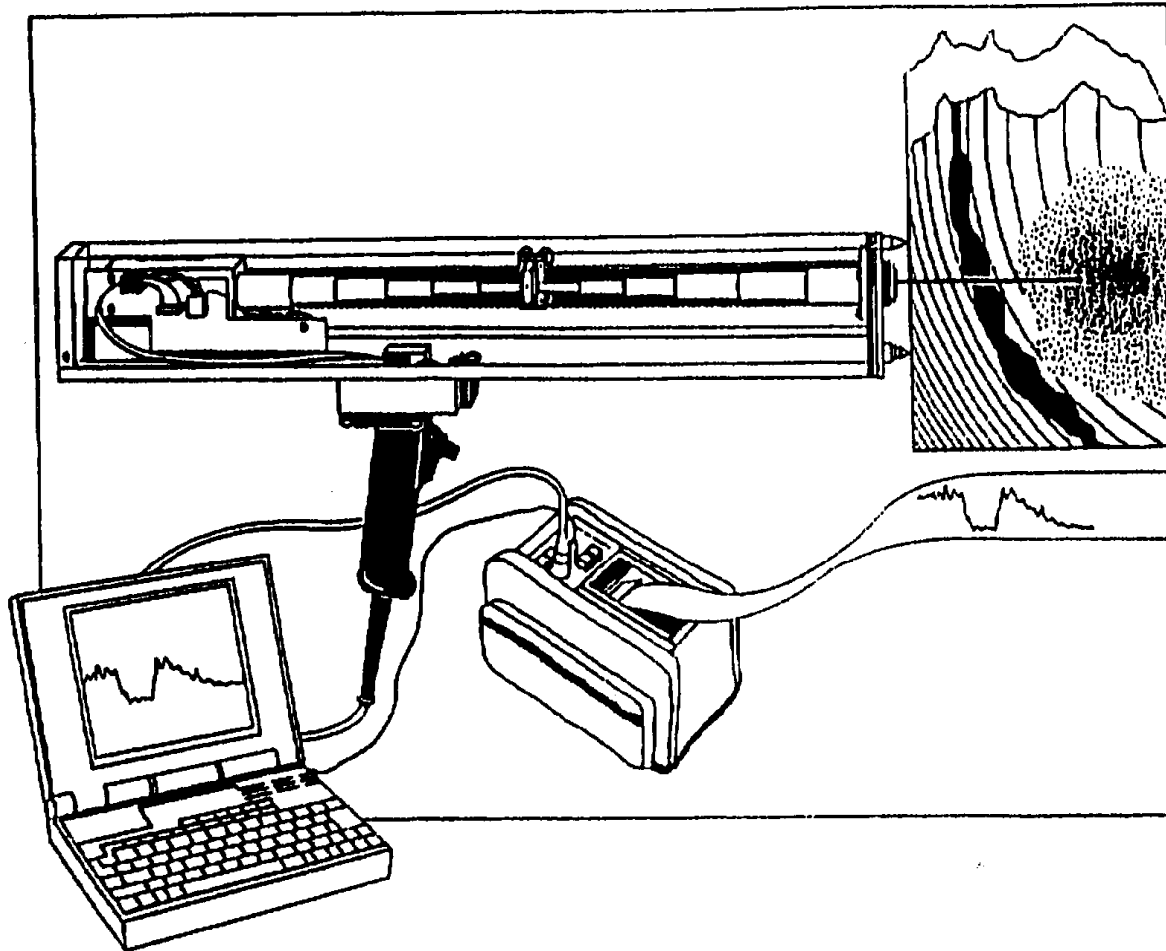


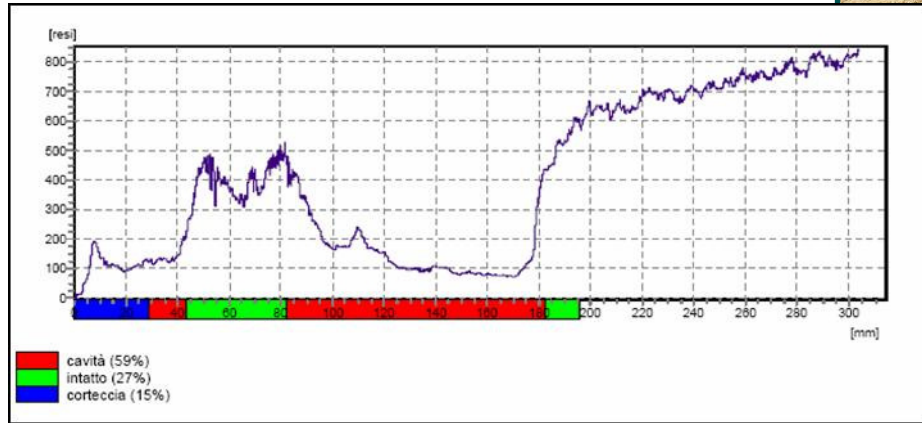
Resistograph

- Misura resistenza del legno perforandolo con una microtrivella
- Più misurazioni per quantificare porzione legno sano (t)
- valore t/r

Resistograph



Resistograph





Resistograph in quota



Resistograph e punta

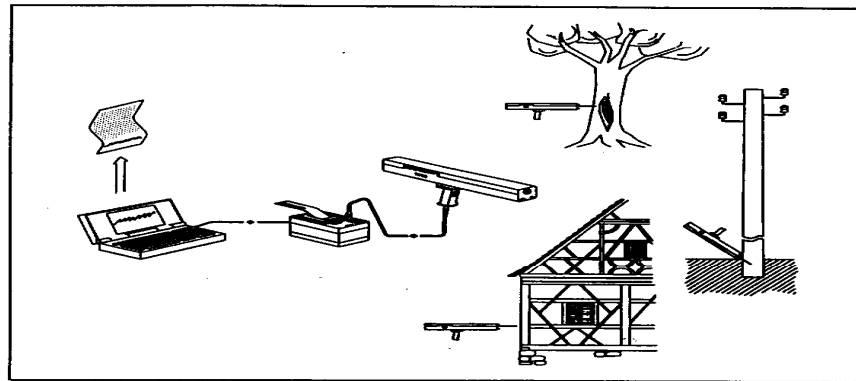


Figure 1: Sketch of RESISTOGRAPH-system

The RESISTOGRAPH drill is connected to a shock-proofed accu-package which includes an online-printer, control panels, and all electronical regulations. During drilling the profile is simultaneously printed out on paper in the same scale (1:1). Optionally the accu-package may be connected to a PC (LapTop, Notebook or PalmTop) for data logging, further analysis and print out of reports. Since 1988 the system is applied on trees, poles, and wooden constructions.

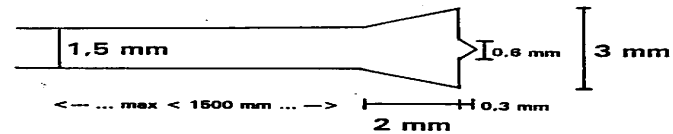
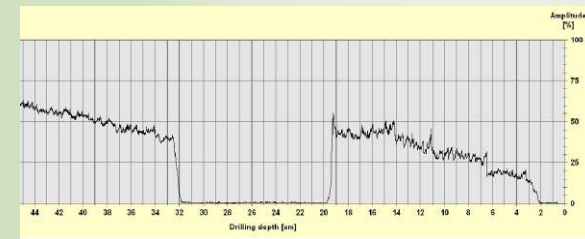
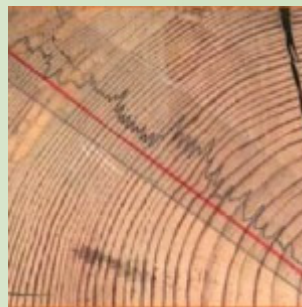
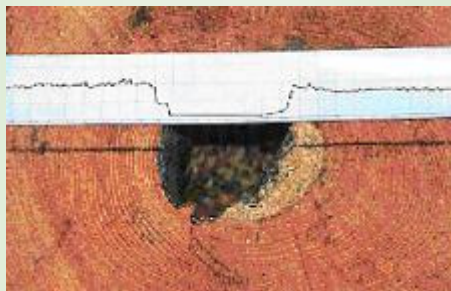
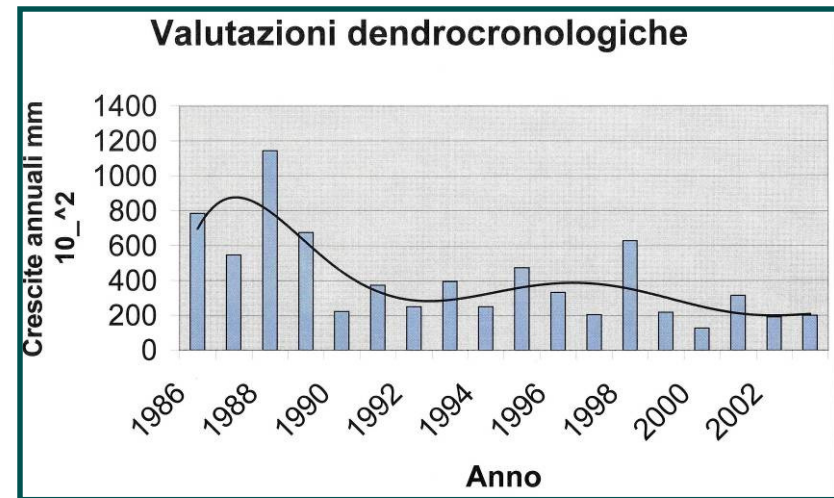
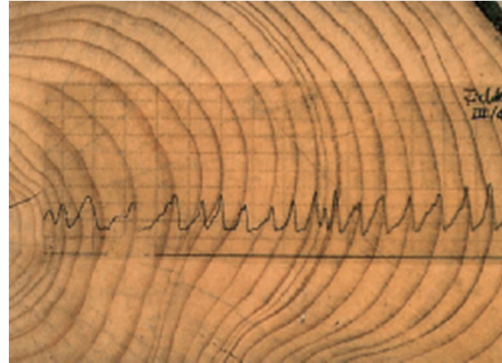
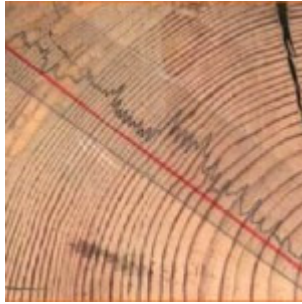
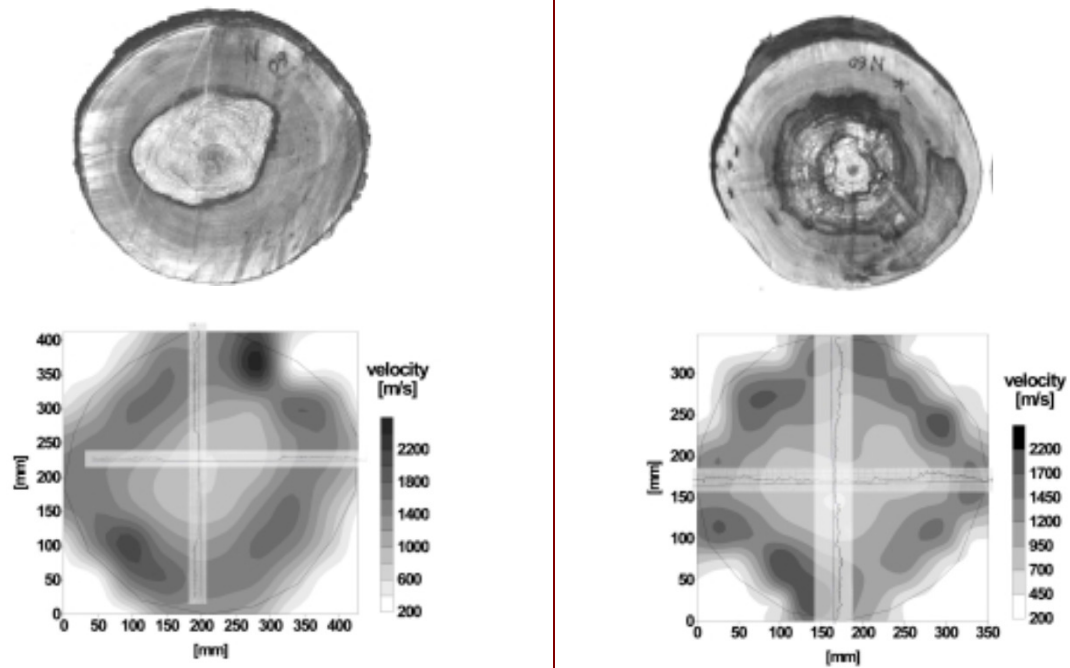


Figure 2: Sketch of RESISTOGRAPH needle

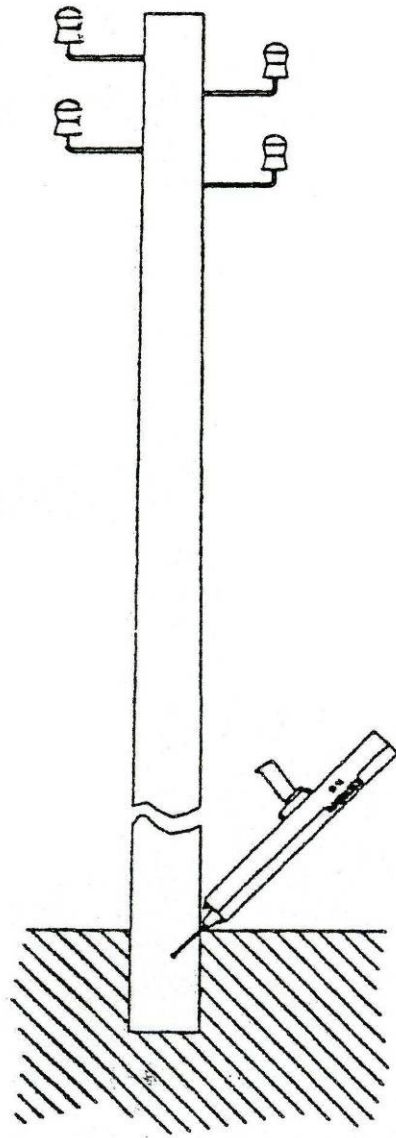
The new RESISTOGRAPH drilling needle was developed 1989 especially for the use in tree ring analysis. It's geometrical shape provides maximum resolution of density measurements and alignment for straight drilling.

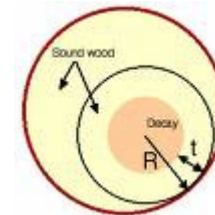
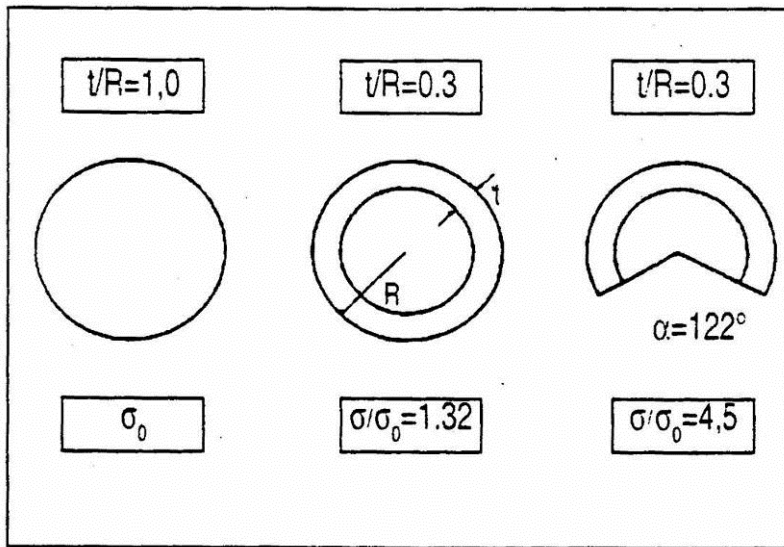






Sovrapposizione di tracciati di Resistograph sui profili di tomografia ultrasonica di due sezioni di platano





Fattore di sicurezza in funzione della porzione
residua di legno sano e dell'angolo di apertura di una cavità

SIA - Il metodo pratico comune

Valutazione Statica Integrata degli Alberi

(static integrated assessment)

Obiettivo principale del metodo SIA è quello di determinare la capacità di sopportazione di carichi (ossia della forza del vento), una volta che vengano determinati dati quali: l'altezza dell'albero, la forma della chioma, il diametro del tronco, la specie botanica valutata e l'esposizione dell'albero. Grazie a semplici grafici di riferimento, ricavati dai modelli studiati da WESSOLLY durante le sperimentazioni all'università di Stoccarda, è possibile determinare se il diametro del tronco è sufficiente a sopportare il carico di vento (intensità $11 = 32,6$ m/s) stabilendo di conseguenza il fattore di sicurezza statica ottimale della pianta (S_b). Con valori elevati di S_b , ossia se il diametro risulta più grande di quello necessario per resistere alla forza del vento, l'albero dispone di una elevata riserva statica e potrà essere accettata una certa quota di legno degradato da funghi patogeni. La forma e l'altezza della chioma è determinante nel calcolo e la sua eventuale riduzione mediante opportuna potatura contribuisce al raggiungimento di un più alto fattore di sicurezza.

Secondo il SIA, la struttura di un albero viene paragonata a quella di un edificio, per cui la determinazione della sicurezza statica e dinamica segue le regole della tecnica ingegneristica.

Seguendo questo approccio, tale determinazione è calcolata in relazione al cosiddetto "triangolo della statica" che considera l'inseparabile connessione ed equilibrio tra **carico**, **materiale** e **geometria**

Il carico

che agisce sull'albero è dovuto principalmente alla spinta del vento, in funzione dell'altezza della pianta, alle differenti forma della chioma (che Wessolly ha schematizzato in: cilindro sottile, ellissoidale, sfera e cuore) all'esposizione ed al loro coefficiente di forma (C_p).

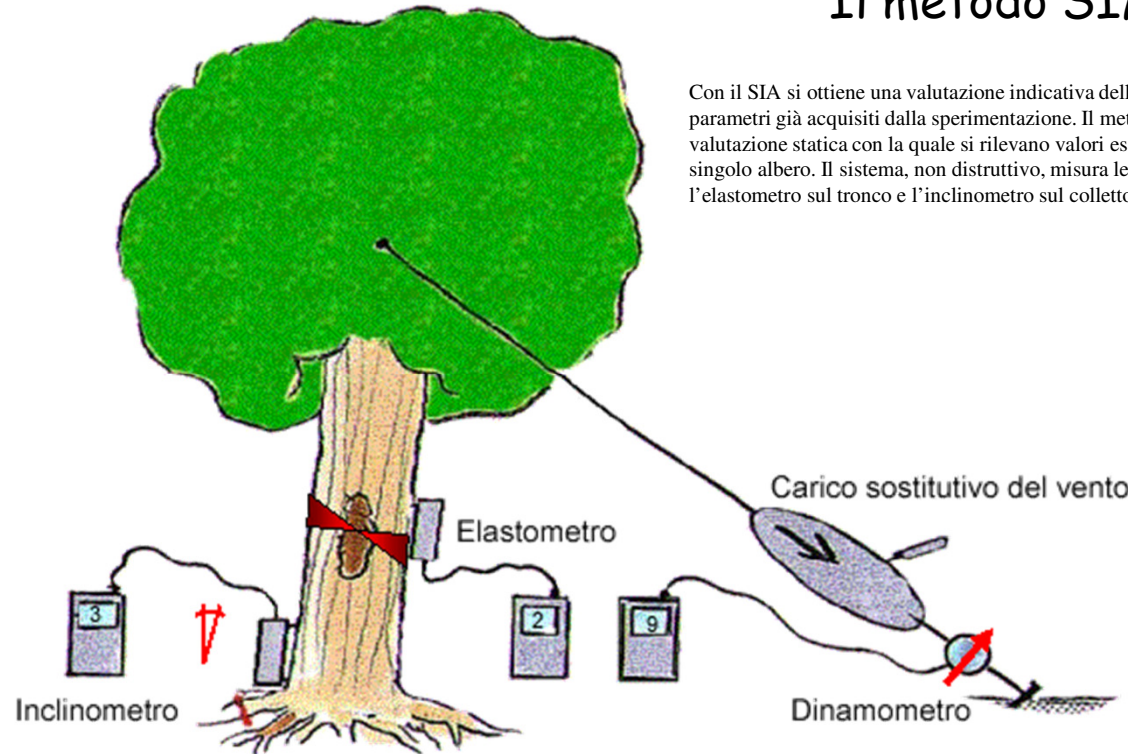
Quest'ultimo valore esprime il modo con cui un albero si deforma sotto il carico del vento, in funzione anche della permeabilità più o meno accentuata della sua chioma in habitus estivo pienamente "fogliato".

Il SIA assegna ad una chioma fitta e sana un carico massimo corrispondente ad una TEMPESTA VIOLENTA, con la velocità di $32,6$ m/s (= 117 km/h; grado 11 della scala anemometrica di Beaufort). L'esposizione dell'albero al vento è differenziata secondo le indicazioni di Davenport che considerano la diversa posizione della pianta:

aperta campagna (completamente esposta al vento);
area periurbana, ossia paese o territorio con edifici bassi (parzialmente protetta dal vento);
città (protetta dal vento).

Tuttavia, anche in città si possono verificare situazioni di esposizione al vento (ad esempio a causa della canalizzazione per l'"effetto canyon"), per cui alcune piante non sono riparate dagli edifici e vengono, pertanto, maggiormente sollecitate come se fossero ubicate in aperta campagna. E' stato calcolato che un albero di una determinata altezza, in aperta campagna, ha bisogno per resistere alla forza del vento di un diametro del fusto, maggiore di circa il 10 % rispetto ad un identico albero posto in città in posizione protetta.

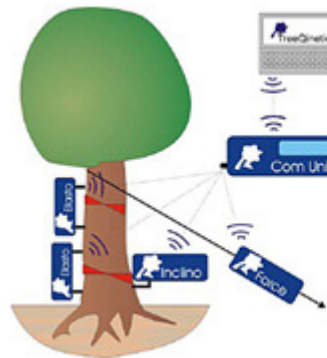
Il metodo SIM -Elastometro/Inclinometro



Con il SIA si ottiene una valutazione indicativa della sicurezza dell'albero in base al confronto di diametri ed altezze con i parametri già acquisiti dalla sperimentazione. Il metodo SIM – Elastometro/Inclinometro (Wessolly, 1996), invece, è una valutazione statica con la quale si rilevano valori esatti di compressione e tensione indicativi della resistenza al carico di un singolo albero. Il sistema, non distruttivo, misura le risposte delle fibre legnose superficiali sotto un carico controllato, utilizzando l'elastometro sul tronco e l'inclinometro sul colletto.

L'**Elastometro**, che può essere posizionato in diversi punti del tronco, consente di misurare, con l'esattezza di 1/1000 mm, la dilatazione delle fibre legnose. I valori ottenuti sono messi a confronto con quelli del catalogo dei legni di Stoccarda, permettendo l'individuazione del carico di rottura primaria per la pianta sottoposta a prova. Il metodo si avvale di un apposito programma computerizzato e dell'uso delle immagini digitali per arrivare a definire in maniera precisa il carico di vento sopportabile dalla pianta.

Con l'**Inclinometro**, consistente in una livella verticale posizionata sulla parte più bassa del colletto, si verifica con un'esattezza di 1/100° l'inclinazione dell'apparato radicale dell'albero sottoposto a trazione, evidenziando eventuali anomalie come carie o capitozzo sulle radici



I valori misurati vengono confrontati con il carico dovuto ad un vento di intensità 11 (secondo la scala anemometrica Beaufort, pari a 32.6 m/s) con i valori della resistenza alla rottura del legno verde e con la curva di ribaltamento generalizzata per gli alberi:

I risultati della valutazione strumentale SIM vengono suddivisi in 3 classi di sicurezza. Sia per la sicurezza statica di base (S_b), che per la sicurezza alla rottura (S_r) e la sicurezza statica (S_s) il valore minimo accettabile corrisponde a 150% (valore buono). Sopra questo valore la pianta risulta stabile. I valori compresi tra 100% e 150% (valore al limite), richiedono una attenta valutazione delle condizioni ambientali e in special modo dell'esposizione ai venti dominanti presenti in zona, per poi definire i criteri operativi per riportare la pianta ad un adeguato range di sicurezza. I valori inferiori a 100% (valore critico) risultano assai critici. Qui ricadono le piante che presentano gravi difetti a livello morfologico e strutturale.

3. VALUTAZIONE DEL PERICOLO

Perdita di consistenza meccanica del legno a causa della carie

Formule ingegneristiche consentono di stimare il *pericolo di schianto* in relazione al rapporto tra spessore del legno sano residuo (t) e raggio (R) del tronco "normale"

(ad es. *secondo Mattheck, se lo spessore residuo è almeno 1/3 del raggio c'è ancora stabilità*)

Attribuzione della pianta ad una *classe di rischio fitostatico*

**Pericolo di schianto +
Dimensioni parti +
Valutazione del bersaglio**

= VALUTAZIONE RISCHIO

SOLUZIONI

1. Rimozione o consolidamento parti pericolanti
2. Rimozione del bersaglio (transenne)
3. Rimozione dell'albero

Definizione di pericolo e rischio

PERICOLO

Proprietà o qualità intrinseca di un determinato fattore (attrezzatura, prodotto, modello organizzativo, postazione di lavoro) avente la potenzialità di causare danni.

(l'albero che potrebbe cadere)

RISCHIO

Probabilità che sia raggiunto il limite potenziale di danno nelle condizioni di impiego, ovvero di esposizione, ad un determinato fattore.

(l'albero che sta per cadere)

Quindi, a parità di condizioni di pericolo, il rischio dipende dalla ubicazione e dal grado di frequentazione del luogo

Rischio = $P \times Vu \times Val$

P: pericolo (frequenza con cui ci si aspetta che l'evento si verifichi)

Vu: vulnerabilità del bersaglio

Val: valore (eventualmente economico) del bersaglio

Il rischio, esprime il prodotto della probabilità che un evento dannoso possa verificarsi per la magnitudo (severità) delle conseguenze dannose stesse.

Un leone affamato è **PERICOLOSO!**



Ma il **RISCHIO** per l'uomo è **ELEVATISSIMO** nella savana



e **IRRILEVANTE** (ma non nullo) allo zoo

Le ultime parole famose...



— Stai tranquilla... Sono al telefono, sì, ma non corro alcun pericolo: non sto guidando!



Classi di propensione al cedimento, 2009

<i>Classe</i>		<i>Definizione</i>
A	trascurabile	Gli alberi appartenenti a questa classe, al momento dell'indagine, non manifestano segni, sintomi o difetti significativi, riscontrabili con il controllo visivo, tali da far ritenere che il fattore di sicurezza naturale dell'albero si sia ridotto. Per questi soggetti è opportuno un controllo visivo periodico, con cadenza stabilita dal tecnico incaricato, comunque non superiore a cinque anni.
B	bassa	Gli alberi appartenenti a questa classe, al momento dell'indagine, manifestano segni, sintomi o difetti lievi, riscontrabili con il controllo visivo ed a giudizio del tecnico con indagini strumentali, tali da far ritenere che il fattore di sicurezza naturale dell'albero non si sia sensibilmente ridotto. Per questi soggetti è opportuno un controllo visivo periodico, con cadenza stabilita dal tecnico incaricato, comunque non superiore a tre anni. L'eventuale approfondimento diagnostico di tipo strumentale e la sua periodicità sono a discrezione del tecnico.
C	moderata	Gli alberi appartenenti a questa classe, al momento dell'indagine, manifestano segni, sintomi o difetti significativi, riscontrabili con il controllo visivo e di norma con indagini strumentali. Le anomalie riscontrate sono tali da far ritenere che il fattore di sicurezza naturale dell'albero si sia sensibilmente ridotto. Per questi soggetti è opportuno un controllo visivo periodico, con cadenza stabilita dal tecnico incaricato, comunque non superiore a due anni. L'eventuale approfondimento diagnostico di tipo strumentale e la sua periodicità sono a discrezione del tecnico. Questa avrà comunque una cadenza temporale non superiore a due anni. Per questi soggetti il tecnico incaricato può progettare un insieme di interventi colturali finalizzati alla riduzione del livello di pericolosità e, qualora realizzati, potrà modificare la classe di pericolosità dell'albero. E' ammessa una valutazione analitica documentata.
C/D	elevata	Gli alberi appartenenti a questa classe, al momento dell'indagine, manifestano segni, sintomi o difetti gravi, riscontrabili con il controllo visivo e di norma con indagini strumentali. Le anomalie riscontrate sono tali da far ritenere che il fattore di sicurezza naturale dell'albero si sia drasticamente ridotto. Per questi soggetti il tecnico incaricato deve assolutamente indicare dettagliatamente un insieme di interventi colturali. Tali interventi devono essere finalizzati alla riduzione del livello di pericolosità e devono essere compatibili con le buone pratiche arboricolture. Qualora realizzati, il tecnico valuterà la possibilità di modificare la classe di pericolosità dell'albero. Nell'impossibilità di effettuare tali interventi, l'albero è da collocare tra i soggetti di classe D.
D	estrema	Gli alberi appartenenti a questa classe, al momento dell'indagine, manifestano segni, sintomi o difetti gravi, riscontrabili con il controllo visivo e di norma con indagini strumentali. Le anomalie riscontrate sono tali da far ritenere che il fattore di sicurezza naturale dell'albero si sia ormai, quindi, esaurito. Per questi soggetti, le cui prospettive future sono gravemente compromesse, ogni intervento di riduzione del livello di pericolosità risulterebbe insufficiente o realizzabile solo con tecniche contrarie alla buona pratica dell'arboricoltura. Le piante appartenenti a questa classe devono, quindi, essere abbattute.

TEMPO DI RITORNO

E' il limite max di validità dell'esame (e, quindi, il periodo entro il quale si dovrà procedere ad una nuova valutazione).

Ogni parere relativo alla stabilità e sicurezza di un esemplare deve avere una validità temporale, poiché il tempo ne modifica il fattore di sicurezza.

Il tempo di ritorno è correlato alla tipologia di fruizione dell'area e alla prevedibile evoluzione del quadro generale.

Nell'analisi VTA esso è definito nelle singole classi di propensione al cedimento.

Fattori coinvolti nel giudizio

1. Probabilità di schianto/crollo
2. Dimensioni delle parti in pericolo
3. Valore del bersaglio
4. Probabilità che il bersaglio sia colpito

FATTORE DI RISCHIO

In base al bersaglio (*target di frequentazione*), da ASSENTE a ESTREMO

È impossibile che
l'improbabile non accada mai.

Tutte le indagini strumentali sono (mini)invasive

e quindi è irrinunciabile l'assoluta

igiene degli strumenti

(es. chiodi di *Arbotom*, punte di *Resistograph*)

Un sistema (semplice) per valutare il pericolo e stimare il rischio per persone e cose

<http://www.cheshire-woodlands.co.uk/safety/calculating.htm>

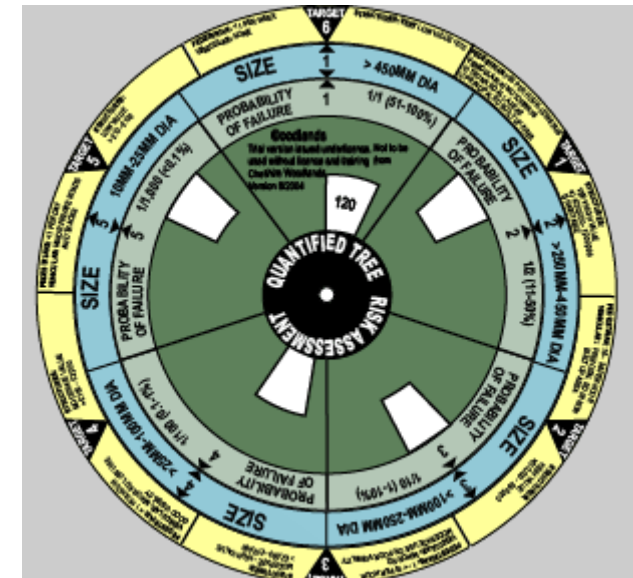
Si tratta di un “calcolatore” manuale (ma vi è ovviamente anche un *software* dedicato), costituito da tre corone circolari, che vengono ruotate in funzione di altrettante componenti:

probabilità di crollo/schianto: 51-100%, 11-50%, 1-10%, 0,05-1%, <0,05%

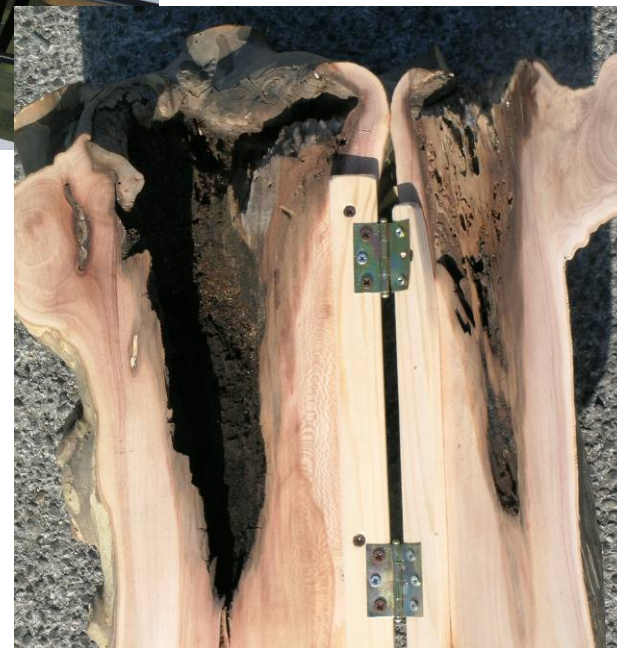
dimensioni: diam. > 45 cm; 25-45 cm, 10-25 cm, 2,5-10 cm, 1-2,5 cm

bersaglio: pedoni (traffico medio orario)/veicoli (tipo di strada)/strutture (valore commerciale)

Il calcolatore elabora il risultato sotto forma di un **indice integrato** (“*risk index*”), espresso come un millesimo del reciproco (es. se il rischio di danno è pari a 1/10.000, l’indice è 10 (10.000: 1.000 = 10))



La xiloteca didattica dell'Università di Pisa



Il pino e la neve

