

DISTRIBUZIONE DEL CONTENUTO DI MATERIA ORGANICA NEI SUOLI DI BARENA DELLA LAGUNA DI VENEZIA

Alice Puppini^{1}, Davide Tognin², Massimiliano Ghinassi¹, Erica Franceschinis³, Nicola Realdon³, Marco Marani² & Andrea D'Alpaos¹*

(1) Dipartimento di Geoscienze, Università degli Studi di Padova (Padova)

(2) Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale, Università degli Studi di Padova (Padova)

(3) Dipartimento di Scienze del Farmaco, Università degli Studi di Padova (Padova)

**email: alice.puppini@phd.unipd.it*

ASPETTI CHIAVE

- *I “blue carbon ecosystems”, che includono barene, mangrovie e praterie di fanerogame, rivestono un ruolo importante nel sequestro e nello stoccaggio di carbonio.*
- *Il contenuto di materia organica nei suoli di barena raggiunge valori considerevoli ma è caratterizzato da un'elevata variabilità (1-60%).*
- *Le caratteristiche della vegetazione, la sedimentazione e le condizioni di decomposizione sono tra i fattori che maggiormente influiscono sull'accumulo di carbonio nei suoli di barena.*

1 INTRODUZIONE

Le barene sono strutture morfologiche tipiche degli ambienti intertidali in zone costiere temperate a bassa energia, caratterizzate da vegetazione alofila prevalentemente erbacea (Allen and Pye, 1992; Mcowen et al., 2017). Questi ambienti, indissolubilmente legati all'azione delle maree, sono contraddistinti da una natura dinamica e la loro evoluzione dipende da complesse interazioni tra processi idrodinamici, morfologici e biologici (D'Alpaos et al., 2007; Marani et al., 2007; Mudd et al., 2009).

Gli ambienti di barena rivestono un ruolo importante all'interno degli ecosistemi costieri, fornendo un ampio spettro di servizi ecosistemici, attenuando l'azione delle onde e delle mareggiate sulla costa, intrappolando sedimenti, migliorando la qualità delle acque, offrendo habitat per la biodiversità, stoccando carbonio (Barbier et al., 2011; Chmura et al., 2003; Macreadie et al., 2019). Tuttavia la sopravvivenza di queste strutture è fortemente minacciata dagli effetti dei cambiamenti climatici e dell'azione antropica, responsabili di un progressiva contrazione e degradazione di questi ambienti, la cui estensione in laguna di Venezia si è ridotta di circa il 70% nell'ultimo secolo (Tommasini et al., 2019). In particolare, l'aumento del livello medio del mare e la scarsità di apporti sedimentari vengono indicati come i maggiori responsabili della scomparsa delle barene (D'Alpaos et al., 2011; Kirwan et al., 2010; Morris et al., 2002) assieme alle onde da vento e da natante che le erodono lateralmente (e.g., Marani et al., 2011).

Nell'ambito del contrasto alla crisi climatica, è sempre maggiore l'attenzione posta a livello internazionale nella valorizzazione degli habitat capaci di sequestrare e stoccare carbonio e negli ultimi decenni numerosi autori hanno evidenziato il ruolo degli ecosistemi costieri e marini nel sequestro di carbonio, definendoli “blue carbon ecosystems” (Chmura et al., 2003; Duarte et al., 2005; Macreadie et al., 2019; McLeod et al., 2011). Gli ecosistemi costieri vegetati, che includono barene, praterie di fanerogame e mangrovie, assorbono CO₂ dall'atmosfera grazie alla fotosintesi, stoccando il carbonio all'interno della biomassa vegetale e della materia organica accumulata nei suoli. Grazie alla loro produttività primaria associata alla sedimentazione, le barene possiedono la capacità di accumulare notevoli quantità di materia organica (Chmura et al., 2003; Macreadie et al., 2019), che contribuisce all'accrescimento superficiale e consente a questi ecosistemi di sequestrare e stoccare nel suolo il carbonio atmosferico fino a centinaia o migliaia di anni (Perillo et al., 2009). Alcune stime indicano tassi di accumulo di carbonio eccezionalmente alti da parte degli ecosistemi costieri vegetati, addirittura superiori a quelli delle foreste (Chmura et al., 2003; Duarte et al., 2005; McLeod et al., 2011). Tuttavia il reale contributo di questi ambienti all'assorbimento di carbonio è ancora incerto a causa dell'elevata variabilità a cui sono soggette le stime esistenti (Sifleet et al., 2011).

Una migliore comprensione dei processi che regolano le dinamiche della materia organica all'interno dell'ambiente di barena contribuirebbe, da un lato, ad approfondire la comprensione dei meccanismi evolutivi di queste strutture, e, dall'altro, a chiarire il loro ruolo all'interno del ciclo globale del carbonio, fornendo informazioni importanti per migliorare le strategie di gestione e conservazione degli ambienti costieri.

2 METODI

L'area di studio si trova all'interno della Laguna di Venezia che, con un'estensione di circa 550 km² e una profondità media di circa 1.5 m, rappresenta la più estesa laguna del Mediterraneo. Essa comunica con il Mar Adriatico attraverso tre bocche di porto, Lido, Malamocco e Chioggia, ed è caratterizzata da un regime microtidale semidiurno con ampiezza media di circa 1 m.

Al fine di indagare la distribuzione del contenuto di materia organica all'interno dei suoli di barena sono state raccolte alcune carote sedimentarie lungo transetti lineari posti in diversi siti all'interno della laguna di Venezia (Figura 1). Ciascun transetto è composto da 6 carotaggi posti rispettivamente sul margine, a 2.5, 5, 10, 20 e 30/40 m dal margine stesso (Figura 1). In corrispondenza di ciascun carotaggio è stata rilevata la quota della superficie della barena e, all'interno di un quadrato di 1x1 m, sono state registrate le caratteristiche della vegetazione in termini di specie presenti e relativa copertura.

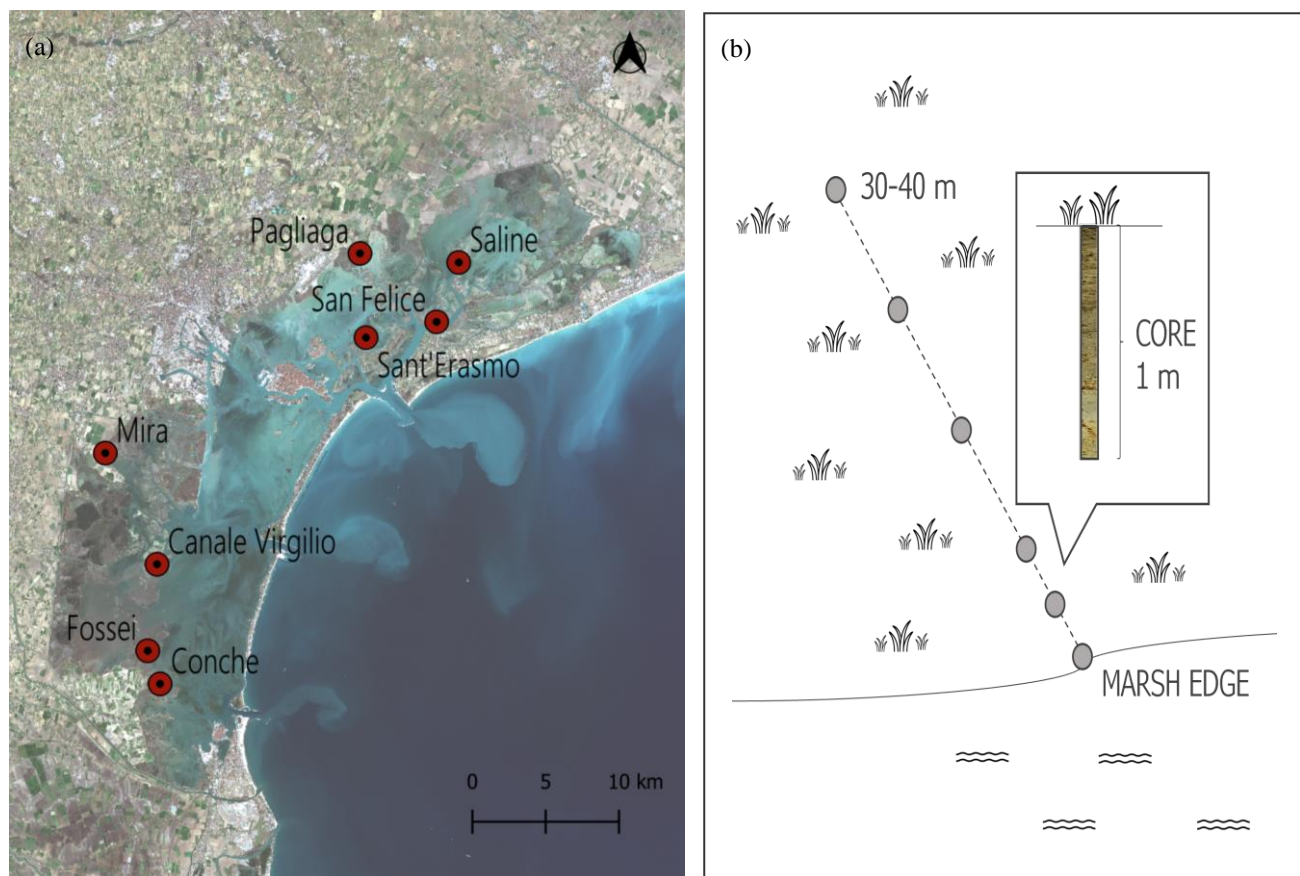


Figura 1. Il pannello (a) riporta la posizione delle aree di studio nella laguna di Venezia; il pannello (b) contiene una rappresentazione dello schema secondo il quale sono state raccolte le carote sedimentarie lungo transetti.

Da ciascuna carota sedimentaria sono stati ricavati 12 campioni di sedimento (un campione ogni 5 cm dalla superficie fino alla profondità di 50 cm e un campione a 75 cm di profondità) per le successive analisi in laboratorio, che hanno previsto la stima della densità del suolo, del contenuto organico e della distribuzione granulometrica.

La frazione organica (OM%) di ciascun campione è stata stimata tramite perdita al fuoco - Loss On Ignition (LOI) (Roner et al., 2016); questa a sua volta ha permesso di ottenere, tramite un'equazione di conversione (Craft et al., 1991) il contenuto di carbonio organico (OC).

3 RISULTATI E CONCLUSIONI

Il contenuto di materia organica nei suoli di barena analizzati appare piuttosto variabile (tra 1 e 60%). I profili ottenuti mostrano un generale decremento del contenuto di materia organica con la profondità presso Sant'Erasmo, San Felice e Saline, barene formatesi ai margini di canali lagunari grazie ad apporti sedimentari provenienti dal mare (Figura 2). Nelle aree più interne della laguna, interessate soprattutto in passato da apporti fluviali, si osservano livelli ricchi di materia organica a diverse profondità (Figura 2), testimonianza dell'evoluzione degli ambienti deposizionali che nel tempo ha caratterizzato le aree d'indagine. I sedimenti ascrivibili ad ambienti di barena raggiungono infatti profondità diverse nelle diverse aree di studio e il contenuto organico varia in base ai diversi contributi organici e alla loro degradazione, rispecchiando le condizioni ambientali susseguitesesi nel tempo. Il contenuto organico raggiunge valori maggiori nelle aree più prossime ai margini interni della laguna evidenziando l'importanza degli apporti d'acqua dolce.

Il contenuto di materia organica negli strati superficiali del suolo, caratterizzati dalla presenza degli apparati radicali e maggiormente influenzati dalle condizioni attuali, mostra in molti casi un trend crescente all'aumentare della distanza dal canale (Figura 2), probabilmente legato alle diverse caratteristiche della vegetazione, agli apporti organici e inorganici e alle diverse condizioni di decomposizione.

I dati ottenuti suggeriscono inoltre che il contenuto organico dei suoli di barena sia fortemente influenzato anche dalle caratteristiche della vegetazione. In particolare, il canneto (*Phragmites australis*) che colonizza le barene in aree a minor salinità, riscontrabili ai margini interni della laguna e in prossimità di apporti d'acqua dolce, sembra associato a contenuti organici maggiori, verosimilmente legati alla qualità e alla quantità della biomassa prodotta.

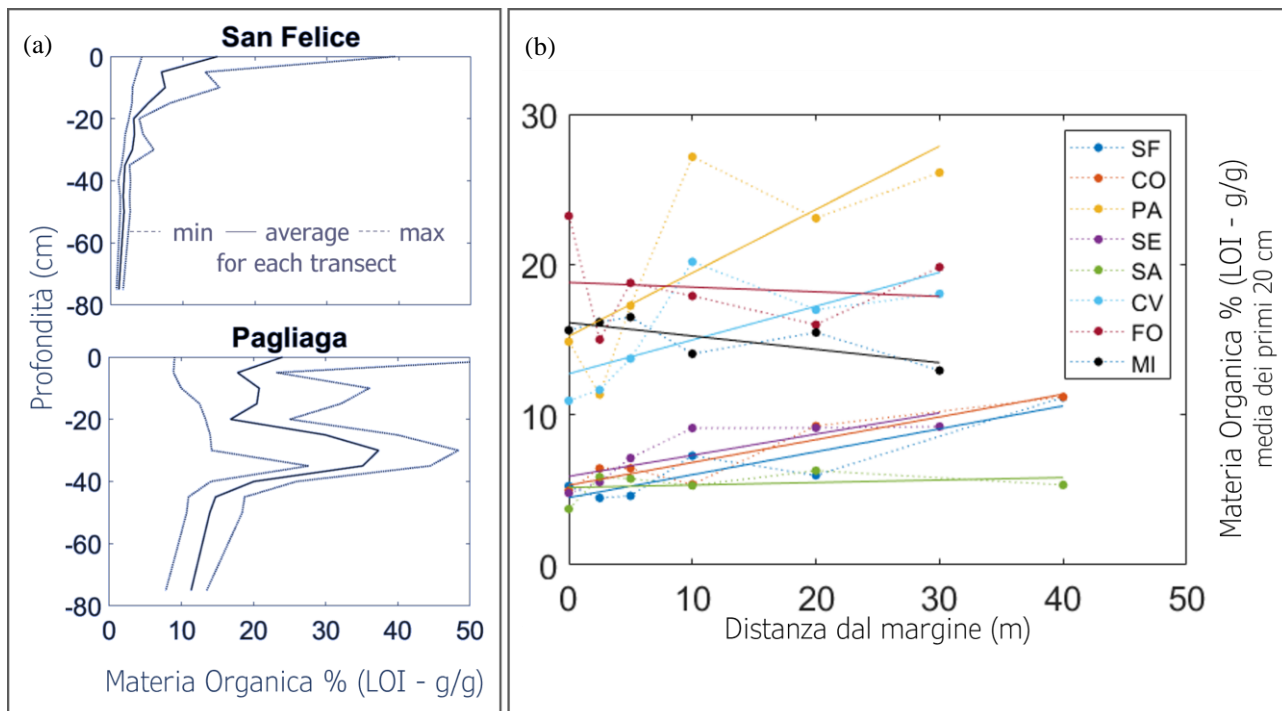


Figura 2. Il pannello (a) riporta due esempi della distribuzione del contenuto di materia organica con la profondità all'interno dei suoli di barena nelle aree di studio di San Felice e Pagliaga, raffigurando i valori minimi, medi e massimi rilevati nel transetto alle diverse profondità; il pannello (b) contiene il grafico riportante l'andamento dei valori medi del contenuto di materia organica misurato nei primi 20 cm delle carote prelevate lungo i transetti, con la distanza dal margine della barena.

In conclusione, i risultati preliminari dell'analisi condotta suggeriscono un'elevata variabilità del contenuto di materia organica nei suoli di barena, che raggiungono valori considerevoli ma appaiono fortemente influenzati dalle condizioni ambientali, e in particolare dalle caratteristiche della vegetazione, dalla sedimentazione e dalle condizioni di decomposizione.

I risultati del presente studio rappresentano un elemento utile ad affinare l'attuale rappresentazione delle dinamiche di accumulo della materia organica nei modelli biomorfodinamici che descrivono l'evoluzione degli ambienti di barena, strumenti indispensabili al fine di valutarne la capacità di sopravvivenza e le relative conseguenze sul ciclo del carbonio e, di conseguenza, a ottimizzare le strategie di conservazione e gestione.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Allen, J. R. L. & Pye, K. Saltmarshes. Morphodynamics, Conservation and Engineering Significance, 1992.
- Barbier, E. B., Hacker, S. D., Kennedy, C., Koch, E. W., Stier, A. C. & Silliman, B. R. The value of estuarine and coastal ecosystem services, *Ecol. Monogr.*, 2011, 81(2), pp. 169–193
- Chmura, G. L., Anisfeld, S. C., Cahoon, D. R. & Lynch, J. C. Global carbon sequestration in tidal, saline wetland soils, *Global Biogeochem. Cycles*, 2003, 17(4), pp. 22–1.
- Craft, C. B., Seneca, E. D. & Broome, S. W. Loss on ignition and kjeldahl digestion for estimating organic carbon and total nitrogen in estuarine marsh soils: Calibration with dry combustion, *Estuaries*, 1991, 14(2), pp. 175–179.
- D'Alpaos, A., Lanzoni, S., Marani, M. & Rinaldo, A. Landscape evolution in tidal embayments: Modeling the interplay of erosion, sedimentation, and vegetation dynamics, *J. Geophys. Res. Earth Surf.*, 2007, 112(F1).
- D'Alpaos, A., Mudd, S. M. & Carniello, L. Dynamic response of marshes to perturbations in suspended sediment concentrations and rates of relative sea level rise, *J. Geophys. Res. Earth Surf.*, 2011, 116(F4).
- Duarte, C. M., Middelburg, J. J. & Caraco, N. Major role of marine vegetation on the oceanic carbon cycle, *Biogeosciences*, 2005, 2(1), pp. 1–8.
- Kirwan, M. L., Guntenspergen, G. R., D'Alpaos, A., Morris, J. T., Mudd, S. M. & Temmerman, S. Limits on the adaptability of coastal marshes to rising sea level, *Geophys. Res. Lett.*, 2010, 37(23).
- Macreadie, P. I., Anton, A., Raven, J. A., Beaumont, N., Connolly, R. M., Friess, D. A., Kelleway, J. J., Kennedy, H., Kuwae, T., Lavery, P. S., Lovelock, C. E., Smale, D. A., Apostolaki, E. T., Atwood, T. B., Baldock, J., Bianchi, T. S., Chmura, G. L., Eyre, B. D., Fourqurean, J. W., Hall-Spencer, J. M., Huxham, M., Hendriks, I. E., Krause-Jensen, D., Laffoley, D., Luisetti, T., Marbà, N., Masque, P., McGlathery, K. J., Megonigal, J. P., Murdiyarso, D., Russell, B. D., Santos, R., Serrano, O., Silliman, B. R., Watanabe, K. & Duarte, C. M.: The future of Blue Carbon science, *Nat. Commun.*, 2019, 10(1), pp. 1–13.
- Marani, M., D'Alpaos, A., Lanzoni, S., Carniello, L. & Rinaldo, A. Biologically-controlled multiple equilibria of tidal landforms and the fate of the Venice lagoon, *Geophys. Res. Lett.*, 2007, 34(11).
- McLeod, E., Chmura, G. L., Bouillon, S., Salm, R., Björk, M., Duarte, C. M., Lovelock, C. E., Schlesinger, W. H. & Silliman, B. R. A blueprint for blue carbon: Toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO₂, *Front. Ecol. Environ.*, 2011, 9(10), pp. 552–560.
- Mcowen, C. J., Weatherdon, L. V., Van Bochove, J.-W., Sullivan, E., Blyth, S., Zockler, C., Stanwell-Smith, D., Kingston, N., Martin, C. S., Spalding, M. & Fletcher, S. A global map of saltmarshes, *Biodivers. Data J.*, 2017, 5(1).
- Morris, J. T., Sundareshwar, P. V., Nietch, C. T., Kjerfve, B. & Cahoon, D. R. Responses of coastal wetlands to rising sea level, *Ecology*, 2002.
- Mudd, S. M., Howell, S. M. & Morris, J. T. Impact of dynamic feedbacks between sedimentation, sea-level rise, and biomass production on near-surface marsh stratigraphy and carbon accumulation, *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 2009, 82(3), pp. 377–389.
- Perillo, G. M. E., Wolanski, E., Cahoon, D. R. & Hopkinson, C. S. Coastal wetlands: an integrated ecosystem approach, Elsevier, 2009.
- Roner, M., D'Alpaos, A., Ghinassi, M., Marani, M., Silvestri, S., Franceschinis, E. & Realdon, N. Spatial variation of salt-marsh organic and inorganic deposition and organic carbon accumulation: Inferences from the Venice lagoon, Italy, *Adv. Water Resour.*, 2016, 93, pp. 276–287.
- Sifleet, S., Pendleton, L. & Murray, B. C. State of the Science on Coastal Blue Carbon A Summary for Policy Makers, Nicholas Inst. Environ. Policy Solut., 2011, 43.
- Tommasini, L., Carniello, L., Ghinassi, M., Roner, M. & D'Alpaos, A. Changes in the wind-wave field and related salt-marsh lateral erosion: inferences from the evolution of the Venice Lagoon in the last four centuries, *Earth Surf. Process. Landforms*, 2019, 44(8), pp. 1633–1646.