

Elementi chiarificatori per la valutazione della sicurezza delle palme

Brudi, E. e Lobis, V.; 2001: Dies Palmarum, II Biennale Europea delle Palme, Sanremo - Italy

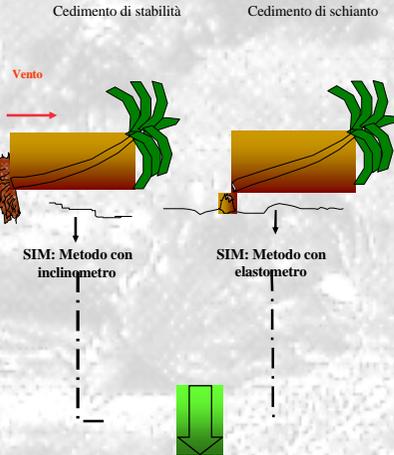


Metodo di ricerca

Possibilità di cedimento delle palme

Stabilità:

La stabilità esprime la forza di ancoraggio radicale nel suolo. Le palme hanno sviluppato durante l'evoluzione delle differenti strategie per ottimizzare la loro stabilità. Alcune specie su terreni sabbiosi scelsero intorno all'apparato radicale delle sostanze chimiche, incollando così le particelle del suolo, e aumentando la loro stabilità nel terreno (NIKLAS, 1992). Con ricerche scientifiche si è notato che il cedimento primario di ribaltamento delle specie arboree si ha con un'inclinazione addizionale del tronco di 2,5° (WESSOLLY, 1998). Ciò significa in pratica, che dopo una inclinazione di 2,5°, non occorre aumentare la forza per tirare l'albero fino a 45°-60°, dopo di che il processo di ribaltamento viene portato avanti dal peso stesso della pianta.



Sicurezza di rottura:

La sicurezza di rottura descrive la resistenza del legno vivo a rotture di branche e del tronco. Con plurimarie ricerche scientifiche all'università di Stoccarda sotto la direzione del Dr. Wessolly, sono state valutate le qualità del legno vivo di differenti specie arboree nell'Europa centrale. Con ciò si è potuto verificare, che le differenze tra le varie specie botaniche degli alberi sono straordinariamente minime. Effetti dinamici (oscillazione, oscillazione di risonanza), che sono originati soprattutto da raffiche di vento, possono essere ammortizzati dalle palme grazie all'elasticità dei piccioli delle foglie (smorzamento naturale dell'oscillazione).

Valutazione del carico

Come base per la valutazione statica di un albero, secondo le convenzioni internazionali della statica nella valutazione del carico innanzi tutto si calcola la forza del vento con la seguente equazione matematica:

$$F = f \cdot c_s \cdot z \cdot z \cdot z \cdot (u_0^2 \cdot A(h_s))$$

Quindi si prosegue con il calcolo dei momenti flettenti e di ribaltamento che sono presenti nel tronco, a poca distanza dal suolo.

$$M_s = M_{f,max} = f \cdot c_s \cdot z \cdot z \cdot z \cdot (u_0^2 \cdot A(h_s) \cdot h_s)$$

Fattori importanti per una valutazione del carico sono le seguenti premesse:

- Velocità di vento 117 km/h (intensità di vento 11)
- Densità dell'aria a 5° C
- Altitudine sul livello del mare
- Coefficiente aerodinamico (Cx) di resistenza individuale della chioma
- Superficie di vela della chioma in m² (parte esposta al vento)
- Configurazione del terreno nelle vicinanze, che influisce sulla velocità del vento a poca distanza dal suolo

Riassunto

Al giorno d'oggi la sicurezza di rottura e la stabilità degli alberi nell'Europa centrale sono misurabili. Si conosce i rapporti sia matematici che fisici. Esiste dunque anche la base per la determinazione dei valori di sicurezza delle palme, delle quali però, alcuni parametri specifici, devono venire ancora scientificamente rilevati.

Fattori conosciuti:

- metodica e tecnica di misurazione (SIM: elastometro, inclinometro)
- rapporti matematici e fisici che riguardano il calcolo della pressione del vento (valutazione del carico)
- rilevazione della geometria che sopporta il carico, come ad esempio diametro del tronco e grado di cavità (p. es. mediante la tomografia sonora Picus®, e/o la metodologia SIM: elastometro, inclinometro)

*) L'indagine PICUS sullo stipe delle palme (*Phoenix canariensis*) è stata eseguita il 05 dicembre 2001 su 2 piante: i risultati erano negativi

Fattori tuttora incogniti che necessitano di ulteriori indagini:

- qualità del legno vivo delle varie specie di palme (resistenza alla compressione, qualità elastiche)
- proprietà dinamiche delle palme
- regolarità più precisamente del ribaltamento delle palme
- indagini sulla trasparenza della chioma, coefficiente aerodinamico di resistenza (Cx)

METODO CON INCLINOMETRO

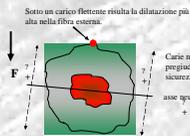
Per la valutazione della stabilità degli alberi si usa da più di 10 anni il metodo dell'inclinometro, più volte sperimentato nella pratica. Per far ciò si applica uno strumento, che misura l'inclinazione con l'esattezza di 1/100°, nella parte non flessibile del colletto. Con il carico sostitutivo, che viene portato al tronco tramite una fune e un tirfor, si gravano le radici del colletto di una tensione e l'apparato radicale viene così inclinato in misura neppure percepibile all'occhio umano. Questa inclinazione si può invece misurare con un apparecchio altamente sensibile, chiamato appunto inclinometro.

Il cedimento di ribaltamento delle specie arboree dell'Europa centrale è stato verificato grazie a numerosi esperimenti scientifici. Una valutazione complessiva dei dati ha confermato, che il processo di ribaltamento inizia, indipendentemente dalla specie botanica e dalla qualità del suolo, con un'inclinazione supplementare di 2,5°. (=cedimento primario). Basandosi su ciò si è potuta delineare la curva generalizzata di ribaltamento, che è stata confermata da oltre 3000 valutazioni statiche su alberi di tutta Europa.

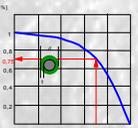
Presupposto all'uso di questo metodo strumentale è la conoscenza del comportamento di ribaltamento delle palme, che è ancora da determinare tramite ricerche scientifiche.

Principi di scienza ingegneristica sulla statica degli alberi

Una struttura sotto carico (palme) ha bisogno di un adeguato tronco grosso (geometria) e deve essere dotata di adeguate qualità del materiale per resistere a forti raffiche (carico) di vento. I rapporti tra carico, geometria e qualità del materiale devono essere gli elementi fissi di una seria valutazione delle palme.



portata media riduzione di sicurezza a causa di cavità



Dr. Ing. L. Wessolly, Obv. BV/ Hilti/Waldstr. 22, 70198 Stuttgart

Indipendentemente dalla qualità del materiale, con il rapporto geometrico tra spessore della parete e raggio del tronco $d/D = 0,3$, la portata si riduce del 26%. Se un albero a tronco grosso, che possiede riserve elevate di sicurezza statica, perde il 26% della sua portata, la sua resistenza alla rottura non viene praticamente influenzata quasi per niente. Un albero alto con fusto sottile invece, che possiede poca riserva statica, può trasformarsi in un albero pericoloso, se perde il 25% della sua portata. Risultato da ciò chiaro, che l'approssimazione $d/D > 0,3$ non è sempre applicabile.

Geometria
Più grosso è il tronco, più rigido diventa e più aumenta il suo valore del momento di resistenza alla flessione. L'asse neutro è localizzato al centro del tronco e non viene caricato durante l'azione flettente. Perciò la presenza di cavità al centro del tronco influisce solo in minima parte sulla sua sicurezza di rottura. Un fusto di palma di 50 cm di diametro è otto volte più resistente alla flessione di uno di appena 25 cm di diametro. Abbiamo dunque il seguente rapporto matematico: $M_s = d^4 \cdot \pi / 32$

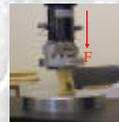
Carico
Il carico delle palme si ha durante le raffiche di vento, quando il tronco viene caricato con la flessione e le radici con la tensione. La trasparenza o la densità della chioma influisce sul coefficiente aerodinamico di resistenza C_x , e perciò sulla efficace pressione del vento. Per una valutazione statica professionale si richiede l'inclusione di tutti i parametri, che influenzano la pressione del vento sulla chioma, quali l'altezza sul livello del mare, la temperatura dell'aria e la velocità del vento stesso.

Qualità del materiale
Più grosso è il tronco, più rigido diventa e più aumenta il suo valore del momento di resistenza alla flessione. L'asse neutro è localizzato al centro del tronco e non viene caricato durante l'azione flettente. Perciò la presenza di cavità al centro del tronco influisce solo in minima parte sulla sua sicurezza di rottura. Un fusto di palma di 50 cm di diametro è otto volte più resistente alla flessione di uno di appena 25 cm di diametro. Abbiamo dunque il seguente rapporto matematico: $M_s = d^4 \cdot \pi / 32$

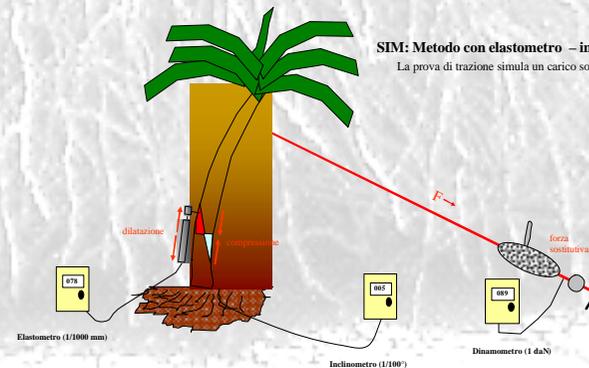


Cedimento primario

Benchè la resistenza alla compressione del faggio sia molto più elevata di quella dell'ipocastano, le loro proprietà elastiche sono molto simili. Il quoziente tra resistenza alla compressione e modulo di elasticità ci dà il limite di elasticità. La conoscenza del limite di elasticità rende possibile l'uso di uno strumento (elastometro) che misura la qualità elastica, cioè la dilatazione, della fibra legnosa esterna.



Controllo resistenza alla compressione, legno vivo di acero, strumento di prova: INSTRON



SIM: Metodo con elastometro – inclinometro

La prova di trazione simula un carico sostitutivo