

Global Soil Partnership

Soil partnership – Italia



Realizzazione della carta dello stock di carbonio organico nei suoli italiani

Firenze, 19.10.2017

Premessa

I tempi di realizzazione proposti erano molto stretti, e si sono ulteriormente ridotti a causa di una serie di problemi tecnici nell'uniformazione dei dati sui suoli e delle covariate. Questo ha eliminato la possibilità di momenti di confronto in itinere e ridotto a tempi minimali il controllo *ex post*.

La realizzazione della carta di SCS deve essere considerata, come sempre detto, come una prima versione, esplicitamente da migliorare in futuro. Uno dei risultati della realizzazione della carta del SCS è appunto l'individuazione un percorso di rafforzamento della "rete" degli enti possessori, gestori e manutentori dei dati pedologici, che consentirà in futuro di realizzare una versione aggiornata e controllata. In questa prima fase il quadro nazionale delineato appare coerente al suo interno e accettabilmente "verosimile". È necessario anche che le basi concettuali siano chiare. Nei paragrafi seguenti sono illustrati i metodi seguiti.

Metodi

1. Selezione dei dati pedologici e delle covariate.

Ogni detentore di dati, nazionale o regionale, ha selezionato una serie di dati pedologici controllati per qualità, rappresentativi delle principali interazioni del contenuto di SOC con le covariate ambientali (uso del suolo, geomorfologia e clima alla scala di riferimento, pari a 1: 1.000.000) nell'arco temporale dal 1990 al 2013. Quest'ultima data è stata utilizzata poiché corrisponde all'avvio dei nuovi PSR.

In totale sono stati selezionati per l'elaborazione 6748 punti, così ripartiti tra le regioni:

REGIONI	Fonte	Numero siti
Abruzzo	db CREA	257
Basilicata	db CREA	233
Calabria	db CREA	204
Calabria	Fonte regionale	130
Lombardia	db CREA	123
Lombardia	Fonte regionale	362
Emilia Romagna	Fonte regionale	514
Friuli Venezia Giulia	db CREA	176
Friuli Venezia Giulia	Fonte regionale	75
Puglia	db CREA	345
Marche	db CREA	84
Marche	Fonte regionale	122
Campania	db CREA	259
Liguria	Fonte regionale	124
Molise	db CREA	99
Sardegna	db CREA	434
Toscana	Fonte regionale	338
Piemonte	db CREA	443
Piemonte	Fonte regionale	469
Lazio	db CREA	490
Sicilia	db CREA	522
Trentino Alto Adige	db CREA	334
Umbria	db CREA	214
Veneto	Fonte regionale	337
Valle d'Aosta	db CREA	60
TOTALE		6748

Sono state selezionate covariate categoriche (geografia del suolo, geologia, uso del suolo e strati tematici del suolo) e numeriche (DEM e derivate, clima e derivate, caratteristiche del suolo). Il numero totale di covariate esaminate, incluse quelle fornite da ISRIC, era di 37; è stato selezionato un sottoinsieme di covariate non o debolmente correlate tra loro, basandosi su una maggiore significatività di relazione con il SCS. Per la soil region D (pianura padana) è stata considerata anche la distribuzione dei pedopaesaggi derivata dalla carta ecopedologica in scala 1:250,000.

Le variabili selezionate sono:

Categoriche: a) per la pianura padana: uso del suolo, unità pedo-paesaggio, strati tematici suoli gleyic, histic e coarse; b) per tutte le altre soil region: Soil Region, Sottoregioni, Geologia (Canuti), Corine Land Cover (2006) e strati tematici (suoli gleyic, coarse, histic, sodic, vertic, arenic, shallow, and acid).

Continue: a) per la pianura padana: piovosità media annua, indice di continentalità, longitudine; b) per tutte le altre soil region: contenuto in sabbia e limo dei sistemi di suolo, quota s.l.m., pendenza, contenuto in carbonio inorganico, profondità del suolo, distanza dai rilievi e dalla linea di costa, temperatura dell'aria, indice di aridità del suolo e pH, contenuto in argilla e in scheletro della griglia ISRIC.

Tab. 1 – Lista delle covariate

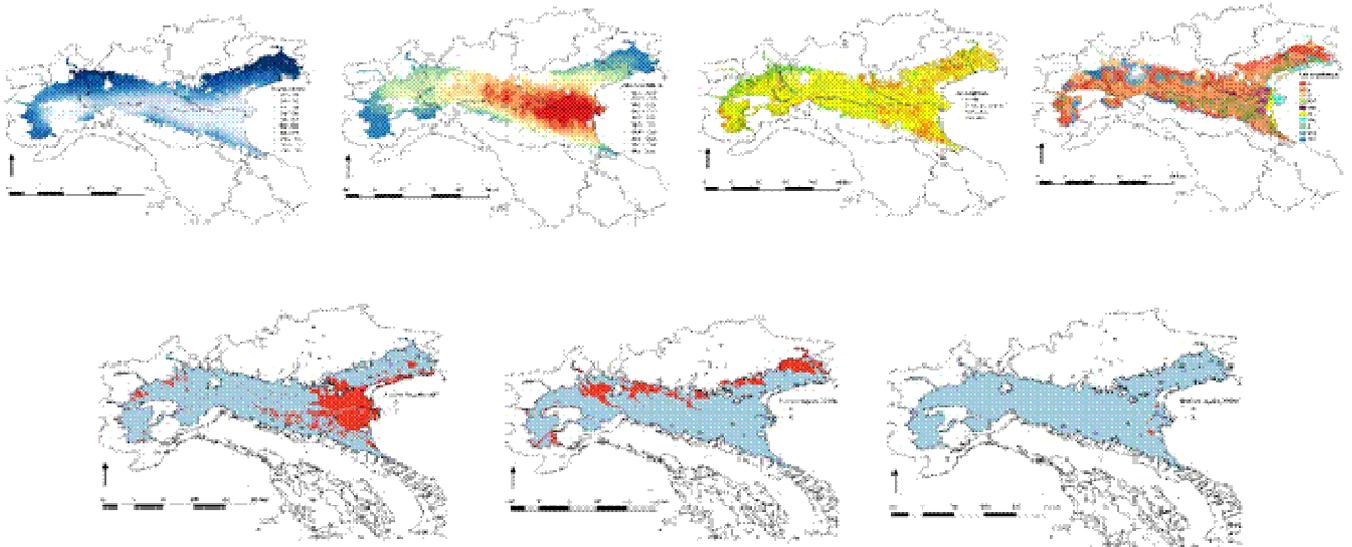
Nome	Ente responsabile	Identificativo (codice)	Data di creazione	Formato	Tipo di dato	Risoluzione spaziale	Unità di misura	Riferimento
Soil regions	CREA-AA, FI	SR	2012	Vettoriale	Categorico	1:5.000.000	n/a	Costantini et al., 2013
Soil subregions	CREA-AA, FI	Sub_reg	2012	Vettoriale	Categorico	1:1.000.000	n/a	Costantini et al., 2013
Corine LC	ISPRA	uso	2006	Vettoriale	Categorico	1:100.000	n/a	Sambucini et al. (2010)
Pedopaesaggi	ARPAV	UCO	2003 mod.	Vettoriale	Categorico	1:250.000	n/a	
Litologica Canuti	ISPRA	canuti_mod	1978	Vettoriale	Categorico	1:500.000	n/a	Serv. Geol. Italia (1978)
<i>Gleyic</i>	CREA-AA, FI	GLEY_cov	2012	Vettoriale	Binario 0/1	1:500.000	n/a	Originale: aree svantaggiate
<i>Histic</i>	CREA-AA, FI	HIST_cov	2012	Vettoriale	Binario 0/1	1:500.000	n/a	
<i>Vertic</i>	CREA-AA, FI	VERTI_cov	2012	Vettoriale	Binario 0/1	1:500.000	n/a	
<i>Coarse frag.</i>	CREA-AA, FI	coarse_cov	2012	Vettoriale	Binario 0/1	1:500.000	n/a	
<i>Shallow Rooting Depth</i>	CREA-AA, FI	depth_cov	2012	Vettoriale	Binario 0/1	1:500.000	n/a	
<i>Arenic</i>	CREA-AA, FI	arenic_cov	2012	Vettoriale	Binario 0/1	1:500.000	n/a	

<i>Sodic</i>	CREA-AA, FI	sodi_cov	2012	Vettoriale	Binario 0/1	1:500.000	n/a	
<i>Acidity</i>	CREA-AA, FI	ACID_cov	2012	Vettoriale	Binario 0/1	1:500.000	n/a	
Soil system sand	CREA-AA, FI	sand_cov	2012	Vettoriale	Continuo	1:500.000	n/a	Orig.: valori medi dei punti nei poligoni
Soil system silt	CREA-AA, FI	silt_cov	2012	Vettoriale	Continuo	1:500.000	n/a	Orig.: valori medi dei punti nei poligoni
Quota	NASA	QuotaM	2009	Raster	Continuo	30 m	m slm	Immagini Aster
Distanza costa	CREA-AA, FI	coast_dist	2016	Raster	Continuo	1000 m	m	QuotaM
Distanza rilievi >1500, 1000-1500 e 500-1000	CREA-AA, FI	relief_d	2016	Raster	Continuo	500 m	m	
Pendenza	CREA-AA, FI	slope500	2016	Raster	Continuo	250 m	cm/m	
<i>Soil aridity index</i>	CREA-AA, FI	sai_soilof	2013	Raster	Continuo	500 m	day/year	Costantini et al., 2013
T° aria	CREA-AA, FI	tair	2013	Raster	Continuo	1000 m	°C	
Precipitazioni	CREA-AA, FI	raina	2013	Raster	Continuo	1000 m	mm/a	
Continentalità	CREA-AA, FI	contintali	2013	Raster	Continuo	1000 m	n/a	
C inorganico	CREA-AA, FI	sic500	2012	Raster	Continuo	900 m	dag/kg	Barbetti et al., 2012
Profondità suolo	CREA-AA, FI	pedo500	2012	Raster	Continuo	900 m	cm	Costantini et al., 2013
Argilla 0-50 cm	ISRIC	sg_clay50	2014	Raster	Continuo	250 m	dag/kg	Hengl et al., 2014. Global Soil Grid
pH 0-100 cm	ISRIC	sg_ph	2014	Raster	Continuous	250 m	n/a	
Scheletro 0-50 cm	ISRIC	sg_sk50	2014	Raster	Continuo	250 m	dag/kg	

Soil Region pianura padano-veneta

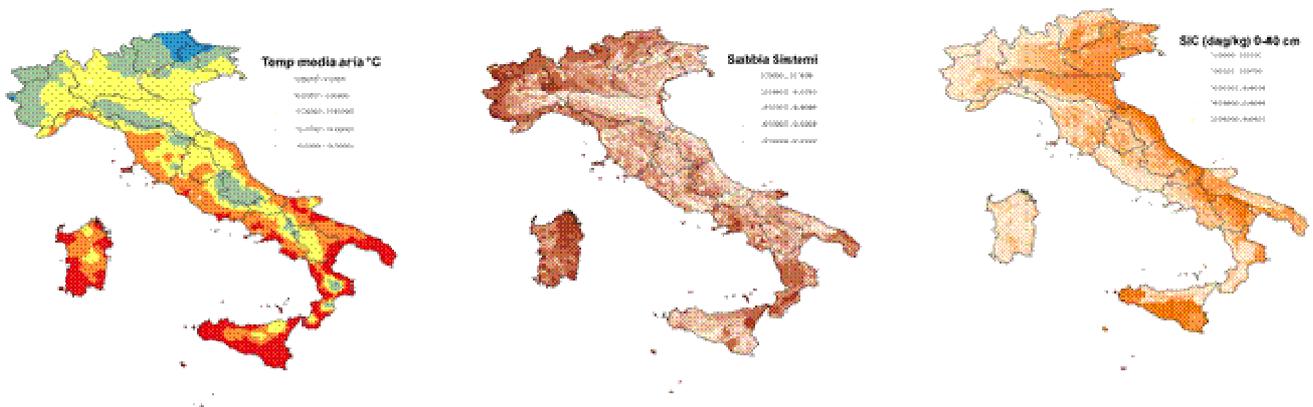
A) Predittori continui: piovosità media annua, continentalità, longitudine

B) Predittori categorici: uso del suolo, unità di pedopaesaggio 250k, GLEY, COARSE e HIST



Altre soil region

C) Predittori continui: piovosità media annua, contenuto in sabbia (sistemi di suolo), contenuto in C inorganico



2. Armonizzazione dei metodi analitici per il SOC e sviluppo di pedofunzioni per la stima della densità apparente

I valori di SOC ottenuti con il metodo di Springer-Klee e con l'analizzatore elementare sono stati utilizzati tal quali nelle elaborazioni. I valori non corretti ottenuti con il metodo Walkley-Black sono stati corretti utilizzando una relazione empirica di tipo lineare, derivate da studi precedenti, seguendo le raccomandazioni dei metodi ufficiali italiani. Un rapporto dettagliato è stato redatto e reso disponibile dal gruppo di lavoro.

I dati di densità apparente resi disponibili per il progetto sono stati attentamente controllati in termini di possibili errori e per la presenza di outlier e valori estremi. I dati ritenuti in seguito al controllo di qualità (N = 1313) sono stati utilizzati per calibrare un set di pedofunzioni utilizzando dei modelli di regressione di tipo GLM (General Linear Models) per i seguenti usi del suolo semplificati: seminativi, colture permanenti, prati stabili e boschi. In tutti i modelli calibrati la soil region è stata utilizzata come predittore categorico. La densità apparente degli orizzonti organici (N = 36) è stata stimata calibrando un'unica regressione non lineare a prescindere dall'uso del suolo.

I dati di densità apparente stimati con le PTF sono stati corretti successivamente per il contenuto in scheletro. Un rapporto dettagliato sullo sviluppo delle pedofunzioni per la stima della densità apparente è stato redatto e reso disponibile dal gruppo di lavoro.

3. Digital soil mapping

Per tutte le soil region ad esclusione della pianura padana è stato calibrato un unico modello di predizione dello stock di carbonio utilizzando, dopo il confronto tra diversi modelli di data mining, reti neurali con Radial Basis Function (Statistica, inc.). Per la sola soil region pianura padano-veneta è stato calibrato un modello di predizione di tipo GLM integrando tra i predittori le unità riviste della carta ecopedologica rivista da ARPAV. In tutti i casi, i data set sono stati suddivisi in 10 subset contenenti ciascuno il 90% delle osservazioni, utilizzate per la calibrazione del modello, ed il rimanente 10% per la validazione. I parametri dei modelli sono stati quindi calibrati 10 volte e per ogni subset sono stati calcolati gli errori di stima (RMSE).

4. Risultati

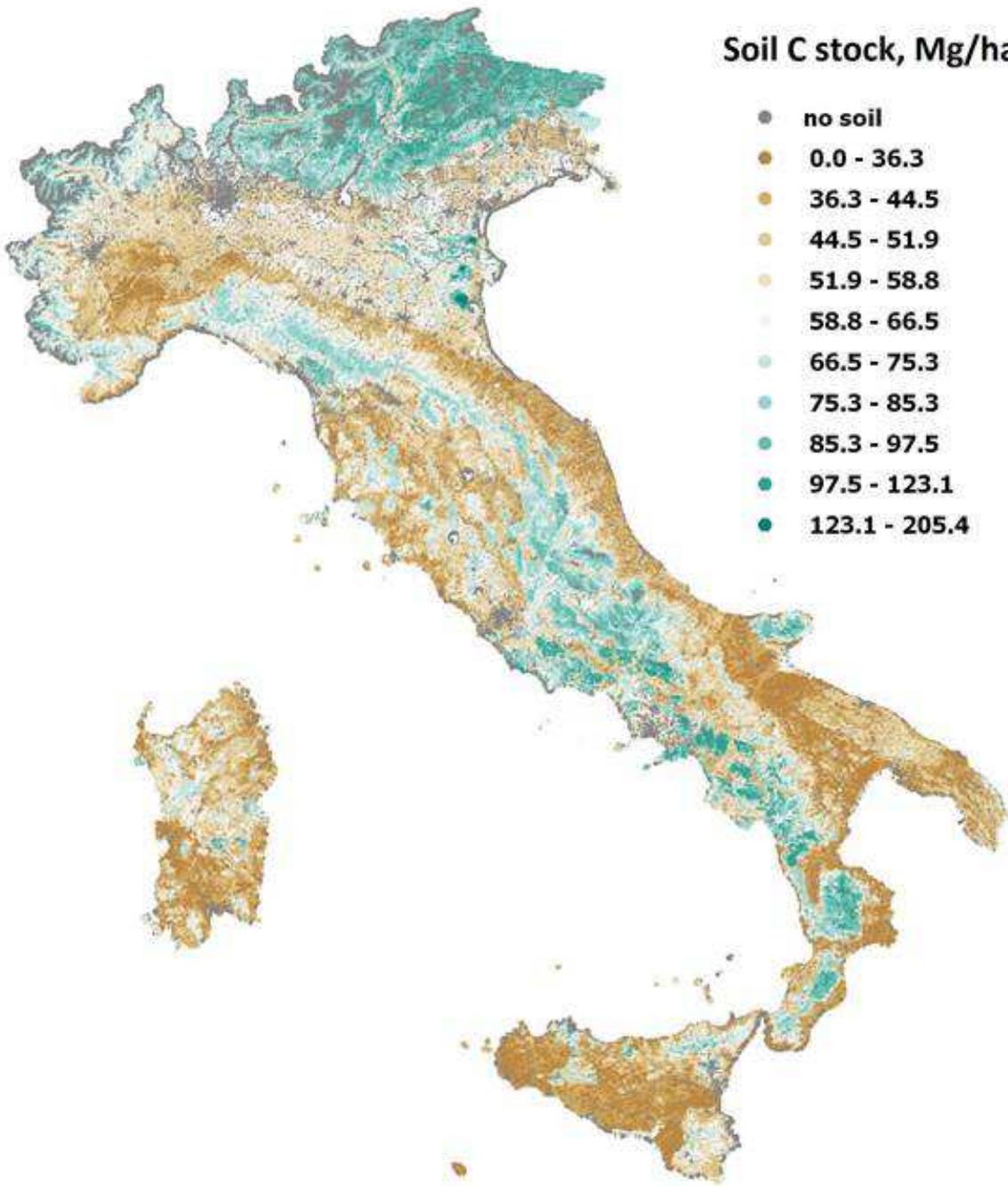
Tutti i modelli calibrati sono stati applicati in corrispondenza dei centroidi del grid di riferimento stimando quindi 10 valori di SCS e calcolando successivamente il valore medio, la deviazione standard, l'errore standard, l'intervallo di confidenza (95%) della media, il valore minimo e massimo, e il coefficiente di variazione.

L'analisi di sensitività del modello di rete neurale indica che la geologia, l'uso del suolo, la soil region, e la sub-region sono nell'ordine i predittori più importanti. Nel caso della pianura padana il modello GLM indica come predittori più rilevanti la presenza di suoli *histic* e di depressioni con accumulo di sostanza organica, le precipitazioni medie annue, la presenza di colture permanenti, l'indice di continentalità e la presenza di prati stabili.

L'analisi dei residui (calcolati come differenza tra valore osservato e valore stimato di SCS) indica un errore medio di previsione di 1.688 Mg ha⁻¹ per tutta l'Italia, suggerendo come il modello abbia una tendenza a sovrastimare il SCS. Nel caso della soil region della pianura padana l'errore medio di previsione è pari a 3.50E-09 Mg ha⁻¹ indicando che mediamente il modello non sottostima né sovrastima i dati osservati. In termini di correlazione lineare i valori di R² sono piuttosto bassi, ma tuttavia altamente significativi statisticamente e pari a 0.30 e 0.25 rispettivamente per la sola pianura padana e per tutta l'Italia. I valori di RMSE sono pari rispettivamente a 21.8 e 36.24 Mg ha⁻¹, rispettivamente per la pianura padana e per tutta l'Italia. In termini di intervalli di confidenza 95% del valore medio stimato, questi sono mediamente pari a 1.11 Mg ha⁻¹ e 7.55 Mg ha⁻¹ rispettivamente la pianura padana e per le altre soil region.

References

- Barbetti, R.; L'Abate, G.; Priori, S.; Costantini, E.A.C. (2012) Soil inorganic carbon stock of Italy. Proceedings of the 4th International Congress Eurosoil
- Costantini E.A.C., Barbetti R., Fantappiè M., L'Abate G., Lorenzetti R., Magini S., (2013). Pedodiversity. In Costantini E.A.C. and Dazzi C. (eds.) The Soils of Italy, World Book Series, DOI: 10.1007/978-94-007-5642-7_6, © Springer Science+Business Media Dordrecht, Netherlands
- Costantini E.A.C., Fantappiè M., L'Abate G., (2013). Climate and Pedoclimate of Italy. In Costantini E.A.C. and Dazzi C. (eds.) The Soils of Italy, World Book Series, DOI: 10.1007/978-94-007-5642-7_2, © Springer Science+Business Media Dordrecht, Netherlands.
- Hengl, T., de Jesus, J. M., MacMillan, R. A., Batjes, N. H., Heuvelink, G. B., Ribeiro, E., ... & Gonzalez, M. R. (2014). SoilGrids1km—global soil information based on automated mapping. PLoS One, 9(8), e105992.
- Sambucini, V., Marinosci, I., Bonora, N., Chirici, G., Corona, P., Bologna, S., ... & Marchetti, M. (2010). La realizzazione in Italia del progetto Corine Land Cover 2006: uno strumento di monitoraggio delle dinamiche di uso e copertura del suolo.
- Servizio geologico d'Italia (1978). Carta geologica d'Italia 1:500.000



Soil C stock, Mg/ha

- no soil
- 0.0 - 36.3
- 36.3 - 44.5
- 44.5 - 51.9
- 51.9 - 58.8
- 58.8 - 66.5
- 66.5 - 75.3
- 75.3 - 85.3
- 85.3 - 97.5
- 97.5 - 123.1
- 123.1 - 205.4

0 100 200 300 400 km



SCS map of Italy partnership: structure and contributions

Coordinator: Edoardo Costantini CREA Firenze.

WG1 Data, metadata and covariates supplying:

CREA-Firenze; CREA-Roma; ISPRA (covariates); IPLA, Piemonte; ERSAF, Lombardia; ARPA Veneto; ERSA-FVG, Friuli Venezia-Giulia; Regione Liguria; SGSS, Emilia-Romagna; Consorzio Lamma, Toscana; Regione Marche; Regione Campania; Regione Puglia, Università di Foggia, Università della Calabria, ARSSA, Calabria; Regione Sicilia.

WP2 Harmonization of SOC analytical methods and bulk density values and estimation

- a) SOC methods: ARPA Veneto; Università della Calabria; Università di Foggia; CREA-Roma; CNR-ISE, Firenze.
- b) Bulk density estimation: CNR-Ibimet; Firenze; CREA, Firenze; ARPA Veneto; Consorzio Lamma, Firenze; SGSS, Emilia-Romagna.

WP3 Digital soil mapping:

Methods: CNR-Ibimet, Firenze; CREA Firenze; CREA Roma.

Quality checking: ARPA Veneto; SGSS, Emilia-Romagna.

WP4-elaboration and management of data and maps:

CREA Firenze; CNR-Ibimet, Firenze.

Authors (alphabetic order for institutions and authors)

Paolo Giandon, Ialina Vinci (ARPA Veneto); Raffaele Paone (ARSSA, Calabria); Costanza Calzolari, Fabrizio Ungaro (CNR – Ibimet); Luigi D'Acqui (CNR – ISE); Lorenzo Gardin (Consorzio Lamma, Toscana); Edoardo Costantini, Maria Fantappiè, Giovanni L'Abate, Sergio Pellegrini, (CREA – Firenze); Maria Teresa Dell'Abate, Rosario Napoli (CREA – Roma); Stefano Barbieri (ERSA-FVG); Stefano Brenna (ERSAF, Lombardia); Fabio Petrella, Paolo Martalò (IPLA, Piemonte); Michele Munafò, Fiorenzo Fumanti (ISPRA); Amedeo D'Antonio (Regione Campania); Paola Tarocco, Francesca Staffilani (Regione Emilia-Romagna SGSS); Stefano Pini (Regione Liguria), Mauro Tiberi (Regione Marche); Luigi Scamarco (Regione Puglia); Fabio Guaitoli (Regione Sicilia); Claudio Zaccone (Università di Foggia); Adele Muscolo (Università della Calabria).