

Nota breve – Short note

La determinazione dello stock di carbonio nei suoli del Trentino a partire dalla banca dati della carta dei suoli alla scala 1:250.000

Adriano GARLATO^{1*}, Silvia OBBER¹, Ialina VINCI¹, Alessandro MANCABELLI¹, Andrea PARISI² & Giacomo SARTORI²

¹ARPA Veneto, Unità Operativa Suolo, Via Baciocchi 9, 31033 Castelfranco Veneto (TV)

²Museo Tridentino di Scienze Naturali, Via Calepina 14, 38122 Trento

*E-mail dell'Autore per la corrispondenza: agarlato@arpa.veneto.it

SUMMARY - *Soil carbon stock assessment in the Trentino Province (Italy) based on the soil map at 1:250,000 scale* - Soil carbon stock of the Trentino Province (North Italy) has been assessed, as a first approximation, on the basis of the data base of the soil map at 1:250.000 scale. In the Alpine area the differences between different altitudinal belts are considerable, with higher values (>185 t ha⁻¹) at higher elevations. Differences between siliceous and calcareous substrates are very reduced above the timberline (>1900 m a.s.l.), and at lower altitudes (<1300 m), whereas in the intermediate zone values are notably higher on siliceous materials. In the Prealpine area values are lower than in the Alpine area, both on mountain areas and in the valleys.

Parole chiave: suoli montani, Provincia di Trento, carbonio organico, stock di carbonio

Key words: mountain soils, Province of Trento, organic carbon, carbon stock

1. MATERIALI E METODI

La determinazione dello stock di carbonio nei suoli del Trentino è stata effettuata a partire dalle informazioni della banca dati che accompagna la carta dei suoli del Trentino alla scala 1:250.000, di recente ultimazione (Sartori & Mancabelli 2009), utilizzando i dati relativi a 100 profili tipici di altrettante unità tipologiche di suolo presenti nella legenda. È noto che in ambiente prevalentemente montano una notevole percentuale del carbonio stoccato nei suoli è inglobata negli orizzonti organici di superficie (humus), i quali possono rappresentare oltre il 20% del carbonio totale (Galbraith *et al.* 2003; Schulp *et al.* 2008). La disponibilità di informazioni descrittive e analitiche relative a tali orizzonti ha permesso di quantificare il contributo dell'humus sullo stock totale. Il carbonio presente nella lettiera, o orizzonte OL (AFES 2009), non è stato invece considerato.

Le osservazioni utilizzate sono state condotte in un arco temporale di un quindicennio (1991-2005), il che può rappresentare un limite alla precisa determinazione di un parametro relativamente variabile nel tempo quale è il contenuto di carbonio. Cospicue variazioni nel contenuto di sostanza organica nel suolo si realizzano però in intervalli di tempo dell'ordine della decina di anni solo se gli input subiscono modifiche profonde (Perruchoud *et al.* 1999). Vista la relativa stabilità nella gestione degli ambiti forestali in Trentino, tali cambiamenti possono essere considerati non rilevanti.

La maggior parte dei valori analitici disponibili (366 orizzonti analizzati in totale) sono stati ottenuti con il metodo Walkley-Black. Per avere una comparabilità internazionale essi sono stati espressi come se fossero misurati col metodo ISO 14235. Si è utilizzata a questo scopo la regressione ottenuta da una prova eseguita da otto laboratori pubblici italiani aderenti alla SILPA (tra i quali quello della Fondazione E. Mach, che ha effettuato anche le analisi della banca dati), commissionata dal Centro di Ricerca Comune dell'Unione Europea di Ispra (JRC) e finalizzata a testare la comparabilità dei metodi ISO con i metodi nazionali in uso. La regressione è la seguente:

$$(1) \text{ CO (ISO)} = 1,0288 * \text{CO (Walkley Black)} + 0,07631 \\ (R^2 = 0,9763)$$

Solo per il 25% degli orizzonti organici (humus) considerati erano disponibili dati analitici. Per i restanti orizzonti organici il contenuto di carbonio organico è stato stimato a partire dalla diversa tipologia di orizzonte (OF, OH, O generico), in base ai valori medi ottenuti dagli altri orizzonti della stessa tipologia che disponevano di dati analitici.

Lo stock di carbonio per i primi 30 cm di suolo è stato determinato con due modalità differenti, rispettivamente includendo l'humus (= stock di carbonio dei primi 30 cm

di suolo) ed escludendolo (= stock di carbonio dei primi 30 cm di suolo minerale). Il secondo valore, meno indicativo del primo, è stato calcolato per facilitare i confronti, a livello nazionale e internazionale, con le stime che appunto non includono gli humus.

Lo stock di carbonio (SOC) di ogni singolo suolo analizzato si ottiene dal prodotto, effettuato per ogni orizzonte presente nei primi 30 cm di profondità, tra il quantitativo ponderale di carbonio e la densità apparente dell'orizzonte, sottraendo il volume occupato dai frammenti grossolani:

$$\text{horizon}=n$$

$$(2) \text{SOC}_{\text{tot}} = \Sigma([\text{SOC}] * \text{BulkDensity} * \text{depth} * (1 - \text{frag}) * 10) \text{horizon}$$

$$\text{horizon}=1$$

dove SOC_{tot} = stock di carbonio organico nel suolo (C.O. t ha⁻¹); SOC = concentrazione di carbonio organico del singolo orizzonte (C.O. g kg⁻¹ di suolo); Bulk Density = densità apparente dell'orizzonte (t di suolo m⁻³); Depth = profondità dell'orizzonte (m); Frag: percentuale in volume dei frammenti grossolani nell'orizzonte.

Il dato ottenuto per il profilo tipico è stato esteso, in prima approssimazione, alla corrispondente unità tipologica di suolo della banca dati, e il quantitativo presente in ogni delimitazione della carta dei suoli provinciale è stato calcolato utilizzando la media ponderata dei diversi suoli presenti al suo interno.

Per la stima della densità apparente degli humus è stata utilizzata la pedofunzione di Hollis (Hollis & Woods 1989) definita per gli orizzonti organici ($\text{BD} = -0,00745 * \text{C.O.} \% + 0,593$). Per gli orizzonti minerali invece è stata utilizzata una serie di pedofunzioni, tarate a partire da dati misurati nelle aree montane del Veneto che utilizzano i dati tessiturali e il contenuto in sostanza organica. In particolare, sono state utilizzate cinque pedofunzioni (Garlato *et al.* 2009; Ungaro 2009): due per i suoli montani

(orizzonti superficiali e orizzonti profondi) e tre per i suoli coltivati (orizzonti A, B e C).

Per la quantificazione del carbonio a livello provinciale sono state escluse tutte le aree di non suolo ricavate dal CORINE Land Cover (European Environmental Agency, EEA 2000).

2. RISULTATI

Nella tabella 1 sono sintetizzati i contenuti di carbonio per ha (t ha⁻¹) in ciascuna delle dodici province di suoli della carta pedologica alla scala 1:250.000 ed è riportato il contenuto totale di carbonio organico nei suoli del Trentino (68 Mt). Tali dati mostrano come l'effetto della quota sia molto influente. Considerando le stime che comprendono l'humus, i suoli delle province ASA (Alpi Silicatiche Alte) e ACA (Alpi Calcareao-dolomitiche Alte), situati sopra il limite del bosco (>1900 metri s.l.m.), hanno infatti valori molto elevati e relativamente vicini (rispettivamente 187 e 201 t ha⁻¹). I suoli delle province ASB (Alpi Silicatiche Basse) e ACB (Alpi Calcareao-dolomitiche Basse), alle quote meno elevate (rispettivamente <1300 metri e 900-1900 metri), hanno valori notevolmente inferiori, e anche in questo caso vicini (rispettivamente 112 e 117 t ha⁻¹). La Provincia Alpi Silicatiche Medie (1300-1900 metri), caratterizzata dai suoli podzolici, con attività biologica tendenzialmente scarsa, ha invece valori sensibilmente più alti, dello stesso ordine di grandezza di quelli delle quote più alte (188 t ha⁻¹).

I valori della zona prealpina sono nettamente inferiori a quelli della zona alpina, sia sui rilievi montuosi (139 t ha⁻¹ per le Prealpi Ripide Alte) che nei fondivalle (80 t ha⁻¹, contro le 130 t ha⁻¹ dei Fondivalle Alpini). Anche per le Prealpi Ripide si osservano valori più bassi alle quote inferiori (92 t ha⁻¹ nelle Prealpi Ripide Basse), mentre nelle Prealpi Pianeggianti i

Tab. 1 - Stock di carbonio nei primi 30 cm di suolo minerale (SOC), o includendo l'humus (SOC con humus), nelle dodici province di suoli della carta dei suoli, e valori medi per ettaro (rispettivamente escludendo o includendo l'humus).

Tab. 1 - Carbon stock in 0-30 cm layer of mineral soil (SOC), or including organic layers (SOC con humus), in the 12 provinces of the regional soil map, and mean values (t ha⁻¹) with (C per ettaro) or without (C per ettaro con humus) organic layers.

Provincia di suoli	SOC 30 cm (t)	SOC 30 cm con humus (t)	SOC (30 cm) per ettaro (t ha ⁻¹)	SOC (30 cm) per ettaro con humus (t ha ⁻¹)
Alpi Calcareao-dolomitiche Alte	3.083.668	3.746.974	165,78	201,44
Alpi Calcareao-dolomitiche Basse	4.052.239	9.646.246	49,26	117,27
Alpi Marnose Basse	1.574.511	2.223.223	80,58	113,78
Alpi Silicatiche Alte	8.645.518	9.767.462	165,82	187,34
Alpi Silicatiche Basse	2.963.373	5.631.857	59,01	112,15
Alpi Silicatiche Medie	9.464.247	15.651.259	113,69	188,00
Fondovalli Alpini	1.906.378	2.002.261	123,91	130,14
Fondovalli Prealpini	1.431.421	1.703.163	67,35	80,14
Prealpi Pianeggianti Alte	1.361.461	2.054.139	62,80	94,75
Prealpi Pianeggianti Basse	3.450.212	3.966.071	127,05	146,05
Prealpi Ripide Alte	1.277.664	1.796.924	99,13	139,42
Prealpi Ripide Basse	5.987.929	10.044.454	55,02	92,29
Totale	45.198.621	68.234.033	88,07	132,96

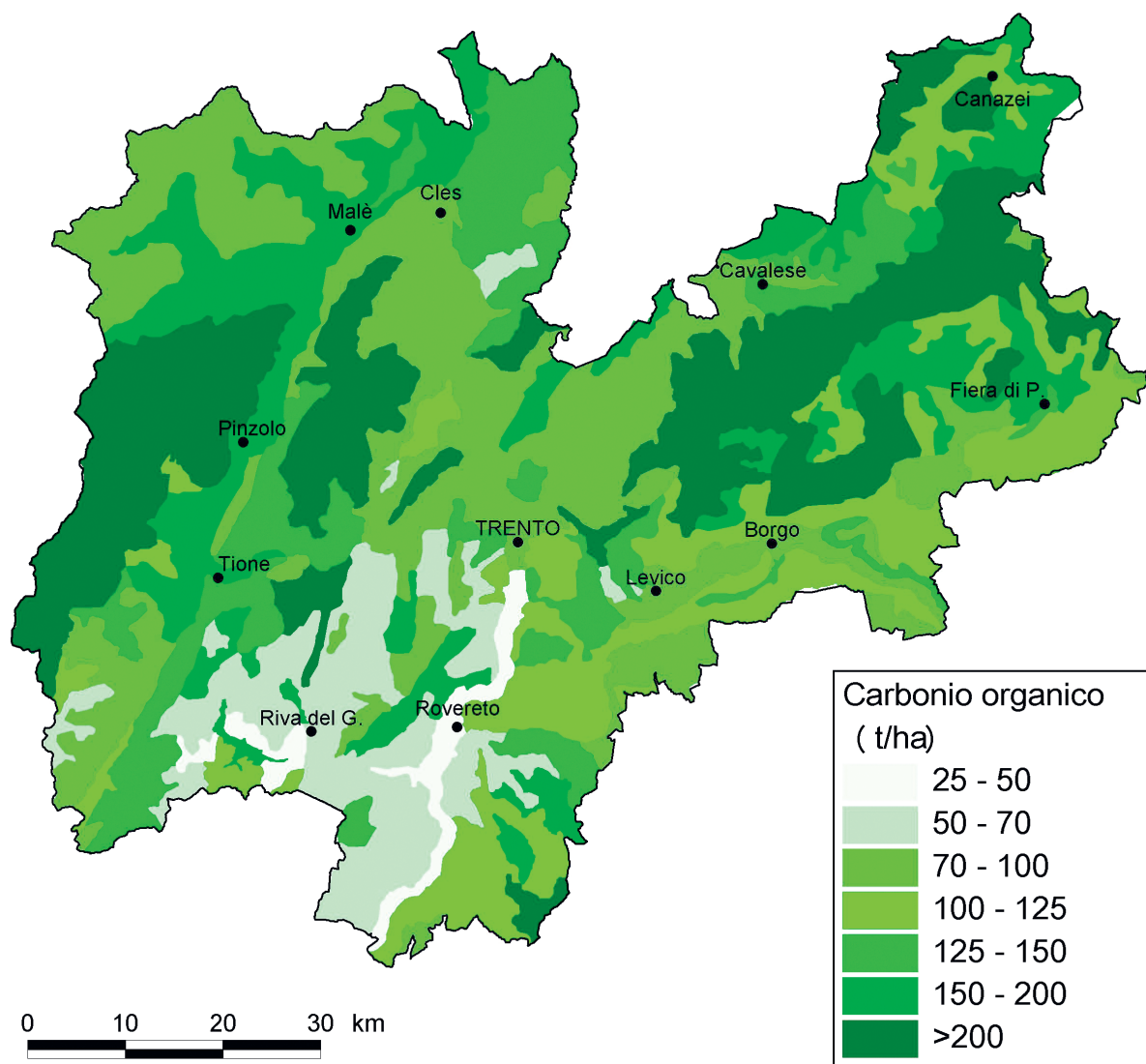


Fig. 1 - Stock di carbonio organico nei primi 30 cm dei suoli della Provincia di Trento, includendo l'humus (nell'immagine non sono indicate le aree di non suolo).

Fig. 1 - Organic carbon stock in 0-30 cm layer of the soils of the Trento Province, including organic horizons (no soil not shown).

contenuti sono invece più bassi alle quote più alte, dove prevalgono in maniera più netta i luvisuoli, relativamente poveri di sostanza organica, a causa di una veloce mineralizzazione (Garlato *et al.* 2009; Sartori *et al.* 2009).

Nella figura 1 le delineazioni della carta dei suoli sono riunite per classi di contenuto di carbonio. La mappa permette di apprezzare in modo sintetico le tendenze sopra esposte legate alla quota, e alle differenze climatiche tra settore alpino e prealpino.

3. CONCLUSIONI

Le stime degli stock di carbonio nel suolo sopra esposte mostrano notevoli differenze tra le varie fasce altimetriche del settore prealpino: valori nettamente più alti si registrano alle quote più alte, in relazione a una minore mineralizzazione legata a temperature inferiori (Rodeghiero & Cescatti 2005). Le differenze tra i substrati silicatici e

calcareao-dolomitici sono molto ridotte sopra il limite del bosco (>1900 m s.l.m.) e alle quote più basse (<1300 m), mentre nella fascia intermedia i valori su substrati silicatici sono sensibilmente più alti (dello stesso ordine di grandezza di quelli delle quote più elevate). I valori della zona prealpina sono nettamente inferiori a quelli della zona alpina, sia sui rilievi montuosi sia nei fondivalle.

Tali stime sono state ottenute, in prima approssimazione, considerando solo i 100 profili rappresentativi delle diverse unità tipologiche di suolo della carta. Un calcolo più preciso e più affidabile potrà essere effettuato considerando tutti gli oltre 350 profili presenti nella banca dati e ottenendo quindi il dato medio per ogni unità tipologica di suolo. Come già in altri lavori riguardanti il Trentino (Tonolli *et al.* 2007) o altre zone alpine (Garlato *et al.* 2009), le informazioni della banca dati potranno essere analizzate in funzione delle diverse tipologie di suolo, di vegetazione e di forme di humus, individuando le eventuali relazioni statistiche tra contenuto di carbonio nel suolo e parametri ambientali.

BIBLIOGRAFIA

- AFES, 2009 - *Référentiel Pédologique 2008*, Baize D. & Girard C.M. (eds). Edition Quae, Paris: 432 pp.
- Baize D. & Girard C.M. (Eds), DATA - TITOLO. Editions Quae, Paris: 432 pp.
- EEA, 2000 - *Corine land cover 2000 (CLC2000) 100 m*. Vversion 9/2007 [<http://dataservice.eea.europa.eu/dataservice/metadata-tails.asp?id=1007>].
- Galbraith J.M., Kleinman J.A. & Bryant R.B., 2003 - Sources of uncertainty affecting soil organic carbon estimates in northern New York. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 67: 1206-1212.
- Garlato A., Obber S., Vinci I., Sartori G. & Manni G., 2009 - Stock attuale di carbonio organico nei suoli di montagna del Veneto. *Studi Trent. Sci. Nat.*, 85: 69-81.
- Hollis J.M. & Woods S.M., 1989 - *The measurement and estimation of saturated soil hydraulic conductivity*. SSLRC Research Report, Silsoe, Beds.
- Perruchoud D.O., Joos F., Fischlin A., Hajdas I. & Bonani G., 1999 - Evaluating time scales of carbon turnover in temperate forest soils with soil radiocarbon data. *Global Biogeochem. Cycles*, 13: 555-573.
- Rodeghiero M. & Cescatti A., 2005 - Main determinants of forest soil respiration along an elevation/temperature gradient in Italian Alps. *Global Ch. Biol.*, 11: 1024-1041.
- Sartori G. & Mancabelli A., 2009 - *Carta dei suoli del Trentino (scala 1:250.000)*. Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento: 33 pp.
- Sartori G., Garlato A., Obber S., Ungaro F. & Vinci I., (2009) - Forme di humus forestali in Veneto. *Boll. Soc. It. Sci. Suolo*, (in stampa).
- Schulp C.J.E., Nabuurs G.J., Verburg P.H. & de Waal R.W., 2008 - Effect of tree species on carbon stocks in forest floor and mineral soil and implications for soil carbon inventories. *For. Ecol. Manag.*, 256: 482-490.
- Tonolli S. & Salvagni F. (a cura di), 2007 - InFoCarb. Inventario Forestale del Carbonio della Provincia di Trento. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e Centro di Ecologia Alpina, Trento.
- Ungaro F., 2009 - *Considerazioni sullo sviluppo delle PTF per la stima della densità apparente in Veneto, Emilia Romagna e Toscana*. Documento interno.