipende solo dalla presenza di recettori simili da proteggere (ovvero aree di elevato valore naturale; aree rilevanti per la presenza di siti del patrimonio culturale), ma anche per simili condizioni morfologiche dei bacini. Queste aree sono spesso sede di pericolosità geo-idrologiche improvvise, intense ed estremamente localizzate, indotte da eventi meteorologici estremi e difficili da prevedere. Occorre inoltre considerare gli effetti dei cambiamenti climatici sugli estremi meteorologici nel Mediterraneo, tra cui mareggiate e inondazioni costiere, forti piogge o, al contrario, siccità (Androulidakis et al., 2015, Zamir et al., 2018). Riguardo agli eventi di pioggia intensa, negli ultimi anni molte inondazioni improvvise, spesso associate a frane diffuse, hanno causato danni ingenti. Detriti e flusso iperconcentrato tendono a spostarsi dai pendii terrazzati non mantenuti, da qui la necessità di studi e analisi di dati dettagliati (in particolare LiDAR) per individuare e valutare le condizioni e programmare degli interventi.

Importanti sviluppi e benefici sono attesi dai risultati del progetto RECONNECT, a causa dei molteplici criteri e variabili valutati per valutare l'efficienza delle NBS implementate.

Nota

Questo articolo è stato prodotto nell'ambito del progetto RECONNECT (Regenerating ECOsystems with Nature-based solutions for hydro-meteorological risk rEduCTion), finanziato dal programma dell'Unione Europea per la ricerca e l'innovazione Horizon 2020, contratto No. 776866.

Bibliografia

Ruangpan L.; Vojinovic Z.; Di Sabatino S.; Leo L.S.; Capobianco V.; Oen, A.M.P.; McClain M.; Lopez-Gunn E. *Nature-Based Solutions for hydro-meteorological risk reduction: A state-of-the-art review of the research area*, Nat. Hazards Earth Syst. Sci. Discuss.2019. <https://doi.org/10.5194/nhess-2019-128>.

Kabisch N.; Korn H.; Stadler J.; Bonn A. *Nature-based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas*. Springer2016. doi 10.1007/978-3-319-56091-5.

Boukalova Z.; Tesitel J.; Das Gurung B. *Constructed wetlands and their implementation on private and public land in Kathmandu valley, Nepal*. Ecology and Environment 2019, 229, WIT Press, Water Resources Management X, 1-8.

Faccini F.; Piccazzo M.; Robbiano A.; Roccati A. *Applied Geomorphological Map of the Portofino municipal territory (Italy)*. Journal of Maps2008, 451-462.

Faccini F.; Gabellieri N.; Paliaga G.; Piana P.; Angelini S.; Coratza P. *Geo-heritagemap of the Portofino Natural Park (Italy)*. Journal of Maps2018, 14 (2), 87–96. <https://doi.org/10.1080/17445647.2018.1433561>.

Acquaotta F.; Faccini F.; Fratianni S.; Paliaga G.; Sacchini A. *Rainfall intensity in the Genoa Metropolitan Area (Northern Mediterranean): secular variations and consequences*. Weather2018, 73(11), 356-362. doi.org/10.1002/wea.3208.

Acquaotta F.; Faccini F.; Fratianni S.; Paliaga G.; Sacchini A.; Vilimek V. *Increased flash flooding in Genoa Metropolitan Area: a combination of climate changes and soil consumption?* Meteorol. and Atmos. Phys.2019, 131(4), 1099-1110. doi.org/10.1007/s00703-018-0623-4.

Androulidakis Y.S.; Kombiadou K.D.; Makris C.V.; Baltikas V.N.; Krestenitis Y.N. *Storm surges in the Mediterranean Sea: Variability and trends under future climatic conditions*. Dynamics of Atmospheres and Oceans2015, 71, 56-82.

Zamir R.; Alpert P.; Rilov G. *Increase in Weather Patterns Generating Extreme Desiccation Events: Implications for Mediterranean Rocky Shore Ecosystems*. Estuaries and coasts2018, 41(7), 1868-1884.