

LA PROVA DI TRAZIONE CONTROLLATA: SEGRETI E BUGIE

Luigi Sani

Recentemente ho visto scritte e sentito dire, in merito alle prove di trazione controllata, una infinita serie di imprecisioni sulla loro attendibilità e sui modi con cui viene eseguita. Sebbene la questione sia complessa, anche perché richiede competenze non trascurabili non solo in Arboricoltura ma anche in Fisica, nonostante non possa essere affrontata in poche righe, è forse opportuno per sommi e schematici capi precisare alcuni concetti base, nella speranza che d'ora in poi non venga usata a sproposito o, peggio, in modo demagogico. Per non intimorire il lettore non fornirò dimostrazioni tecniche o delucidazioni matematiche che comunque, per gli appassionati, sono facilmente rintracciabili e mi limiterò a soli 10 punti (presentandoli in ordine sparso e senza alcun criterio di priorità), scelti fra i primi che mi vengono in mente, trascurando per sinteticità altri problemi o imprecisioni non meno importanti.

1. La prova di trazione non è affatto la prova regina, nel senso che con essa non si determina con chiarezza la probabilità di cedimento di un albero. Si tratta di una tecnica priva di una appropriata validazione scientifica che, empiricamente, fornisce un ordine di grandezza abbastanza vago e indeterminato della propensione al cedimento, mentre è invece molto utile per comprendere il comportamento dell'albero sottoposto ad una sollecitazione, sia pure di tipo statico. Come tutte le analisi strumentali essa è soggetta ad una interpretazione dei risultati mai univoca e condizionata dalle molte approssimazioni insite nella procedura di determinazione delle variabili costitutive, nelle modalità di realizzazione pratica e nel modello concettuale di riferimento. È quindi giusto utilizzarla per studiare l'albero, ma la decisione gestionale su ciò che è opportuno fare dell'albero in esame non può dipendere dal risultato conseguito nella stima molto approssimativa della pericolosità che da tale analisi può derivarne. D'altra parte, la valutazione di stabilità è la valutazione del rischio connesso alla presenza dell'albero e la stima della pericolosità non è che una parte del problema da affrontare.

2. La prova di trazione controllata fornisce, come risultato, un fattore di sicurezza nei confronti del ribaltamento di zolla e un fattore di sicurezza nei confronti della rottura del tronco nella sezione esaminata. In primo luogo, occorre sottolineare che il fattore di sicurezza è un numero puro, per cui il ricorso alla notazione percentuale è fuorviante e errato. D'altra parte, se dico di essere sicuro al 100% che sono iscritto alla SIA è perché ho pagato la quota annuale e ho ricevuto dalla Segreteria il relativo certificato. Se si usa la notazione percentuale nei confronti del fattore di sicurezza, il valore del 100% è quello del castello di carte. Basta un soffio di fiato per fallire e cadere. Occorre infine precisare che i due fattori di sicurezza sono limitati dalla capacità interpretativa del modello concettuale di riferimento. Esistono infatti numerose modalità di cedimento che non sono interpretabili ricorrendo alla prova di trazione controllata e che quindi sfuggono all'analisi, ma che per contro devono essere segnalate dal diagnosta per lo meno come limiti della prova cui tenere conto.

3. La prova di trazione non è idonea a valutare alberi di dimensioni contenute perché, se la velocità di oscillazione è significativa, le componenti inerziali sono tali da rendere vana l'interpretazione secondo un modello deterministico di tipo statico. Per contro la prova di trazione non è nemmeno idonea a valutare alberi di dimensioni diametriche molto grandi, perché in tal caso la stabilizzazione dovuta alla platea radicale e soprattutto dalla formazione (come di solito avviene) di potenti cordoni di tessuto legnoso è tale da inficiare il modello. In particolare la prova di trazione NON è idonea a

valutare alberi di grandi dimensioni se cavi all'interno (o fortemente interrati), perché in quel caso la rottura più probabile sarà dovuta alla delaminazione del tronco fra i vari cordoni che la costituiscono e non ad una pressoflessione ordinaria o al ribaltamento della zolla in forma canonica.

4. La prova di trazione non valuta la velocità del vento a cui avviene la rottura del tronco o il ribaltamento della zolla. Questo perché il modello è convenzionale e basato sulla ricerca di una condizione di sicurezza "progettuale". D'altra parte, esistono una montagna di lavori scientifici che evidenziano valori diversi di rottura rispetto a quelli impliciti nel modello. Il suo uso più appropriato è quindi quello di un *proof test*, cioè un metodo per quanto approssimato per determinare se, con relativa ragionevolezza, una data sollecitazione è ammissibile (diremo sopportata). Anche il coefficiente di sicurezza di base con cui confrontare i dati ottenuti con la prova è molto arbitrario in quanto basato su un modello biomeccanico estremamente semplificato. Ha quindi valore solo come orientamento di larga massima.

5. Alcuni sottolineano la necessità di misurare con grande precisione (decimetrica) l'altezza dell'albero. Ciò è certamente corretto ma evidenzia un punto debole della prova. Non c'è dubbio che modificare il valore dell'altezza determina una sensibile variazione dei risultati, ma ciò è dovuto non tanto all'albero, quanto all'approccio geometrico che sottende la prova stessa. In altre parole, la prova di trazione si fonda su un modello fortemente caratterizzato sul piano geometrico piuttosto che meccanico e fisiologico e ciò perché non sono note le proprietà meccaniche del legno, come variano nello spazio e nel tempo, anche in relazione ai processi di riconfigurazione e adattamento compensativo e funzionale e via dicendo. Un Arboricoltore dovrebbe sapere che un albero alto (non danneggiato) NON è più pericoloso di un albero basso perché l'evoluzione lo ha dotato di una struttura idonea a sostenere quell'altezza (ricordo che gli alberi più alti al mondo hanno un coefficiente di snellezza piuttosto basso, a conferma della loro intrinseca stabilità). Il contributo dell'altezza è quindi sovrastimato, essenzialmente perché il modello non conosce la capacità di resistenza che l'albero determina con la formazione, ad esempio, di legno di reazione. Questa è la ragione per cui una capitozzatura degli alberi, che nulla sa degli effetti strutturali di tale intervento, aumenta il fattore di sicurezza della prova.

6. Nella prova di trazione controllata così come viene eseguita, il cosiddetto coefficiente aerodinamico è di fatto una variabile residuale, nel quale si concentra tutta l'incertezza nella determinazione della forzante eolica. Il suo valore è stimato sulla base di considerazioni dettate dall'esperienza (tradotto: sostanzialmente a caso), anche perché vi sono pochissimi studi su pochissime specie e la sua determinazione è molto complessa e costosa. Inoltre, esso dovrebbe variare non tanto da specie a specie ma da pianta a pianta e spesso nel corso della vita dell'albero. L'attribuzione di un valore univoco specie specifico è quindi concettualmente poco robusta ma tecnicamente ragionevole, in quanto nella sua stima arbitraria e convenzionale si fanno convergere tutte le incertezze del modello concettuale di riferimento. La modifica di tale valore nel tempo conferma questa asserzione, in quanto si basa sull'evidenza di una eccessiva prudenza usata fino a quel momento e non su nuove prove di laboratorio accurate e ripetibili. Ovviamente trattandosi di un coefficiente del tutto convenzionale la sua arbitrarietà si riflette sul risultato della prova che appunto non può essere considerata come scientificamente valida ma solo come empiricamente ragionevole, ciò che è molto diverso.

7. La metodologia di solito utilizzata per eseguire la prova di trazione non è una vera e propria prova di sollecitazione in quanto avviene ricorrendo solo all'individuazione di alcuni punti di campionamento (coppie di valori forza-inclinazione o forza-allungamento). Non tenere conto

dell'intero percorso sollecitativo, cioè sia di come varia la deformazione (inclinazione, allungamento) in fase di carico che di scarico della forza, non permette di avere contezza delle principali variabili biomeccaniche quali l'entità dell'isteresi e della deformazione plastica permanente che sono fondamentali per lo studio del ribaltamento. Ciò impedisce quindi di comprendere il tipo di interazione che intercorre fra suolo e pianta, cosa essenziale se il terreno su cui vegeta l'albero in esame è problematico, come sovente accade.

8. Uno dei punti controversi della prova di trazione controllata è la determinazione della velocità critica cui fare riferimento. In molti casi essa è attribuita aprioristicamente ma, poiché l'arboricoltore dovrebbe essere, prima che ingegnere, ecologo è ovvio che la velocità critica cui fare riferimento non è ricavabile dalla scala Beaufort ma è quella del luogo in cui vegeta l'albero. Un altro aspetto critico è che spesso con la prova si fornisce un valore fisso del coefficiente di sicurezza mentre sarebbe più opportuno che tutti i metodi fossero in grado di esplicitare la variazione del fattore di sicurezza al variare della velocità del vento in modo da fornire informazioni più dettagliate e uscire dalla criticità relativa ad una determinazione della velocità critica che può generare contrasti insolubili.

9. Nella maggior parte dei programmi la forzante eolica è calcolata univocamente, spesso ricorrendo alla norma DIN o simili. Così facendo il risultato non ha un gran valore, perché in Italia si dovrebbe applicare la norma Eurocodice annesso italiano. Un po' come se si guidasse a sinistra giustificandosi che stiamo seguendo la norma inglese! Tuttavia, anche il ricorso all'Eurocodice nella sua versione italiana è comunque tale da generare una sensibile approssimazione, in quanto la stima della forzante eolica si basa sulla interazione fra vento e edifici. Poiché gli alberi si comportano in modo diverso è necessario adottare una serie di approssimazioni su alcune variabili ignote quali la frequenza fondamentale, il coefficiente di smorzamento, il grado di turbolenza, ecc. che sono di solito sconosciute e quindi stimate aprioristicamente.

10. L'uso della prova di trazione quale strumento per determinare la rottura del tronco ad una certa altezza è un po' inadeguato perché la tecnica si fonda sulla misura della deformazione longitudinale delle fibre e tale deformazione ha una bassissima correlazione con il carico di rottura. Non stupisce poi che, se si calcola il modulo di elasticità apparente derivato dai dati della prova di trazione, otteniamo spesso valori non corrispondenti rispetto a quelli riconosciuti come ragionevoli per la specie in esame. Se il modulo apparente è basso è ragionevole pensare che il sensore è rimasto nella corteccia, se molto alto, magari quella fibra su cui è inserito il sensore non è stata sollecitata affatto perché isolata o costituita da legno di reazione particolarmente rigido o per altre ragioni ancora, tutte sconosciute. Infatti, l'estensimetro (erroneamente chiamato elastometro che è come se si chiamasse il metro col nome di distanziometro) è posizionato longitudinalmente in superficie e non è dato sapere se lo si è messo nell'area più sollecitata. La misura così ottenuta non ha una stretta relazione con il reale modulo di elasticità dell'albero per cui il dato estensimetrico è spesso discutibile.

Per concludere, se qualcuno pensa che, allora, spendere soldi in una prova di trazione è una fesseria, non mi trova d'accordo. In molte situazioni, nonostante i limiti che qui in parte ho presentato, la prova di trazione rimane un'analisi che, nell'insieme della valutazione, se ben condotta ed interpretata, permette di fornire indicazioni utili alla diagnosi complessiva dell'albero, segnatamente per la comprensione dell'apparato radicale e della potenzialità al ribaltamento della zolla radicale, modalità di cedimento per la quale, al momento, non disponiamo di metodi diagnostici migliori o alternativi.