

04

# Patrimonio ambientale e transizione ecologica nei progetti di rigenerazione urbana e dei territori

A CURA DI GRAZIA BRUNETTA, ALESSANDRA CASU, ELISA CONTICELLI E SABRINA LAI



Società Italiana  
degli Urbanisti



PLANUM PUBLISHER | [www.planum.net](http://www.planum.net)

Planum Publisher e Società Italiana degli Urbanisti  
ISBN 978-88-99237-58-5

I contenuti di questa pubblicazione sono rilasciati  
con licenza Creative Commons, Attribuzione -  
Non commerciale - Condividi allo stesso modo 4.0  
Internazionale (CC BY-NC-SA 4.0)



Volume pubblicato digitalmente nel mese di maggio 2024  
Pubblicazione disponibile su [www.planum.net](http://www.planum.net) |  
Planum Publisher | Roma-Milano

# 04

## **Patrimonio ambientale e transizione ecologica nei progetti di rigenerazione urbana e dei territori**

A CURA DI GRAZIA BRUNETTA, ALESSANDRA CASU, ELISA CONTICELLI E SABRINA LAI

ATTI DELLA XXV CONFERENZA NAZIONALE SIU  
SOCIETÀ ITALIANA DEGLI URBANISTI  
TRANSIZIONI, GIUSTIZIA SPAZIALE E PROGETTO DI TERRITORIO  
CAGLIARI, 15-16 GIUGNO 2023

IN COLLABORAZIONE CON

Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura - DICAAR  
Università degli Studi di Cagliari

COMITATO SCIENTIFICO

Angela Barbanente (Presidente SIU - Politecnico di Bari),  
Massimo Bricocoli (Politecnico di Milano), Grazia Brunetta (Politecnico di  
Torino), Anna Maria Colavitti (Università degli Studi di Cagliari),  
Giuseppe De Luca (Università degli Studi di Firenze), Enrico Formato  
(Università degli Studi Federico II Napoli), Roberto Gerundo (Università degli  
Studi di Salerno), Maria Valeria Mininni (Università degli Studi della Basilicata),  
Marco Ranzato (Università degli Studi Roma Tre), Carla Tedesco (Università  
luav di Venezia), Maurizio Tira (Università degli Studi di Brescia),  
Michele Zazzi (Università degli Studi di Parma).

COMITATO SCIENTIFICO LOCALE E ORGANIZZATORE

Ginevra Balletto, Michele Campagna, Anna Maria Colavitti, Giulia Desogus,  
Alessio Floris, Chiara Garau, Federica Isola, Mara Ladu, Sabrina Lai, Federica  
Leone, Giampiero Lombardini, Martina Marras, Paola Pittaluga, Rossana  
Pittau, Sergio Serra, Martina Sinatra, Corrado Zoppi.

SEGRETERIA ORGANIZZATIVA

Società esterna Betoools srl  
siu2023@betoools.it

SEGRETERIA SIU

Giulia Amadasi - DASTU Dipartimento di Architettura e Studi Urbani

PUBBLICAZIONE ATTI

Redazione Planum Publisher  
Cecilia Maria Saibene, Teresa di Muccio

Il volume presenta i contenuti della Sessione 04:

“Patrimonio ambientale e transizione ecologica nei progetti  
di rigenerazione urbana e dei territori”

Chair: Grazia Brunetta

Co-Chair: Alessandra Casu, Elisa Conticelli, Sabrina Lai

Discussant: Andrea Arcidiacono, Matteo Di Venosa, Filippo Magni,  
Michelangelo Russo

Ogni paper può essere citato come parte di:

Brunetta G., Casu A., Lai S., Conticelli E. (a cura di, 2024), *Patrimonio  
ambientale e transizione ecologica nei progetti di territorio, Atti della XXV  
Conferenza Nazionale SIU “Transizioni, giustizia spaziale e progetto di  
territorio”, Cagliari, 15-16 giugno 2023*, vol. 04, Planum Publisher e Società  
Italiana degli Urbanisti, Roma-Milano.

---

10 GRAZIA BRUNETTA, ALESSANDRA CASU, ELISA CONTICELLI, SABRINA LAI

## **Patrimonio ambientale e transizione ecologica nei progetti di rigenerazione urbana e dei territori**

### **Quale progetto di rigenerazione per la transizione ecologica? Questioni, approcci, percorsi**

18 MARIELLA ANNESE

Rigenerazione Urbana. Una definizione incerta tra politiche ambientali e abitative

27 ANGELA ALESSANDRA BADAMI

Urban Rewilding: la natura selvaggia entra in città. Il caso di studio della rigenerazione di piazza Budolfi nel centro storico di Aalborg (DK)

35 ANGELA BARBANENTE, LAURA GRASSINI, MARIAVALERIA MININNI

Transizione ecologica e rigenerazione dei paesaggi del Sud Salento colpito dalla Xylella

42 LUDOVICO CENTIS, MATTEO D'AMBROS, ELENA MARCHIGIANI

Ecologie idiorritmiche. Fragilità ed evoluzione nella fascia costiera dell'Alto Adriatico

53 ELENA DORATO, GIANNI LOBOSCO, ROMEO FARINELLA

“Paesaggi da Vivere”: un progetto per la valorizzazione adattiva dei paesaggi rurali d'acqua tra Ferrara e Ravenna

61 GIUSEPPE GUIDA

Il Sud, l'industria e i paesaggi della transizione

67 ALESSANDRA MARIN

Partecipare alla transizione. Appunti da processi partecipativi in ambito paesaggistico e ambientale

72 GABRIELLA PULTRONE

Territorializzare la transizione verde fra sfide e opportunità

78 ELENA SOLERO

Il riuso adattivo come cura quotidiana dell'ambiente urbano

---

---

## La natura in città: orientamenti, modelli, esperienze

- 85** BENEDETTA CAVALIERI, MARIA LAURA RICCI PETITONI, ELISA CONTICELLI  
Analisi dei servizi ecosistemici culturali forniti dalle aree verdi: un metodo applicato al comune di Castelfranco Emilia (MO)
- 93** TANJA CONGIU, PAOLO MEREU, ALESSANDRO PLAISANT  
Le Green Roads. Un approccio alla progettazione dei connettori dell'infrastruttura sostenibile metropolitana
- 99** CAMILO VLADIMIR DE LIMA AMARAL, JÚLIO BAREA PASTORE  
Brasília's natural capital: denaturalizing nature and the imagination of socio-environmental transitions
- 105** CONCETTA FALLANCA, ELVIRA STAGNO  
BiodiverCity LAB per l'interconnessione della rete ecologica urbana e territoriale della Metrocity di Reggio Calabria
- 113** LUDOVICA MASIA  
**BEST PAPER** Infrastrutture verdi: una proposta di griglia tassonomica di valutazione delle esperienze note
- 120** GIULIANA QUATTRONE  
Riorientare la rigenerazione delle città, attraverso l'impiego di approcci adattivi al cambiamento climatico, verso un progetto di transizione ecologica urbana
- 126** MARIA TERESA RIZZO  
Servizi ecosistemici: un paradigma interpretativo del patrimonio urbano e territoriale. Strategie, linee guida e visioni per città sostenibili
- ## Luoghi e scale della rigenerazione verso la transizione ecologica
- 134** ALESSANDRO BOVE, ELENA MAZZOLA  
Città nuove sostenibili e rigenerazione urbana sostenibile: problemi comuni, soluzioni comuni?
- 139** GRAZIA BRUNETTA, OMBRETTA CALDARICE  
Patrimonio ambientale tra resilienza e rigenerazione. Un approccio per la transizione ecologica dei territori
- 143** VITO D'ONGHIA  
Una strategia di rigenerazione sostenibile per il Salento
-

---

148 CELESTINA FAZIA, GIULIA FERNANDA GRAZIA CATANIA, FEDERICA SORTINO

Equità sociale e nuova giustizia urbana

157 GIOVANNA FERRAMOSCA, ANNA TERRACCIANO

La rigenerazione delle aree industriali dismesse nel progetto delle infrastrutture verdi urbane: una buona pratica per l'ex stabilimento Liquigas di Casalnuovo di Napoli

166 DUNIA MITTNER

Yaoundé. Un programma per una città africana resiliente e sostenibile

170 ANGELICA NANNI, ANTONIO ALBERTO CLEMENTE

Biciplan: da piano di settore a progetto di suolo. Il caso studio di Pescara

177 DANIELA POLI

Biomimesi e rigenerazione del vivente nei progetti di territorio

## Gestione del rischio e adattamento al cambiamento climatico

185 BARBARA CASELLI, ILARIA DE NOIA, EMANUELE GARDA, MICHELE ZAZZI

Incrementare la permeabilità dei suoli nelle città medie: il contributo dei Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima

193 SILVIO CRISTIANO, CARLO PISANO

Resilienza e le altre... Rischi del XXI secolo e modelli epistemologici e operativi verso adeguate risposte urbane e territoriali – il contesto italiano

200 FEDERICA ISOLA, SABRINA LAI, FEDERICA LEONE, CORRADO ZOPPI

Adattamento ai cambiamenti climatici e assetto del territorio: il mainstreaming nel contesto regionale della Sardegna

211 FEDERICA ISOLA, SABRINA LAI, FEDERICA LEONE, CORRADO ZOPPI

Consumo di suolo e pericolosità da frana. Uno studio riguardante la Regione Sardegna

221 CHIARA MARASÀ

Water management and urban metabolism. A literature review under a planning perspective

227 CARMEN MARIANO, MARSIA MARINO

Territori *water-proof*. Azioni *site-specific* di adattamento per sette aree della costa laziale

---

---

237 ELENA CAMILLA PEDE  
La città flessibile: pratiche di integrazione tra servizi pubblici e adattamento climatico. Il modello dei rifugi climatici di Barcellona applicato alla città di Torino

### La gestione complessa delle risorse ambientali: integrazione, competizione, partecipazione

- 243 FABRIZIO BRUNO, ILENIA SPADARO  
Il ruolo della partecipazione e della resilienza nella pianificazione di infrastrutture verdi
- 249 MARTA VALENTINA VITTORIA CALABRESE  
Gestione Integrata della risorsa idrica e pianificazione del paesaggio. Il caso del bacino idrografico Bolsena
- 258 ANNALISA GIAMPINO, FILIPPO SCHILLECI, GLORIA LISI  
Paesaggio urbano e infrastruttura verde: percezione e partecipazione nel caso del fiume Oreto a Palermo
- 266 GIULIO GIOVANNONI  
Ripensare i paesaggi urbani: barriere culturali alla *climate change adaptation*
- 273 ALVISE MORETTI  
Le piane costiere, territori fragili tra criticità e opportunità
- 278 MICHELA PACE  
ClimHub. Una sperimentazione di resilienza integrata
- 284 MARIA RITA SCHIRRU  
Il ruolo svolto dai “Contratti di Fiume” in materia di riassetto idrogeologico: il caso del Contratto di Fiume Lambro Settentrionale in Lombardia
- 290 ANTONIO TACCONE  
Un laboratorio permanente di ricerca per i luoghi della città metropolitana di Reggio Calabria
- 294 ELENA TARSI  
Tactical Greening. For an inclusive, sustainable and incremental urban regeneration policy
- 301 ANNA TERRACCIANO, FRANCESCO STEFANO SAMMARCO  
Oltre la “città-recinto” della fascia costiera Domitia: figure e scenari per la rigenerazione
-

---

310 LUCA VELO, EMANUEL GIANNOTTI

*Land-sea integrated spatial projects* per la costa nord italiana

# Consumo di suolo e pericolosità da frana. Uno studio riguardante la Regione Sardegna

## Federica Isola

Università degli Studi di Cagliari  
Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura (DICAAR)  
*federica.isola@unica.it*

## Sabrina Lai

Università degli Studi di Cagliari  
Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura (DICAAR)  
*sabrinalai@unica.it*

## Federica Leone

Università degli Studi di Cagliari  
Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura (DICAAR)  
*federicaleone@unica.it*

## Corrado Zoppi

Università degli Studi di Cagliari  
Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura (DICAAR)  
*zoppi@unica.it*

### Abstract

Nel 2021, la Commissione Europea ha approvato la Strategia per il suolo per il 2030, che definisce un quadro di misure atte a proteggere e ripristinare i suoli al fine di garantirne un uso sostenibile. Uno degli obiettivi a lungo termine, al 2050, riguarda il raggiungimento di un consumo netto di suolo pari a zero. I processi di consumo di suolo sono associati, nella corrente letteratura scientifica e tecnica, a diverse problematiche territoriali, quali la diminuzione della produttività delle aree agricole, la perdita di biodiversità, e, in generale, il declino dell'offerta di servizi ecosistemici di diverse tipologie. In particolare, la caratterizzazione del legame tra le tassonomie spaziali del pericolo da frana e dell'artificializzazione dei suoli costituisce un promettente campo di indagine empirica.

In questo quadro concettuale, questo studio analizza la relazione tra consumo di suolo e pericolo da frana, allo scopo di valutare se, e fino a che punto, i processi di artificializzazione siano associati a questo fenomeno. Si definisce e si utilizza, a questo scopo, un modello di regressione lineare multipla che mette in relazione la pericolosità da frana con un insieme di variabili esplicative rappresentative di diverse tipologie di copertura del suolo, classificate secondo la tassonomia LEAC (Land and Ecosystem Accounting), e dei substrati del suolo. La metodologia proposta è applicata al compendio territoriale individuato dal bacino "Coghinas-Mannu-Temo", uno dei sette sub-bacini idrografici identificati del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico della Regione Sardegna.

**Parole chiave:** land use, spatial planning, fragile territories

### 1 | Introduzione

Il consumo di suolo rappresenta il processo di artificializzazione di aree naturali e semi-naturali (European Environment Agency, 2019), e l'impermeabilizzazione, intesa come processo irreversibile identificato dal totale o parziale ricoprimento con materiali impermeabili quali, ad esempio, conglomerati bituminosi o cementizi, ne rappresenta una delle forme più rilevanti e problematiche. Per fronteggiare questo fenomeno, alla fine del 2021, la Commissione Europea ha approvato la Strategia per il suolo per il 2030<sup>1</sup>, che definisce un quadro di misure atte a proteggere e ripristinare i suoli al fine di garantirne un uso sostenibili. Uno degli obiettivi a lungo termine, al 2050, riguarda il raggiungimento di un consumo netto di suolo pari a zero.

Nei 28 Stati Membri dell'Unione Europea (UE), nel periodo 2012-2018, è stato registrato un consumo di suolo pari a 539 km<sup>2</sup> per anno, di cui il 78% ha riguardato aree agricole (European Environment Agency,

---

<sup>1</sup> La Strategia per il suolo per il 2030 è consultabile al seguente link: [https://environment.ec.europa.eu/publications/eu-soil-strategy-2030\\_en](https://environment.ec.europa.eu/publications/eu-soil-strategy-2030_en) (ultimo accesso: 09/05/2023).

2021). Le principali cause del consumo di suolo sono da imputare all'espansione delle aree industriali e commerciali ed all'ampliamento delle zone residenziali (European Environment Agency, 2021). In Italia, tra il 2020 ed il 2021, sono stati consumati circa 69,1 km<sup>2</sup> di suolo, che corrispondono a un valore medio di 19 ettari al giorno. Solamente una piccola frazione, pari a 5,8 km<sup>2</sup>, è stata compensata dal ripristino di aree naturali a seguito del recupero delle zone già interessate in maniera reversibile dal fenomeno del consumo di suolo (Munafò, 2022).

Con il termine frana si indica il movimento o la caduta di materiali terrosi e rocciosi lungo un pendio (Cruden & Varnes, 1996), quando l'intensità della forza di gravità supera la resistenza del pendio (Tanveer & Jeffrey, 2016).

Esiste una stretta correlazione tra i fenomeni franosi e le dinamiche riguardanti gli usi dei suoli (Meneses *et al.*, 2019) e, in particolar modo, i processi di antropizzazione (Hao *et al.*, 2022). Infatti, le attività umane che comportano un cambiamento dell'uso dei suoli possono alterare la struttura della vegetazione presente e modificare le caratteristiche dei suoli e dei processi idrogeologici (Tasser *et al.*, 2003; Vuillez *et al.*, 2018). I cambiamenti dell'uso dei suoli, esercitando potenziali impatti negativi sui processi idrologici e meccanici che coinvolgono i suoli, possono influenzare gli eventi franosi in termini di frequenza e configurazione spaziale (García-Ruiz, 2012; Glade, 2003).

Diversi autori hanno studiato le relazioni tra cambiamenti dell'uso dei suoli e frane (Hao *et al.*, 2022; Pisano *et al.*, 2017; Muñoz-Torrero Manchado *et al.*, 2022). Hao *et al.* (2022) hanno analizzato come l'evento franoso avvenuto nel 2018 a Kerale (India) sia stato influenzato dai cambiamenti dell'uso dei suoli attraverso una comparazione tra lo stato dell'uso dei suoli prima (2010) e dopo (2018) l'evento calamitoso. Pisano *et al.* (2017) hanno studiato l'influenza dei cambiamenti dell'uso dei suoli sulla vulnerabilità da frana nel passato e i loro possibili effetti futuri, conducendo un'analisi di predisposizione ad eventi franosi attraverso una valutazione multicriteri in relazione a tre mappe dell'uso dei suoli, riferite agli anni 1954, 1981 e 2007, e a tre scenari futuri (2030 e 2050), prendendo come riferimento il Bacino del Rivo. Muñoz-Torrero Manchado *et al.* (2022) hanno studiato l'influenza delle attività di deforestazione e delle produzioni agricole sviluppatesi in seguito a queste sulla suscettività a frana, utilizzando tecniche di *remote-sensing* e dati satellitari in Nepal.

In questo quadro concettuale, un profilo di ricerca particolarmente promettente, perché ancora non indagato in maniera sistematica in letteratura, si identifica con la relazione tra la tassonomia spaziale del pericolo da frana e la mappatura di diverse tipologie di copertura dei suoli; tra queste ultime, particolarmente importanti perché associabili al fenomeno del consumo di suolo sono le superfici artificiali. Questo studio analizza la relazione tra consumo di suolo e pericolo da frana, allo scopo di valutare se, e fino a che punto, i processi di artificializzazione siano associati a questo fenomeno. Si definisce e si utilizza, a questo scopo, un modello di regressione lineare multipla che mette in relazione la pericolosità da frana con un insieme di variabili esplicative rappresentative di diverse tipologie di copertura dei suoli, classificate secondo la tassonomia LEAC (*Land and Ecosystem Accounting*), e dei substrati del suolo. La metodologia proposta è applicata al compendio territoriale individuato dal sub-bacino "Coghinas-Mannu-Temo", uno dei sette sub-bacini idrografici identificati dal Piano stralcio per l'assetto idrogeologico della Regione Sardegna.

Il contributo è strutturato in quattro sezioni. La prima identifica la cornice teorica di riferimento, nonché le problematiche che si intendono affrontare. La seconda descrive l'area di studio e l'approccio metodologico utilizzato, i cui risultati sono presentati nella terza sezione. La sezione conclusiva propone alcune raccomandazioni in termini di strategie e politiche per ridurre i processi di artificializzazione dei suoli.

## 2 | Area di studio, materiali e metodi

Il D.Lgs. 152/2006 ha diviso il territorio nazionale in sette distretti idrografici, a ciascuno dei quali è associata un'Autorità di Bacino distrettuale<sup>2</sup>. Il territorio regionale della Sardegna, esteso circa 24.000 km<sup>2</sup>, coincide con uno dei sette distretti. Il Distretto della Sardegna è stato, a sua volta, suddiviso in sette sub-bacini (Regione Autonoma della Sardegna, 2004), uno dei quali, il sub-bacino "Coghinas-Mannu-Temo" (CoMaT), è il riferimento territoriale per lo studio che qui si presenta (Figura 1). Le ragioni che hanno portato a questa scelta sono principalmente legate alla disponibilità dei dati. La copertura dei suoli, classificata secondo la tassonomia CORINE Land Cover (CLC) riferita al 2018, è resa disponibile dal Servizio monitoraggio del suolo del Programma per il monitoraggio globale per l'ambiente e la sicurezza *Copernicus*<sup>3</sup> dell'UE. La tassonomia territoriale del pericolo da frana, individuata in uno studio validato nel 2014 (Autorità di Bacino

<sup>2</sup> I siti relativi ai sette distretti idrografici sono disponibili al seguente link: <https://www.mase.gov.it/direttive/autorita-di-bacino> (ultimo accesso: 09/05/2023).

<sup>3</sup> I dati sono scaricabili al seguente indirizzo <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover> (ultimo accesso: 09/05/2023).

Regionale della Sardegna, 2014) e riguardante l'intero territorio del sub-bacino CoMaT, è disponibile sul Geoportale della Regione Sardegna. Il CoMaT, situato nella parte nord-occidentale della Sardegna, si estende per 5.575,5 km<sup>2</sup> e comprende una quarantina di corsi d'acqua, tra i quali i più importanti sono il Fiume Coghinas, il Fiume Temo ed il Fiume Mannu (Figura 1). L'area del CoMaT è caratterizzata da una diffusa instabilità geologica, come si evince dall'Inventario dei fenomeni franosi in Italia<sup>4</sup>, che, nell'area, ha censito 398 eventi franosi sino al 2007.

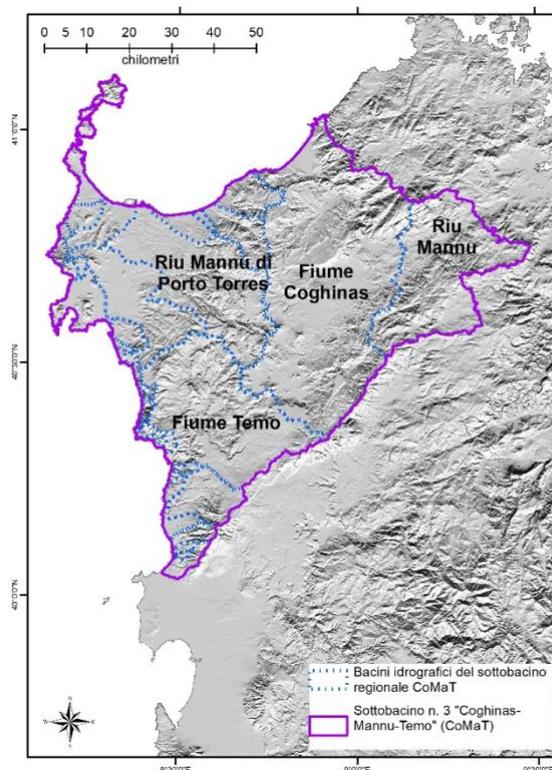


Figura 1 | Il sub-bacino “Coghinas-Mannu-Temo” con i suoi bacini idrografici elementari.  
Fonte: elaborazione degli autori.

La relazione tra la pericolosità da frana ed il consumo di suolo è analizzata attraverso un modello di regressione lineare che utilizza le macroclassi della copertura del suolo della tassonomia LEAC come variabili indipendenti. La variabile esplicativa che rappresenta il consumo di suolo è la macroclasse LEAC riferita alle superfici artificiali. Le variabili sono popolate attraverso una griglia, sovrapposta all'area di studio, avente celle quadrate di 300 metri, i cui valori sono calcolati come percentuale dell'area occupata da ciascuna macroclasse LEAC all'interno della singola cella. Il modello di regressione assume la seguente forma:

$$PF = \beta_0 + \beta_1 C\_Suolo + \beta_2 SeCP + \beta_3 PAGR + \beta_4 FoAB + \beta_5 PrGVS + \beta_6 DQ + \beta_7 RSV + \beta_8 AL + \beta_9 PFLagged \quad (1)$$

dove le sigle individuano le seguenti variabili:

- PF, pericolosità da frana (in termini di estensione dell'area interessata da pericolo nella cella);
- C\_Suolo, superfici artificializzate e, quindi, consumo di suolo;
- SeCP, seminativi e colture permanenti;
- PAGR, pascoli e attività agricole a mosaico;
- FoAB, foreste, aree boschive e arbustive di transizione;
- PrGVS, praterie naturali, garighe e vegetazione sclerofilla;

<sup>4</sup> È possibile consultare l'inventario al seguente link: [https://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/rapporti/rapporto-frane-2007/Capitolo\\_25\\_Sardegna.pdf](https://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/rapporti/rapporto-frane-2007/Capitolo_25_Sardegna.pdf) (ultimo accesso: 09/05/2023).

- DQ, depositi quaternari;
- RSV, rocce sedimentarie di origine vulcanica;
- AL, altitudine media di ciascun elemento della griglia;
- PFLagged, variabile utilizzata per controllare l'effetto dell'autocorrelazione spaziale.

Le stime dei coefficienti della regressione lineare multipla mostrano le correlazioni tra la pericolosità da frana e le coperture dei suoli, identificate dalla tassonomia LEAC, e, in particolare modo, l'interdipendenza tra pericolosità da frana e consumo di suolo.

L'utilizzo di un modello di regressione lineare multipla è motivato dal fatto che non sussistono ipotesi a priori circa l'effetto marginale della pericolosità da frana da parte delle variabili esplicative, che rappresentano le macroclassi della tassonomia LEAC, e la tipologia del substrato del suolo (Cheshire & Sheppard, 1995; Sklenicka *et al.*, 2013; Stewart & Libby, 1998; Zoppi *et al.*, 2015). L'iperpiano, a dieci dimensioni, tangente in un punto alla superficie incognita che rappresenta la relazione tra la variabile dipendente e le variabili esplicative, espresso dall'equazione (1), è considerato, localmente, un'approssimazione soddisfacente della superficie incognita (Byron & Bera, 1983; Wolman & Couper, 2003).

DQ e RSV sono variabili di controllo relative all'impatto del substrato del suolo, che nel CoMaT è rappresentato da rocce coesive e compatte, quali successioni sedimentarie e vulcaniche (RSV), e da depositi di età quaternaria (DQ). AL è la variabile di controllo relativa all'impatto dell'elevazione del terreno sul pericolo da frana. Stime positive e significative dei coefficienti di queste tre variabili implicano un impatto del substrato del suolo e dell'elevazione sulla pericolosità da frana. La grandezza dei coefficienti caratterizza l'entità degli impatti, in termini di aumento o diminuzione del pericolo da frana. Il segno atteso del coefficiente di AL è negativo, in quanto il pericolo frana è, generalmente, maggiore in aree collinari piuttosto che nelle zone montuose, mentre i segni attesi di DQ e RSV sono, rispettivamente, positivo e negativo, in quanto il pericolo da frana aumenta, generalmente, all'aumentare dell'incoerenza e della scioltezza del substrato. Infine, è stato condotto un test d'ipotesi del *p-value* dei coefficienti stimati nella regressione per valutarne la significatività. La Tabella I riporta le basi di dati utilizzate per misurare la variabile dipendente e le variabili esplicative e le relative fonti.

Tabella I | Dataset utilizzati con relative fonti e link ai quali reperire i dati.

Dataset	Fonti	Link
Pericolo frana	Geoportale della Regione Sardegna	<a href="https://webgis2.regione.sardegna.it/geonetwork/srv/ita/catalog.search#/metadata/R_SARDEG:eb38d6c0-b51f-4df1-acdc-f7a752e7664c">https://webgis2.regione.sardegna.it/geonetwork/srv/ita/catalog.search#/metadata/R_SARDEG:eb38d6c0-b51f-4df1-acdc-f7a752e7664c</a> (ultimo accesso: 09/05/2023)
Copertura del suolo secondo la tassonomia LEAC	Copernicus—Europe's Eyes on Earth program	<a href="https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018">https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018</a> (ultimo accesso: 09/05/2023)
Elevazione del terreno	Geoportale della Regione Sardegna	<a href="https://www.sardegna-geoportale.it/areetematiche/modellidigitale/elevazione/">https://www.sardegna-geoportale.it/areetematiche/modellidigitale/elevazione/</a> (ultimo accesso: 09/05/2023)
Caratteristiche geologiche	Geoportale della Regione Sardegna	<a href="https://www.sardegna-geoportale.it/index.php?xsl=2420&amp;s=40&amp;v=9&amp;c=14479&amp;es=6603&amp;na=1&amp;n=100&amp;esp=1&amp;tb=14401">https://www.sardegna-geoportale.it/index.php?xsl=2420&amp;s=40&amp;v=9&amp;c=14479&amp;es=6603&amp;na=1&amp;n=100&amp;esp=1&amp;tb=14401</a> (ultimo accesso: 09/05/2023)

### 3 | Risultati

Il livello di PF è valutato, nel PAI, come assente nella gran parte del sub-bacino (per l'80,29% dell'area del CoMaT); circa un quinto del sub-bacino è soggetto a frane, in maggioranza di gravità media (10,40%) o elevata (6,67%), mentre una quota molto piccola del CoMaT è caratterizzata da pericolosità da frana moderata (1,92%), e una quota trascurabile è caratterizzata da livelli di pericolosità molto elevati (0,71%). In riferimento alla griglia di dimensione di 300 metri utilizzata in questo studio, PF è maggiore di zero in 30.775 delle 62.231 celle; ciò implica che, in quasi la metà delle celle, la pericolosità da frana, di qualsiasi entità, interessa una quota rilevante della cella. La distribuzione spaziale della pericolosità da frana è riportata in Figura 2.

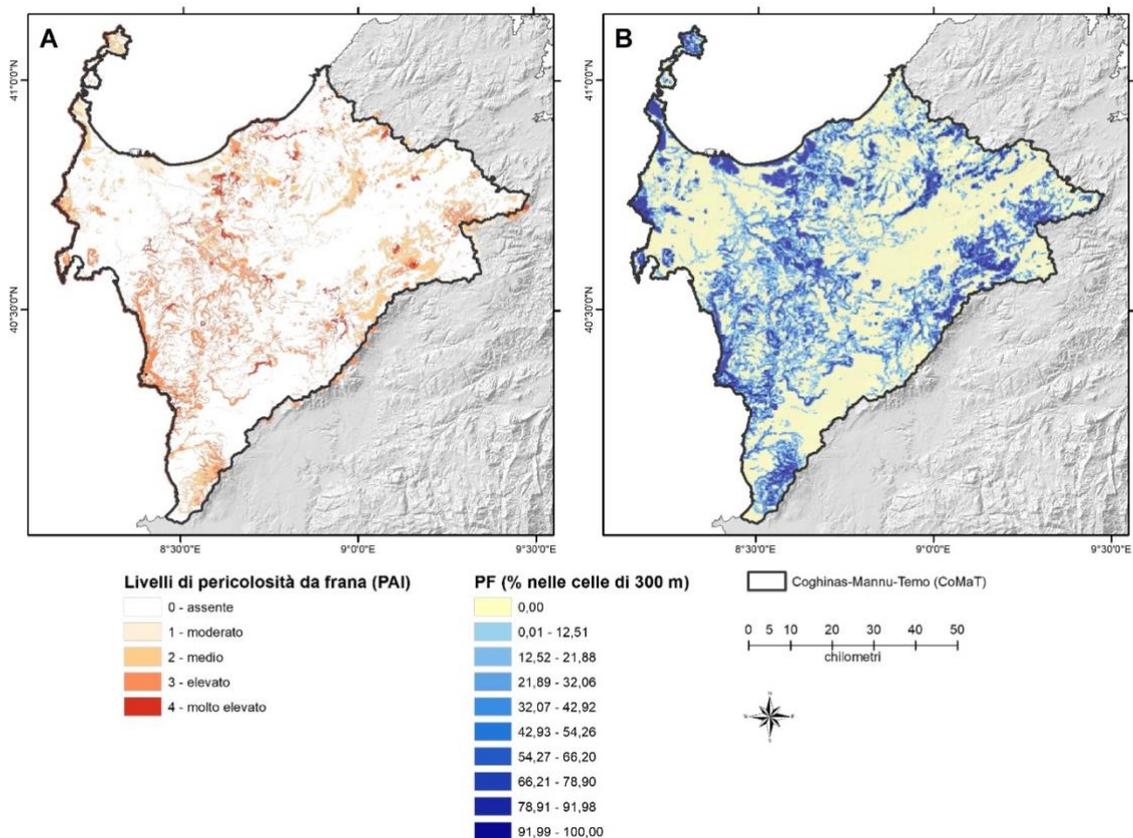


Figura 2 | Livelli di pericolosità da frana (riquadro A) e distribuzione spaziale della variabile PF (riquadro B).

Con riferimento alla tassonomia LEAC, dall'analisi del contesto territoriale si evince che, nel CoMaT, prevalgono tre classi che, complessivamente, costituiscono l'81,96% dell'area di studio: SeCP (32,09%), PAGR (26,68%), PrGVS (23,19%). Seguono le FoAB (14,98%) ed i terreni artificiali (2,37%), mentre una quota trascurabile (0,69%) è relativa alle acque.

Per quanto riguarda la distribuzione spaziale delle classi LEAC nelle celle della griglia, le celle con valori non nulli di C\_Suolo hanno dimensioni limitate e spazialmente disarticolate. Le celle caratterizzate da porzioni di SeCP sono presenti, soprattutto, lungo le principali pianure e, ad eccezione dell'isola dell'Asinara a nord e delle zone montuose che delineano i confini dei bacini idrografici, sono diffuse in tutto il sub-bacino.

In tale contesto, i gruppi di celle nei quali sono presenti le FoAB sono ben visibili nella mappa, mentre l'isola dell'Asinara rappresenta un *hotspot* naturalistico caratterizzato da PrGVS, anch'esse presenti lungo la costa occidentale e sparse in tutto il CoMaT. Le celle caratterizzate da PAGR sono diffuse in tutto il sub-bacino, con densità maggiore lungo la catena del Marghine, fino al confine meridionale. La distribuzione spaziale delle variabili esplicative è riportata in Figura 3.

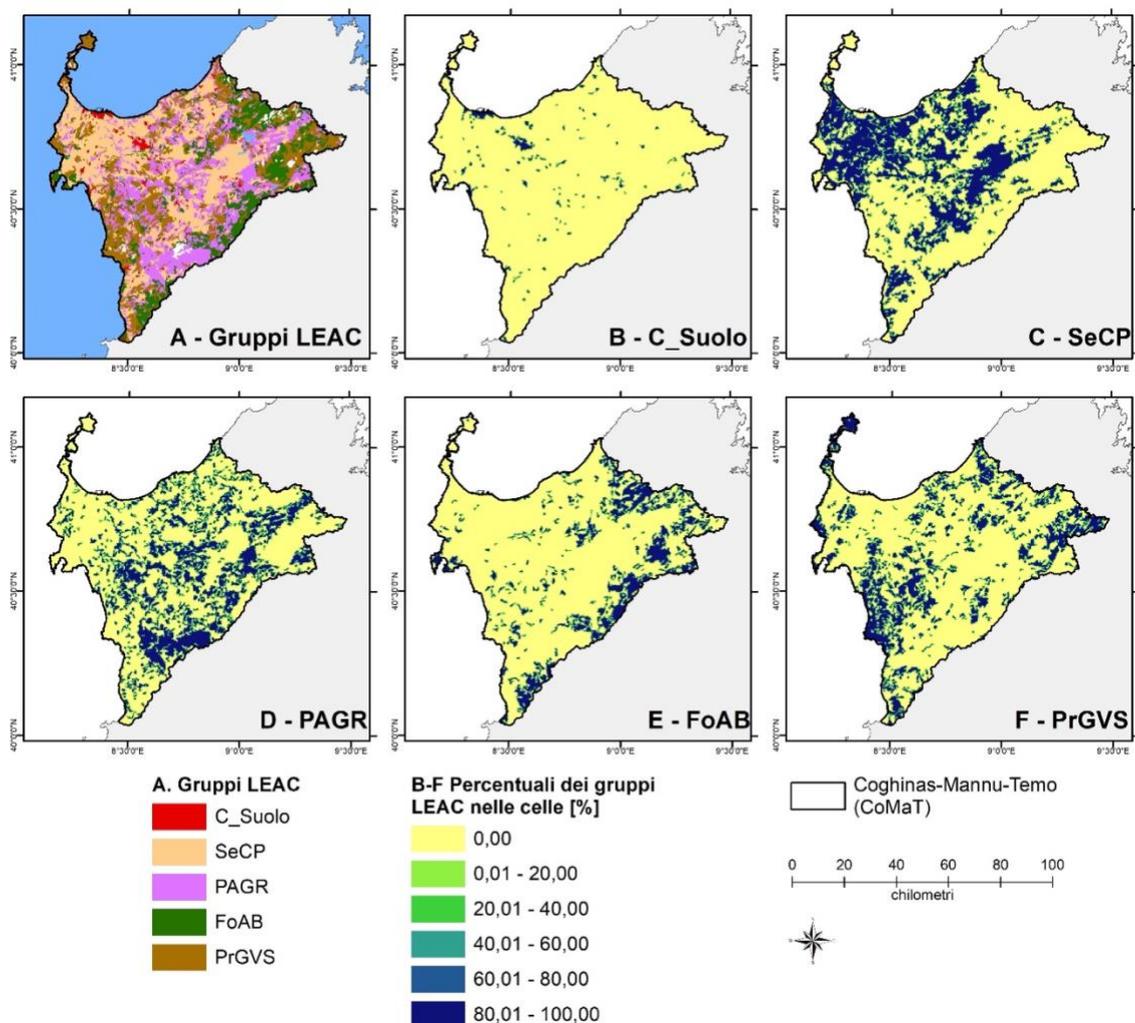


Figura 3 | Distribuzione spaziale dei gruppi LEAC (riquadro A) e delle variabili esplicative (riquadri da B-F).

Con riferimento ai risultati dell'applicazione del modello di regressione (1), la correlazione tra le variabili esplicative è stata valutata, preliminarmente, attraverso il coefficiente di correlazione di Pearson. La correlazione più forte è tra PAGR e PrGVS ( $-0,4033$ ,  $p < 0,01$ ), mentre  $|r| < 0,4$  per le rimanenti coppie di variabili. La mancanza di forti correlazioni tra le variabili esplicative evidenzia l'assenza di problematiche di multicollinearità nel modello (1). Le stime dei coefficienti di DQ e di RSV risultano significative e presentano i segni attesi, per cui i valori comparativamente più alti di PF sono associati ai substrati incoerenti caratterizzanti i depositi quaternari, mentre valori inferiori di PF sono correlati a substrati solidi e resistenti che presentano caratteristiche proprie delle rocce sedimentarie vulcaniche.

Inoltre, quote inferiori sono associate ad un maggiore pericolo da frana: infatti, ad una diminuzione di altitudine di 100 metri corrisponde un aumento dell'1,8% della pericolosità da frana. Questo esito potrebbe risultare contraddittorio in quanto, in generale, è intuitivo che la pericolosità da frana cresca all'aumentare dell'elevazione del terreno. La ragione di questo risultato è da riconoscere nella peculiare distribuzione spaziale della pericolosità da frana nell'area di studio, nella quale le aree caratterizzate da pericolo da frana si concentrano nelle quote basse e medie.

La stima del coefficiente della variabile PFLagged mostra un segno positivo e significativo in termini di *p-value*, che determina un controllo efficace dell'autocorrelazione spaziale della variabile dipendente. Questo permette di affermare come le stime relative ai coefficienti delle variabili di controllo DQ, RSV ed AL siano statisticamente significative e coerenti con le aspettative relative ai segni attesi.

I coefficienti stimati delle cinque variabili esplicative sono significativi all'1% e comportano i risultati che seguono. I terreni agricoli, siano essi caratterizzati da produzione estensiva o intensiva, sono associati negativamente al pericolo da frana con effetti relativamente bassi: in media, un aumento del 10% dei pascoli e dei terreni agricoli a mosaico o dei seminativi corrisponde ad una diminuzione dello 0,7% o dell'1% della

pericolosità da frana. Correlazioni positive si riscontrano in relazione alle stime di FoAB e di PRGVS: un aumento del 10% di FoAB e di PrGVS è associato, rispettivamente, ad incrementi dell'1,4% e dello 0,9% di PF. Alti valori di FoAB e PrGVS sono associati a valori elevati di PF, il che implica come queste coperture dei suoli identifichino *buffer zone* in riferimento ad aree caratterizzate da rilevanti valori di PF. I contesti spaziali caratterizzati da queste coperture dei suoli sono, solitamente, privi di insediamenti umani, il che pone in evidenza un'organizzazione spaziale virtuosa volta a proteggere le aree urbanizzate dagli impatti negativi generati dalle frane e, allo stesso tempo, a preservare le foreste naturali e le praterie dagli eventuali processi di consumo di suolo.

In considerazione di questi elementi, la produzione agricola non è associata ad aumenti di PF. Le foreste sono la componente LEAC che rivela la correlazione positiva più rilevante con il pericolo da frana, mentre le praterie naturali, la vegetazione sclerofilla e le brughiere risultano essere meno rilevanti.

Infine, il modello di regressione identifica una correlazione positiva tra pericolo da frana e consumo di suolo (PF e C\_Suolo), il che implica che, ad esempio, ad un aumento del 10% di C\_Suolo è associato un incremento di PF pari a 0,8%. In altre parole, maggiore è la dimensione del consumo di suolo, maggiore è la dimensione delle aree caratterizzate da rilevante pericolosità da frana. Questo risultato pone in evidenza come la struttura spaziale dell'area di studio sia caratterizzata da aree artificiali sovrapposte ad aree caratterizzate da pericolo da frana, che, al contrario, avrebbero dovuto essere tenute libere, quanto più possibile, da processi di urbanizzazione. La Tabella II riporta i risultati delle stime della regressione (1).

Tabella II | Risultati della regressione.

Variabile esplicativa	Coefficiente	t-statistic	p-value
SeCP	-0,10613	-11,28802	0,00000
PAGR	-0,07235	-7,81156	0,00000
FoAB	0,14146	14,72390	0,00000
PrGVS	0,09436	10,44108	0,00000
C_Suolo	0,08803	5,85287	0,00000
DQ	0,01569	1,68502	0,09201
RSV	-0,07308	-15,41213	0,00000
AL	-0,00978	-10,60318	0,00000
PFLagged	0,96762	23,96984	0,00000
Coefficiente di determinazione ( $R^2$ ) corretto: 0,83247			

#### 4 | Discussione e conclusioni

La mappatura della pericolosità da frana nell'area di studio risulta coerente con i risultati di tassonomie relative a contesti spaziali analoghi, descritte e discusse nella letteratura corrente. Come descritto nella seconda sezione, il sub-bacino CoMaT presenta un'orografia del terreno di tipo collinare (la Catena del Marghine-Goceano ed il Monte Limbara), con una limitata pianura costiera (la Nurra). Solo un quinto dell'area di studio è caratterizzato da una pericolosità da frana più o meno rilevante che, tuttavia, ha generato un dissesto geologico importante, dimostrato dal verificarsi di quasi 400 eventi. Contesti territoriali collinari interposti ad aree pianeggianti sono spesso associati a zone caratterizzate da una rilevante pericolosità da frana e da un diffuso dissesto geologico, come dimostrato nello studio regionale dei fenomeni franosi in Calabria (Venari *et al.*, 2014). Analoghi risultati si riscontrano in recenti studi riguardanti la regione di

Freetown nella Sierra Leone (Lahai *et al.*, 2021), e la regione di Whitsunday, situata nel North Queensland in Australia (Bradbury, 2019).

In riferimento ai risultati del modello di regressione, le correlazioni negative sono associate ai terreni agricoli, indipendentemente dal fatto che siano caratterizzati da colture intensive o estensive. Questo è coerente con i risultati ottenuti in diversi studi, come, ad esempio, il caso del sub-distretto indonesiano di Cidadap situato nell'Isola di Giava, relativamente al quale Succi *et al.* (2021) sottolineano l'importanza delle pratiche agricole e della rotazione delle colture per il miglioramento delle condizioni di conservazione del suolo e, quindi, per la mitigazione del pericolo frana. Lo studio risulta, inoltre, coerente con le analisi svolte da Santangelo *et al.* (2021) per l'elaborazione di una mappatura delle aree rurali nell'Italia Centrale esposte al pericolo da frana. La mappatura risulta coerente con i risultati della regressione relativi alle stime dei coefficienti di FoAB e PrGVS. Le politiche del territorio messe in atto nelle aree del sub-bacino CoMaT e dell'Italia Centrale rappresentano esempi virtuosi in quanto si è limitata l'urbanizzazione nelle zone caratterizzate da un'alta pericolosità da frana.

I risultati relativi al coefficiente di DQ sono coerenti con gli studi di Sasaki e Sugai (2015), e di Akumu *et al.* (2018), nei quali si pone in evidenza come il pericolo da frana sia significativo nelle zone umide interne, analogamente a quanto si riscontra per il sub-bacino CoMaT, e come questo pericolo sia, invece, di rilievo inferiore nelle zone umide costiere.

Relativamente alle aree del CoMaT interessate da foreste, da boschi e da arbusti, si riscontra come, essendo in gran parte poco urbanizzate, sia necessario attuare politiche di pianificazione e di gestione sostenibili finalizzate a potenziare la tutela ambientale e la mitigazione degli impatti associati della pericolosità da frana. Si tratta di una questione ampiamente discussa nell'attuale dibattito scientifico e tecnico: si vedano, ad esempio, gli studi di Segoni & Caleca (2021), Fiorini *et al.* (2019), Shu (2019) e Garcia *et al.* (2016).

Il risultato più significativo di questo studio riguarda la correlazione positiva tra consumo di suolo e pericolo da frana. In questo senso, si identificano tre ordini di implicazioni di politica spaziale concernenti la limitazione degli effetti derivanti dal consumo di suolo ed il sostegno ai processi decisionali e di gestione del territorio. In termini di politiche finalizzate al riuso dei suoli, con riferimento alla Strategia europea del suolo per il 2030, gli Stati membri, al fine di raggiungere l'obiettivo dell'UE per il 2050, potrebbero minimizzare il consumo di suolo promuovendo il riuso sostenibile dei suoli e la riduzione dei livelli di inquinamento degli stessi, ripristinando quelli attualmente degradati. In particolare, le politiche finalizzate al riuso dei suoli potrebbero trovare sostegno attraverso finanziamenti e dispositivi normativi adeguati (Dull & Wernstedt, 2010). Il trasferimento di diritti edificatori potrebbe essere uno strumento efficace per indirizzare lo sviluppo in aree già occupate e servite da infrastrutture, impianti e servizi. Dispositivi normativi quali, ad esempio, i regolamenti edilizi e le norme di attuazione dei piani, potrebbero essere maggiormente flessibili e orientati al miglioramento delle prestazioni dei suoli (Voghera & Giudice, 2020), anche attraverso lo strumento dello *zoning*, orientato a definire usi misti del suolo che promuovano, attraverso la coesistenza di diverse funzioni, la minimizzazione o l'eliminazione di processi di ulteriore artificializzazione dei suoli.

Le politiche di densificazione del suolo comportano la previsione del completamento dell'urbanizzazione all'interno degli insediamenti esistenti al fine di sfruttare le infrastrutture già realizzate e di non mettere in atto ulteriori espansioni urbane. A questo fine, le amministrazioni nazionali e regionali potrebbero promuovere strategie di riciclo dei suoli orientate ad uno sviluppo urbano basato sulla città compatta.

Il terzo gruppo di implicazioni riguarda la valutazione ambientale strategica (VAS), uno strumento obbligatorio all'interno dei Paesi dell'UE, che garantisce che le considerazioni ambientali e gli obiettivi orientati alla sostenibilità siano integrati nel processo pianificatorio al fine di valutare gli impatti di piani e programmi sull'ambiente (Floris & Zoppi, 2020). In tal senso, la VAS, confrontando usi alternativi del suolo, individuando le aree più idonee a determinati usi e valutando gli impatti cumulativi, diretti e indiretti, delle trasformazioni dei suoli, potrebbe aprire la strada all'integrazione, all'interno dei piani territoriali, delle misure volte a prevenire o ridurre al minimo il consumo di suolo.

In conclusione, è da notare come la metodologia applicata in questo studio sia esportabile in altri contesti europei, in quanto è disponibile l'inventario CLC per 39 Paesi<sup>5</sup>, tra cui i 27 Stati membri dell'UE, a condizione che sia disponibile il set di dati spaziali relativo alla pericolosità da frana. Inoltre, si evidenzia come il metodo si caratterizzi per un grado di flessibilità significativo, in quanto permette l'eventuale inclusione di ulteriori variabili spaziali, legate ai diversi contesti normativi nazionali.

---

<sup>5</sup> I dati sono scaricabili al link: <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover> (ultimo accesso 09/05/2023).

I futuri sviluppi della ricerca sono correlati a diversi ambiti, quali, a titolo di esempio, l'analisi delle dinamiche del processo evolutivo degli usi del suolo in relazione a differenti forme di urbanizzazione e alle conseguenze che tali modifiche possono comportare.

### Attribuzioni

Il contributo è frutto della ricerca comune degli autori. La redazione della sezione 1 è di Federica Leone. La redazione della sezione 2 è di Sabrina Lai. La redazione della sezione 3 è di Corrado Zoppi. La redazione della sezione 4 è di Federica Isola.

### Riferimenti bibliografici

- Akumu C.E., Henry J., Gala T., Dennis S., Reddy C., Teggene F., Haile S., Archer R.S. (2018), "Inland wetlands mapping and vulnerability assessment using an integrated geographic information system and remote sensing techniques", in *Global Journal of Environmental Science and Management*, no. 4, vol. 4, pp. 387-400.
- Autorità di Bacino Regionale della Sardegna (2014) Studio di dettaglio e approfondimento del quadro conoscitivo della pericolosità e del rischio da frana nel sub bacino n. 3 Coghinas–Mannu–Temo. Disponibile online: <https://www.regione.sardegna.it/index.php?xsl=509&s=1&v=9&c=12097&tb=8374&st=13> (ultimo accesso 17/01/2023).
- Bradbury T. (2019), *Whitsunday Landslide Study—Landslide Susceptibility Investigation and Mapping; Cardno; Paget, Australia*. Disponibile online: <https://www.whitsundayrc.qld.gov.au/downloads/file/367/08-whitsunday-landslide-study-2019> (ultimo accesso: 09/05/2023).
- Byron R.P., Bera A.K. (1983), "Linearized estimation of nonlinear single equation functions", in *International Economic Review*, no. 24, pp. 237-248.
- Cheshire P., Sheppard S. (1995), "On the price of land and the value of amenities", in *Economica, New Series*, no. 62, pp. 247-267.
- Cruden D.M., Varnes D.J. (1996), "Landslide Types and Processes", in Turner A.K., Schuster R.L. (eds.), *Landslides: Investigation and Mitigation. Transportation Research Board Special Report 247*, National Academy Press, Washington, DC, USA, pp. 36-75.
- Dull M., Wernstedt K. (2010), "Land recycling, community revitalization, and distributive politics: An analysis of EPA brownfields program support", in *Policy Studies Journal*, no. 38, pp. 119-141.
- European Environment Agency (2019), *The European Environment—State and Outlook 2020. Knowledge for Transition to a Sustainable Europe*, Publications Office of the European Union, Lussemburgo. ISBN 978-92-9480-090-9. Disponibile online: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b312a176-1b69-11ea-8c1f-01aa75ed71a1/language-en> (ultimo accesso: 04/05/2023).
- European Environment Agency (2021), *Land Take and Land Degradation in Functional Urban Areas, EEA Report n. 17/2021*; Publications Office of the European Union, Lussemburgo. ISBN 978-92-9480-465-5. Disponibile online: <https://www.eea.europa.eu/publications/land-take-and-land-degradation> (ultimo accesso: 09/05/2023).
- Fiorini L., Zullo F., Marucci A., Romano B. (2019), "Land take and landscape loss: Effect of uncontrolled urbanization in Southern Italy", in *Journal of Urban Management*, no. 8, pp. 42-56.
- Floris M., Zoppi C. (2020), "Ecosystem services and spatial planning: A study on the relationship between carbon sequestration and land-taking processes", in *Archivio di Studi Urbani e Regionali*, no. 127.
- Garcia R.A.C., Oliveira S.C., Zêzere J.L. (2016), "Assessing population exposure FoAB landslide risk analysis using dasymetric cartography", in *Natural Hazards and Earth System Sciences*, no. 16, pp. 2769-2782.
- García-Ruiz J.M. (2010) "The effects of land uses on soil erosion in Spain: A review", in *Catena*, no. 81, pp. 1-11.
- Glade T. (2003), "Landslide occurrence as a response to land use change: A review of evidence from New Zealand", in *Catena*, no. 51, pp. 297-314.
- Hao L., van Westen C., Rajaneesh A., Sajinkumar K.S., Martha T.R., Jaiswal P. (2022), "Evaluating the relation between land use changes and the 2018 landslide disaster in Kerala, India" in *Catena*, no. 216, 106363.
- Lahai Y.A., Anderson K.F.E., Jalloh Y., Rogers, I., Kamara M. (2021), "A comparative geological, tectonic and geomorphological assessment of the Charlotte, Regent and Madina landslides, Western area, Sierra Leone", in *Geoenvironmental Disasters*, no. 8, 16.

- Meneses B.M., Pereira S., Reis, E. (2019), “Effects of different land use and land cover data on the landslide susceptibility zonation of road networks” in *Natural Hazards and Earth System Sciences*, no. 19, pp. 471-487.
- Munafò M. (a cura di, 2022), *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2022. Report SNPA 32/22*. ISBN 978-88-448-1124-2. Disponibile online: [https://www.snpambiente.it/wp-content/uploads/2022/07/Rapporto\\_consumo\\_di\\_suolo\\_2022.pdf](https://www.snpambiente.it/wp-content/uploads/2022/07/Rapporto_consumo_di_suolo_2022.pdf) (ultimo accesso: 04/05/2023).
- Muñoz-Torrero Manchado A., Ballesteros-Cánovas J.A., Allen S., Stoffel M. (2022), “Deforestation controls landslide susceptibility in Far-Western Nepal”, in *Catena*, no. 219, 106627 (totale pagine 11).
- Pisano L., Zumpano V., Malek Ž., Rossokopf C.M., Parise M. (2017), “Variations in the susceptibility to landslides, as a consequence of land cover changes: A look to the past, and another towards the future”, in *Science of The Total Environment*, no. 601-602, pp. 1147-1159.
- Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato Lavori Pubblici. (2004), *Piano stralcio per l’assetto idrogeologico. Relazione generale*. Disponibile online: [https://www.regione.sardegna.it/documenti/1\\_26\\_20060913170906.pdf](https://www.regione.sardegna.it/documenti/1_26_20060913170906.pdf) (ultimo accesso: 09/05/2023).
- Sasaki N., Sugai T. (2015), “Distribution and development processes of wetlands on landslides in the Hachimantai volcanic group, NE Japan”, in *Geographical review of Japan series B*, no. 87, pp. 103-114.
- Santangelo M., Marchesini I., Bucci F., Cardinali M., Cavalli M., Crema S., Marchi L., Alvioli M., Guzzetti F. (2021), “Exposure to landslides in rural areas in Central Italy”, in *Journal of Maps*, no. 17, pp. 124-132.
- Segoni S., Caleca F. (2021), “Definition of environmental indicators FoAB a fast estimation of landslide risk at national scale”, in *Land*, no. 10, vol. 6, 621 (totale pagine 14).
- Shu H., Hürlimann M., Molowny-Horas R., González M., Pinyol J., Abancó C., Ma J. (2019), “Relation between land cover and landslide susceptibility in Val d’Aran, Pyrenees (Spain): Historical aspects, present situation and forward prediction”, in *Science of The Total Environment*, no. 693, 133557 (totale pagine 14).
- Sklenicka P., Molnarova K., Pixova K.C., Salek M.E. (2013), “Factors affecting farmlands in the Czech Republic”, in *Land Use Policy*, no. 30, pp. 130-136.
- Stewart P.A., Libby L.W. (1998), “Determinants of farmland value: The case of DeKalb County, Illinois”, in *Review of Agricultural Economics*, no. 20, pp. 80-95.
- Suchi M.I., Supriatna S., Rustanto A. (2021), “Vegetative conservation of landslide prone areas in the Cidadap Watershed Area, Sukabumi Regency”, in *IOP Conference Series; Earth and Environmental Science*, no. 846, 012024 (totale pagine 10).
- Tanveer I., Jeffrey R. (2016), *Hazard Mitigation in Emergency Management*, Butterworth-Heinemann, Oxford, UK.
- Tasser E., Mader M., Tappeiner U. (2003), “Effects of land use in alpine grasslands on the probability of landslides”, in *Basic and Applied Ecology*, no. 4, pp. 271-280.
- Vennari C., Gariano S.L., Antronico L., Brunetti M.T., Iovine G., Peruccacci S., Terranova O., Guzzetti F. (2014), “Rainfall thresholds FoAB shallow landslides occurrence in Calabria, Southern Italy”, in *Natural Hazards and Earth System Sciences*, no. 14, pp. 317-330.
- Voghera A., Giudice B. (2020), “Defining a social-ecological performance to prioritize compensatory actions for environmental regeneration. The experimentation of the environmental compensation plan”, in *Sustainable Cities and Society*, no. 61, 102357. (totale pagine 15).
- Vuillez C., Tonini M., Sudmeier-Rieux K., Devkota S., Derron M.H., Jaboyedoff M. (2018), “Land use changes, landslides and roads in the Phewa Watershed, Western Nepal from 1979 to 2016”, in *Applied Geography*, no. 94, pp. 30-40. Doi:
- Wolman A.L., Couper E.A. (2003), “Potential consequences of linear approximation in economics”, in *Economic Quarterly*, no. 89, pp. 51-67.
- Zoppi C., Argiolas M., Lai S. (2015), “Factors influencing the value of houses: Estimates for the city of Cagliari, Italy”, in *Land Use Policy*, no. 42, pp. 367-380.

## Riconoscimenti

Questo studio è condotto nell’ambito del Partenariato Esteso RETURN, finanziato dall’Unione Europea – NextGenerationEU (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza – PNRR, Missione 4 Componente 2, Investimento 1.3 - D.D. 1243 2/8/2022, PE0000005).



# **1. Innovazione, tecnologie e modelli di configurazione spaziale**

A CURA DI MARCO RANZATO E CHIARA GARAU

# **2. Metodi e strumenti innovativi nei processi di governo del territorio**

A CURA DI MICHELE ZAZZI E MICHELE CAMPAGNA

# **3. Patrimonio materiale e immateriale, strategie per la conservazione e strumenti per la comunicazione**

A CURA DI MARIA VALERIA MININNI E CORRADO ZOPPI

# **4. Patrimonio ambientale e transizione ecologica nei progetti di territorio**

A CURA DI GRAZIA BRUNETTA, ALESSANDRA CASU, ELISA CONTICELLI E SABRINA LAI

# **5. Paesaggio e patrimonio culturale tra conservazione e valorizzazione**

A CURA DI ANNA MARIA COLAVITTI E FILIPPO SCHILLECI

# **6. Governance urbana e territoriale, coesione e cooperazione**

A CURA DI GIUSEPPE DE LUCA E GIANCARLO COTELLA

# **7. Partecipazione, inclusione e gestione dei conflitti nei processi di governo del territorio**

A CURA DI CARLA TEDESCO E ELENA MARCHIGIANI

# **8. Servizi, dotazioni territoriali, welfare e cambiamenti sociodemografici**

A CURA DI MASSIMO BRICOCOLI E MICHÈLE PEZZAGNO

# **9. Strumenti per il governo del valore dei suoli, per un progetto equo e non-estrattivo**

A CURA DI ENRICO FORMATO E FEDERICA VINGELLI

# **10. I processi di pianificazione urbanistica e territoriale nella gestione delle crisi energetiche e alimentari**

A CURA DI ROBERTO GERUNDO E GINEVRA BALLETTTO

# **11. Il progetto territoriale nelle aree fragili, di confine e di margine**

A CURA DI MAURIZIO TIRA E DANIELA POLI

Planum Publisher e Società Italiana degli Urbanisti  
ISBN 978-88-99237-58-5  
Volume pubblicato digitalmente nel mese di maggio 2024  
Pubblicazione disponibile su [www.planum.net](http://www.planum.net) |  
Planum Publisher | Roma-Milano

