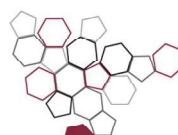




ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici

Edizione 2018



288/2018

RAPPORTI



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici

Edizione 2018

Informazioni legali

Il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) è operativo dal 14 gennaio 2017, data di entrata in vigore della Legge 28 giugno 2016, n.132 "Istituzione del Sistema nazionale a rete per la protezione dell'ambiente e disciplina dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale".

Esso costituisce un vero e proprio Sistema a rete che fonde in una nuova identità quelle che erano le singole componenti del preesistente Sistema delle Agenzie Ambientali, che coinvolgeva le 21 Agenzie Regionali (ARPA) e Provinciali (APPA), oltre all'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA).

Attraverso il Consiglio dell'SNPA, il Sistema esprime il proprio parere vincolante sui provvedimenti del Governo di natura tecnica in materia ambientale e segnala al MATTM e alla Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e Bolzano l'opportunità di interventi, anche legislativi, ai fini del perseguimento degli obiettivi istituzionali.

Tale attività si esplica anche attraverso la produzione di documenti, prevalentemente linee guida o rapporti, che diffondono tali pareri, tramite la pubblicazione nell'ambito delle rispettive Collane Editoriali, a cura delle singole Agenzie o dell'ISPRA.

L'ISPRA, le ARPA, le APPA e le persone che agiscono per loro conto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questa pubblicazione.

ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma

www.isprambiente.gov.it

ISPRA, Rapporti 288/2018

ISBN 978-88-448-0902-7

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Elaborazione grafica

Grafica di copertina: Alessia Marinelli

ISPRA - Area Comunicazione

Foto di copertina: Cascina Merlata - Milano, foto di Elisa Mantovan - vincitrice del concorso fotografico "Come cambia il territorio"

Coordinamento tipografico

Daria Mazzella

ISPRA - Area Comunicazione

Amministrazione

Olimpia Girolamo


ISPRA - Area Comunicazione

Distribuzione

Michelina Porcarelli

ISPRA - Area Comunicazione

Finito di stampare nel mese di luglio 2018

Stampato su carta certificata  FSC



Curatore del Rapporto

Michele Munafò, ISPRA - Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia, michele.munafò@isprambiente.it

Il Rapporto è un prodotto della Rete dei referenti per il monitoraggio del territorio e del consumo di suolo del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA)

Michele Munafò, Ines Marinosci (ISPRA), Dario Di Muzio (ARTA Abruzzo), Laura Gori (ARPA Basilicata), Luigi Dattola, Ivan Meringolo (ARPA Calabria), Francesca De Falco (ARPA Campania), Vittorio Marletto (ARPAE Emilia Romagna), Paola Giacomich, Laura Gallizia Vuerich (ARPA Friuli Venezia Giulia), Rossana Cintoli (ARPA Lazio), Emanuele Scotti (ARPA Liguria), Dario Bellingeri (ARPA Lombardia), Roberto Brascugli (ARPA Marche), Remo Manoni (ARPA Molise), Enrico Bonansea (ARPA Piemonte), Vito La Ghezza (ARPA Puglia), Elisabetta Benedetti (ARPA Sardegna), Domenico Galvano (ARPA Sicilia), Antonio Di Marco, Cinzia Licciardello (ARPA Toscana), Paolo Stranieri (ARPA Umbria), Marco Cappio Borlino, Umberto Morra di Cella (ARPA Valle d'Aosta), Paolo Giandon (ARPA Veneto), Georg Pircher, Giorgio Zanvetto (ARPA Bolzano), Raffaella Canepel (ARPA Trento).

Altri autori

Francesca Assennato, Giovanni Braca, Alice Cavalli, Luca Congedo, Marco Di Leginio, Carla Iadanza, Piera Pellegrino, Stefano Pranzo, Astrid Raudner, Mariangela Soraci, Andrea Strollo, Andrea Taramelli, Alessandro Trigila, Daniele Trogu (ISPRA), Benedetta Radicchio (ARPA Puglia), Ialina Vinci (ARPA Veneto), Paolo De Fioravante (Università della Tuscia), Roberta Bruno, Carlotta Ciocci (IUSS Pavia), Tania Luti (Università di Firenze), Giuseppe Milano (Università Politecnica delle Marche), Chiara Giuliani (Sapienza, Università di Roma), Paolo Pileri (Politecnico di Milano), Marco Marchetti, Davide Marino, Lorenzo Sallustio (Università del Molise), Costanza Calzolari, Fabrizio Ungaro (CNR), Elisa Morri, Riccardo Santolini (Università di Urbino), Davide Pettenella (Università di Padova), Luca Salvati (CREA), Fabio Terribile (Università Napoli Federico II).

Autori dei contributi esterni (Parte III)

Andrea Alcalini (Università di Firenze), Silvia Arcari (Poliedra - Politecnico di Milano), Marco Ballarin (IUAV), Matteo Basso (Università IUAV di Venezia), Lorenzo Bottai (LaMMA), Elisa Brusegan (IUAV), Alessandro Calzavara (ASSURB), Alessandra Cappiello (Poliedra - Politecnico di Milano), Marco Carletti (Regione Toscana), Iliaria Cellini (Sapienza Università di Roma), KC Clarke (University of California), Vezio De Lucia (urbanista), Francesco Esposito (Fondazione Cogeme Onlus), Maurizio Federici (Regione Lombardia), Giuliana Gemini (Poliedra - Politecnico di Milano), Vincenzo Giaccio (Università del Molise), Agostino Giannelli (Università del Molise), Elena Gissi (IUAV), Cinzia Licciardello (ARPAT), Davide Longato (IUAV), Fabio Lucchesi (Università di Firenze), Denis Maragno (IUAV), Federico Martellozzo (Università di Firenze), Angelo Marucci (Università del Molise), Luigi Mastronardi (Università del Molise), Francesco Mazzetti (Università degli Studi di Brescia), Giampiero Mazzocchi (Università del Molise), Beniamino Murgante (Università della Basilicata), Francesco Musco (IUAV), Margherita Palmieri (Università del Molise), Valerio Paruscio (Poliedra - Politecnico di Milano), Domenico Patassini (IUAV), Filippo Carlo Pavesi (Università degli Studi di Brescia), Giorgio Roberto Pelassa (Regione Piemonte), Alessandra Penna (Arpa Piemonte), Michele Pezzagno (Università degli Studi di Brescia), Silvia Pezzoli (Poliedra - Politecnico di Milano), Silvia Pili (Sapienza Università di Roma), Gianfranco Pozzer (IUAV), Rete dei Centri per l'Etica Ambientale - CepEA, Anna Richiedi (Università degli Studi di Brescia), Silvia Ronchi (Politecnico di Milano), Emma Salizzoni (Politecnico di Torino), Iliaria Tabarrani (Regione Toscana), Maurizio Tira (Università degli Studi di Brescia), Luca Tomasini (Poliedra - Politecnico di Milano), Iliaria Tombolini (Sapienza Università di Roma), Stefano Tornieri (IUAV), Massimo Triches (IUAV), Angioletta Voghera (Politecnico di Torino), Alberto Ziparo (Università di Firenze).

Le opinioni e i contenuti dei contributi esterni sono di piena responsabilità degli autori e non rappresentano necessariamente il punto di vista dell'Istituto o del SNPA.

Fotointerpretazione, classificazione, produzione cartografia, validazione ed elaborazione dei dati 2017

Francesca Assennato, Barbara Barattolo, Alice Cavalli, Luca Congedo, Marco Di Leginio, Ines Marinosci, Michele Munafò, Piera Pellegrino, Stefano Pranzo, Astrid Raudner, Mariangela Soraci, Andrea Strollo, Daniele Trogu (ISPRA), Luigi Dattola, Ivan Meringolo (ARPA Calabria), Elio Luce, Antonella Loreto, Gianluca Ragone, Giuseppina Annunziata, Pasquale Iorio, Elio Rivera, Salvatore Viglietti (ARPA Campania), Monica Carati, Rosalia Costantino, Andrea Spisni, Samantha Arda, Danila Bevilacqua, Bianca Maria Billi, Margherita Cantini, Daniela Corradini, Maria Elena Manzini, Chiara Melegari, Manuela Mengoni, Roberta Monti, Carlo Ravaioli (ARPAE Emilia Romagna), Paola Giacomich, Laura Gallizia Vuerich (ARPA Friuli Venezia Giulia), Monica Lazzari, Cinzia Picetti (ARPA Liguria), Dario Bellingeri (ARPA Lombardia), Roberto Brascugli (ARPA Marche), Isabella Tinetti, Teo Ferrero, Tommaso Niccoli, Cristina Prola, Gabriele Nicolò, Luca Forestello, Enrico Bonansea

(ARPA Piemonte), Vito La Ghezza (ARPA Puglia), Elisabetta Benedetti, Francesco Muntoni (ARPA Sardegna), Domenico Galvano, Salvatore Pierini (ARPA Sicilia), Cinzia Licciardello, Antonio Di Marco, Diego Palazzuoli (ARPA Toscana), Luca Tamburi (ARPA Umbria), Michel Isabellon (ARPA Valle D'Aosta), Andrea Dalla Rosa, Adriano Garlato, Silvia Obber, Antonio Pegoraro, Francesca Pocaterra, Francesca Ragazzi, Ialina Vinci, Paola Zamarchi (ARPA Veneto), Cinzia Frisanco, Gianluca Antonacci, Andrea Cemin, Chiara Lora (CISMA srl per APPA Bolzano), Paolo De Fioravante (Università della Tuscia), Simone Conza, Flavio Marcello De Stefanis, Chiara Giuliani, Lucia Maruffi, Angelantonio Pugliese (Sapienza, Università di Roma), Roberta Bruno, Carlotta Ciocci (IUSS Pavia), Tania Luti (Università di Firenze), Giuseppe Milano (Università Politecnica delle Marche).

Contributi alla definizione della metodologia di mappatura e valutazione dei servizi ecosistemici

Carlo Blasi, Fausto Manes (Sapienza, Università di Roma), Marco Marchetti, Lorenzo Sallustio, Davide Marino (Università del Molise), Fabio Terribile (Università Napoli Federico II), Paolo Pileri (Politecnico di Milano), Davide Pettenella, Mauro Masiero (Università di Padova), Elisa Morri, Riccardo Santolini (Università di Urbino), Giuseppe Scarascia Mugnozza (Università della Tuscia), Luca Salvati (CREA), Costanza Calzolari, Fabrizio Ungaro (CNR), Alessandra La Notte (JRC), Benedetta Radicchio, Vito Laghezza (ARPA Puglia), Andrea Dalla Rosa, Paolo Giandon, Ialina Vinci (ARPA Veneto), Francesca Assennato, Giovanni Braca, Martina Bussettini, Alessio Capriolo, Marco Di Leginio, Francesca Fornasier, Barbara Lastoria, Rosanna Mascolo, Michele Munafò, Francesca Piva, Mariangela Soraci, Andrea Strollo (ISPRA).

Comitato scientifico per la revisione dei contributi esterni (Parte III)

Filiberto Altobelli (CREA), Andrea Arcidiacono (Politecnico di Milano-INU-CRCS), Francesca Assennato (ISPRA), Patrizia Colletta (Ord. Architetti), Luca Congedo (ISPRA), Paolo De Fioravante (Università della Tuscia), Marco Di Leginio (ISPRA), Marco Marchetti (Università del Molise), Davide Marino (Università del Molise), Ines Marinosci (ISPRA), Anna Marson (Università IUAV), Michele Munafò (ISPRA), Elisabetta Peccol (Università di Udine), Davide Pettenella (Università di Padova), Paolo Pileri (Politecnico di Milano), Astrid Raudner (ISPRA), Bernardino Romano (Università dell'Aquila), Stefano Salata (Politecnico di Torino), Luca Salvati (CREA), Riccardo Santolini (Università di Urbino), Mariangela Soraci (ISPRA), Andrea Strollo (Sapienza), Fabio Terribile (Università di Napoli Federico II).

La classificazione dei cambiamenti al terzo livello e i nuovi indicatori sulla frammentazione sono stati sviluppati nell'ambito del progetto "Statistiche ambientali per le politiche di coesione 2014-2020" (PON Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020).

Dati e cartografia

<http://www.consumosuolo.isprambiente.it>

PRESENTAZIONE

L'edizione 2018 del rapporto sul consumo di suolo in Italia, la quinta dedicata a questo tema, fornisce il quadro aggiornato dei processi di trasformazione del nostro territorio, che continuano a causare la perdita di una risorsa fondamentale, il suolo, con le sue funzioni e i relativi servizi ecosistemici. Il Rapporto analizza l'evoluzione del consumo di suolo all'interno di un più ampio quadro delle trasformazioni territoriali ai diversi livelli, attraverso indicatori utili a valutare le caratteristiche e le tendenze del consumo e fornisce valutazioni sull'impatto della crescita della copertura artificiale del suolo, con particolare attenzione alle funzioni naturali perdute o minacciate. La tutela del patrimonio ambientale, del paesaggio e il riconoscimento del valore del capitale naturale sono compiti e temi che ci richiama l'Europa, fondamentali alla luce delle particolari condizioni di fragilità e di criticità climatiche del nostro paese e rispetto ai quali il Rapporto fornisce il proprio contributo di conoscenza.

I dati aggiornati sono prodotti con un dettaglio a scala nazionale, regionale e comunale, grazie all'impegno del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), che vede ISPRA insieme alle Agenzie per la protezione dell'ambiente delle Regioni e delle Province Autonome, in un lavoro congiunto di monitoraggio svolto anche utilizzando le migliori informazioni che le nuove tecnologie sono in grado di offrire e le informazioni derivanti da satelliti di osservazione della terra, tra cui quelle del programma Copernicus. È infatti compito del Sistema seguire le trasformazioni del territorio e la perdita di suolo naturale, agricolo e seminaturale, inteso come risorsa ambientale essenziale e fondamentalmente non rinnovabile, vitale per il nostro ambiente, il nostro benessere e la nostra stessa economia. Questo ruolo di sentinella, richiamato dalla stessa legge 132/2016 istitutiva del SNPA, è fondamentale soprattutto in questa fase di attesa di una normativa nazionale compiuta, che riprenderà ora il proprio cammino in questa legislatura e, che ci auguriamo possa garantire il progressivo rallentamento e il rapido azzeramento del consumo di suolo netto in Italia.

Anche quest'anno il Rapporto si arricchisce dei contributi di soggetti esterni al SNPA, sia del mondo istituzionale sia della ricerca, al fine di rappresentare la migliore conoscenza disponibile sul tema e dare conto dei risultati ottenuti da importanti progetti e gruppi di ricerca in questo campo.

Come sempre i dati completi del consumo del suolo, dello stato di artificializzazione del territorio e delle diverse forme insediative presenti sono rilasciati in formato aperto e liberamente accessibili sul sito dell'ISPRA e rappresentano uno strumento che l'Istituto mette a disposizione dell'intera comunità istituzionale e scientifica nazionale. Il Rapporto, la cui valenza è ormai riconosciuta come base conoscitiva trasversale alle diverse politiche e attività sul territorio, costituisce un fondamentale supporto del SNPA per lo sviluppo del quadro normativo in materia di monitoraggio e di valutazione delle trasformazioni del territorio e dell'ambiente e al contempo per fornire ai responsabili delle

decisioni a livello locale informazioni specifiche per limitare, mitigare o compensare l'impermeabilizzazione del suolo e per la pianificazione urbanistica e territoriale.

I dati di quest'anno mostrano ancora la criticità del consumo di suolo nelle zone periurbane e urbane a bassa densità, in cui si rileva un continuo e significativo incremento delle superfici artificiali, con un aumento della densità del costruito a scapito delle aree agricole e naturali, unitamente alla criticità delle aree nell'intorno del sistema infrastrutturale, più frammentate e oggetto di interventi di artificializzazione a causa della maggiore accessibilità. I dati confermano l'avanzare di fenomeni quali la diffusione, la dispersione, la decentralizzazione urbana da un lato e la densificazione di aree urbane dall'altro. Tali processi riguardano soprattutto le aree costiere mediterranee e le aree di pianura, mentre al contempo, soprattutto in aree marginali, si assiste all'abbandono delle terre e alla frammentazione delle aree naturali.

Il consumo di suolo con le sue conseguenze, in attesa di interventi normativi efficaci, non si ferma. Il rallentamento progressivo dovuto alla crisi economica è sicuramente non sufficiente e, almeno in alcune zone del Paese, sembra essersi fermato o aver invertito la tendenza, confermando la mancanza del disaccoppiamento tra la crescita economica e la trasformazione del suolo naturale in assenza di interventi strutturali e di un quadro di indirizzo omogeneo a livello nazionale. L'iniziativa delle Regioni e delle Amministrazioni Locali sembra essere riuscita solo marginalmente, per ora, e solo in alcune parti del territorio, ad arginare l'aumento delle aree artificiali, rendendo evidente che gli strumenti attuali non hanno mostrato ancora l'auspicata efficacia nel governo del consumo di suolo. Ciò rappresenta un grave vulnus in vista della ripresa economica, che non dovrà assolutamente accompagnarsi a una ripresa della artificializzazione del suolo che i fragili territori italiani non possono più permettersi. Non possono permetterselo neanche dal punto di vista strettamente economico, come ci indica la Commissione Europea, alla luce della perdita consistente di servizi ecosistemici e all'aumento di quei "costi nascosti", dovuti alla crescente impermeabilizzazione del suolo che anche in questo Rapporto sono presentati al fine di assicurare la comprensione delle conseguenze dei processi di artificializzazione, delle perdite di suolo e del degrado a scala locale anche in termini di erosione dei paesaggi rurali, perdita di servizi ecosistemici e vulnerabilità al cambiamento climatico.

Un consistente contenimento del consumo di suolo è la premessa per garantire una ripresa sostenibile dei nostri territori attraverso la promozione del capitale naturale e del paesaggio, l'edilizia di qualità, la riqualificazione e la rigenerazione urbana, oltre al riuso delle aree contaminate o dismesse. Per questo obiettivo sarà indispensabile fornire ai Comuni e alle Città Metropolitane indicazioni chiare e strumenti utili per rivedere anche le previsioni di nuove edificazioni presenti all'interno dei piani urbanistici e territoriali già approvati. In questo quadro lo sforzo del SNPA con il Rapporto si pone come punto fermo, fornendo un supporto conoscitivo autorevole per l'impostazione e la definizione di un efficace nuovo quadro normativo e per un maggiore orientamento delle politiche territoriali verso la sostenibilità ambientale e la tutela del paesaggio.

Stefano Laporta

*Presidente di ISPRA e del Sistema Nazionale per
la Protezione dell'Ambiente (SNPA)*

INDICE

1. Introduzione	1
1.1 <i>Il suolo</i>	1
1.2 <i>Uso, copertura e consumo di suolo</i>	1
1.3 <i>Il monitoraggio del territorio e del consumo di suolo in Italia</i>	3
1.4 <i>Le politiche sul suolo a livello globale, comunitario e nazionale</i>	5
1.5 <i>Le proposte di legge nazionali, gli scenari futuri e le norme regionali</i>	7
PARTE I – IL QUADRO NAZIONALE	14
2. Il consumo di suolo e la crescita urbana	14
2.1 <i>Livello nazionale</i>	14
2.2 <i>Livello regionale</i>	15
2.3 <i>Livello provinciale</i>	19
2.4 <i>Livello comunale</i>	24
2.5 <i>Tipologia dei cambiamenti</i>	26
2.6 <i>Consumo di suolo e crescita demografica</i>	27
2.7 <i>Forme di urbanizzazione e dinamiche di trasformazione del paesaggio</i>	29
2.8 <i>Il consumo di suolo in Europa</i>	32
2.9 <i>Valutazione dell'accuratezza</i>	36
3. La distribuzione territoriale del consumo di suolo	37
3.1 <i>Aree protette</i>	37
3.2 <i>Aree vincolate per la tutela paesaggistica</i>	37
3.3 <i>Corpi idrici</i>	40
3.4 <i>Aree a pericolosità idraulica, da frana e sismica</i>	41
3.5 <i>Fascia costiera</i>	43
3.6 <i>Classi altimetriche e di pendenza</i>	44
3.7 <i>Copertura e uso del suolo</i>	45
3.8 <i>Unità fisiografiche del paesaggio</i>	48
3.9 <i>Distribuzione dei cambiamenti</i>	49
4. Le dinamiche territoriali delle principali aree urbane italiane ed europee	50
5. L'impatto del consumo di suolo	55
5.1 <i>L'area di impatto potenziale</i>	55
5.2 <i>La frammentazione del territorio</i>	55
5.3 <i>La perdita di servizi ecosistemici</i>	59
5.4 <i>La sfida dei servizi ecosistemici alla cultura della monetizzazione e della compensazione</i>	61
PARTE II – CASI SIGNIFICATIVI E CONTESTI REGIONALI	64
6. Un atlante del consumo di suolo – Come cambia il territorio	64
6.1 <i>Regione Piemonte</i>	65
6.2 <i>Regione Valle D'Aosta</i>	67
6.3 <i>Regione Lombardia</i>	67
6.4 <i>Provincia Autonoma di Trento</i>	69
6.5 <i>Provincia Autonoma di Bolzano</i>	69
6.6 <i>Regione Veneto</i>	71
6.7 <i>Regione Friuli-Venezia Giulia</i>	75
6.8 <i>Regione Liguria</i>	77

6.9	<i>Regione Emilia Romagna</i>	78
6.10	<i>Regione Toscana</i>	79
6.11	<i>Regione Umbria</i>	81
6.12	<i>Regione Marche</i>	82
6.13	<i>Regione Lazio</i>	83
6.14	<i>Regione Abruzzo</i>	85
6.15	<i>Regione Molise</i>	86
6.16	<i>Regione Campania</i>	86
6.17	<i>Regione Puglia</i>	87
6.18	<i>Regione Basilicata</i>	89
6.19	<i>Regione Calabria</i>	90
6.20	<i>Regione Sicilia</i>	91
6.21	<i>Regione Sardegna</i>	91
7.	Schede regionali	93
7.1	<i>Regione Piemonte</i>	93
7.2	<i>Regione Valle D'Aosta</i>	97
7.3	<i>Regione Lombardia</i>	101
7.4	<i>Provincia Autonoma di Trento</i>	105
7.5	<i>Provincia Autonoma di Bolzano</i>	109
7.6	<i>Regione Veneto</i>	113
7.7	<i>Regione Friuli Venezia Giulia</i>	117
7.8	<i>Regione Liguria</i>	121
7.9	<i>Regione Emilia-Romagna</i>	125
7.10	<i>Regione Toscana</i>	129
7.11	<i>Regione Umbria</i>	133
7.12	<i>Regione Marche</i>	137
7.13	<i>Regione Lazio</i>	141
7.14	<i>Regione Abruzzo</i>	145
7.15	<i>Regione Molise</i>	149
7.16	<i>Regione Campania</i>	153
7.17	<i>Regione Puglia</i>	157
7.18	<i>Regione Basilicata</i>	161
7.19	<i>Regione Calabria</i>	165
7.20	<i>Regione Sicilia</i>	169
7.21	<i>Regione Sardegna</i>	173
	PARTE III – CONTRIBUTI E APPROFONDIMENTI	177
	MONITORAGGIO DEL TERRITORIO E DINAMICHE DEL CONSUMO DI SUOLO	177
8.	Il consumo di suolo tra stato di fatto e stato di diritto in Regione Lombardia	177
9.	Monocolture agricole e degrado del suolo. Considerazioni a partire dal caso dei territori di produzione del Prosecco	183
10.	La polarizzazione del consumo di suolo: dinamiche d'area tra piccoli comuni. Il caso del progetto Pianura Sostenibile in provincia di Brescia	189
11.	Valutare la frammentazione del territorio indotta dalla realizzazione di infrastrutture lineari	195
12.	Dalle analisi del consumo di suolo la prefigurazione di una diversa pianificazione	200

13. Lo stop al consumo del suolo e i David di Donatello	204
14. Scenari previsionali del consumo di suolo in Italia: la valutazione ex-ante delle politiche mediante modelli di simulazione numerica	205
15. Verso una integrazione dei metodi e degli strumenti per il monitoraggio del consumo di suolo. Il caso toscano	210
16. Consumo di suolo ad uso non residenziale nei comuni minori del Veneto - Un test sull'effetto 'frammentazione amministrativa'	216
DIMENSIONI URBANE TRA CONSUMO DI SUOLO E PROSPETTIVE DI TRASFORMAZIONE	224
17. La definizione di politiche di ricomposizione paesaggistica a partire da un'analisi della morfologia urbana dei territori	224
18. Comfort e qualità urbana: il futuro delle città. Progetto di riqualificazione del piazzale della stazione di Belluno	230
19. Urbanizzazione e qualità dei suoli: il caso di Roma	232
20. Pocket rain parks - Micro-parchi diffusi per la gestione delle acque piovane	236
21. Etica, suolo e qualità dello sviluppo: una prospettiva integrale	241
22. Degrado del territorio: analisi recenti e strategie di contrasto	245
MAPPATURA E VALUTAZIONE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI DEL SUOLO E DEL TERRITORIO	250
23. I servizi ecosistemici per analisi e valutazione di VAS nei processi di pianificazione territoriale	250
24. La valutazione dei servizi ecosistemici per il Piano Paesaggistico della Sardegna	256
25. L'applicazione dei dati satellitari alla mappatura e valutazione dei servizi ecosistemici	263
26. Applicazione di metodologie di valutazione dei servizi ecosistemici del suolo nella Pianificazione urbanistica. Esperienze in Piemonte	269
27. L'impatto del cambiamento di uso del suolo nelle aree rurali attraverso la valutazione dei trade-off tra servizi ecosistemici: un caso studio dell'area Appenninica	275

- Lerouge F., Gulinck H., Vranken L. (2017). Valuing ecosystem services to explore scenarios for adaptive spatial planning. *Ecological Indicators*, (81), pp. 30-40.
- Maes J., Egho B., Willemsen L., Liquebecq, Vihervaara P., Schägner J.P., Grizzetti B., Drakou G., Lanotte A., Zulian G., Bouraoui F., Paracchini L., Braat L., Bidoglio G. (2012). Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union. *Ecosystem Services* (1), pp. 31-39.
- Magnaghi A. (a cura di) (2016). *La pianificazione paesaggistica in Italia. Stato dell'arte e innovazioni*, Firenze University Press, Firenze.
- Marino C. (a cura di) (2017). *I Pagamenti dei Servizi Ecosistemici in Italia. Dalla sperimentazione all'applicazione attraverso il progetto LIFE + MGN, CURSA pas(SAGGI)*, 8.
- Masiero, M., Leonardi, A., Polato, R., Amato, G. (2017). *Pagamenti per Servizi Ecosistemici. Guida tecnica per la definizione di meccanismi innovativi per la valorizzazione dei servizi idrici e la governance ambientale*. Etifor Srl e Università di Padova.
- Mavsar R., Varela E., Pectenella D., Vedel S.E., Jacobsen J.B. (2014). The Value of Carbon Sequestration, in Thorsen B.G., Mavsar R., Tyrväinen L., Prokofiev I., Stenger A. (a cura di), *The Provision of Forest Ecosystem Services. Volume I: Quantifying and valuing non-marketed ecosystem services*, European Forest Institute, Joensuu, Finland.
- MEA, Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Assessment. Current State and Trends*, Islandpress, Washington.
- Merlo M., Croitoro L. (a cura di) (2005). *Valuing Mediterranean Forests. Towards Total Economic Value*, CABI Publishing, Wallingford.
- Muradian R., Corbera E., Pascual U., Kosoy N., May P.H., (2010). Reconciling theory and practice: An alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. *Ecological Economics* (69), pp. 1202-1208.
- Peano A. (2011). In favore di un unico piano paesaggistico e territoriale, in A. Peano (a cura di), *Fare paesaggio. Dalla pianificazione di area vasta all'operatività locale*, Alinea Editrice, Firenze.
- Pearce D.W. (1993). *Economic Values and the Natural World*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Pearce D.W. (2001). The Economic Value of Forest Ecosystems, *Ecosystem Health*, 7(4), pp. 284-296.
- Plieninger T., Bieling C., Fagerholm N., Byg A., Hartel T., Hurley P., Lopez-Santiago C.A., Nagabhatla N., Oteros-Rozas E., Raymond C.M., Van der Horst D., Huntsinger L. (2015). The role of cultural ecosystem services in landscape management and planning, *Current Opinion in Environmental Sustainability* (14), pp. 28-33.
- Salata S., Rochi S., Ghirardelli F. (2016). I servizi ecosistemici a supporto della pianificazione paesaggistica. *Territorio* (77), pp. 45-52.
- Salata S., Strollo A., Barbieri C.A., Giaino C., Assennato F., Abate Daga I., Munafò M., Alberico S. (2017). Modelli urbanistici per ridurre il consumo di suolo: il progetto LIFE SAN4CP. *Reticula* (15), pp. 10-17.
- Schägner J.P., Brander L., Maes J., Hartje V. (2013). Mapping ecosystem services' values: Current practice and future prospects, *Ecosystem Services* (4), pp. 33-46.
- Turner R.K., Pearce D.W. (1996). *Economia ambientale*, Il Mulino, Bologna.
- Voghera A. (2011). *Dopo la Convenzione Europea del paesaggio. Politiche, piani e valutazione*. Alinea Editrice, Firenze.
- Voghera A., La Riccia L. (2016). La Convenzione Europea del Paesaggio alla prova dell'operatività locale. *Sperimentalismi disciplinari e problemi aperti. Ri-Vista. Ricerche per la Progettazione del Paesaggio*, 1, pp. 10-23.
- Von Haaren C., Albert C., Galler C. (2016). Spatial and Landscape planning: A place for ecosystem services, in Potschin M., Haines-Young R., Fish R. Turner R.K. (a cura di), *Routledge Handbook of Ecosystem Services*, Routledge, London and New York, 2016, pp. 568-578.
- Wunder S. (2005). Payments for environmental services: some nuts and bolts. *CIFOR Occasional Paper No. 42*.

25. L'applicazione dei dati satellitari alla mappatura e valutazione dei servizi ecosistemici

Davide Longato, Denis Maragno, Francesco Musco, Elena Gissi – (Dipartimento di Progettazione e Pianificazione in Ambienti Complessi - Università IUAV di Venezia)

Introduzione

L'applicazione del concetto dei servizi ecosistemici contribuisce alla creazione di una maggiore consapevolezza sulle capacità degli ecosistemi naturali a contribuire al benessere del genere umano (Koschke et al 2013), nonché risulta utile alla comprensione di determinate dinamiche ambientali e di come queste si configurano in relazione alle dinamiche territoriali. Essi sono considerati i benefici multipli, intesi come beni e servizi, che gli ecosistemi forniscono al genere umano (MA, 2005) e si distinguono in quattro categorie: i servizi di approvvigionamento (o fornitura), che sono i prodotti forniti dagli ecosistemi (es. cibo, acqua, legno, fibre, ecc.); i servizi di regolazione, che sono i benefici ottenuti dalla regolazione dei processi ecosistemici (es. regolazione del clima, regolazione del ciclo e della qualità delle acque, controllo dei parassiti e delle malattie, ecc.); i servizi culturali, che sono i benefici non materiali che le persone ottengono dagli ecosistemi (es. valori estetici, ricreativi, spirituali, intellettuali, ecc.); i servizi di supporto, che sono i servizi necessari per la produzione di tutti gli altri (es. ciclo dei nutrienti, produttività primaria, formazione del suolo, ecc.). Grazie alla peculiarità spaziale

dei servizi ecosistemici, la mappatura della loro distribuzione territoriale e della loro evoluzione nel corso del tempo è in grado di raccogliere e aggregare informazioni complesse (Burkhard et al., 2012) che possono essere utilizzate dai responsabili dei processi decisionali (*decision-makers*) come strumento per la valutazione della sostenibilità del territorio (Swetnam et al., 2010). La mappatura dei servizi ecosistemici può inoltre supportare i responsabili dei processi decisionali (es. autorità locali e regionali per la pianificazione) e i portatori di interesse (*stakeholders*) nello sviluppo di strategie di uso del suolo sostenibili (de Groot et al., 2010; MA, 2005; Swetnam et al., 2011; TEEB, 2010; Koschke et al., 2013). Il tema della mappatura di questi servizi si scontra spesso con metodi non univocamente ed esplicitamente definiti, in quanto fortemente dipendenti dalla tipologia e dalla disponibilità di dati che non sempre risulta omogenea per tutte le aree. Una soluzione a questo problema è rappresentata dal telerilevamento (*remote sensing*), con particolare riferimento a quello satellitare, il quale ha la capacità di fornire consistenti serie di dati in tempo (quasi) reale, continue e spazialmente omogenee. I dati telerilevati risultano molto utili per il monitoraggio dei servizi ecosistemici, in quanto offrono informazioni maggiormente accurate ed aggiornate rispetto ai dati di uso e copertura del suolo (Ayanu et al., 2012) e permettono di stimare direttamente alcune caratteristiche funzionali degli ecosistemi (Pettorelli et al., 2005; Paruelo et al., 2016). Questi dati, infatti, sono in grado di fornire una serie di stime quantitative, spazialmente esplicite e, in alcuni casi, su base fisica di diversi parametri biofisici attualmente spazializzati su mappe di uso e copertura del suolo per la valutazione dei servizi ecosistemici (Andrew et al., 2014). In particolare, gli indici di vegetazione¹²¹ possono essere utilizzati come indicatori della produttività durante la stagione di crescita della vegetazione (De Araujo Barbosa et al., 2015), essendo in grado di definire le variazioni fenologiche e il potenziale fotosintetico delle colture e permettendo di identificare il loro ciclo e processo di crescita (Muukkonen and Heiskanen, 2005; Brown and de Beurs, 2008; Wall et al., 2008; Wardlow and Egbert, 2008; Prabakaran et al., 2013; De Araujo Barbosa et al., 2015). Gli indici di vegetazione, quindi, non solo identificano la distribuzione spaziale della vegetazione, ma fungono da *proxy* per la mappatura e la valutazione quantitativa della biomassa (vegetale) fornita dagli ecosistemi (De Araujo Barbosa et al., 2015) e di diversi servizi ecosistemici ad essa associati. Come riportato in letteratura, questi servizi – ed i relativi processi biofisici che li generano – sono: regolazione del clima, che avviene attraverso il processo di sequestro e stoccaggio del carbonio (De Araujo Barbosa et al., 2015; Feng et al., 2010; Atzberger, 2013; Rembold et al., 2013; Pettorelli et al., 2014; Zurlini et al., 2014; Egoh et al., 2007); regolazione dell'erosione del suolo, che avviene grazie alla copertura vegetale del suolo (De Araujo Barbosa et al., 2015; Andrew et al., 2014; Ayanu et al., 2012; Kandziora et al., 2013), la quale favorisce la riduzione dell'erosione idrica ed eolica; regolazione dei rischi e delle calamità naturali, che avviene attraverso il processo di stabilizzazione delle masse favorito dalla copertura vegetale del suolo (De Araujo Barbosa et al., 2015); regolazione del ciclo e della qualità delle acque, che avviene grazie alle proprietà strutturali e funzionali della vegetazione (Zurlini et al., 2014), la quale alimenta questo ciclo, al contempo filtrando e depurando l'acqua; mantenimento della fertilità del suolo, che avviene sempre grazie alle proprietà strutturali e funzionali della vegetazione (Ayanu et al., 2012; Zurlini et al., 2014), la quale stabilisce un rapporto di reciprocità con il suolo, alimentando il ciclo dei nutrienti; produzione primaria netta, che avviene tramite il processo di cattura dell'energia solare attraverso la clorofilla presente all'interno della vegetazione (Zurlini et al., 2014). Una metodologia di mappatura e valutazione dei servizi ecosistemici a partire da dati satellitari, messi in relazione con mappe di uso e copertura del suolo, viene di seguito presentata in un caso studio. La metodologia è applicata su diverse mappe di uso e copertura del suolo, ognuna con un dettaglio di classificazione differente, e permette di mappare, valutare e confrontare la capacità dei differenti usi e coperture del suolo a fornire questi servizi.

Caso studio: materiali e metodologia per la mappatura dei servizi ecosistemici

L'area di studio corrisponde alla provincia di Rovigo, per la quale è stata acquisita una serie multi-temporale composta da otto immagini satellitari Landsat 8, relativa all'anno 2016. Le immagini sono

¹²¹ Gli indici di vegetazione sono un'efficace fonte di informazioni per il monitoraggio della copertura vegetale. Questi indici si basano su combinazioni di misure di riflettanza in due o più canali spettrali, principalmente nell'intervallo spettrale del rosso e dell'infrarosso vicino (dal momento che la vegetazione ha un'interazione particolare con queste due bande spettrali), e sono altamente correlati con parametri associati allo stato di salute delle piante ed a variabili della copertura vegetale. Il contrasto tra il rosso e l'infrarosso vicino permette di distinguere nettamente la vegetazione da altri elementi presenti ed è alla base di una grande varietà di indici quantitativi per misurare la condizione di vegetazione da dati telerilevati. I valori di qualsiasi indice di vegetazione varia da -1 a +1, dove a maggiori valori positivi corrispondono aree con maggiore presenza di vegetazione.

state acquisite in otto differenti date in modo da comprendere all'interno della serie temporale tutte le stagioni e, di conseguenza, tutte le fasi del ciclo vegetativo¹²². Per ognuna di esse è stato calcolato l'indice di vegetazione SAVI (*Soil Adjusted Vegetation Index*)¹²³ tramite rapporto tra bande spettrali¹²⁴, nella cui immagine derivata ad ogni pixel corrisponde un valore dell'indice. Successivamente è stato ricavato in una nuova immagine il valore medio annuale del SAVI. Da questa immagine, all'interno della quale a valori maggiori dell'indice corrisponde una maggiore presenza di biomassa (vegetale) nell'arco dell'anno, è stato possibile quindi ricavare la distribuzione spaziale e quantitativa dei servizi ecosistemici ad essa associati, mappati utilizzando l'indice di vegetazione come *proxy*.

Per comprendere come questi servizi si configurano in relazione alle dinamiche territoriali e umane, la mappa del SAVI medio annuale è stata messa in relazione con tre differenti mappe di uso e copertura del suolo: *Corine Land Cover* del 2012 al IV Livello (fonte: ISPRA); Banca dati della copertura del suolo del Veneto del 2012 al V Livello (fonte: Regione Veneto); Uso del suolo derivante dal Sistema di identificazione delle parcelle agricole (*Land Parcel Information System – LPIS*) su base catastale, aggiornato all'anno 2016 (fonte: Agenzia Veneta per i Pagamenti in Agricoltura – AVEPA). Il metodo utilizzato si basa sulla sovrapposizione della mappa del SAVI medio annuale (Figura 252) su ognuna di queste mappe di uso e copertura del suolo e su un calcolo statistico che attribuisce ad ogni oggetto della mappa di uso e copertura del suolo il corrispondente valore medio dell'indice di tutti i pixel che si trovano all'interno del perimetro dell'oggetto stesso. In questo modo è possibile conoscere la capacità di ogni oggetto, e di conseguenza delle differenti classi di uso e/o copertura del suolo, a fornire i servizi ecosistemici.

¹²² La multi-temporalità risulta particolarmente utile per mappare la vegetazione stagionale (che si trova soprattutto nelle coltivazioni agricole) che altrimenti, con l'utilizzo di una singola immagine, rischia di non essere identificata qualora il periodo di acquisizione del dato non riguardasse la stagione di crescita colturale.

¹²³ L'indice SAVI, a differenza di altri indici – il più diffuso dei quali è l'indice NDVI (*Normal Adjusted Vegetation Index*) –, include un fattore di correzione per ridurre gli effetti del *background* del suolo (Huete, 1988), presente soprattutto in aree con minori densità di vegetazione (es. aree agricole).

¹²⁴ Il rapporto tra bande per calcolare l'indice SAVI è dato dalla formula: $(1 + L) * (banda\ NIR - banda\ RED) / (banda\ NIR + banda\ RED + L)$, dove L è il fattore di correzione, solitamente impostato con il valore di 0,5.

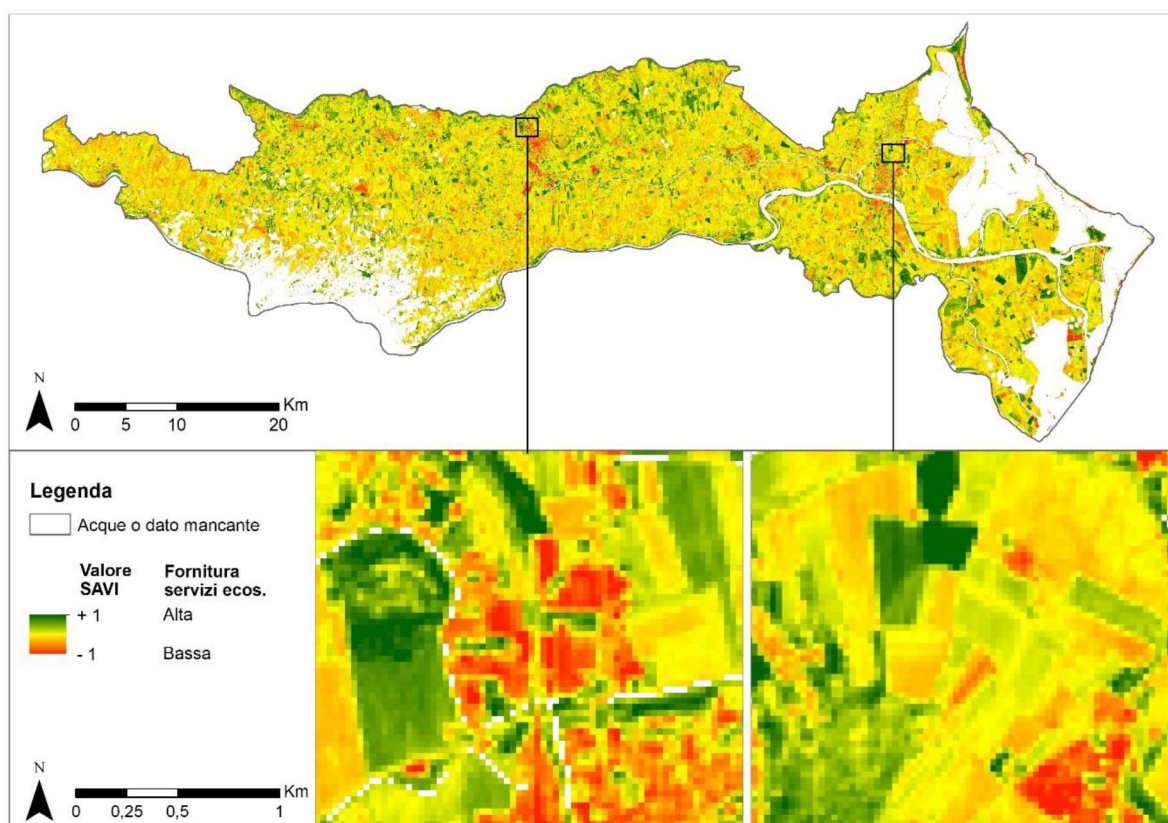


Figura 252 - Mappa dell'indice SAVI medio annuale (anno 2016). Vista della Provincia di Rovigo e finestre di dettaglio.

Risultati

Tre mappe relative alla capacità di fornitura di questi servizi sono state elaborate applicando il metodo appena descritto. La prima mappa fa riferimento alla classificazione della copertura del suolo *Corine Land Cover* al IV livello dell'anno 2012 (Figura 253). La mappa, con un dettaglio di classificazione minore rispetto alle altre, permette di conoscere e valutare la differente capacità di fornitura dei servizi ecosistemici principalmente tra i diversi ecosistemi artificiali, agricoli e naturali o semi-naturali.

La seconda mappa fa riferimento alla classificazione della copertura del suolo della Regione Veneto dell'anno 2012, con nomenclatura derivata dalla classificazione *Corine Land Cover* fino al V Livello (Figura 3). La mappa, con un dettaglio di classificazione maggiore rispetto alla precedente, permette di conoscere e valutare la differente capacità di fornitura dei servizi ecosistemici, non solo tra i diversi ecosistemi artificiali, agricoli e naturali o semi-naturali, ma anche tra le varie tipologie e forme di copertura del suolo che caratterizzano questi ecosistemi.

Infine, la terza mappa fa riferimento alla classificazione dell'uso del suolo derivante dal Sistema di identificazione delle parcelle agricole (*Land Parcel Information System – LPIS*) aggiornato all'anno 2016 (Figura 255). La mappa, che presenta un dettaglio di classificazione maggiore rispetto alle altre, permette di conoscere e valutare la differente capacità di fornitura dei servizi ecosistemici dei singoli appezzamenti e parcelle agricole e relativo uso del suolo, fornendo un livello di dettaglio che in alcuni casi riesce a spingersi sino alla singola tipologia di coltura o singolo lotto edificato.

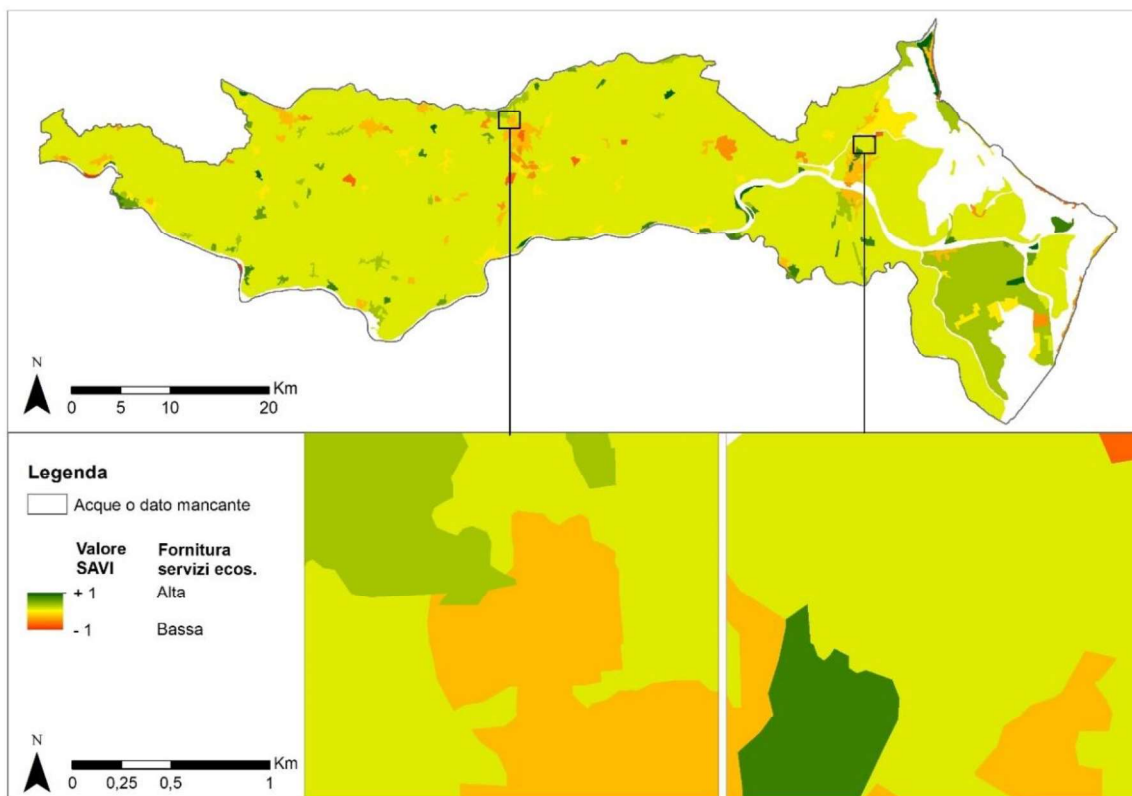


Figura 253 - Mappa della capacità di fornitura dei servizi ecosistemici delle classi di uso e copertura del suolo relative alla classificazione della *Corine Land Cover* al IV livello del 2012. Vista della Provincia di Rovigo e finestre di dettaglio.

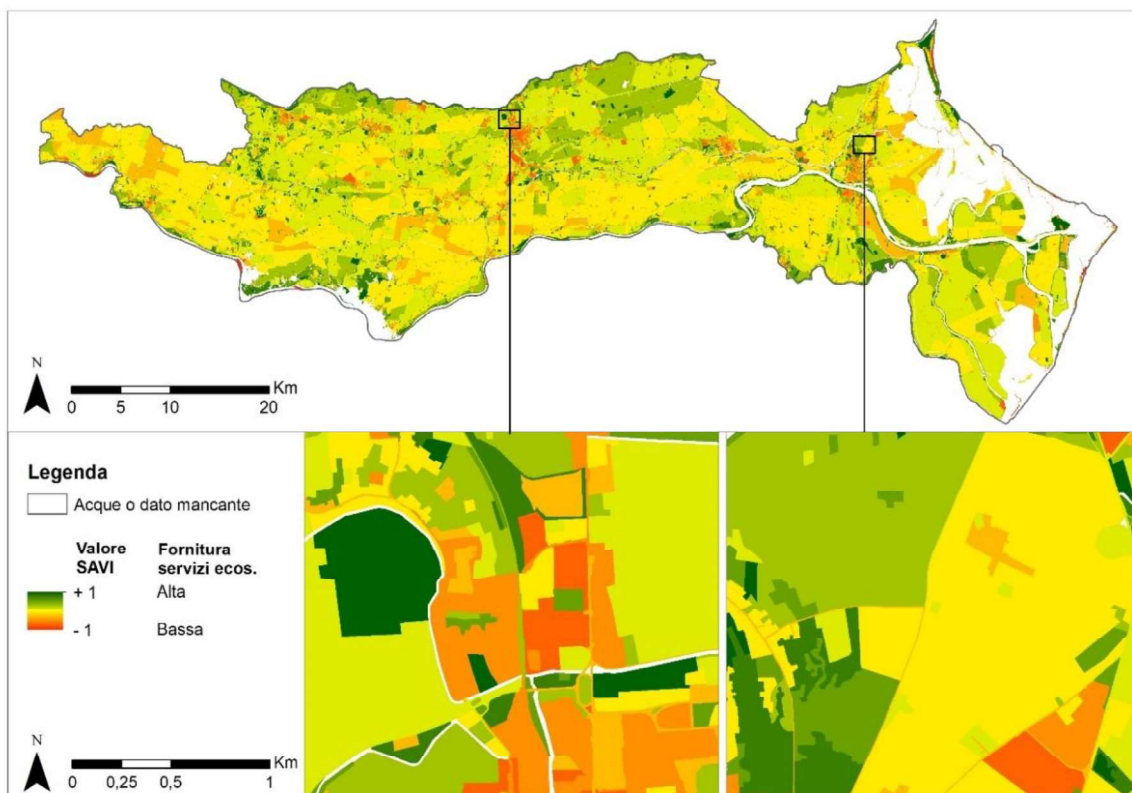


Figura 254 - Mappa della capacità di fornitura dei servizi ecosistemici delle classi di uso e copertura del suolo relative alla copertura del suolo della Regione Veneto del 2012. Vista della Provincia di Rovigo e finestre di dettaglio.

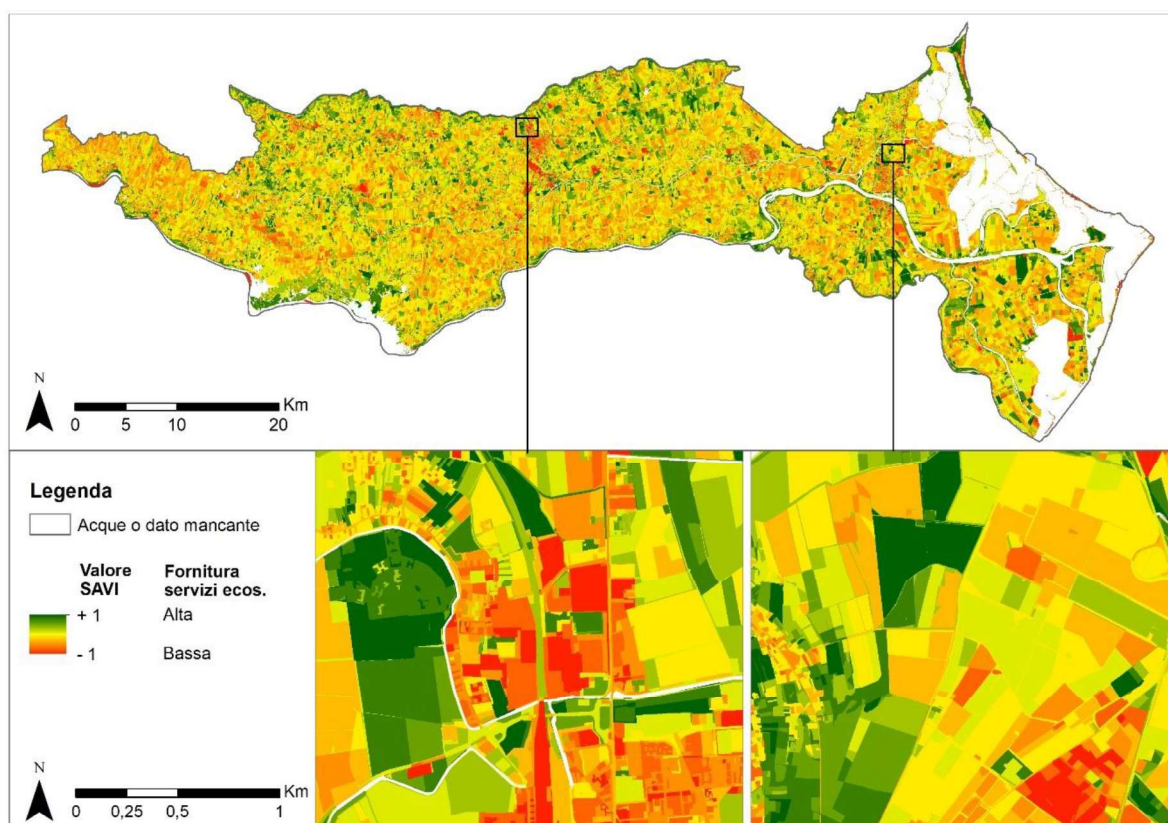


Figura 255 - Mappa della capacità di fornitura dei servizi ecosistemici delle classi di uso e copertura del suolo relative all'uso del suolo derivante dal Sistema di identificazione delle parcelle agricole (Land Parcel Information System – LPIS) del 2016. Vista della Provincia di Rovigo e finestre di dettaglio.

Discussione e conclusioni

Sono diversi gli studi che si sono occupati di mappatura dei servizi ecosistemici, la maggior parte dei quali utilizzano sole mappe di uso e copertura del suolo. Alcuni, per esempio, attribuiscono un valore alle varie classi in base alla loro capacità intrinseca di fornire determinati servizi (Burkhard et al., 2012; Haas and Ban, 2016 e altri). All'interno del panorama nazionale, ISPRA fornisce diversi dati che si prestano ad una valutazione della capacità del territorio a fornire servizi ecosistemici; questi dati riguardano, ad esempio, la copertura del suolo o il grado di impermeabilizzazione del suolo.

Questo studio si prefigge di integrare i metodi di mappatura attualmente esistenti, dimostrando l'importanza dei dati satellitari multi-temporali per la mappatura della distribuzione spaziale e quantitativa dei servizi ecosistemici associati alla fornitura di biomassa (vegetale), attraverso gli indici di vegetazione. La metodologia adottata, avvalendosi di una serie multi-temporale di immagini che considerano l'intero ciclo fenologico della vegetazione, permette non solo una classificazione maggiormente accurata (Prishchepov et al., 2012), ma anche una migliore identificazione delle caratteristiche funzionali degli ecosistemi in considerazione della struttura e della densità della vegetazione nello spazio e nel tempo. Questo dimostra che la dimensione temporale è un fattore fondamentale nell'uso di indicatori per l'identificazione degli attributi funzionali degli ecosistemi, che altrimenti non verrebbero tenuti in considerazione se la mappatura avvenisse solamente a partire da dati statici, come quelli riguardanti l'uso e la copertura del suolo.

Inoltre, la metodologia presentata può essere facilmente replicata in altri casi studio (fermo restando la disponibilità di dati spaziali di uso e copertura del suolo) grazie alle caratteristiche intrinseche dei dati satellitari: ampia copertura spaziale, disponibilità in tempo (quasi) reale, continuità temporale e accesso gratuito.

Andrew M.E., Wulder M.A., Nelson T.A. (2014). Potential contributions of remote sensing to ecosystem service assessments. *Progress in Physical Geography* (2014) 38: 328.

Atzberger C. (2013). Advances in Remote Sensing of Agriculture: Context Description, Existing Operational Monitoring Systems and Major Information Needs. *Remote Sens.* 2013, 5, 949-981.

- Ayanu Y.Z., Conrad C., Nauss T., Wegmann M., Koellner T. (2012). Quantifying and Mapping Ecosystem Services Supplies and Demands: A Review of Remote Sensing Applications. *Environmental Science & Technology*.
- Brown M.E., de Beurs K.M. (2008). Evaluation of multi-sensor semi-arid crop season parameters based on NDVI and rainfall. *Remote Sens. Environ.* 112, 2261–2271.
- Burkhard B., Kroll F., Nedkov S., Müller F. (2012). Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological Indicators* 21, 17–29.
- de Araujo Barbosa C.C., Atkinson P.M., Dearing J.A. (2015). Remote sensing of ecosystem services: A systematic review. *Ecological Indicators* 52 (2015) 430–443.
- de Groot, R.S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., Willemen, L., 2010. Challenges integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecol. Complex.* 7, 260–272.
- Egoh B., Rouget M., Reyers B., Knight A.T., Cowling R.M., van Jaarsveld A.S., Welze A. (2007). Integrating ecosystem services into conservation assessments: A review. *Ecological Economics* 63 (2007) 714–721.
- Feng X., Fu B., Yang X., Lu Y. (2010). Remote Sensing of Ecosystem Services: An Opportunity for Spatially Explicit Assessment. *Chin. Geogra. Sci.* 2010 20(6) 522–535.
- Haas J., Ban Y. (2016). Mapping and Monitoring Urban Ecosystem Services Using Multitemporal High-Resolution Satellite Data. *IEEE Journal of selected topics in applied earth observations and remote sensing*.
- Huete A.R. (1988). A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI). *Remote Sensing of Environment* 25:295-309 (1988).
- Kandziora M., Burkhard B., Müller F. (2013). Interactions of ecosystem properties, ecosystem integrity and ecosystem service indicators—A theoretical matrix exercise. *Ecological Indicators* 28 (2013) 54–78.
- Koschke L., Fürstb C., Lorenza M., Witta A., Franka S., Makeschina F. (2013). The integration of crop rotation and tillage practices in the assessment of ecosystem services provision at the regional scale. *Ecological Indicators* 32 (2013) 157–171.
- MA, 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis. A Report of the Millenium Ecosystem Assesment*. Island Press, Washington 155.
- Muukkonen P., Heiskanen J. (2005). Estimating biomass for boreal forests using ASTER satellite data combined with standwise forest inventory data. *Remote Sens. Environ.* 99, 434–447.
- Paruelo J.M., Teixeira M., Staiano L., Mastrángelo M., Amdan L., Gallego F. (2016). An integrative index of Ecosystem Services provision based on remotely sensed data. *Ecological Indicators* 71 (2016) 145–154.
- Pettorelli N., Vik J.O., Mysterud A., Gaillard J.M., Tucker C.J., Stenseth N.C. (2005). Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Trends Ecol. Evol.* 20 (9), 503–510.
- Pettorelli N., Laurance W.F., O'Brien T.G., Wegmann M., Nagendra H., Turner W. (2014). Satellite remote sensing for applied ecologists: opportunities and challenges. *Journal of Applied Ecology* 2014, 51, 839–848.
- Prabakaran C., Singh C.P., Panigrahy S., Parihar J.S. (2013). Retrieval of forest phenological parameters from remote sensing-based NDVI time-series data. *Curr. Sci.* 105, 795–802.
- Prishchepov A.V., Radeloff V.C., Dubinin M., Alcantara C. (2012). The effect of Landsat ETM/ETM+ image acquisition dates on the detection of agricultural land abandonment in Eastern Europe. *Remote Sensing of Environment* 126 (2012) 195–209.
- Rembold F., Atzberger C., Savin I., Rojas O. (2013). Using Low Resolution Satellite Imagery for Yield Prediction and Yield Anomaly Detection. *Remote Sens.* 2013, 5, 1704–1733.
- Swetnam R.D., Fisher B., Mbilinyi B.P., Munishi P.K.T., Willcock S., Ricketts T., Mwakalila S., Balmford A., Burgess N.D., Marshall A.R., Lewis S.L. (2011). Mapping socio-economic scenarios of land cover change: a GIS method to enable ecosystem service modelling. *Journal of Environmental Management* 92 (3), 563–574, 2011.
- TEEB, 2010. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB*, p. 39.
- Wall L., Larocque D., Leger P.-M. (2008). The early explanatory power of NDVI in crop yield modelling. *Int. J. Remote Sens.* 29, 2211–2225.
- Wardlow B.D., Egbert S.L. (2008). Large-area crop mapping using time-series MODIS 250 m NDVI data: an assessment for the US Central Great Plains. *Remote Sens. Environ.* 112, 1096–1116.
- Zurlini G., Pietrosillo I., Aretano R., Castorini I., D'Arpa S., De Marco A., Pasimeni M.R., Semeraro T., Zaccarelli N. (2014). Key fundamental aspects for mapping and assessing ecosystem services: Predictability of ecosystem service providers at scales from local to global. *Ann. Bot. (Roma)*, 2014, 4: 53–63.

26. Applicazione di metodologie di valutazione dei servizi ecosistemici del suolo nella Pianificazione urbanistica. Esperienze in Piemonte

Giorgio Roberto Pelassa, Regione Piemonte. Alessandra Penna, Arpa Piemonte,

Premessa

Il tema del consumo di suolo è indissolubilmente legato ai Servizi Ecosistemici (SE); il suolo infatti rappresenta il substrato fisico sul quale si sviluppano gli ecosistemi e di conseguenza i “servizi” da loro offerti.

Sin dalle prime esperienze di monitoraggio del consumo di suolo si sono presentate due distinte problematiche, la prima relativa a come misurare questa grandezza, con quali strumenti e con quale precisione, la seconda relativa a cosa significa la perdita di suolo in termini di servizi da esso forniti ovvero di SE.

