

# L'ancoraggio dell'apparato radicale: dalle osservazioni in campo alla modellazione

Cislaghi A.<sup>1,2</sup>, Cantaluppi M.<sup>1</sup>, Malnati S.<sup>1</sup>, Marabotti A.<sup>1</sup>, Bischetti G.B.<sup>1,2</sup>, Vacchiano G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali – Produzione, Territorio, Agroenergia (DiSAA), Università degli Studi di Milano, Via Celoria 2, 20133 Milano, Italia

<sup>2</sup>Centro di Studi Applicati per la Gestione Sostenibile e la Difesa della Montagna (Ge.S.Di.Mont.), Università degli Studi di Milano, Via Morino 8, 25048 Edolo (BS), Italia



XII Congresso Nazionale SISEF. "La Scienza Utile per le Foreste: Ricerca e Trasferimento"  
Palermo, 12-15 Novembre 2019

**Introduzione.** La tempesta che violentemente ha colpito le regioni Alpine nell'autunno 2018 ha causato la distruzione di milioni di ettari di foreste compromettendo i servizi eco-sistemici per molti anni a venire. Studiare la **meccanica degli schianti** è da sempre un obiettivo della comunità scientifica che nel tempo ha sviluppato relazioni empiriche e modelli sia per valutare la stabilità del singolo albero che per stimare gli effetti sul versante. Nonostante gli sforzi, la modellizzazione del meccanismo a rottura dell'apparato radicale non è ancora del tutto ben definita. In questa ottica, il presente studio si prefigge di **raffinare i modelli** che simulano i danni da schianti **focalizzandosi sul momento critico delle forze resistenti dovuto all'ancoraggio del sistema suolo-apparato radicale.**

**Aree di saggio.** Questo studio è stato condotto in diverse aree campione situate nell'ampia fascia lombarda dell'arco prealpino, nel periodo successivo alla tempesta denominata Vaia del 26-30 ottobre 2018. In dettaglio, i siti di studio sono situati nelle località di: Brinzio (VA) (Cs: castagneto); di Faggeto Lari (CO) (Fs: faggeta ad alto fusto); di Bedoglio (SO) (Rp: robinieto puro - Fig.1a); e di Trivigno (SO) (Pa: pecceta di abete rosso - Fig.1b).



Fig. 1a: Robinieto a Begoglio in Val Malenco.



Fig. 1b: Pecceta a Trivigno in Valtellina.

**Materiali e Metodi.** In questo lavoro, abbiamo sviluppato il modello **ANCHO-R-ATE** (ANCHOrage of Routed-soil pLATE), basato sul criterio di rottura di Mohr-Coulomb che descrive la resistenza al taglio dovuta all'attrito generato dal sistema suolo-apparato radicale lungo una superficie di rottura, al fine di stimare il massimo momento resistente (Fig.2). Il modello è stato calibrato sulle osservazioni delle caratteristiche delle piante sradicate (diametro del tronco a 1.4 m, DBH, estensione e profondità dell'apparato radicale), delle dimensioni delle buche, della pendenza locale del terreno, della densità, dimensione dei diametri e proprietà biomeccaniche delle radici. Tali informazioni sono state raccolte mediante un'apposita scheda di campionamento.

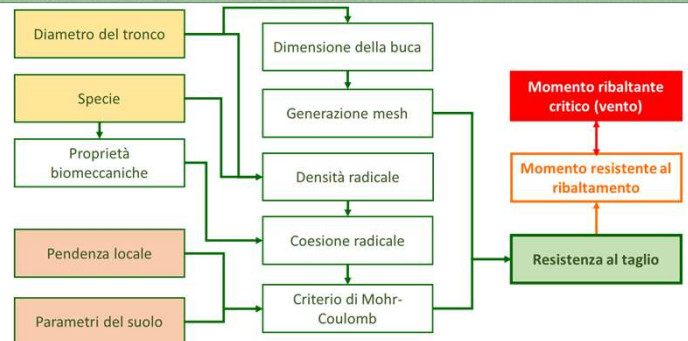


Fig.2: Diagramma di flusso della metodologia proposta.

**Risultati.** Sulla base delle misure condotte in campo, il volume delle buche varia tra 0.08 e 10.36 m<sup>3</sup>. Nello specifico, abbiamo ottenuto delle relazioni empiriche statisticamente significative tra il volume delle buche e il DBH per ciascuna area di saggio (Fig.3a). Le osservazioni dell'apparato radicale delle piante ribaltate hanno mostrato differenze significative dovute sia alle caratteristiche locali del suolo che alla specie dominante in termini di profondità massima raggiunta e di densità radicale (Fig.3b-3c). Il modello ANCHO-R-ATE, una volta calibrato per la singola condizione, permette di stimare il massimo momento ribaltante dovuto al sistema suolo-apparato radicale. I range di valori variano significativamente per le diverse aree di saggio (Fig.4): 14.25-257.94 kN/m per Fs, 20.02-273.91 kN/m per Pa, 6.88-73.05 kN/m per Rp e 5.76-211.79 kN/m per Cs.

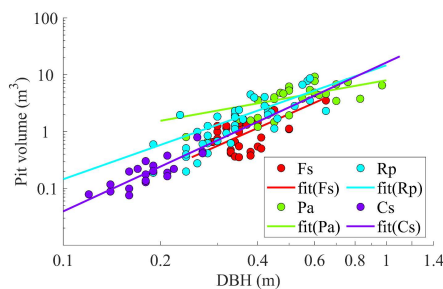


Fig.3a: Relazioni empiriche tra DBH e volume della buca.

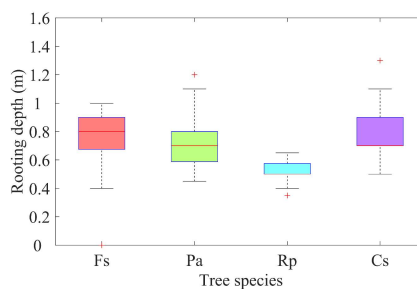


Fig.3b: Profondità dell'apparato radicale per ogni specie osservata.

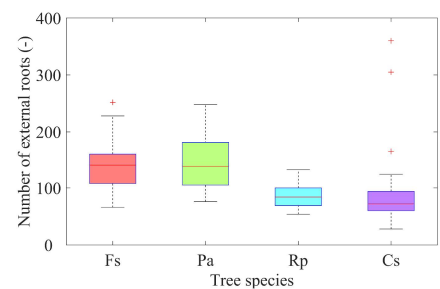


Fig.3c: Numero di radici per ogni specie osservata.

**Conclusioni.** Le simulazioni del modello sono state confrontate con le osservazioni indipendenti disponibili in letteratura e applicate per valutare i rischi da schianto per singoli alberi e per popolamenti forestali, in funzione delle dimensioni delle piante, della specie e delle caratteristiche del sito. Come previsto, le stime **risultano leggermente superiori rispetto a tutte quelle misure ottenute attraverso prove di trazione condotte in campo** che valutano la propensione al ribaltamento della zolla radicale e alla frattura delle fibre legnose del fusto, che spesso non raggiungono il completo ribaltamento/rottura. In questo contesto, la modellazione fornisce un valore preliminare che può essere associato ad una velocità critica del vento. L'obiettivo finale è quello di **produrre un indicatore per ciascuna particella forestale assestata** che stimi la propensione al ribaltamento in funzione delle caratteristiche principali (specie, DBH medio, altezza media, pendenza locale, ecc.) da introdurre all'interno dei Piani di Assestamento Forestali.

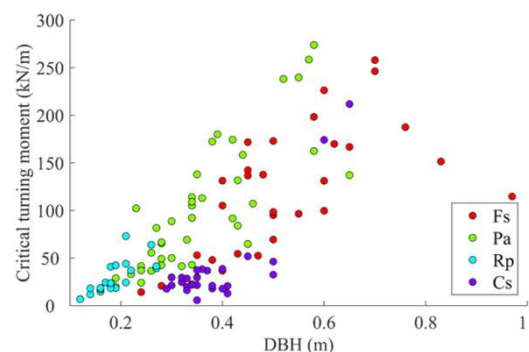


Fig.4: Massimo momento ribaltante dovuto al sistema suolo-apparato radicale.

