Un'iniziativa

IL VERDE EDITORIALE

ORDINE DEI DOTTORI AGRONOMI E DEI DOTTORI FORESTALI DI MILANO
PROVINCE DI MILANO, LODI, MONZA E BRIANZA, PAVIA

Con il patrocinio di

CONSIGLIO DELL'ORDINE NAZIONALE DEI DOTTORI AGRONOMI E DEI DOTTORI FORESTALI
Ministero della Giustizia

Ministero della Giustizia
COLLEGIO NAZIONALE
PERITI AGRARI E PERITI AGRARI LAUREATI

ALBERI: IMPARARE A CONOSCERE LE RADICI

21 febbraio 2018
Rho (MI) - Myplant&Garden 2018
Sala Convegni, Corsia L, Padiglione 20, Fiera Milano Rho

Alessandro Pestalozza
dottore agronomo, Dendrotec

Radici nelle città, investigazioni possibili sull'altra metà dell'albero

Atti pubblicati da
IL VERDE EDITORIALE
www.ilverdeeditoriale.com

Radici nelle città, investigazioni possibili sull’altra metà dell’albero

Alessandro Pestalozza, Dottore agronomo
Dendrotec

Danni alle radici: possibili cause

- danni da calpestio/ costipazione
- **Traumi da impatto cruento**
  - danni dovuti a patologie

Danni alle radici quando intervenire
Interpretazione di alcuni sintomi

sollevamento della ceppaia?
radici affioranti e/o decorticate?
presenza di miceti specifici?
inclinazione pronunciata?
sbilanciamento o asimmetria della chioma?
carie o cavità accertate al colletto?

Danni alle radici -> Ispezioni radicali

QUANDO PRESCRIVERLE ?

Sarebbe necessario mettere a punto una metodica al fine di evitare

- eccessi nella prescrizione di ispezioni radicali o al contrario
- possibili leggerezze o sottovalutazioni

Le Piante, come tutti gli altri tipi di organismi non possono violare le leggi di fisica. (Niklas 1992)

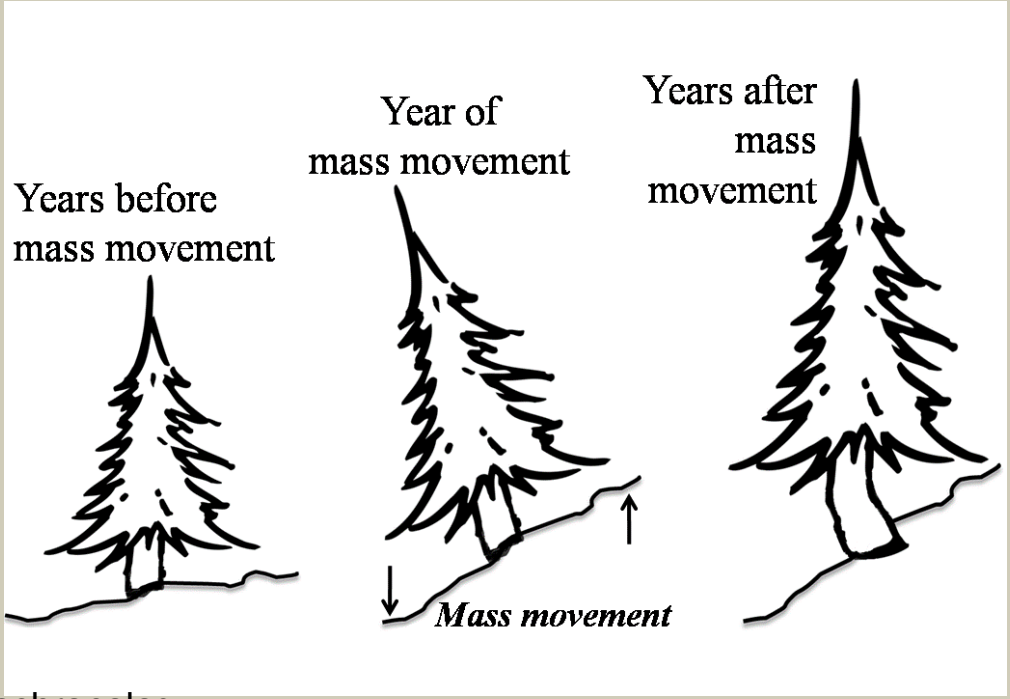
L'omeostasi (dal greco ὅμοιος+στάσις, "uguale posizione") è la tendenza naturale al raggiungimento di una relativa stabilità, sia delle proprietà chimico-fisiche interne che comportamentali, che accomuna tutti gli organismi viventi, per i quali tale regime dinamico deve mantenersi nel tempo, anche al variare delle condizioni esterne, attraverso precisi meccanismi autoregolatori.

Danni alle radici

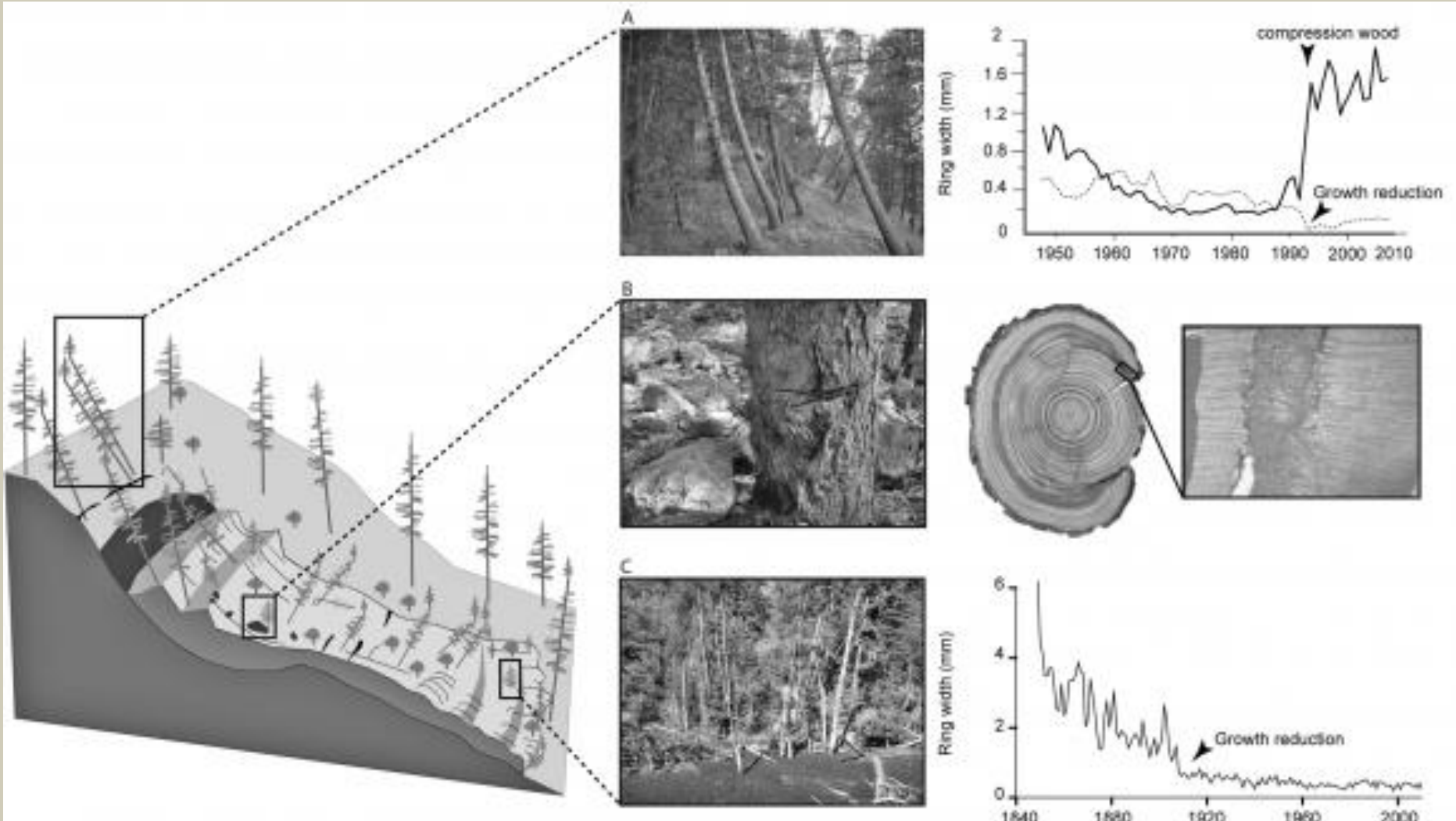
Mentre vi sono meno problemi nella riparazione di danni riguardanti la perdita di rami (CCR)

Gli alberi non sono attrezzati a sopportare questo genere di danno.

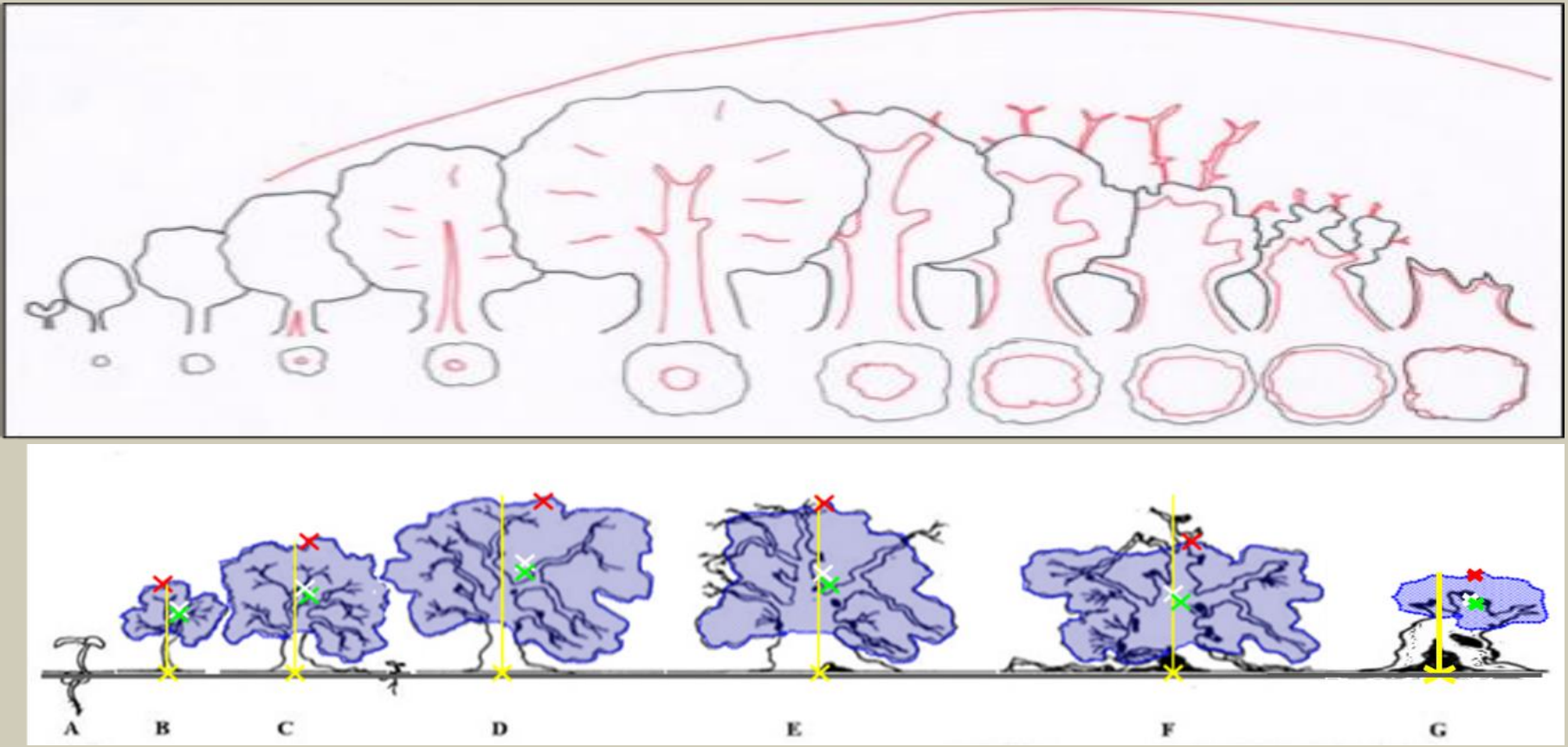
Danni “diretti” alle radici in natura



https://fabionatalini.wixsite.com/fabio/dendrochronology

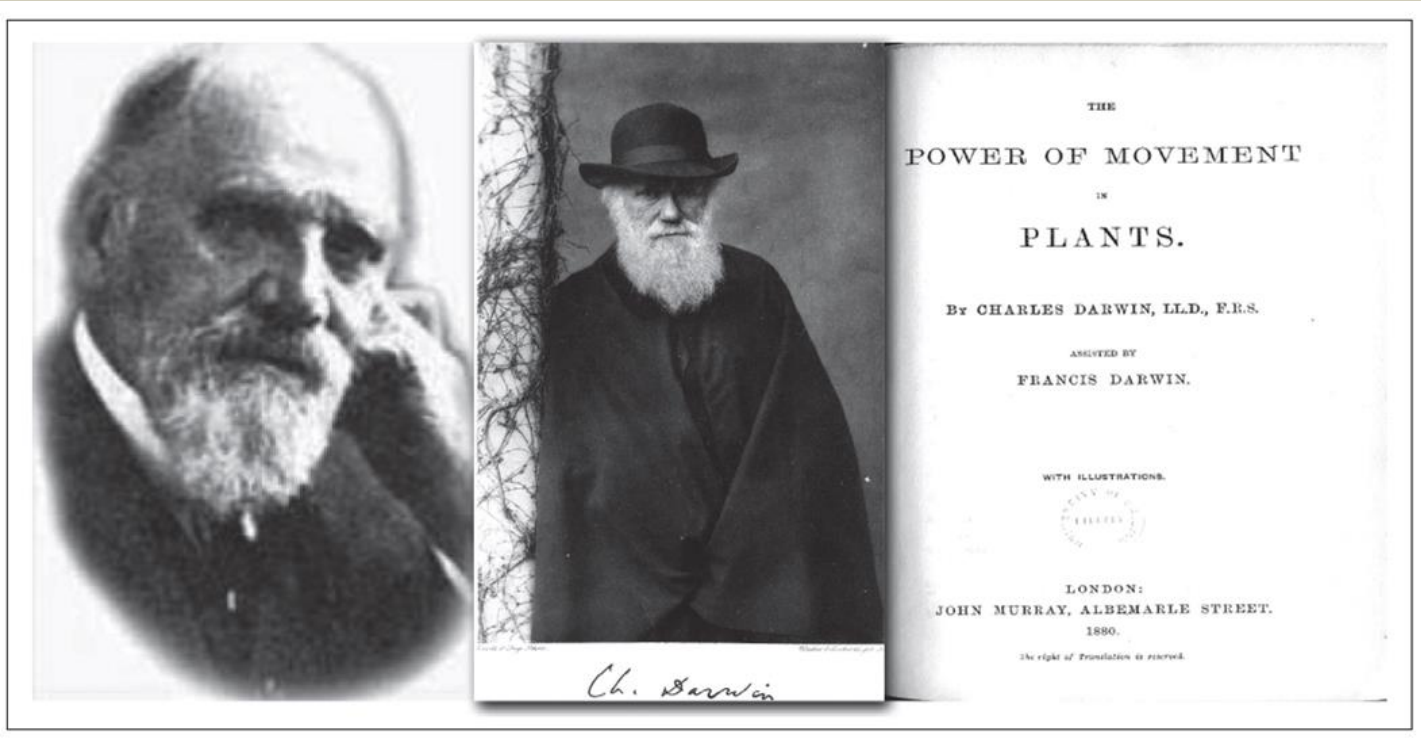

A
B
C
compression wood
Growth reduction
Ring width (mm)
2
1.6
1.2
0.8
0.4
0
1950
1960
1970
1980
1990
2000
2010
Growth reduction
Ring width (mm)
6
4
2
0

Sviluppo della chioma



Sviluppo radicale

Sviluppo radicale



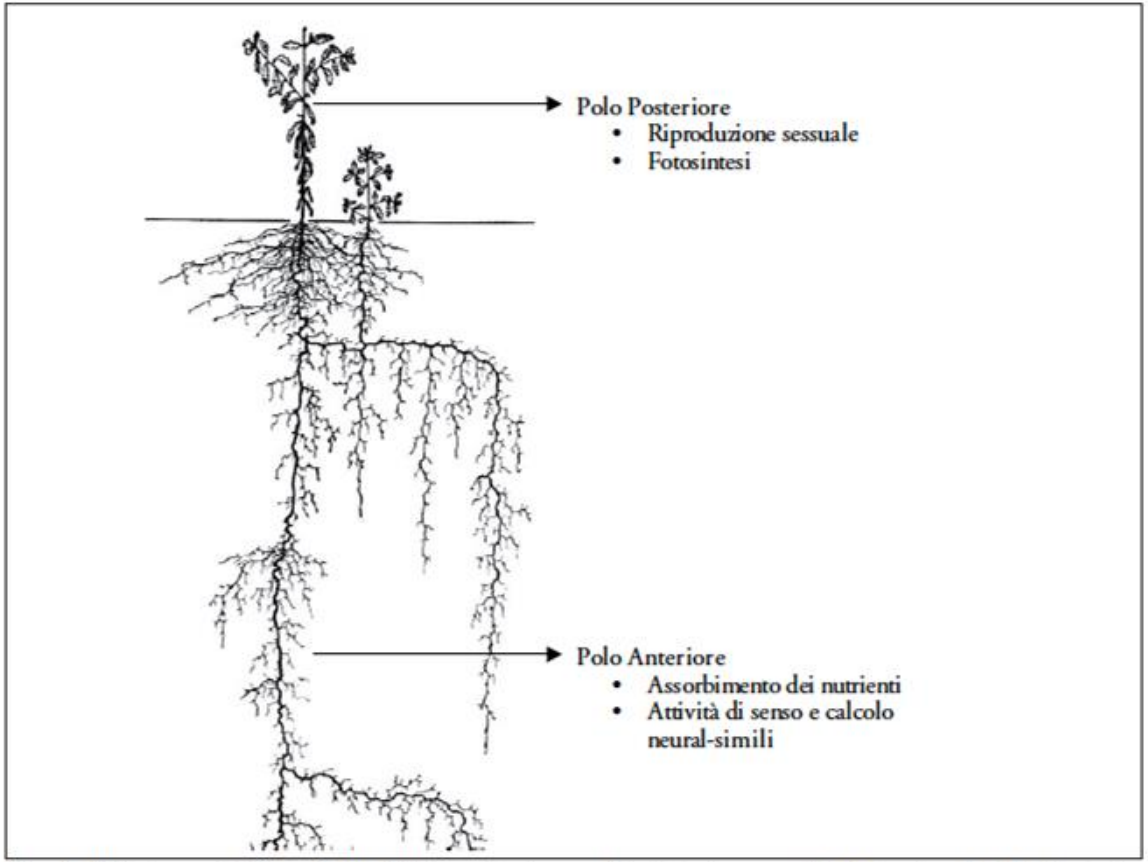


Fig. 4 *Rappresentazione della differenziazione nelle piante, secondo Darwin, fra il polo anteriore sede delle attività di calcolo e il polo posteriore sede della riproduzione sessuale*

Sviluppo radicale

Gli apici radicali situati nel “polo” anteriore del corpo vegetale

L’opposto “polo” posteriore ospita gli organi sessuali ed è deputato alla funzione fotosintetica riproduttiva

Studi sull’ “intelligenza” delle piante, ebbero inizio con Aristotele (280 a.C.), il quale considerava le piante dotate di un’anima e di sentimenti,

Sviluppo radicale

Caratteristica comune a tutto il regno vegetale

- Non c’è un centro di comando «logistico»
- Non ci sono organi (si sono evolute per non averne)
- Individui ? (indivisibili)
- (serie di moduli che si ripetono -> colonia)

esistono tuttavia le FUNZIONI esercitate sia dal primo che dai secondi anche se

NON SPECIALIZZATE
NON GERARCHIZZATE

Le piante hanno diffuso ciò che noi concentriamo
Le piante vedono sentono digeriscono pensano con tutto il corpo

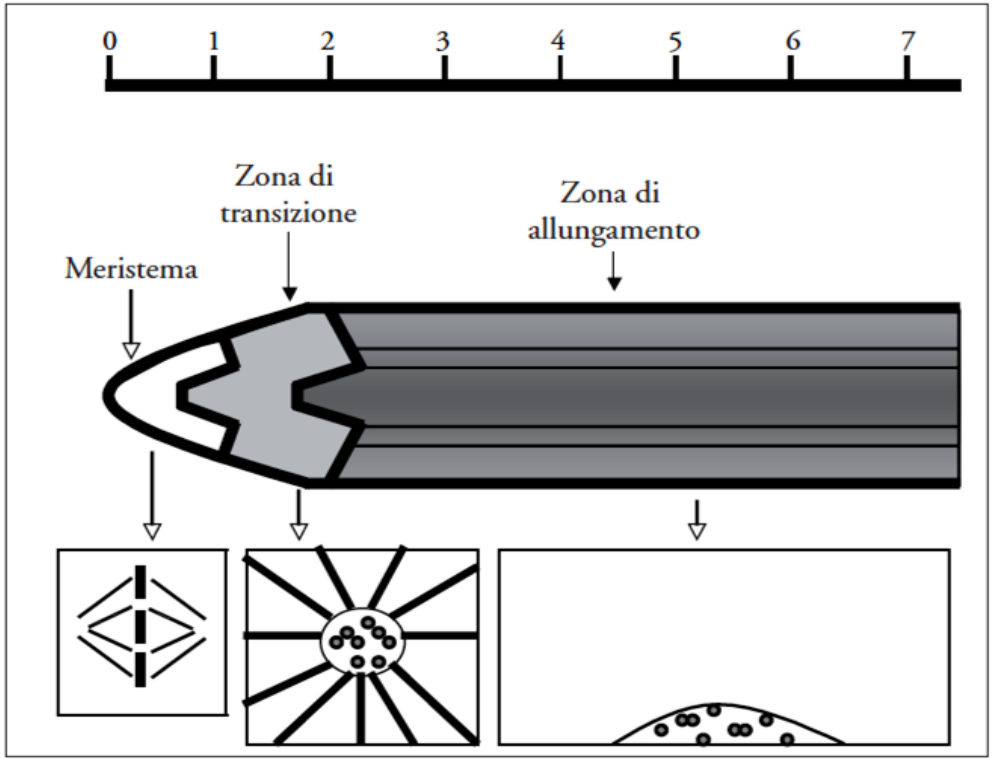


Fig. 5 *Rappresentazione schematica delle diverse regioni anatomiche dell'apice radicale*

Sviluppo radicale

Le piante mancano di un centro di controllo e somigliano a
colonie di insetti sociali, come le formiche
sviluppo guidato più da una determinazione collettiva che da una pianificazione centralizzata (Sachs, 2003)

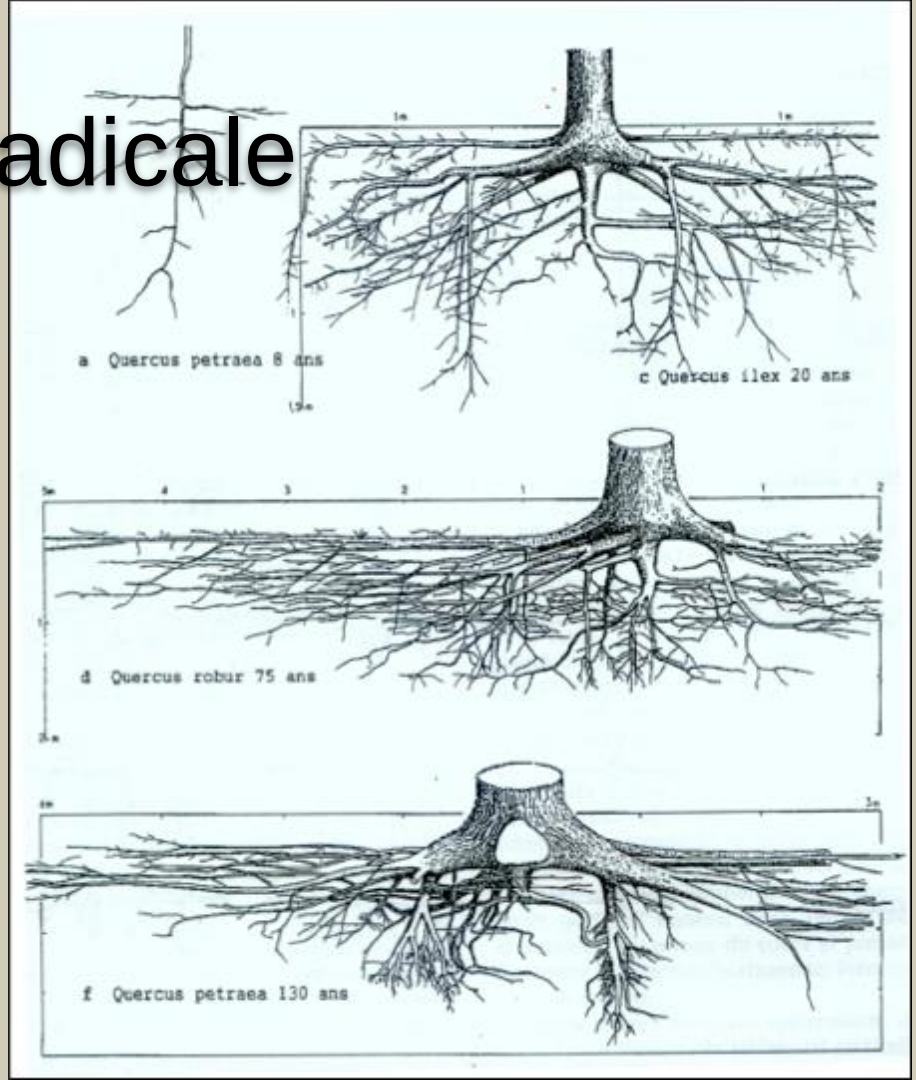
Sviluppo radicale

Noi sappiamo che esiste un processo strutturale simile a quello che succede nella chioma.

Ma non è lo stesso crescere nell'aria che tra le pietre, il suolo, ecc.

E non è la stessa cosa cercare la luce piuttosto che cercare acqua o elementi.

Quindi c'è un processo similare ma è diverso.



Sviluppo radicale

Il sistema radicale è grande quanto serve: non ci sono regole.

N° 63

Sviluppo radicale

Radici aeree

Valutazioni preliminari

Differenze nella tolleranza al danno delle diverse specie (Costello mod.)

La tolleranza al danno radicale dipende dalla

- capacità di chiudere e
- compartimentare le ferite,
- dalla resistenza agli attacchi fungini,
- dalla capacità di riemettere nuove radici

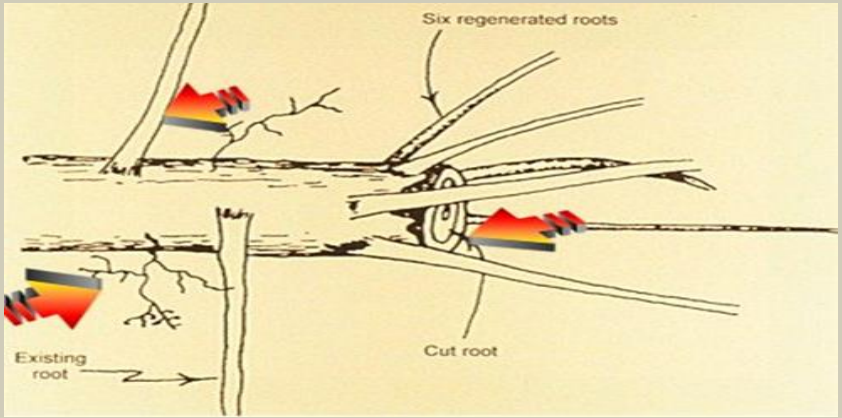
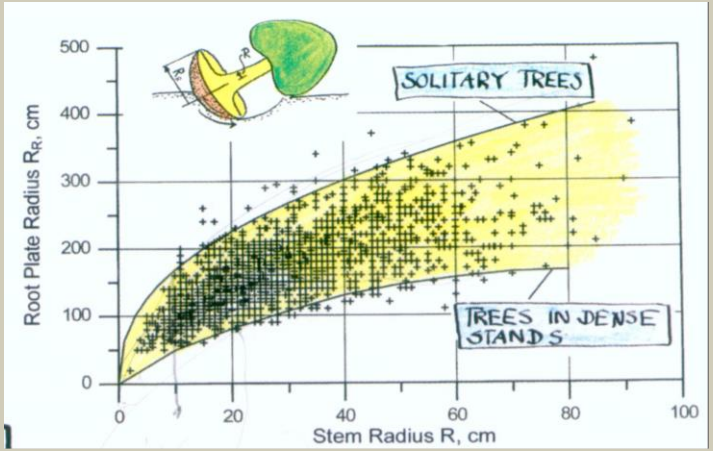
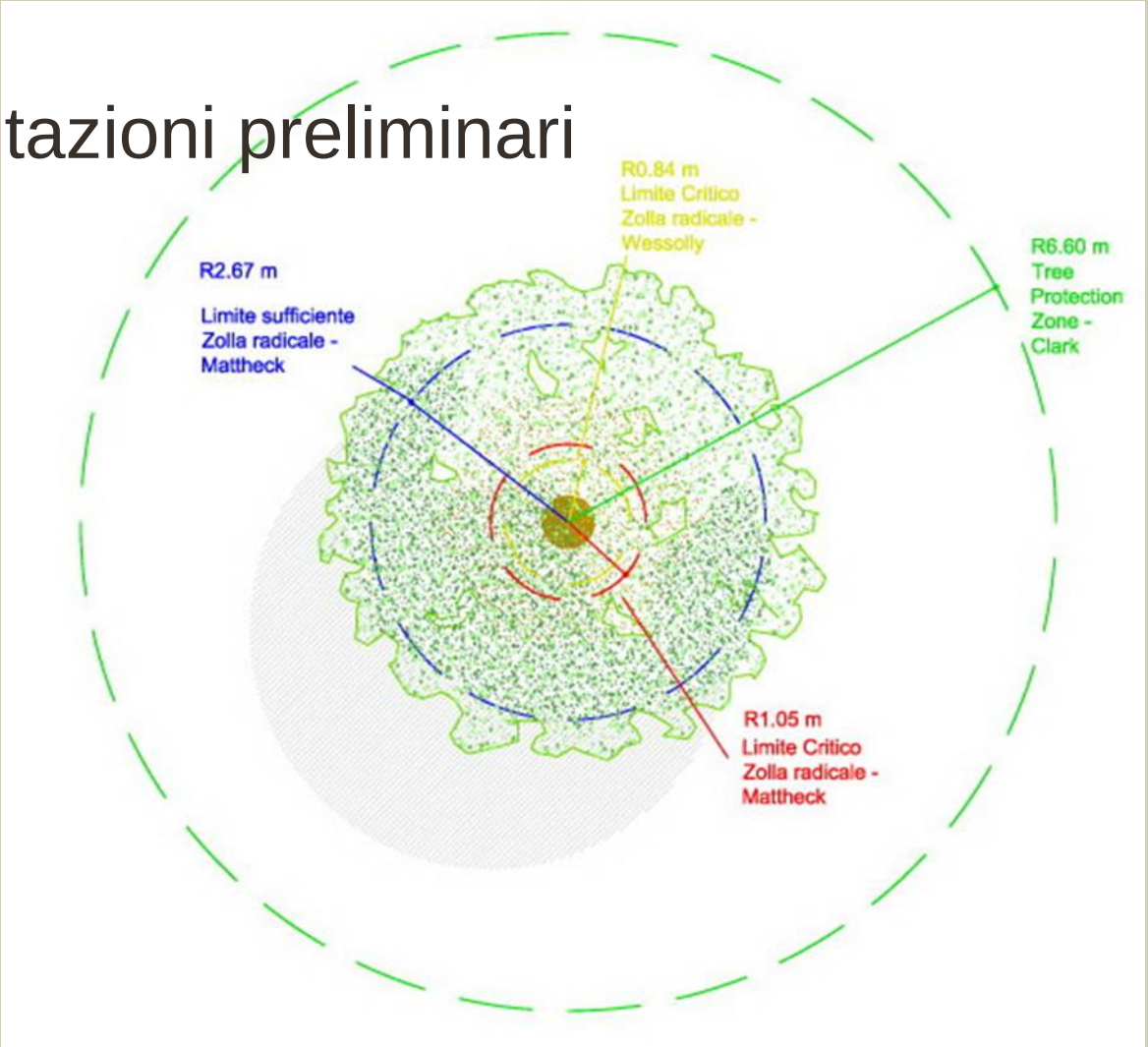


Tabla 1: tolerancia a la pérdida de raíces[35].

Especie	Tolerancia	Especie	Tolerancia
Acacia sp	Moderada	Magnolia ssp	Moderada – baja
Acer negundo	Alta	Morus ssp	Alta
Acer platanoides	Alta -moderada	Olea europea	Alta
Acer sacharinum	Alta - moderada	Pawlonia sp	Moderada – baja
Aesculus hippocastanum	Alta	Picea abies	Baja
Alianthus altissima	Alta	Picea abies	Moderada
Alnus sp	Alta	Picea glauca	Moderada
Arbutus unedo	Baja	Pinus canariensis	Alta
Betula ssp	Baja	Pinus halepensis	Moderada
Carya sp	Alta	Pinus nigra	Alta – moderada
Catalpa ssp	Alta - moderada	Pinus pinea	Moderada
Caulocedrus decurrens	Moderada	Pinus radiata	Moderada
Cedrus ssp	Alta	Pinus ssp	Moderada
Celtis ssp	Alta	Pinus strobus	Moderada
Cinnamomum camphora	Baja	Pinus sylvestris	Alta
Crataegus sp	Alta	Platanus acerifolia	Alta
Crataegus ssp	Alta - moderada	Populus ssp	Alta
Cupressus sp	Moderada – baja	Prunus sp	Moderada
Chamaecyparis sp	Moderada	Pseudotsuga menziesii	Alta
Diospyros	Alta	Pyrus calleriana	Baja
Eucalyptus ssp	Moderada – baja	Quercus humilis (pubescens)	Alta
Fagus ssp	Baja	Quercus ilex	Moderada
Ficus ssp	Alta	Quercus robur	Alta
Fraxinus ssp	Alta – moderada	Quercus ssp	Moderada
Ginko biloba	Alta	Robinia pseudoacacia	Alta – moderada
Gleditsia sp	Alta	Salix babilonica	Alta
Gleditsia triacanthos	Alta	Salix ssp	Alta - moderada
Ilex sp	Alta	Sequoia sempervirens	Alta
Ilex ssp	Moderada	Sequoiadendron giganteum	Moderada
Juglans nigra	Baja	Sorbus aucuparia	Alta
Juglans regia	Moderada	Taxodium distichum	Alta
Juniperus sp	Moderada	Taxus bacatta	Alta
Larix sp	Moderada - baja	Thuja occidentales	Alta
Laurus nobilis	Moderada – baja	Tilia ssp	Moderada – baja
Liquidambar styraciflua	Alta – moderada	Ulmus pumila	Alta
Liriodendron tulipifera	Baja	Ulmus ssp	Alta

Valutazioni preliminari





Nei danni da scavo: R= 0,3 m

Valutazione della TPZ (molto restrittiva e riguarda certamente gli aspetti fisiologici)
Valutazione del diametro minimo della zolla radicale in funzione del diametro del tronco

Investigazioni possibili

Modalità di Descrittive

Sono verifiche “qualitative” in grado di rispondere alla domanda se vi sono o no “radici” in una data area circostante al sito di radicazione di un albero

Investigazioni possibili

Modalità di Descrittive

- Messa a nudo parziale mediante sistemi ad aria (*Air spade (™)* o similari)
- Individuazione di connessioni colletto punti circostanti mediante sistemi sonici (Arboradix o similari)
- Sistemi radar

Sistemi ad Aria Compressa

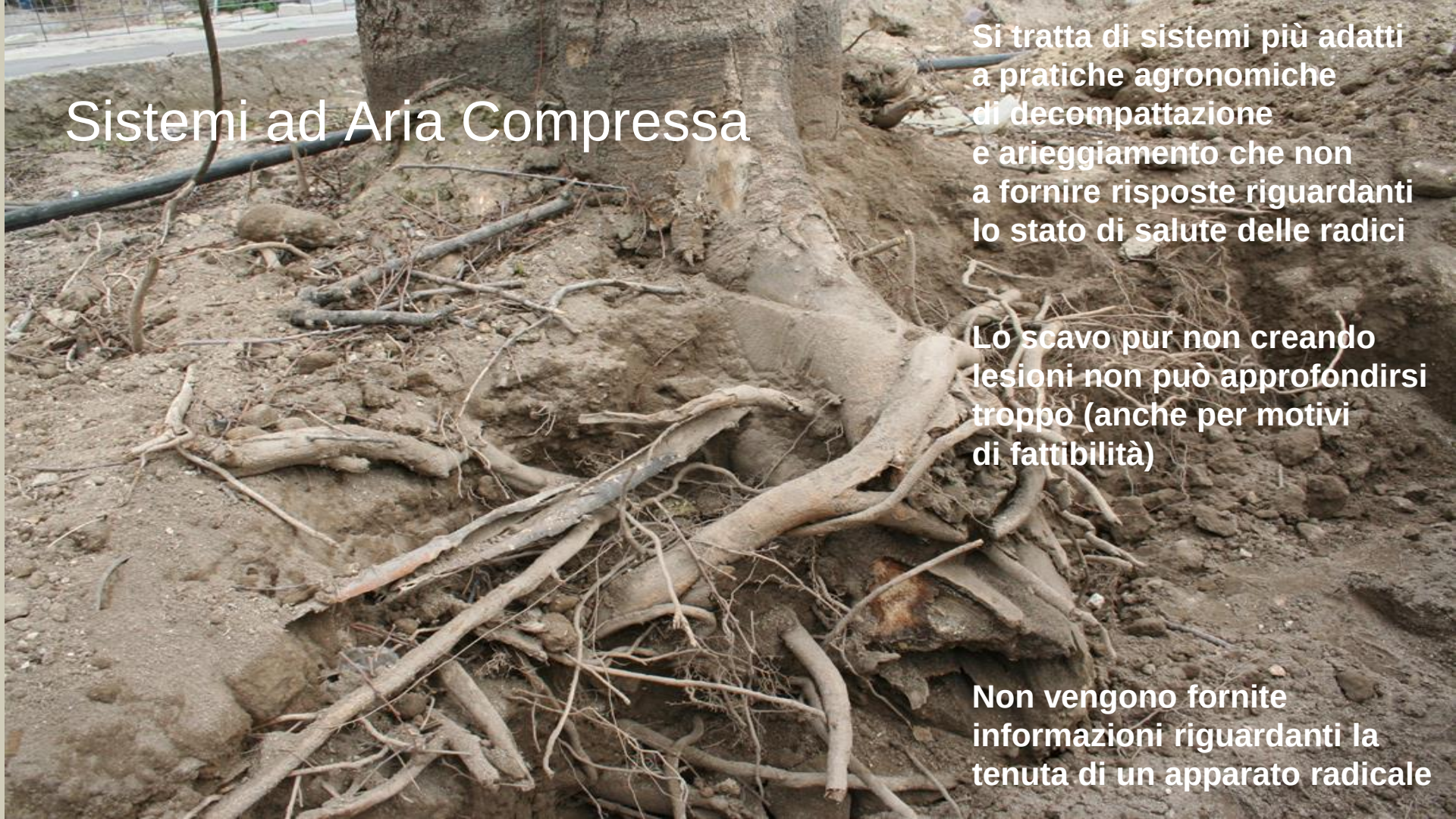
I sistemi ad aria utilizzano
compressori da cantiere
aventi pressione pari a 6-7 bar
e portata 4500 l/min.
Una particolare lancia dotata
di ugello orientato a 45 gradi
consente di direzionare il flusso
nella direzione desiderata
Le radici (anche le più piccole)
rimangono intatte

Cantiere Cedri Asso (LC)
Maggio 2012

Combinazione di sistemi
ad aria «soffiata»
e aspirata.
Esempio di scavo
«NO DIG»

Foto attuale

Sistemi ad Aria Compressa



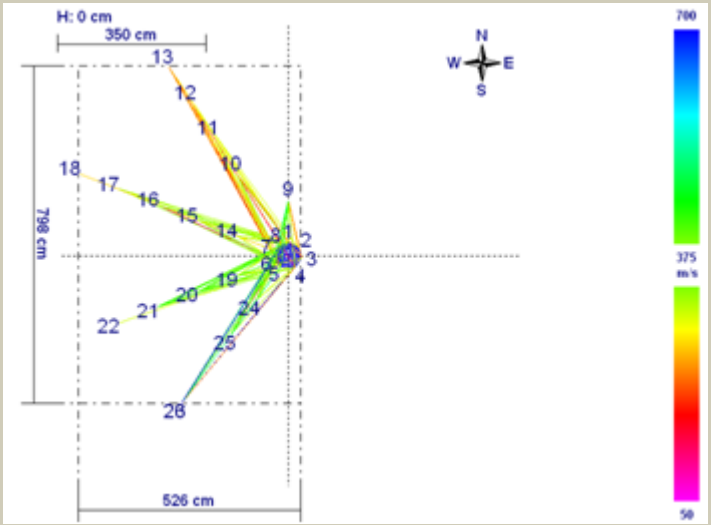
Si tratta di sistemi più adatti a pratiche agronomiche di decompattazione e arieggiamento che non a fornire risposte riguardanti lo stato di salute delle radici

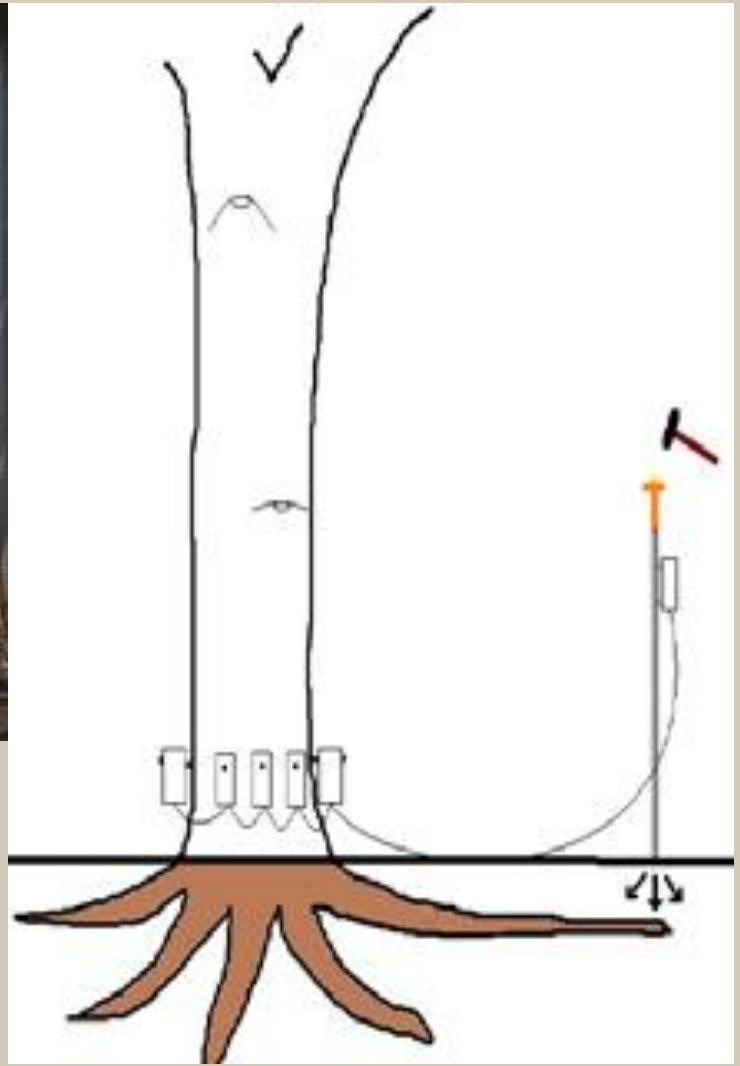
Lo scavo pur non creando lesioni non può approfondirsi troppo (anche per motivi di fattibilità)

Non vengono fornite informazioni riguardanti la tenuta di un apparato radicale

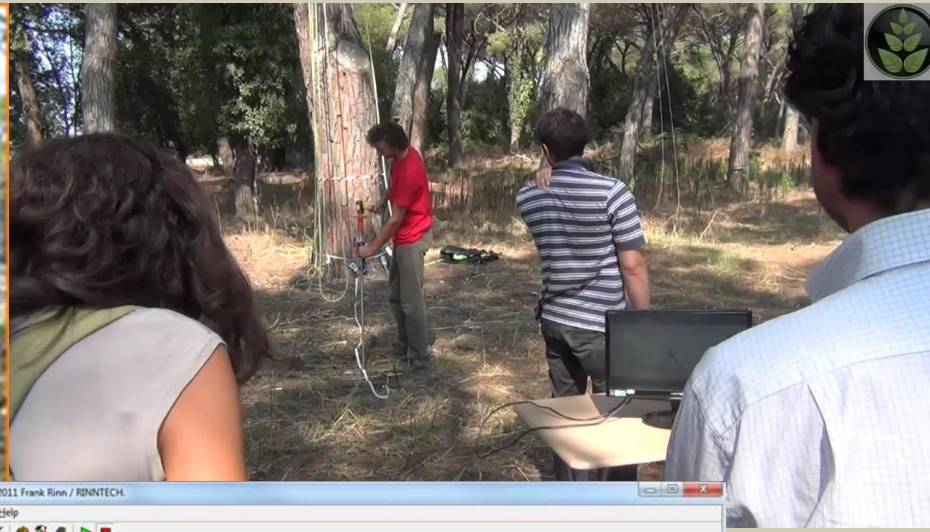
Sistemi Sonici

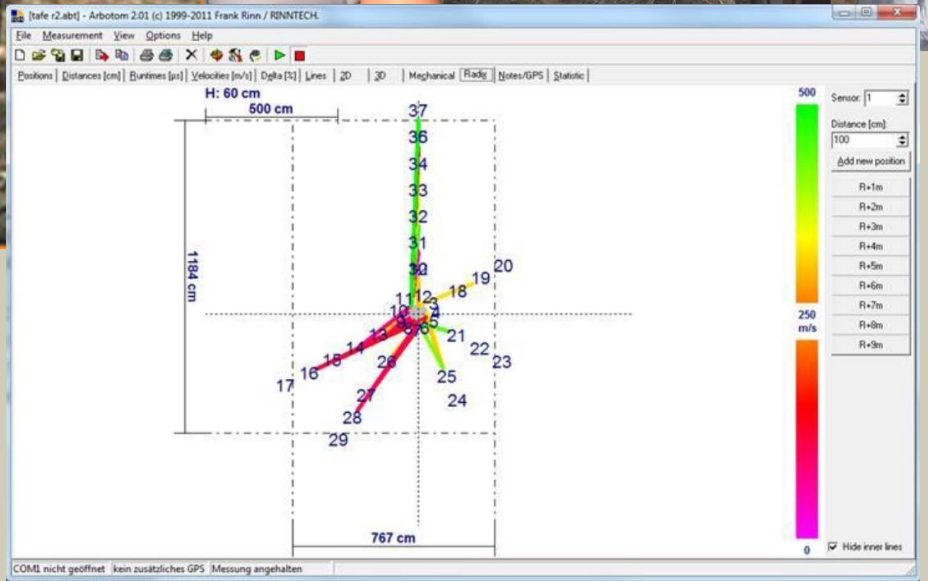
- It is able to give quite accurate information on the main route of root systems and underground distribution apparatus of large trees real conditions and in a very short time
- is completely harmless that does not disturb the soil or harm trees examined.
- not being invasive, allows repeat measurements so as to be able to monitor long-term developments of a root system.
- allows the observation of the distribution of the roots in hard surfaces
- (for example, concrete, asphalt, bricks, blocks, streets, buildings) without need for excavations
- its sensitivity allows detecting structural roots diameters up to 3 cm at – 35 cm depht.



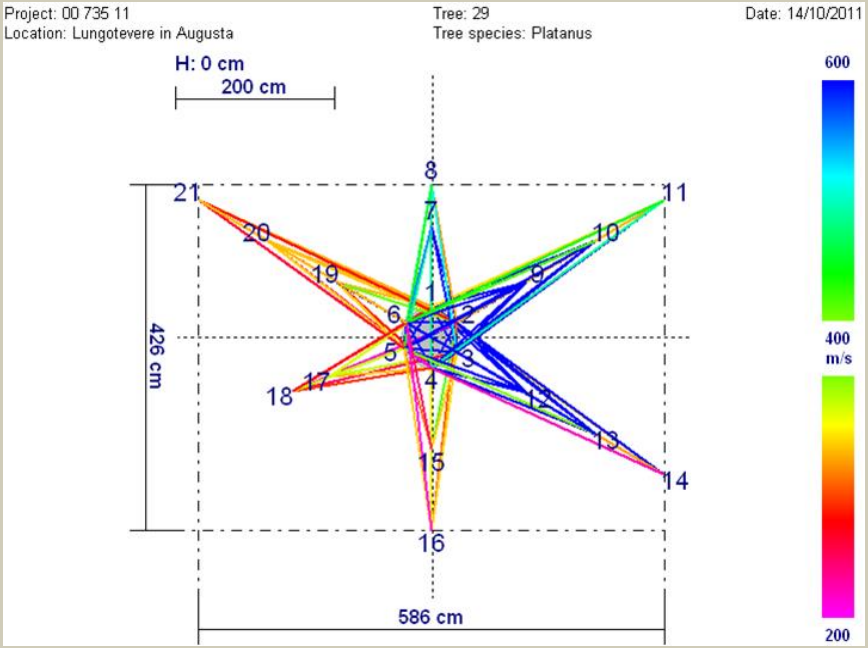


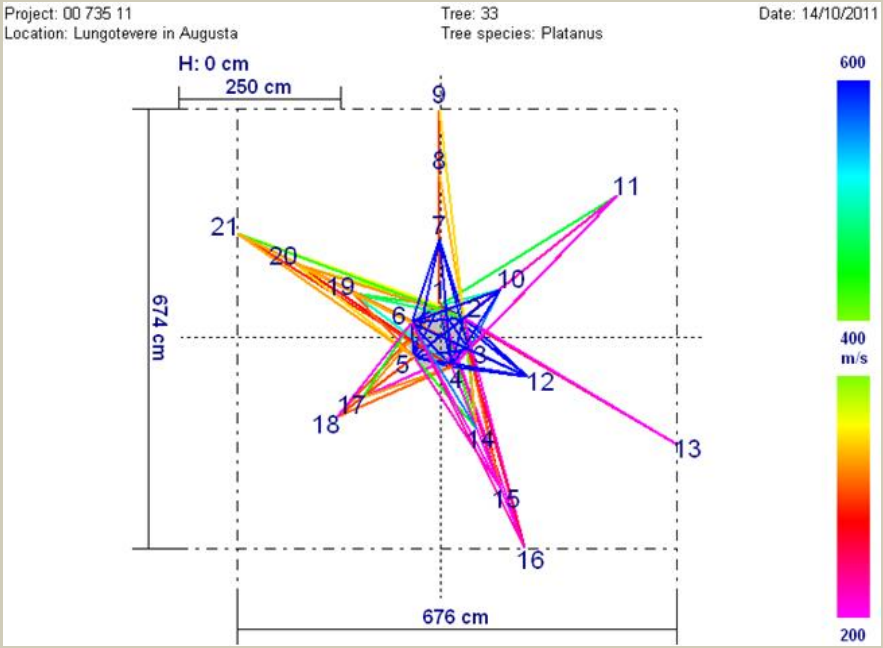
Root mapping





Prove condotte a S. Rossore (SIA)
Sono evidenti le due traiettorie dove le radici erano state precedentemente tranciate da un escavatore a titolo dimostrativo.





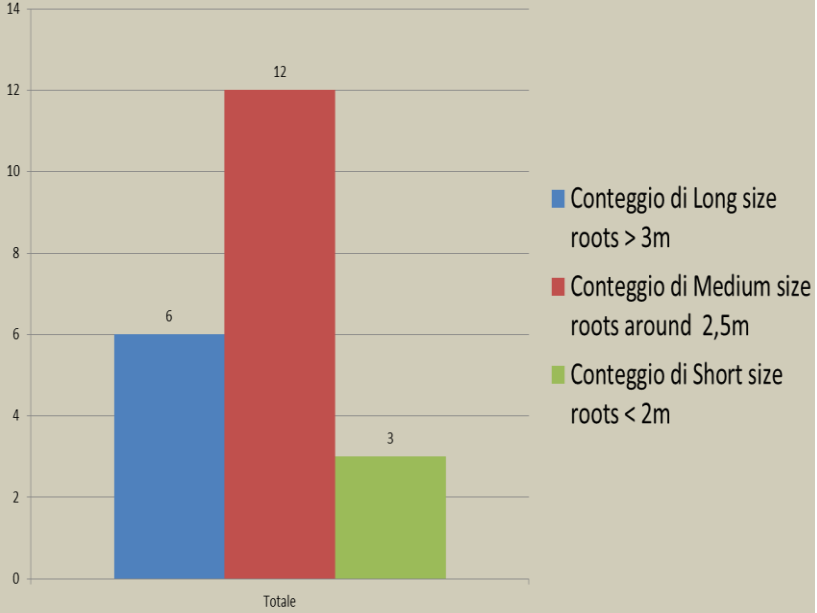
Sistemi Sonici

Nel LEGNO le velocità sono tra i 1000 e i 3000 m/s

Nel SUOLO le velocità sono tra i 200 ed i 600 m/s

Possibile con questi sistemi rilevare la presenza di radici con diametri maggiori di 20-30 mm alla profondità di 300-350 mm

Sistemi Sonici



The aim of the study was to evaluate the presence of roots present in 2.5 meters from the trunk of the trees.

This is in fact the minimal respect in areas of greatest impact.

Adatti a determinare la presenza/assenza di radici ad esempio nel caso di studi di fattibilità pre scavo.
Rispondono alla domanda: fino a quale distanza si registra la presenza di radici significative?
Anche in questo caso nessuna informazione riguardo a stato di salute o capacità di ancoraggio

Investigazioni possibili

Modalità “quantitative”
Miranti a descrivere la capacità di ancoraggio di un apparato radicale in funzione dei carichi che deve sopportare
Prove di carico o Pulling Test (statiche)
Prove dinamiche

Tree Stability Evaluation (TSE)

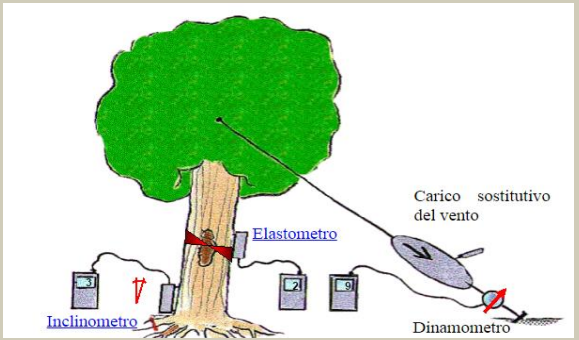
- **From VTA**

- Understand Tree Body language
- Screening and localization
- Use of some Instrument as Resistograph and Sonic methods

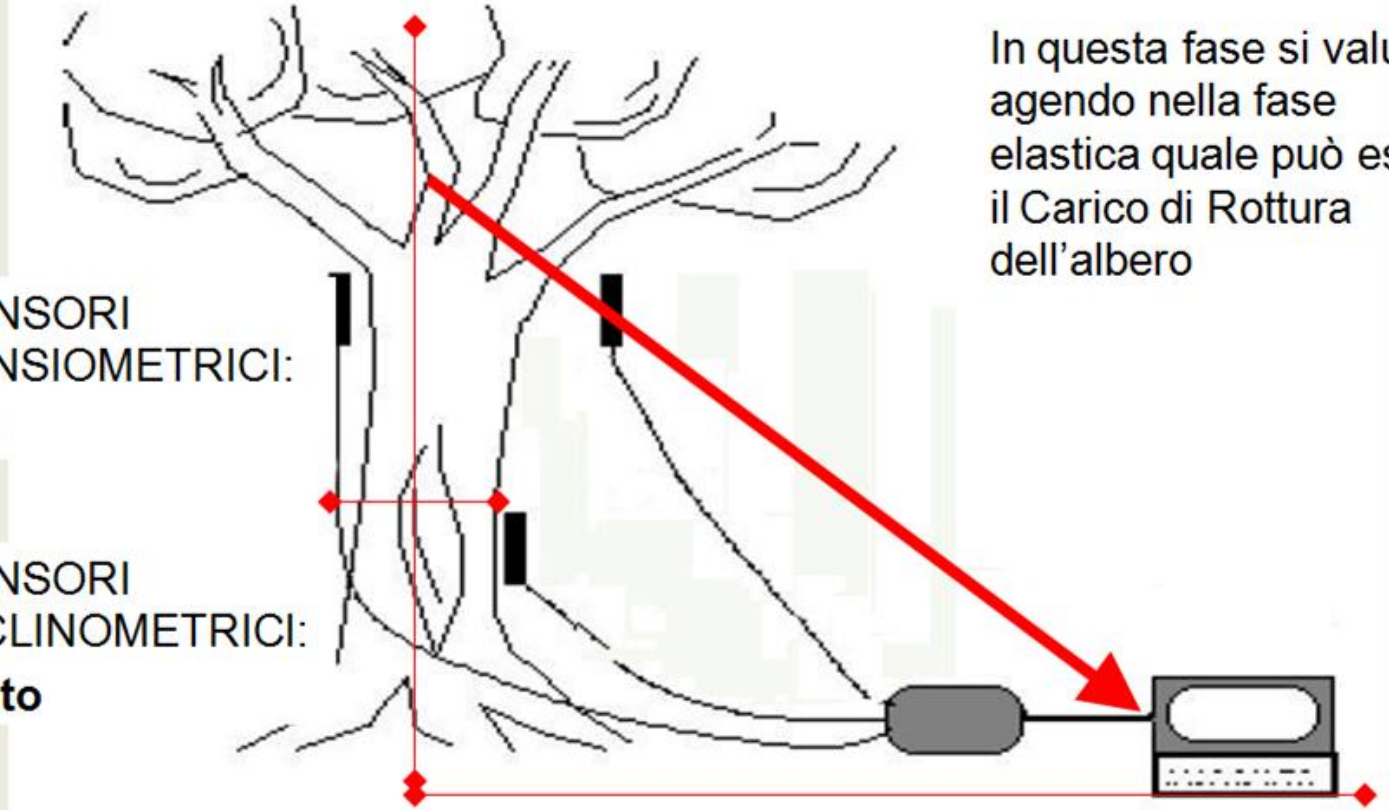
- **From SIM SIA**

- Load evaluation
- Safety Factor calculation

- Use of Pulling Test to evaluate the root anchorage capacity. (Some times the stem)



$$\text{Safety} = \frac{Moment_{Max}}{Moment_{Wind}}$$



In questa fase si valuta agendo nella fase elastica quale può essere il Carico di Rottura dell'albero

SENSORI TENSIOMETRICI:

Fusto

SENSORI INCLINOMETRICI:

Colletto

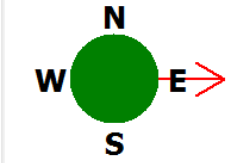
Force data

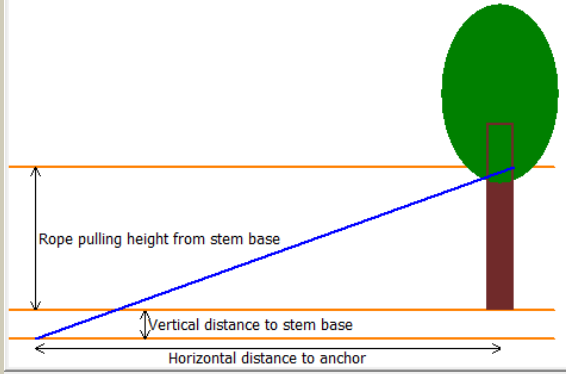
Stem base bending moment: ○ Custom value: 495 kNm

● Complete crown calculation from ARWILO

○ Crown selection calculation from ARWILO (with selected cutouts)

Rope pulling height from stem base:	7,5	m
Horizontal distance to anchor:	31,5	m
Vertical distance to stem base:	0	m
Stem diameter (BHD, pulling direction):	102	cm
Stem diameter (BHD, 90°):	102	cm
Pulling direction:	90	°





Cedro E

I1

I2

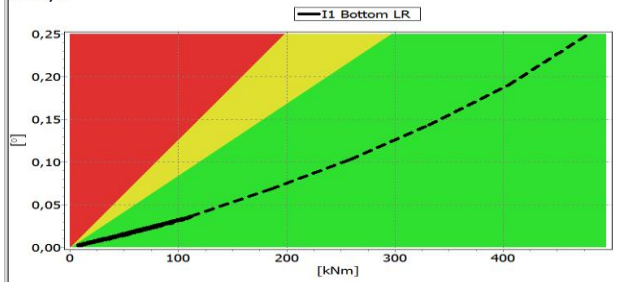
		Vref		[m/s] [Bft]	Vref		[m/s] [Bft]
Wind speed			36 = 12			36 = 12	
Reference height		Zref	200	[m]	Zref	200	[m]
Terrain exponent / Geländeexponent		Z^	0,16		Z^	0,16	
Drag coefficient		Cw	0,22		Cw	0,22	
Air density		d	1,2	[kg/m³]	d	1,2	[kg/m³]
Gust factor (²)		gf	1,5		gf	1,5	
Resonance factor		rf	1,2		rf	1,2	
Porosity			0	[%]		0	[%]
Topology correction			☐			☐	
Crown area	206	0%	**206**	**[m²]**	206	0%	**206**	**[m²]**
Height of crown area center	12,3	0%	**12,3**	**[m]**	12,3	0%	**12,3**	**[m]**
Height of crown force center	13,0	0%	**13,0**	**[m]**	13,0	0%	**13,0**	**[m]**
Wind force on crown	38	0%	**38**	**[kN]**	38	0%	**38**	**[kN]**
Stembase bending moment	495	0%	**495**	**[kNm]**	495	0%	**495**	**[kNm]**
Torsion moment	-114	0%	**-114**	**[kNm]**	-114	0%	**-114**	**[kNm]**

Error variations referring ANSI/ANS-3.11/DIN 1319: "Sachverständige Anforderungen an Messgeräte und Messverfahren". Der Sachverständige DS 3/2007, 46-51.

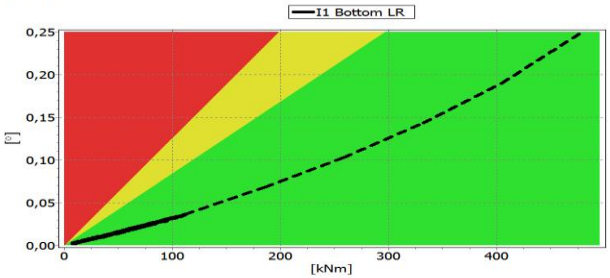
Area	CA	HAC	HFC	WF	BM	TH	TH
Crown	206	12,3	13,0	38	495	-114	23,0
Selected	206	12,3	13,0	38	495	-114	23,0

- Base point
- Top point
- Crown area center point
- Crown force center point
- Torsion center line

S=2,4

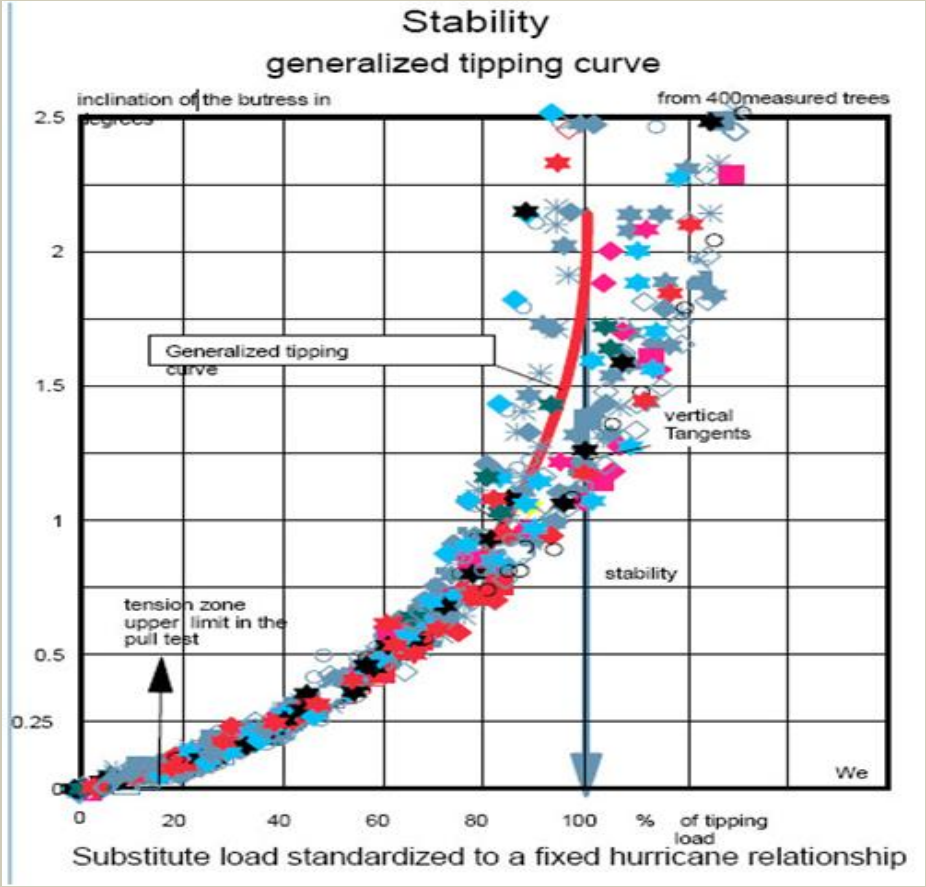


S=2,4



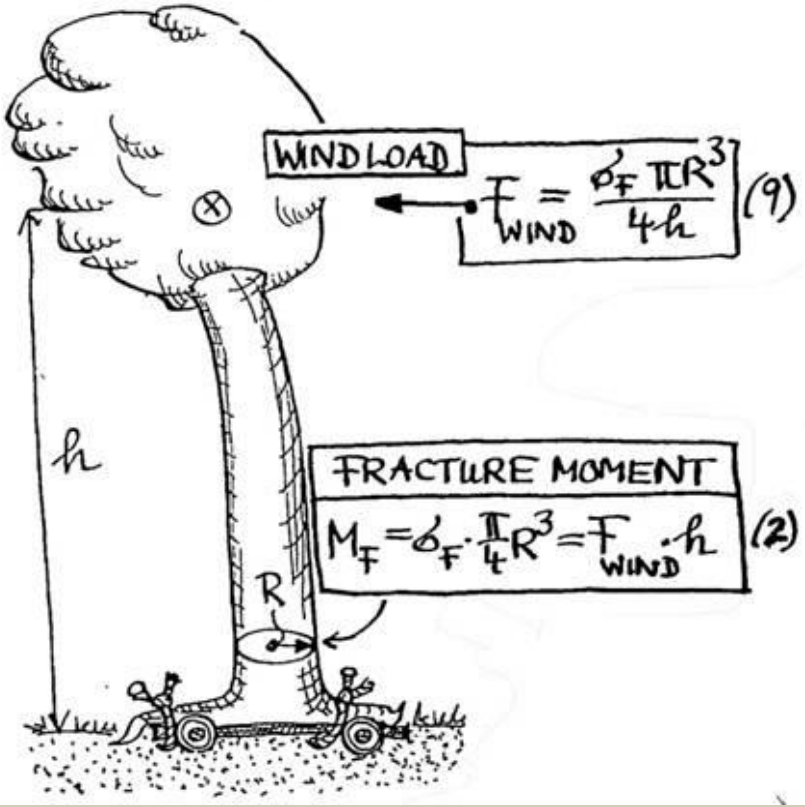
Measurement is stopped | Offline

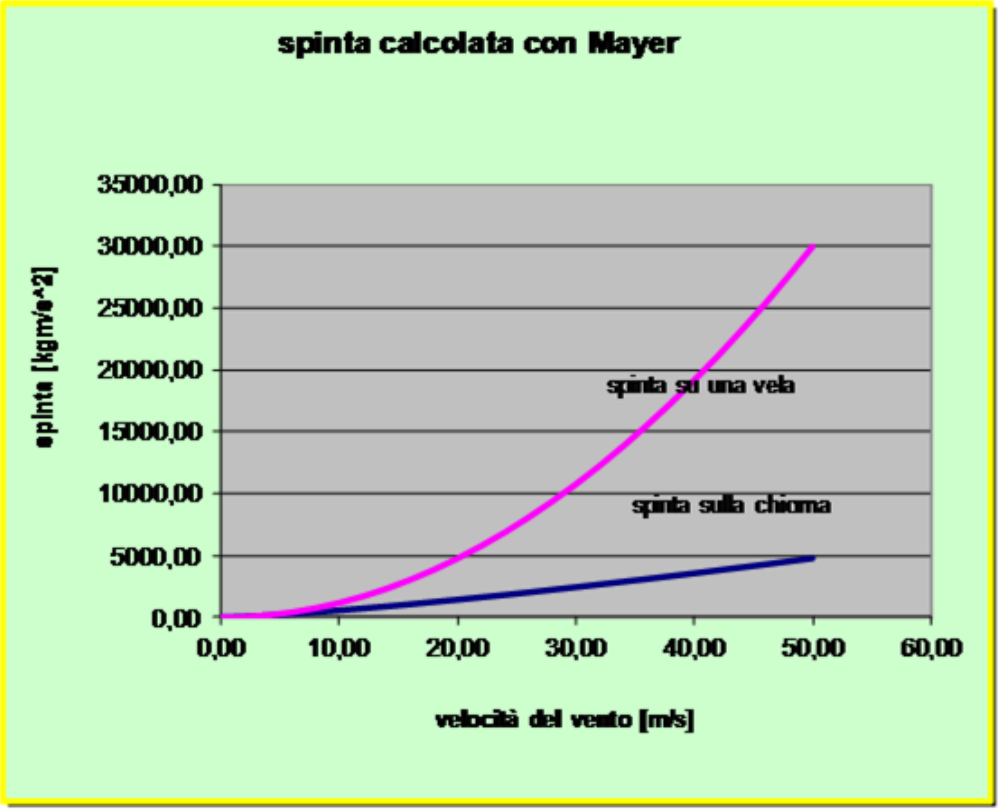
Prove di carico o Pulling test



Alcune questioni aperte riguardanti la WLA

- L'approccio statico trascura l’ 'interazione dinamica tra i rami
- I rami sugli alberi sono dinamici e creano movimenti complessi (riducendo al minimo l'oscillazione)
- Vento generalmente non è costante ma cambia velocità e direzione


WINDLOAD
$F_{WIND} = \frac{\sigma_F \pi R^3}{4h}$ (9)
h
FRACTURE MOMENT
$M_F = \sigma_F \cdot \frac{\pi}{4} R^3 = F_{WIND} \cdot h$ (2)
R


spinta calcolata con Mayer
spinta [kgm/s^2]
35000,00
30000,00
25000,00
20000,00
15000,00
10000,00
5000,00
0,00
spinta su una vela
spinta sulla chioma
0,00
10,00
20,00
30,00
40,00
50,00
60,00
velocità del vento [m/s]

[] - ARWILO 2.05 Scientific (c) 1999-2014 Frank Rinn / RINNTECH.

File Edit Help

Open image from file...

Set tree crown

Set stem base

Set tree height: 0 m

Calculate

Add cutout

Reduce tree height by: 0 m 0 %

Reduce wind load by: 0 % Calculate

Save dataset...

Base point
Top point
Crown area center point
Crown force center point

Vref	36	[m/s]	Wind speed			
	12	[Bft]				
Zref	20	[m]	Reference height			
Z^	0,3		Terrain exponent			
Cw	0,3		Drag coefficient			
d	1,2	[kg/m³]	Air density			
gf	1		Gust factor (²)			
rf	1		Resonance factor			
			Topology correction			

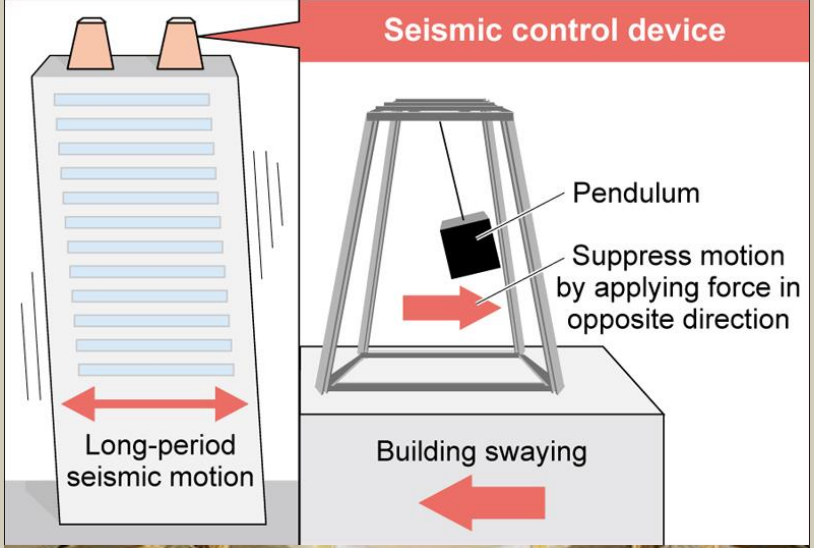
Crown area	-	-	**- [m²]**
Height of crown area center	-	-	**- [m]**
Height of crown force center	-	-	**- [m]**
Wind force on crown	-	-	**- [kN]**
Stembase bending moment	-	-	**- [kNm]**

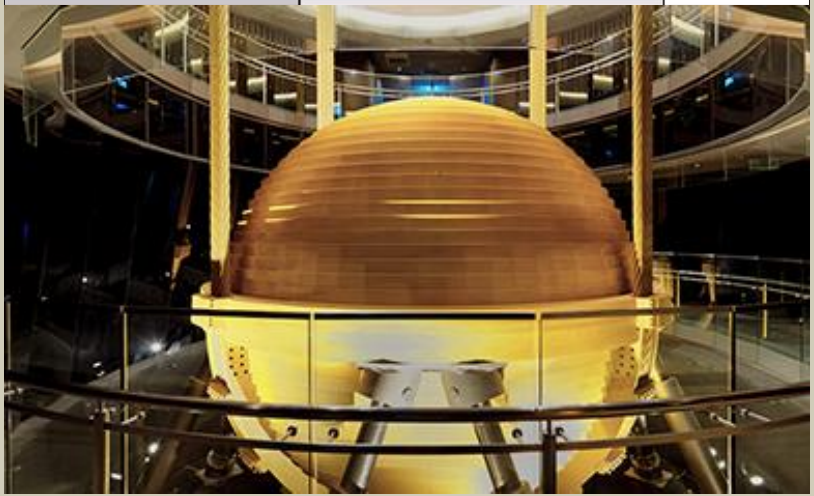
Error variations referring ANSI/ANS-3.11/DIN 1319: "Sachverständige Anforderungen an Messgeräte und Messverfahren". Der Sachverständige DS 3/2007, 46-51.

Area	CA	HAC	HFC	WF	BM	TH

Set tree crown
To draw in the crown click with left mouse button on the crown base in a clockwise direction starting at the boundary points of the crown.
The points will connect with a straight line and a crown surface appears.

© Taipei Financial Center Corporation


Seismic control device
Pendulum
Suppress motion by applying force in opposite direction
Long-period seismic motion
Building swaying



Alcune questioni aperte riguardanti la Curva di Ribaltamento

Influenza delle condizioni di umidità. Eccessi di acqua diminuiscono l’attrito della zolla, ma ne aumentano il peso…

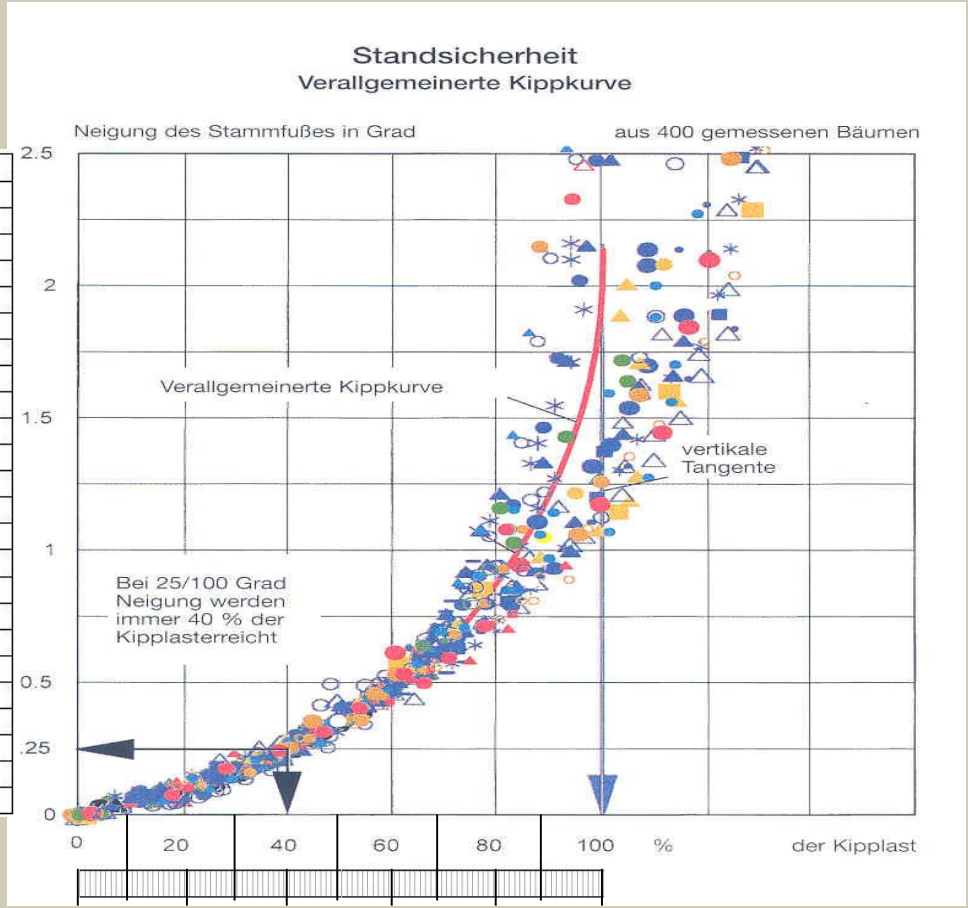
Comportamento della zolla in condizioni di secco estremo

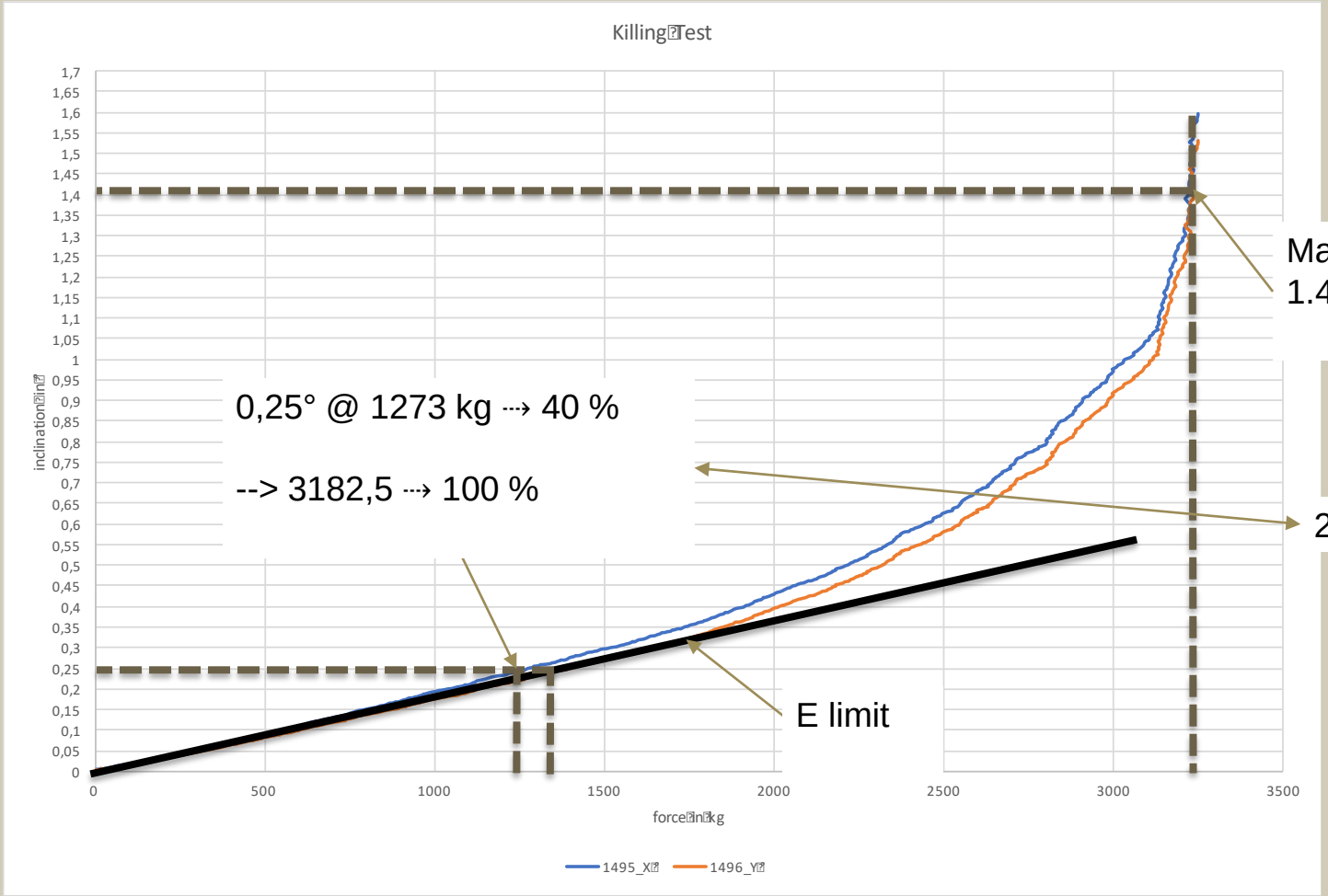
Comportamento della zolla in condizioni di gelo

I killing test per il momento confermano

a 2,5 gradi non serve più fornire energia per ottenere il ribaltamento dell’albero

a 0,25 gradi ci si trova di solito al 40 % del carico di rottura


Standsicherheit
Verallgemeinerte Kippkurve
Neigung des Stammfußes in Grad
aus 400 gemessenen Bäumen
2.5
2
1.5
1
0.5
.25
0
Verallgemeinerte Kippkurve
vertikale Tangente
Bei 25/100 Grad Neigung werden immer 40 % der Kipplasterreicht
0
20
40
60
80
100
%
der Kipplast


Killing Test
1,7
1,65
1,6
1,55
1,5
1,45
1,4
1,35
1,3
1,25
1,2
1,15
1,1
1,05
1
0,95
0,9
0,85
0,8
0,75
0,7
0,65
0,6
0,55
0,5
0,45
0,4
0,35
0,3
0,25
0,2
0,15
0,1
0,05
0
inclination in
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
force in kg
1495_X
1496_Y
0,25° @ 1273 kg ⇢ 40 %
--> 3182,5 ⇢ 100 %
E limit
Max. Force = 3248,8 kg @ 1.4°
2 %

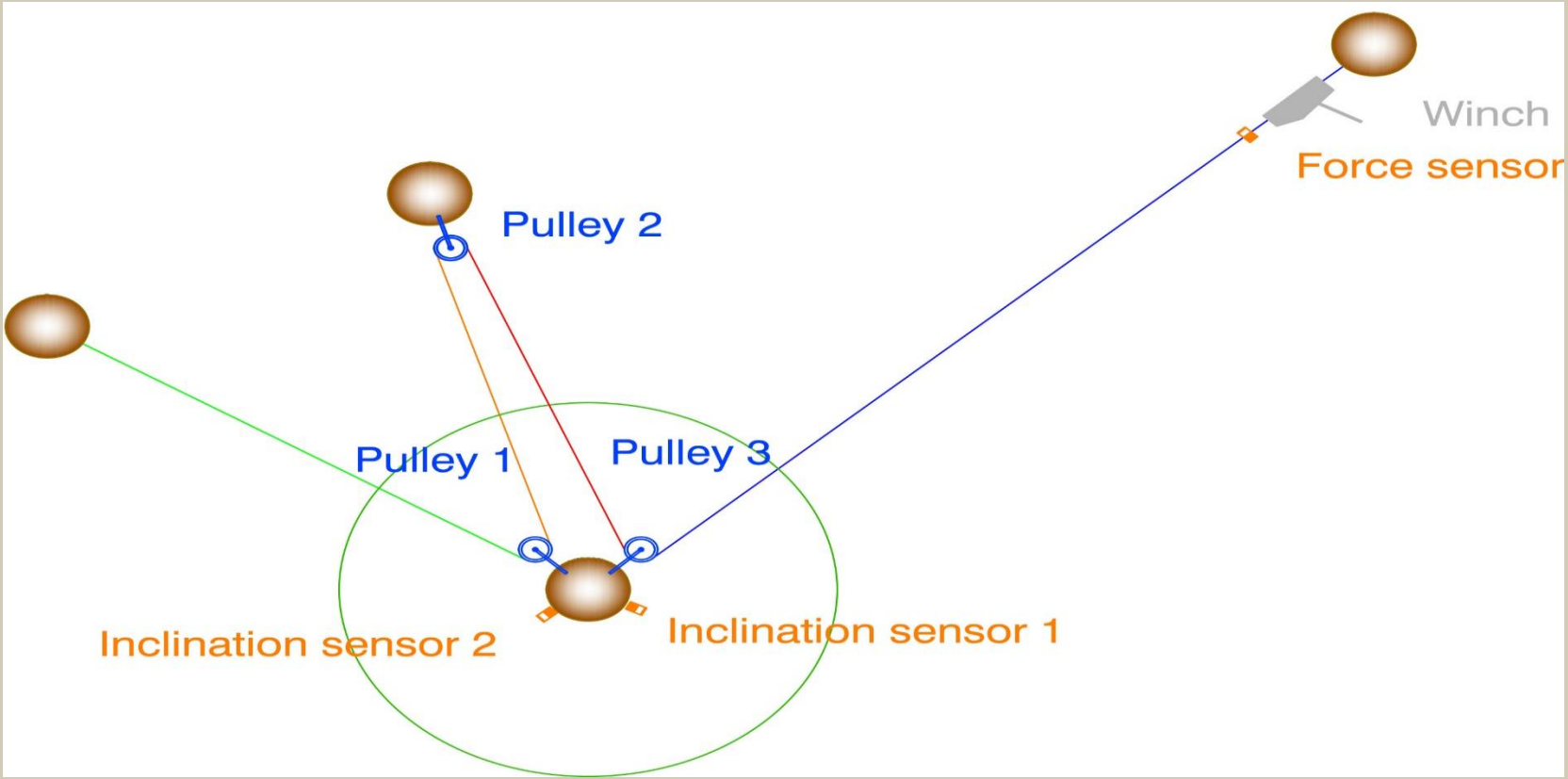
Crash Test on a Dead Horse Chesnut

Novara 5 February 2013

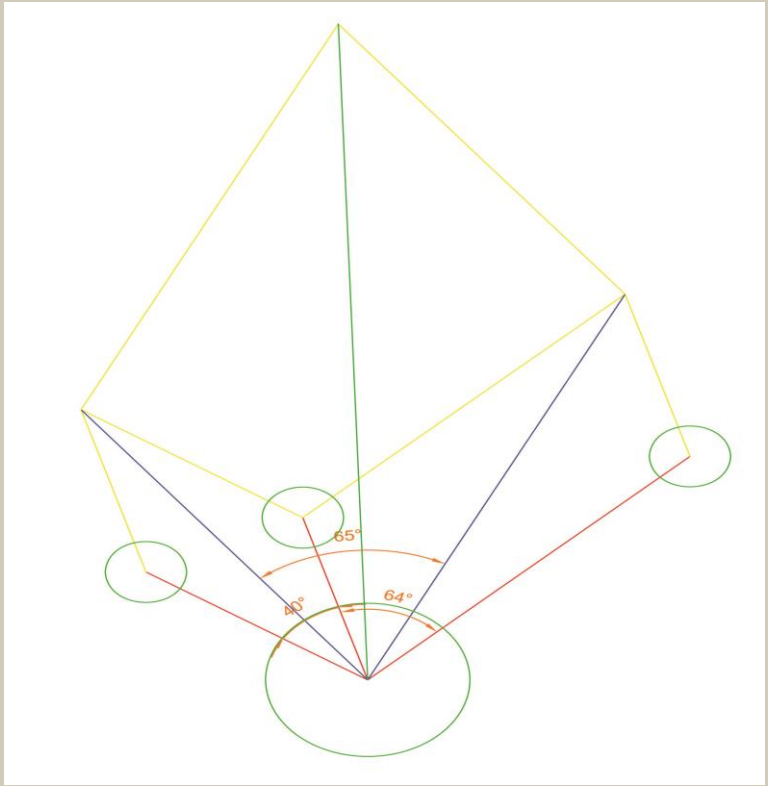
Features of Tree

- *Aesculus hippocastanum*
- DBH: 75 cm
- 2011-12 : Death of the tree

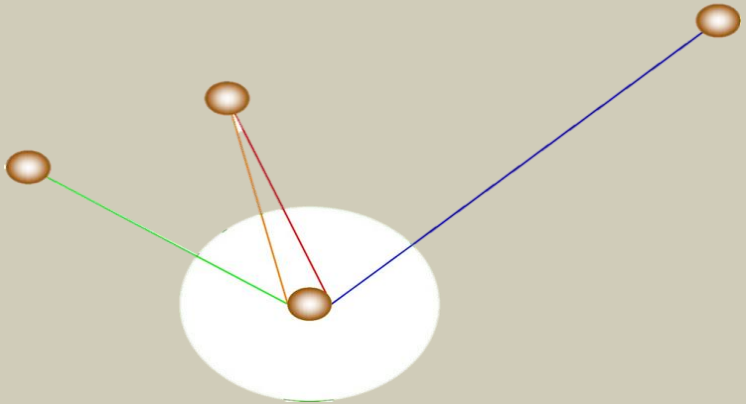
Pulley module



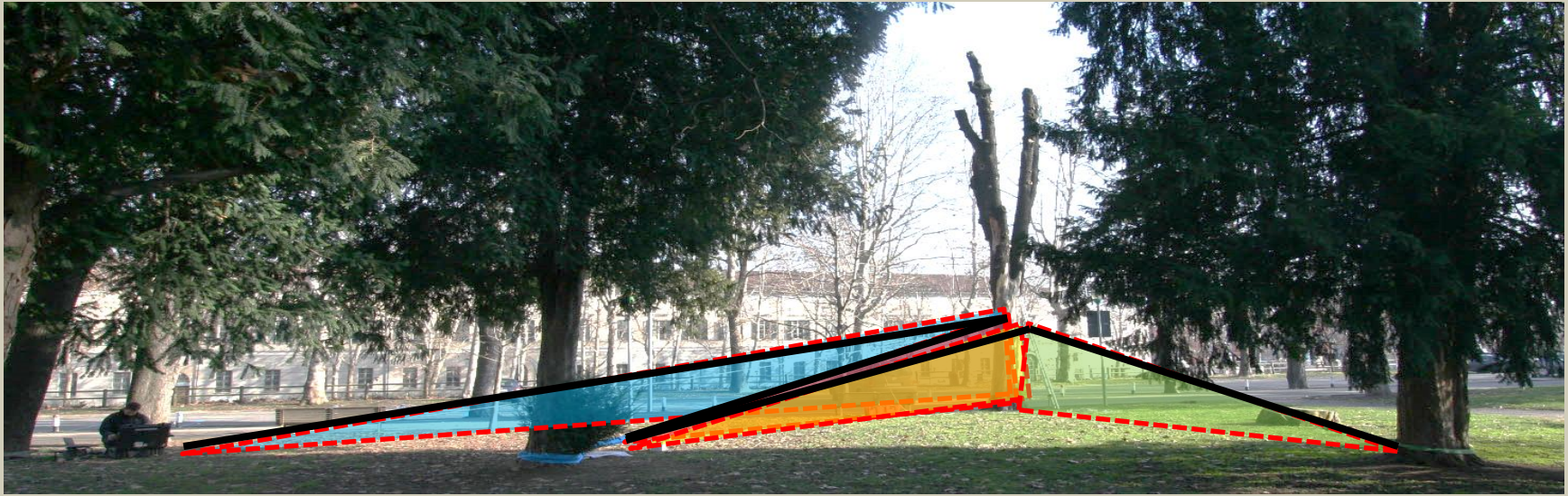
Pulleys angles



	Angle between the pulleys °	Angle between the pulleys °
Ancor_1	64	
Ancor_2		65
Ancor_3	40	
Ancor_4		

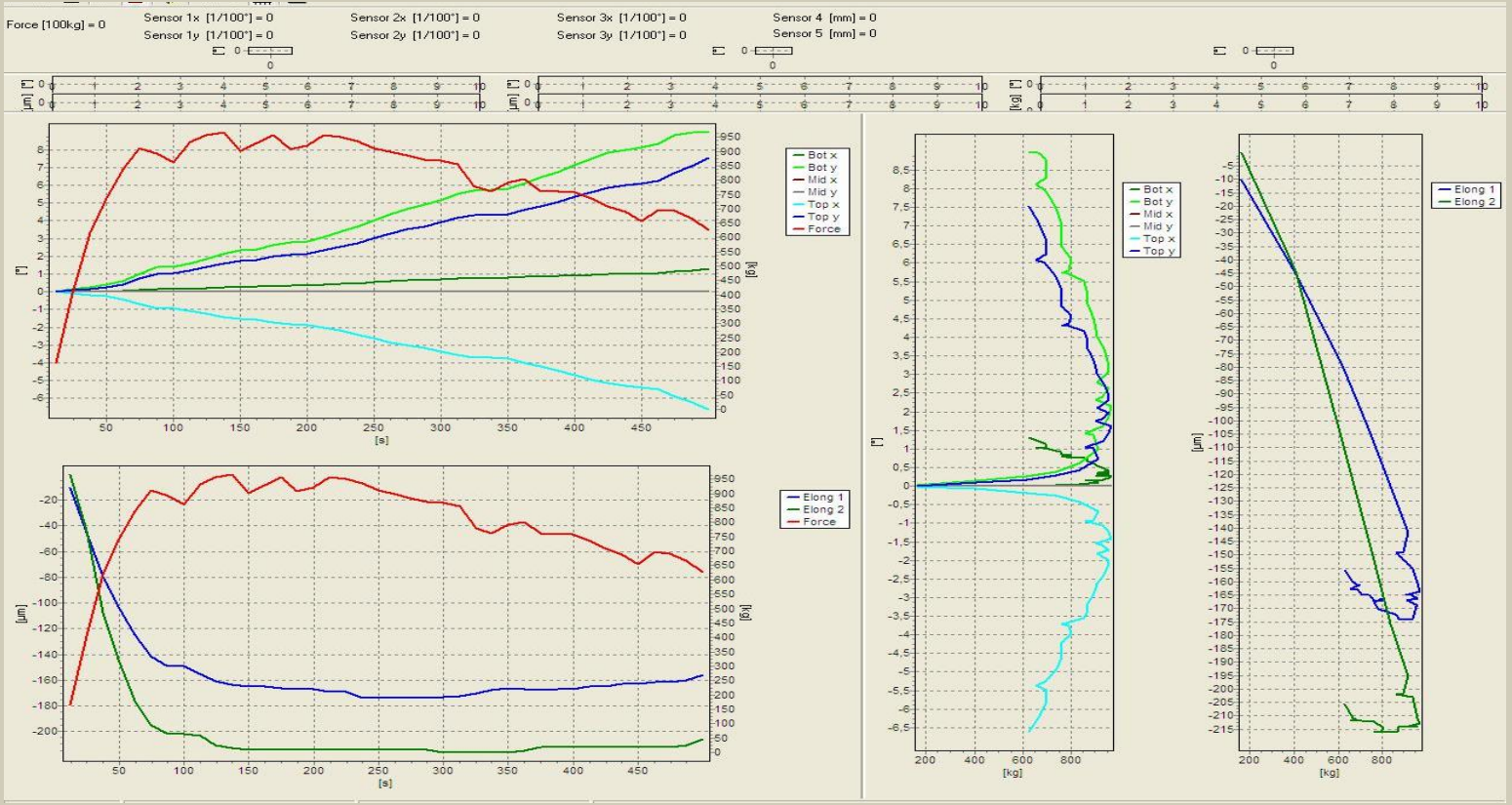


Pulleys angles



	Ancor_point_Distance m	Ancor_point_Height m	Angle °
Ancor_1	16,19	5,5	18,76
Ancor_2	8,33	5,5	33,44
Ancor_3	8,33	5,5	33,44
Ancor_4	9,88	5,5	29,10

Dynatim results



Dynatim results

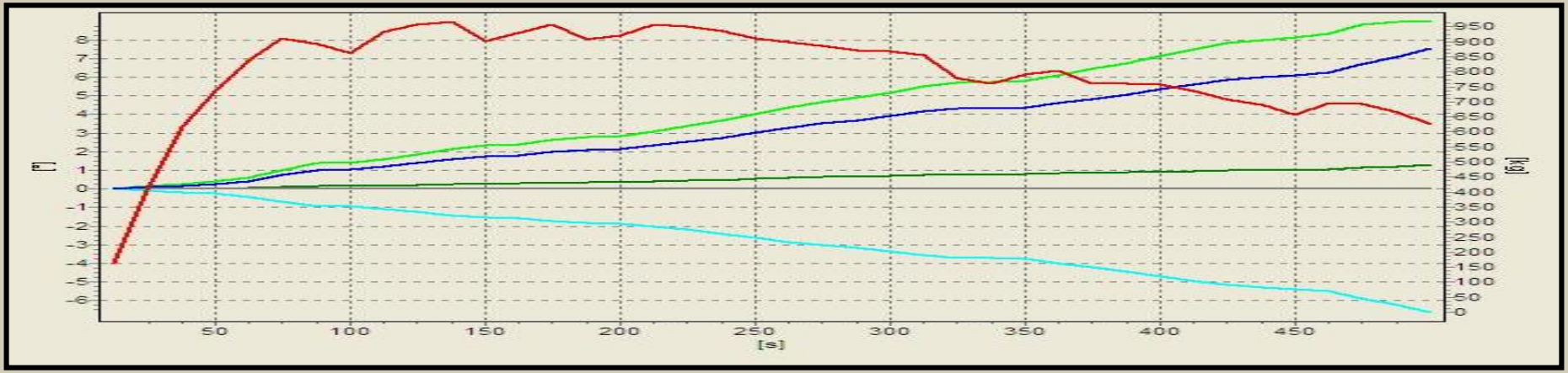
Force

Sensor 1 x

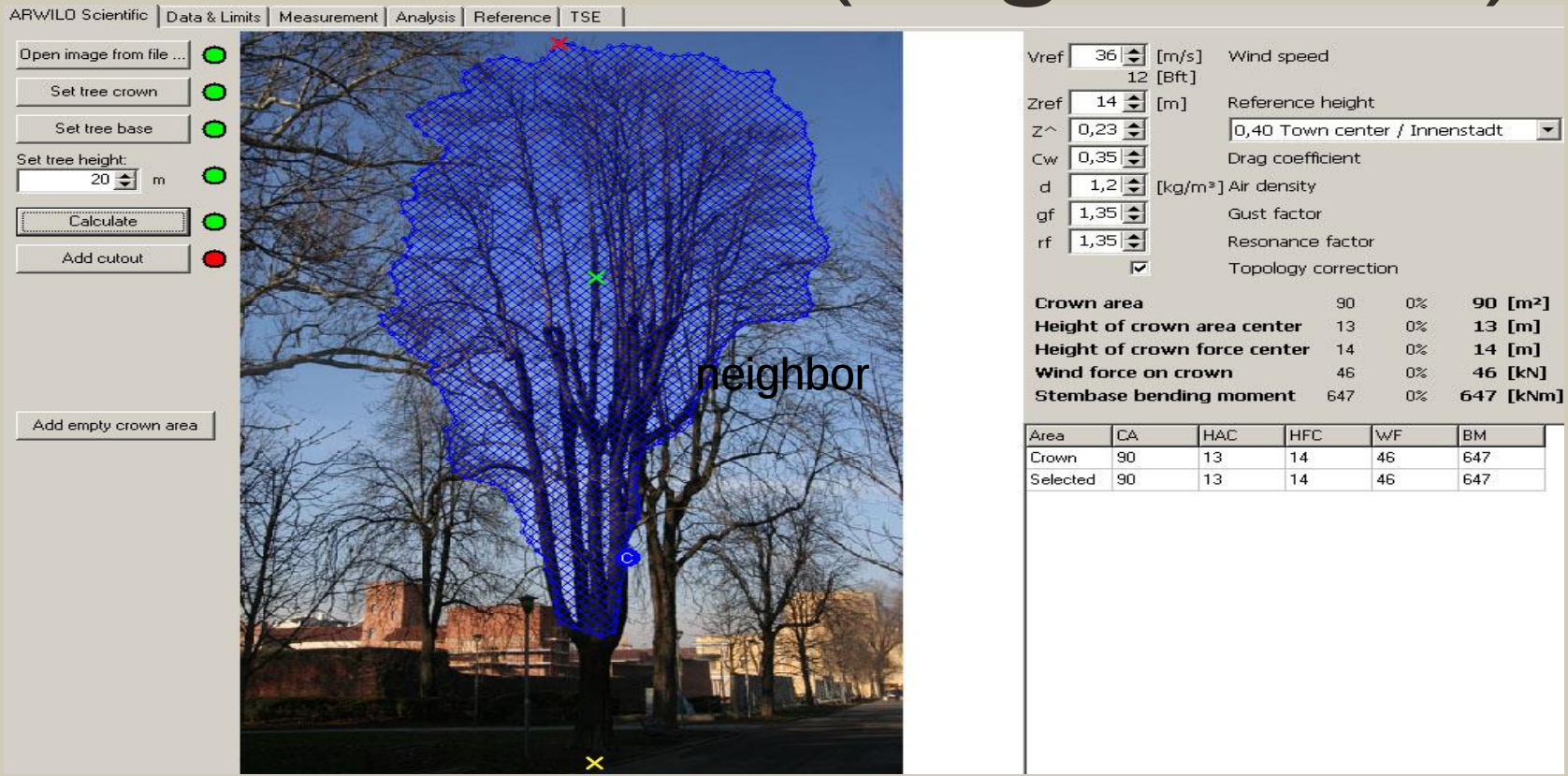
Sensor 1 y

Sensor 2 x

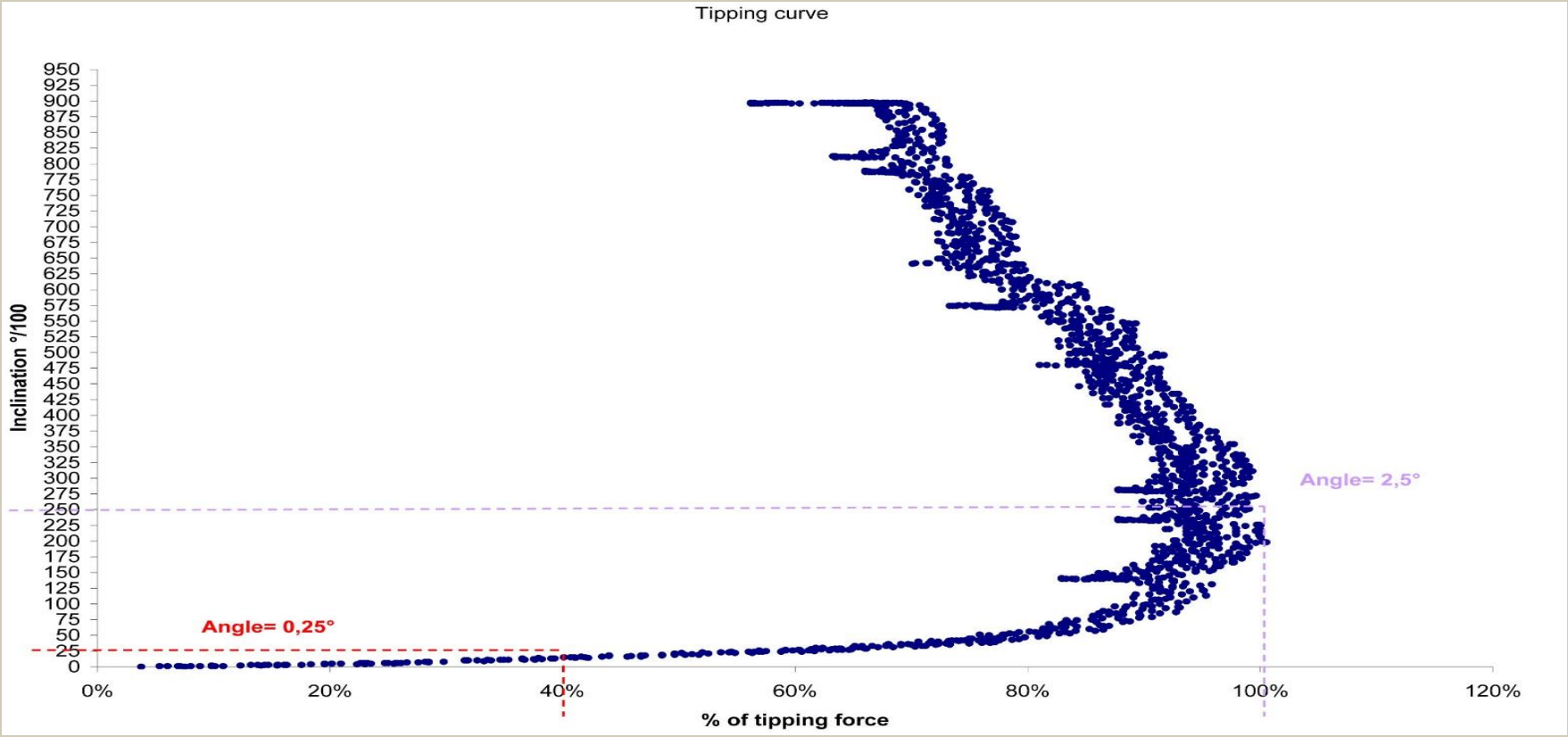
Sensor 2 y



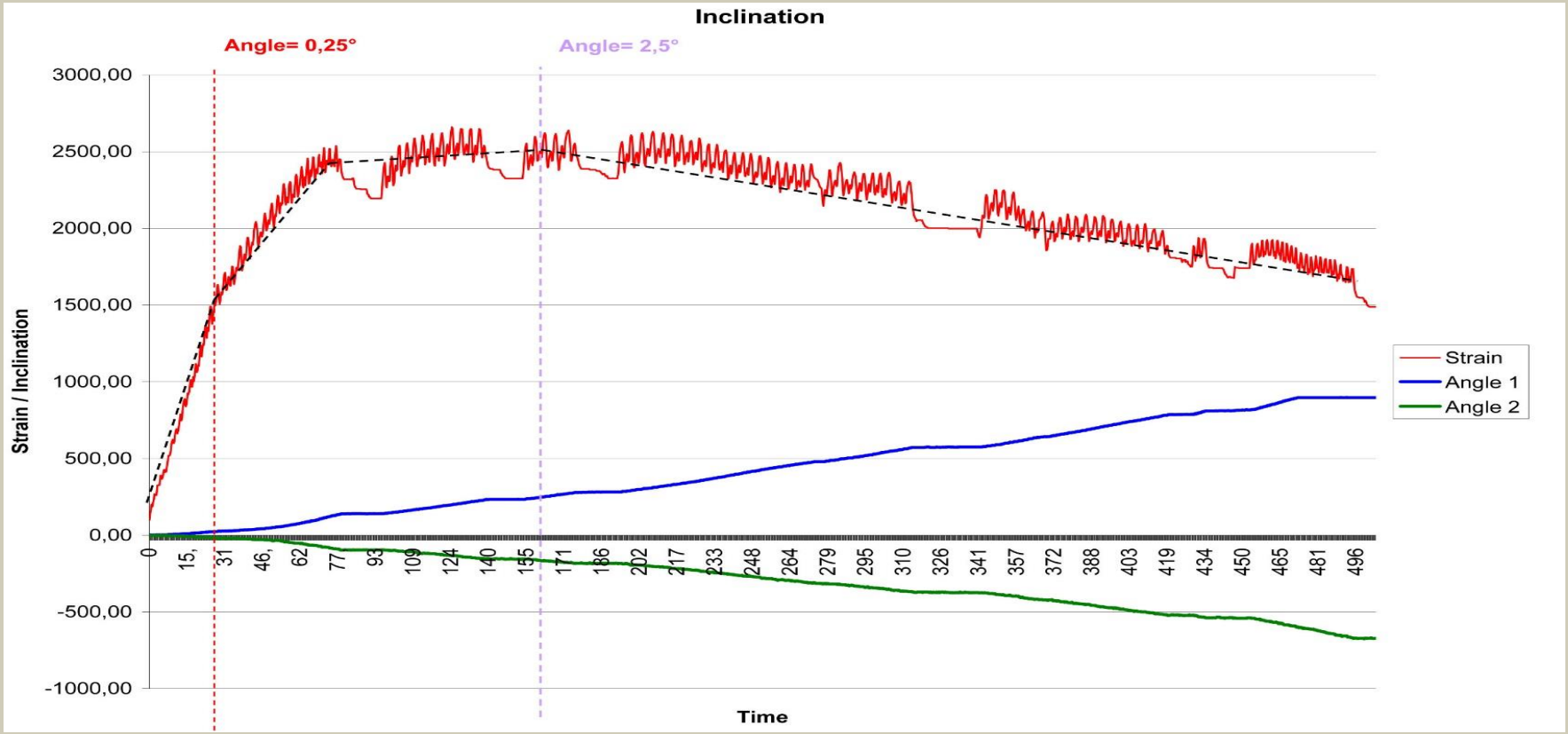
WLA simulation (neighbor tree)



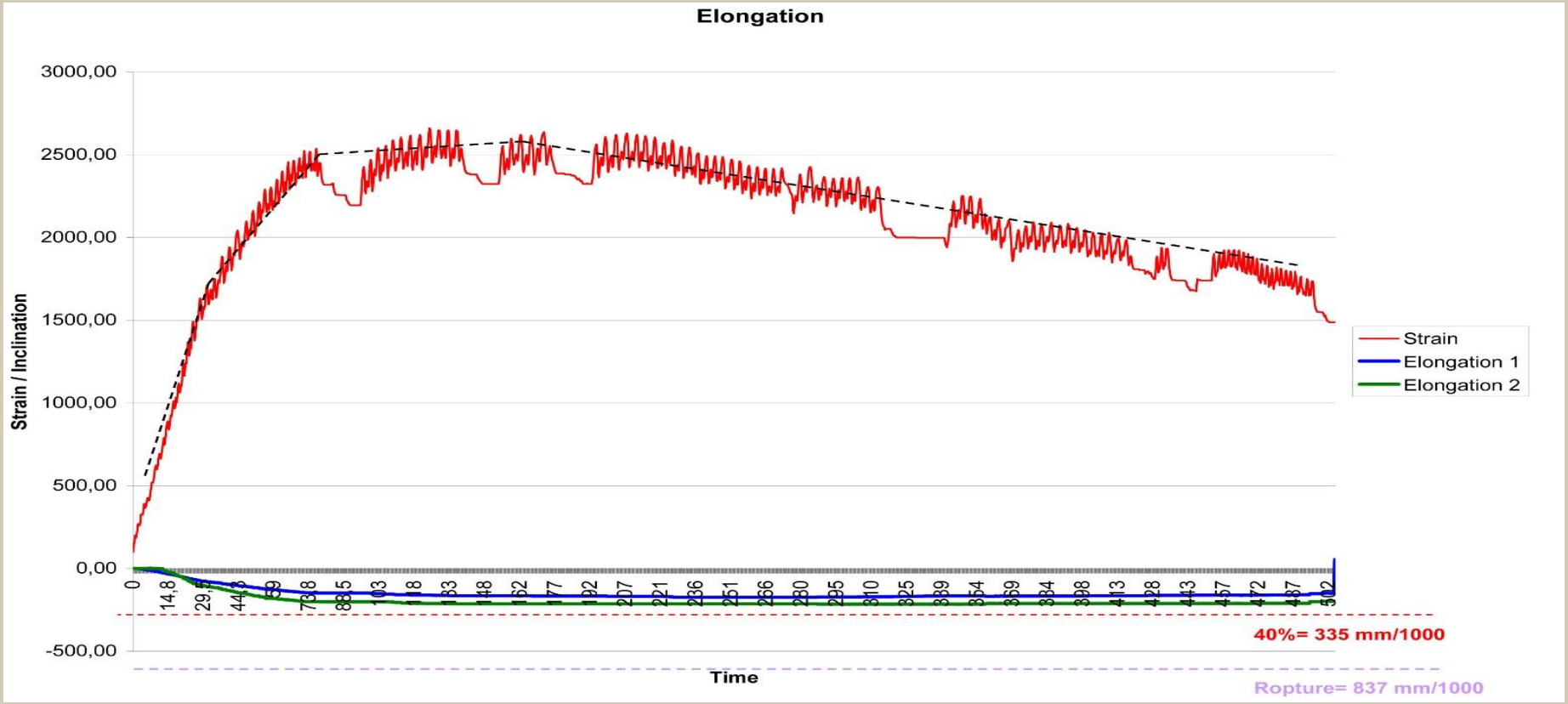
Tipping curve



Time graph Inclination



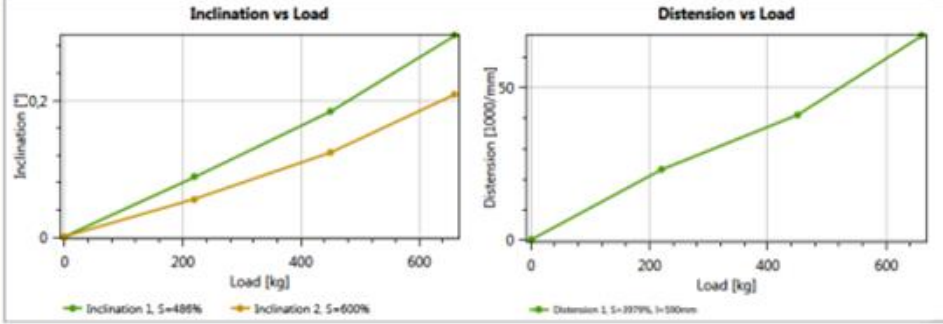
Time Graph Elongation



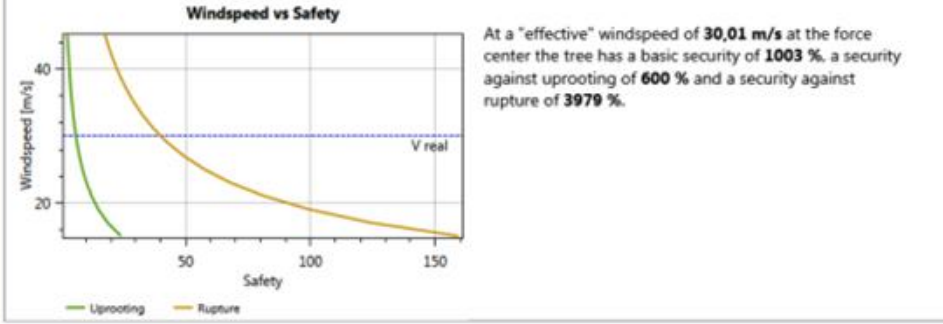
Project: Versilia Augustus Pino578 NE | Tree No. 578 | Report No. | Date: 20/03/2015 | Inspector: A. Pestalozza

Location:	Small city	Tree height:	17 m
Terrain exponent:	0,2	D trunk:	60/60 cm
Height laminar wind layer:	305 m	Crown area:	24 m²
Species:	Pinus spec	Windspeed force center:	30,01 m/s
Yield strength u. comp.:	1,8 kN/cm²	Wind gust factor:	1,25
Elasticity limit:	0,21 %	Tree swinging factor:	1,2
Drag coefficient:	0,2	Air pressure:	1000 mb
Force center:	14,3 m	Air temperature:	10 °C
Height dummy load:	12,4 m	Air density:	1,23 kg/m³
Anchor point distance:	22,4 m	Bending moment:	37,31 kNm
Anchor height correction:	0 m		

Measure



Result

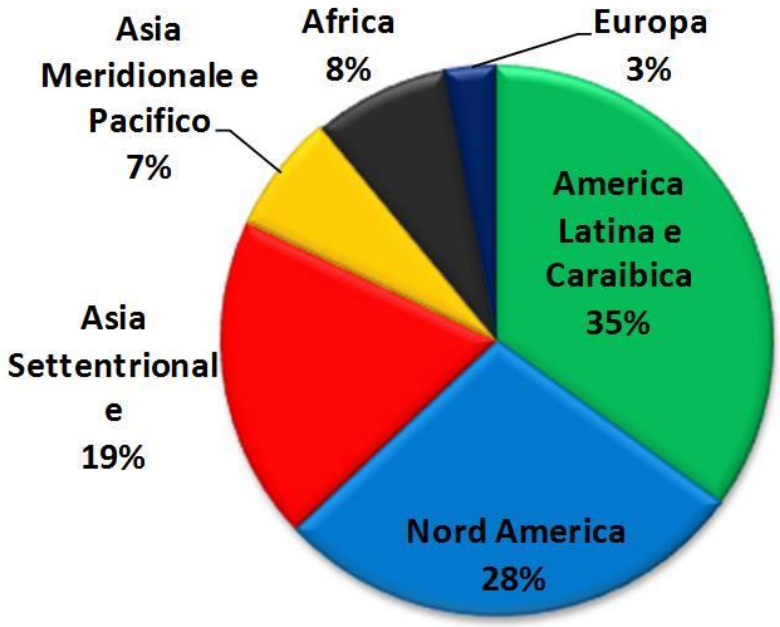


At a "effective" windspeed of **30,01 m/s** at the force center the tree has a basic security of **1003 %**, a security against uprooting of **600 %** and a security against rupture of **3979 %**.

Metodo TSE derivato dal SIA SIM per quanto concerne le prove di carico

ITEG
TSE
Tree Stability Evaluation
Stand- und Bruchsicherheitsberechnung

Dove si trovano le ultime foreste primarie del pianeta



Fonte: rielaborazione dati Greenpeace

Con il termine estimo si indica la disciplina che ha la finalità di fornire gli strumenti teorici e metodologici per la valutazione dei beni per i quali non esiste un apprezzamento univoco (stima).

Nicolò Festasio agrimensore 1569
Cosimo Trinci, un agronomo pistoiese 1755

Conclusioni riguardanti l’ispezione radicale degli alberi urbani

- Svantaggio evolutivo… nella ricostruzione di radici
- Sono di difficile descrizione e non è facilmente prevedibile una direzione di sviluppo
- Metodi descrittivi (scavi ad aria, tomografia, radar) possono fornire informazioni se vi sono o non vi sono radici ma nulla riguardo al loro stato
- Metodi quantitativi prove statiche o dinamiche in grado di definire le capacità di ancoraggio di una zolla
- Metodi descritti non sono sempre esaustivi presi singolarmente. In combinazione è possibile trovare soluzioni a problematiche molto complesse

Frida Kahlo – Radici 1943