



MEV-CSU

MEtodologie avanzate per la Valutazione del Consumo di SUolo connesso ai processi di sviluppo del sistema insediativo, relazionale e naturalistico ambientale della Regione Basilicata.

WP9 – Linee di indirizzo per una riduzione del fenomeno del consumo di suolo in Basilicata 05/08/2021

OBIETTIVI: Definizioni di orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo. Definizione di linee guida che tengano conto della qualità dei suoli e che, al fine di preservare le funzionalità esistenti e ridurre la frammentazione insediativa, indirizzano le nuove politiche di sviluppo (insediativo, relazionale, produttivo e naturalistico) verso un principio di sostenibilità ad impatto contenuto.

Responsabile: Scuola di Ingegneria - Università Basilicata; SAFE - Università Basilicata; Consiglio Nazionale delle Ricerche-IMAA, Consiglio Nazionale delle Ricerche- IBAM.

Consiglio Nazionale delle Ricerche:

Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale

Gruppo di Lavoro CNR IMAA: Dr. Gabriele Nolè, Dr. Antonio Lanorte, Biagio Tucci, Valentina Santarsiero, Giuseppe Cillis

Farbas (Fondazione Ambiente Ricerca Basilicata)

Keywords: consumo di suolo, change detection, GIS, Telerilevamento

PREMESSA	2
Dataset e Metodi	3
WP2 - Definizione di un sistema di monitoraggio del consumo di suolo basata sull'uso di immagini satellitari free-of-charge (sintesi)	4
WP3 - Analisi di Land Use e Land Cover Change (sintesi)	5
WP4 - Uso di dati telerilevati per analisi di change detection e land degradation (sintesi)	6
WP9	7
PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE PRODOTTE:	9
BIBLIOGRAFIA	9

PREMESSA

Il consumo di suolo è un fenomeno associato alla perdita di una risorsa ambientale fondamentale, dovuto a un incremento della copertura artificiale del terreno, legato a dinamiche insediative e infrastrutturali. L'incremento del consumo di suolo rappresenta un indicatore molto importante delle politiche di gestione del territorio, sia per la valutazione dei processi insediativi, sia per le politiche di tutela e valorizzazione delle aree agricole, rurali e naturali del territorio. L'impermeabilizzazione del terreno rappresenta la principale causa di degrado del suolo in Europa, innescando un incremento dei rischi ambientali, della frammentazione urbana e di tutte le problematiche a essa connesse. Questo ha portato alla definizione di norme con lo scopo di regolamentare e arginare il fenomeno. La Comunità Europea si è posta come obiettivo quello di azzerare il consumo di suolo entro il 2050, attuando una serie di attività che pianifichino l'utilizzo del suolo. L'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) si occupa di analizzare ed evidenziare le diverse problematiche ambientali sul territorio nazionale e supporta il Ministero dell'Ambiente nell'attuazione di politiche per la salvaguardia del territorio. Nel tempo il consumo di suolo è stato legato a fenomeni differenti, quali l'espansione urbana/industriale, la realizzazione di infrastrutture, lo sfruttamento produttivo di specifiche risorse naturali e minerarie ect. Negli ultimi anni è evidente sull'intero territorio nazionale, ma anche nella nostra regione, come l'impermeabilizzazione dei suoli non è più una conseguenza diretta di una reale necessità di

nuove aree da destinare a infrastrutture insediative e industriali. Il consumo di suolo è associato all'insieme dei processi, antropici e naturali, che determinano la perdita, reversibile o irreversibile, della capacità produttiva dei suoli stessi. Tali processi di degrado comportano diverse tipologie di rischi ambientali quali dissesto idrogeologico, erosione dei suoli, salinizzazione, perdita di sostanza organica.

L'approccio innovativo della ricerca condotta dal CNR-IMAA si è basato sulla costruzione di metodologie che hanno consentito una dettagliata e accurata analisi storica del fenomeno. Lo studio delle aree soggette a consumo di suolo è svolto con l'utilizzo di strumenti e tecniche innovative, usando principalmente dati satellitari. Il sistema metodologico messo appunto è robusto per un monitoraggio delle dinamiche di land take e land use change nel tempo.

L'attività di ricerca è stata caratterizzata da cospicue forme di collaborazione (non solo sui workpackage condivisi) tra i diversi gruppi di ricerca, in particolar modo con la Fondazione FARBAS e con il gruppo di ricerca della Scuola di Ingegneria dell'università degli studi della Basilicata. Mentre è mancata l'interazione con gli altri gruppi di ricerca, che avrebbero fornito utili analisi tematiche, definite come da accordi in fase di avvio del progetto.

Dataset e Metodi

Il lavoro di ricerca si è basato sull'integrazione tra tecniche di telerilevamento e Sistemi Informativi Geografici (GIS) con tecnologie FoSS (Free and Open Source Software). I dati spaziali sono open e disponibili in rete. L'utilizzo di nuove tecnologie e l'integrazione dei diversi dataset di dati territoriali, offrono la possibilità di studiare e monitorare l'evoluzione del territorio a una ampia scala temporale e spaziale. L'efficienza sempre maggiore delle tecniche di analisi e l'interoperabilità dei diversi dati, rappresentano un punto di forza per il pianificatore in termini di definizione di piani e strategie coerenti con le reali esigenze e problematiche ambientali. Le metodologie messe a punto sono realizzate con software open source.

Le analisi spaziali effettuate hanno riguardato l'uso contemporaneo di diverse tipologie di dati free-of-charge. Questo permette di adottare le stesse tecniche in diversi contesti territoriali. I risultati ottenuti sono disponibili sul sito MEV CSU <https://sites.google.com/unibas.it/mev-csu/home> .

Negli ultimi anni l'integrazione tra telerilevamento da satellite e GIS è sempre più efficiente e attuabile. Entrambi sono molto utili ai fini della costruzione di modelli di caratterizzazione

del territorio, per la valutazione del rischio e per la suscettibilità dei suoli al fenomeno di erosione. Un valido contributo allo studio e al monitoraggio delle aree oggetto di analisi è dato, ad esempio, dai prodotti Sentinel 2 della Missione Copernicus, che si costituisce di due satelliti identici, Sentinel-2A e Sentinel-2B, appropriati per il monitoraggio ambientale in quanto forniscono immagini ottiche multispettrali ad elevata risoluzione spaziale e temporale (<https://theia.cnes.fr/atdistrib/rocket/#/home>). L'altro dato satellitare di riferimento utilizzato è dato dalla costellazione di satelliti Landsat che rappresentano un punto basilare per l'analisi storica dei fenomeni terrestri. Il database Landsat dispone di immagini telerilevate a partire dal 1972 a oggi, con una risoluzione spaziale massima di 30 metri e fino a 11 bande spettrali. Tra i dati satellitari utilizzati vi è anche il dato satellitare MODIS, utile per il monitoraggio speditivo della copertura del suolo a scala globale con intervalli di tempi di osservazione annuali, dal 2001 al 2019 e con risoluzione spaziale di circa 500 metri (<https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/search/>).

Oltre al dato satellitare, sono state utilizzate diverse fonti cartografiche. Tra queste un contributo importante è dato dal Database Geotopografico (DGBT) della Regione Basilicata (disponibile sul geoportale regionale RSDI - <https://rsdi.regione.basilicata.it>). Inoltre sono stati utilizzati altri dati spaziali la cui fonte è il Ministero dell'Ambiente (Geoportale Nazionale - <http://www.pcn.minambiente.it/mattm/>), ISPRA (<https://www.isprambiente.gov.it/it>), SNPA (<https://www.snpambiente.it/>), Copernicus (Land Monitoring Service, <https://land.copernicus.eu/pan-european/>).

Il presente documento è relativo al WP-9, ma contiene anche una sintesi di tutti i WP elaborati dal CNR-IMAA (WP-2, WP-3, WP-4).

WP2 - Definizione di un sistema di monitoraggio del consumo di suolo basata sull'uso di immagini satellitari free-of-charge (sintesi)

Il WP2 ha avuto come obiettivo quello di creare una metodologia di monitoraggio speditivo per la classificazione dei suoli consumati e per il monitoraggio del consumo di suolo stesso. La prima parte del WP2 è stata caratterizzata dall'implementazione di una metodologia sperimentale per la classificazione e l'analisi storica del fenomeno basandosi principalmente sul dato satellitare Landsat (analisi del trend storico del consumo di suolo). Parallelamente è iniziata la fase relativa alla predisposizione dei passi utili a definire un sistema di classificazione a maggior risoluzione spaziale per stabilire un sistema di monitoraggio. La

procedura per la determinazione delle aree impermeabilizzate è stata sperimentata sui comuni di Potenza/Pignola, Melfi, Matera, Scanzano e Policoro.

L'area del Comune di Melfi è stata considerata come riferimento per una sperimentazione con l'ISPRA per la definizione di un sistema di monitoraggio del consumo di suolo.

L'ISPRA classifica il suolo consumato in due sottoclassi: suolo consumato in modo permanente e suolo consumato in modo reversibile. Uniformando la classificazione elaborata dal CNR-IMAA con quella di Ispra è stato possibile effettuare il monitoraggio delle aree impermeabilizzate nel Comune di Melfi con un elevato grado di dettaglio, che ha permesso anche l'individuazione e l'introduzione nella legenda di SNPA a livello nazionale di una nuova classe di consumo di suolo legata alle fonti di energia rinnovabili derivanti da eolico (rispetto alla legenda utilizzata da ISPRA/SNPA per le elaborazioni delle mappe a scala nazionale). Utilizzando la metodologia sviluppata dal CNR-IMAA, con dati Sentinel 2 e confrontando ed integrando i risultati ottenuti con quelli elaborati da ISPRA, è stata elaborata una mappa dettagliata del consumo del suolo.

Questa metodologia basata sulla classificazione completa al 2018, prevede per gli anni successivi, quindi per il monitoraggio, una modalità speditiva per la classificazione di copertura del suolo solo nei pixel che non sono stati classificati come suolo consumato irreversibile. L'area d'indagine, sulla quale effettuare la change detection, risulta così ridotta riducendo i tempi di elaborazione.

WP3 - Analisi di Land Use e Land Cover Change (sintesi)

Obiettivo di questo WP è stata la creazione di un database di mappe di uso del suolo basata su analisi storiche dei trend passati, analizzati mediante land cover change detection attraverso l'utilizzo di dati satellitari. Nello specifico il lavoro è stato suddiviso in due parti. Nella prima, è stato utilizzato un approccio a scala regionale con dataset disponibili online in cui sono state realizzate mappe di copertura del suolo, di cambiamenti di copertura del suolo 1990/2018 e mappatura di alcune dinamiche legate a specifiche classi di copertura (praterie). Inoltre sono stati utilizzati alcuni layer realizzati a partire dal dato MODIS. Come area di studio è stata scelta l'intera Regione Basilicata.

Nella seconda parte invece, è stato utilizzato un approccio a scala locale basato su metodologie innovative di classificazione d'immagini satellitari. L'approccio a scala locale ha consentito di determinare con maggior dettaglio le dinamiche che si manifestano sul

territorio, di migliorare la metodologia e di mettere a punto strategie di pianificazione territoriale più oculate. Nello specifico, in questa fase sono stati affrontati un caso studio (Parco Regionale di Gallipoli Cognato Piccole Dolomiti Lucane) e una metodologia di classificazione supervisionata per la copertura del suolo della Regione Basilicata.

In questo contesto si inserisce anche questo WP il cui scopo, appunto, è quello di migliorare le conoscenze e le tecniche relative alla creazione di database di copertura del suolo e analisi delle dinamiche di trasformazioni in modo tale da essere utilizzati a diversi livelli. Il lavoro effettuato nella prima parte ha permesso di evidenziare un trend di abbandono delle aree agricole e successiva rinaturalizzazione che però non è molto chiaro e dettagliato (soprattutto nel caso del Land Monitoring Service) e che invece è emerso con maggior chiarezza nella seconda parte grazie ad un approccio a scala locale e a una metodologia preliminare molto accurata d'individuazione dei cambiamenti di copertura del suolo.

WP4 - Uso di dati telerilevati per analisi di change detection e land degradation (sintesi)

Questo WP ha avuto come obiettivo l'applicazione di tecniche di remote sensing e analisi di change detection per la stima quali-quantitativa del consumo di suolo legato a fenomeni di degrado delle terre e delle dinamiche territoriali relative ai cambi di uso del suolo. Le analisi applicate in questo lavoro hanno consentito di valutare in primo luogo il legame esistente tra i fenomeni erosivi e il degrado nelle aree agricole. L'erosione si manifesta maggiormente nelle aree che hanno subito cambiamento di uso del suolo e/o abbandono, mentre nelle aree agricole stabili il fenomeno impatta in misura minore. La prima metodologia ha permesso di evidenziare le aree in degrado rispetto alle variazioni del tasso di erosione, elaborando delle mappe di vulnerabilità alla land degradation delle aree che attualmente risultano seminative e a vegetazione post-culturale. La seconda metodologia proposta ha permesso di elaborare delle mappe di vulnerabilità a partire dall'analisi del legame tra il fattore culturale C ed il tasso di erosione di Rusle. Dallo studio, sono state prodotte delle mappe utili per l'individuazione delle aree più esposte alla land degradation a causa dell'erosione. Una parte dello studio ha riguardato l'indagine sulle relazioni tra dinamiche territoriali relative ai cambi di uso del suolo ed erosione. La terza metodologia sviluppata ha consentito di stimare anche l'eventuale relazione esistente tra l'età dell'abbandono/transizione agricola e l'erosione attuale. Inoltre definisce la relazione esistente tra l'età di abbandono del seminativo e il tasso di erosione

attuale. Le analisi hanno mostrato come i processi di rinaturalizzazione mitigano la perdita superficiale dei suoli legati al run off.

WP9 – Linee di indirizzo per una riduzione del fenomeno del consumo di suolo in Basilicata

Il progetto di ricerca condotto dal CNR-IMAA ha proposto un approccio metodologico innovativo sui temi legati al consumo di suolo e land use change, basandosi su un robusto studio territoriale e paesaggistico. L'intera ricerca è stata improntata sull'uso e l'integrazione tra i sistemi informativi territoriali e tecniche di remote sensing per lo studio del territorio.

La disponibilità sempre maggiore di dati cartografici e l'evoluzione dei dati satellitari è alla base di un sistema che preveda una fase continua di analisi del fenomeno.

Il lavoro condotto finora definisce il quadro del fenomeno in Basilicata, investigando vari aspetti del consumo di suolo, scendendo nel dettaglio specifico di alcune aree campione.

Con riferimento al mandato affidato al Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) in tema di consumo di suolo, che, ai sensi della legge 132 del 2016, ha tra i suoi compiti il monitoraggio del consumo di suolo (art. 3) e il concorso al perseguimento della sua riduzione (art. 1),

L'ISPRA ha recentemente avviato le attività nell'ambito del progetto Soil4ife, cofinanziato dalla Commissione Europea. Obiettivo principale è quello di promuovere un tavolo di consultazione permanente tra gli enti coinvolti nella governance del suolo a livello nazionale e di 21 osservatori regionali di consumo di suolo nelle Regioni e Province autonome a supporto delle attività di monitoraggio del land take e della pianificazione sostenibile del territorio.

Gli obiettivi che gli osservatori sul consumo di suolo si sono prefissati sono i seguenti:

- analisi della normativa vigente e delle competenze istituzionali per il monitoraggio e la riduzione del consumo di suolo a livello nazionale e regionale;
- condivisione di dati, strumenti e metodologie per la verifica e la mappatura del consumo di suolo;
- promozione e diffusione degli strumenti di valutazione degli impatti ambientali ed economici del consumo di suolo con l'integrazione delle conoscenze pedologiche anche a supporto della pianificazione;

- analisi del flusso di informazioni verso il pubblico e le amministrazioni locali e proposta di soluzioni migliorative.

A livello nazionale da tempo si discute di Disegno di legge sul consumo di suolo ma ci sono molte Regioni che hanno legiferato in materia. Sono 21 ad oggi gli osservatori presenti sul territorio nazionale, tra i quali ad esempio la Valle D'Aosta, il Piemonte, la Campania, la Lombardia.

La Basilicata, ad oggi, non ha ancora una legge regionale per la regolamentazione del consumo di suolo e non ha ancora istituito un Osservatorio regionale.

Il quadro normativo scarno e confusionario ha contribuito alla diffusione dei processi legati all'impermeabilizzazione del suolo, quali l'installazione selvaggia di impianti eolici, dando luogo ad una sempre maggiore frammentazione del territorio con annessi fenomeni di degrado dei suoli.

Le metodologie e i dati messi a punto in questo progetto, potrebbero essere alla base per la creazione di un Osservatorio regionale sul consumo di suolo, che potrebbe essere costituito da una robusta infrastruttura di dati spaziali e potrebbe fornire un servizio ed un sistema di raccolta dati e segnalazioni da parte di cittadini, aziende, istituzioni, enti di ricerca. La creazione di un Osservatorio regionale supporterebbe gli enti pubblici nella definizione di politiche, strategie ed azioni finalizzate al contenimento del fenomeno ed attuerebbe, inoltre, misure di limitazione, prevenzione, monitoraggio e mitigazione dello stesso. Tra gli obiettivi dell'osservatorio regionale c'è quello della sensibilizzazione generale dei cittadini al tema del land take e dei fenomeni di degrado legati al land use change, attraverso una comunicazione semplice e diretta in scuole, università, mondo delle professioni, società civile, col fine di migliorare la conoscenza dei propri territori.

I fenomeni del consumo di suolo e del land use change impattano considerevolmente sui servizi ecosistemici. L'importanza della biodiversità è riconosciuta a livello globale per il suo ruolo chiave nel mantenimento dei servizi ecosistemici stessi. Il quadro definito a valle delle elaborazioni e metodologie portate a termine, si configura come input per la valutazione di alcuni servizi ecosistemici.

Il CNR-IMAA ha cercato di proporre nuovi approcci per la gestione dei dati e per la loro elaborazione, al fine di comprendere meglio il fenomeno e tutte le sue sfaccettature per poterlo monitorare nel tempo. Per questo motivo il completamento delle analisi sui trend storici dei fenomeni analizzati risulta fondamentale per inquadrare dettagliatamente i trend del consumo di suolo e confrontarlo con il trend demografico regionale (i risultati ottenuti hanno dimostrato la controtendenza dei due trend). Le metodologie individuate costituiscono

un modello di analisi e monitoraggio univoco applicabile all'intero territorio regionale e di riferimento per il governo del territorio.

Le metodologie e le tecniche definite si propongono come elemento fondamentale per estendere le analisi del consumo di suolo a tutta la Regione Basilicata. Il patrimonio che ne deriva si pone come strumento di supporto conoscitivo per la pianificazione sostenibile del nostro territorio regionale.

La complessità, la rilevanza dei temi trattati e l'utilità dei contenuti prodotti fino ad oggi (non sviluppati totalmente a causa della parzialità delle risorse preventivate), rimarcano la possibilità di una prosecuzione della presente ricerca.

PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE PRODOTTE:

- Santarsiero, V., Nolè, G., Lanorte, A., Tucci, B., Baldantoni, P., & Murgante, B. (2019, July). Evolution of soil consumption in the municipality of Melfi (Southern Italy) in relation to renewable energy. In *International Conference on Computational Science and Its Applications* (pp. 675-682). Springer, Cham.
- Baldantoni, P., Nolè, G., Lanorte, A., Tucci, B., Santarsiero, V., & Murgante, B. (2019, July). Trend Definition of Soil Consumption in the Period 1994–2014-Municipalities of Potenza, Matera and Melfi. In *International Conference on Computational Science and Its Applications* (pp. 683-691). Springer, Cham.

Under review:

- A remote sensing methodology to assess the abandoned arable land using NDVI index in Basilicata Region.
- Soil erosion and land degradation in rural environment: a preliminary GIS and remote-sensed approach
- Assessment and monitoring of soil erosion risk and land degradation in arable land combining remote sensing methodologies and RUSLE factors.

BIBLIOGRAFIA

1. Baldantoni, P., Nolè, G., Lanorte, A., Tucci, B., Santarsiero, V., & Murgante, B. (2019, July). Trend Definition of Soil Consumption in the Period 1994–2014-Municipalities of Potenza, Matera and Melfi. In *International Conference on Computational Science and Its Applications* (pp. 683-691). Springer, Cham.
2. Basso, F., Pisante, M., Basso, B. (2002): Soil erosion and land degradation, in *Mediterranean Desertification, a Mosaic of Processes and Responses*, N.A. Geeson, C.J. Brandt and J.B. Thornes (edited by), John Wiley & Sons, Ltd, 2002
3. Copernicus Land Monitoring Service (2021). Available online: <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>
4. European Commission. (2016). Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources (recast) COM/2016/0767 Final/2-2016/0382 (COD).
5. EC/European Commission, & Communication from the European Commission. (2014). Guidelines on State Aid for Environmental Protection and Energy 2014-2020 (2014/C 200/01). *OJ C*, 200(28.6).
6. Europeo, P. (2009). Direttiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 aprile 2009 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30. *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea*, 5, 2009.
7. EEA (2019). Available online: <https://land.copernicus.eu/user-corner/technical-library/corine-land-cover-nomenclature-guidelines/html/index.html>
8. FAO (1998). Land Cover Classification System (LCCS). SD Dimensions electronic publication. FAO Sustainable Development Department. Rome, Italy. 3p.
9. FAO and UNEP (1999). The Future of Our Land. Facing the Challenge. FAO and UNEP guidelines for integrated planning for sustainable management of land resources. FAO Lands and Water Development Division. Rome, Italy. 71p.

10. Foody, G.M. (2002). Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment*, 80, 185–201.
11. ISPRA (2020) - Rapporto consumo di suolo dinamiche territoriali e servizi ecosistemici.
12. Nolè, G., Murgante, B., Calamita, G., Lanorte, A., Lasaponara, R.,. Evaluation of Urban sprawl from space using open sources technologies. *Ecological Informatics* 26 (2015) 151–161 (2015).
13. RSDI - Infrastruttura Regionale dei Dati Spaziali della Regione Basilicata (2020). Available online: <https://rsdi.regione.basilicata.it/> (accessed on 29 January 2020).
14. Santarsiero, V., Nolè, G., Lanorte, A., Tucci, B., Baldantoni, P., & Murgante, B. (2019, July). Evolution of soil consumption in the municipality of Melfi (Southern Italy) in relation to renewable energy. In *International Conference on Computational Science and Its Applications* (pp. 675-682). Springer, Cham.
15. MODIS/Terra+Aqua Land Cover Type Yearly L3 Global 500 m SIN Grid <https://lpdaac.usgs.gov/products/mcd12q1v006/>