

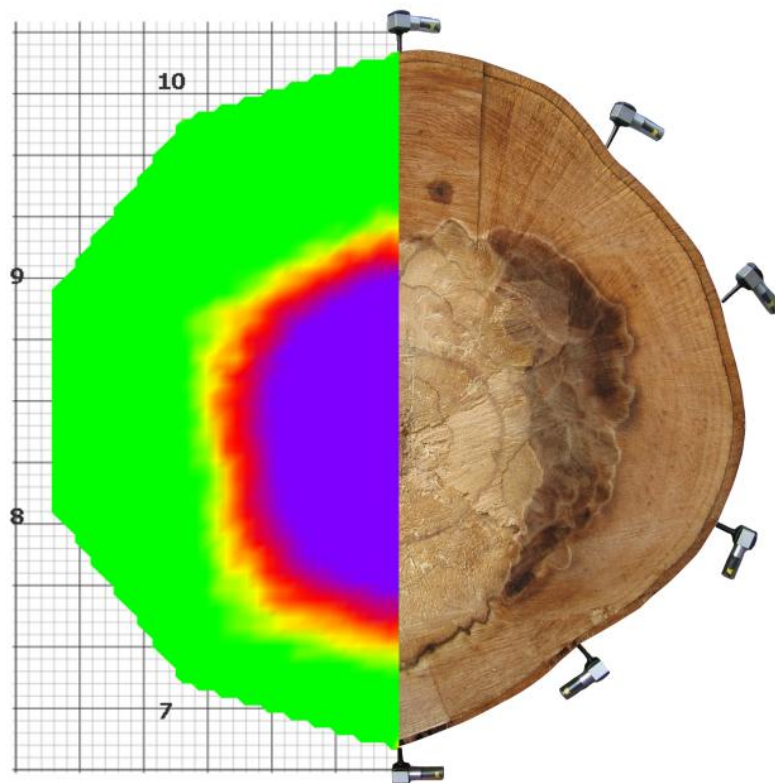


**Manuale per**

**Tomografo Sonoro per Alberi e Legno ArborSonic 3D FaKopp**

2019.

# ***ArborSonic 3D***



*Manuale per l'utente*

V7

agosto 2019

<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>4</b>
<b>PRODUTTORE.....</b>	<b>4</b>
<b>PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>HARDWARE – COMPONENTI.....</b>	<b>6</b>
<b>HARDWARE – CONFIGURAZIONE .....</b>	<b>7</b>
<b>HARDWARE – PIEZO SENSORI .....</b>	<b>8</b>
LA LORO MANUTENZIONE.....	8
IL FISSAGGIO.....	8
LE MISURE.....	8
LA LORO ESTRAZIONE .....	9
<b>HARDWARE – AMPLIFICATORI .....</b>	<b>10</b>
<b>HARDWARE – UNITÀ DI CONTROLLO BLUETOOTH .....</b>	<b>10</b>
<b>HARDWARE – COLLEGAMENTO BLUETOOTH E COLLEGAMENTO CON CAVETTO SERIALE .....</b>	<b>12</b>
COLLEGAMENTO BLUETOOTH .....	12
SELEZIONE DELLA PORTA COM .....	14
<b>SOFTWARE – FONDAMENTI .....</b>	<b>17</b>
<b>SOFTWARE – IMPOSTAZIONI APPLICATIVE .....</b>	<b>18</b>
<b>SOFTWARE – CARATTERISTICHE DELL’ALBERO .....</b>	<b>20</b>
<b>SOFTWARE – POSIZIONE SENSORI – INFORMAZIONI GENERALI .....</b>	<b>22</b>
<b>SOFTWARE – POSIZIONE SENSORI – CIRCOLARE, ELLITTICO, RETTANGOLARE E IRREGOLARE .....</b>	<b>24</b>
CIRCOLARE.....	24
ELLITTICO.....	24
RETTANGOLARE.....	25
IRREGOLARE .....	25
<b>SOFTWARE – POSIZIONE SENSORI – BUSSOLA .....</b>	<b>27</b>
DESCRIZIONE .....	27
UTILIZZO.....	27
<b>SOFTWARE – TEMPI .....</b>	<b>28</b>
<b>SOFTWARE – TOMOGRAMMI – SINGOLA SEZIONE .....</b>	<b>30</b>
<b>SOFTWARE – TOMOGRAMMI – IMMAGINE TRIDIMENSIONALE.....</b>	<b>31</b>
<b>SOFTWARE – BIOMECCANICA .....</b>	<b>32</b>
VENTO .....	32
NORMATIVA UNIFORM .....	33
“APPENDICE NAZIONALE ITALIANA ALLA UNI EN 1991-1-1-4:2007” .....	36
PARAMETRI ADOTTATI A LIVELLO NAZIONALE DA UTILIZZARE PER LE AZIONI DA VENTO SULLE STRUTTURE (ESTRATTO) .....	36
Sezione 3    Modelli di azione del vento.....	43
Sezione 4    Velocità del vento e pressione della velocità.....	44
ANNEXA (INFORMATIVA) - EFFETTI DEL TERRENO.....	52
A.1 Esempio illustrato della rugosità di superficie di ciascuna categoria del terreno.....	52
A.2 caratteristiche differenziali tra categorie di rugosità del terreno 0, I, II, III e IV .....	53
A.3 Calcoli numerici dei coefficienti di orografia.....	55
CHIOMA .....	61
FUSTO.....	63
INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI: ALBERO, SEZIONI E DETTAGLI DI CIASCUNA SEZIONE .....	63

<b>SOFTWARE – IMMAGINI .....</b>	<b>66</b>
<b>SOFTWARE – PRODURRE UNA RELAZIONE .....</b>	<b>67</b>
<b>VERIFICHE E MALFUNZIONAMENTI .....</b>	<b>68</b>
VERIFICHE DA EFFETTUARE PRIMA DELL'USO IN CAMPO .....	68
<b>APPENDICE – TOMOGRAFIA DI SEZIONI RETTANGOLARI.....</b>	<b>69</b>
RETTANGOLARE.....	69
<b>SOFTWARE – ARBORSONIC 3D ANDROID APPLICATION.....</b>	<b>71</b>
NOZIONI DI BASE .....	71
ANALISI .....	71
CONDIVISIONE DEI FILE .....	76
<b>EVENTUALI PROBLEMI E LORO SOLUZIONI.....</b>	<b>77</b>
<b>BUONE PRATICHE .....</b>	<b>82</b>
<b>MANUTENZIONE .....</b>	<b>83</b>
<b>GARANZIA.....</b>	<b>83</b>

## Introduzione

Grazie per aver scelto il tomografo per alberi e legno ArborSonic 3D FaKopp. È questo uno strumento progettato per rilevare marciumi, cavità e legno deteriorato all'interno del tronco degli alberi in modo non invasivo.

## Produttore

ArborSonic3D è prodotto da:

azienda: FaKopp Enterprise Bt.  
Eu tax number: HU22207573  
Indirizzo: Fenyo 26  
Città: Agfalva  
ZIP: 9493  
Nazione: Ungheria

Web: [www.fakopp.com](http://www.fakopp.com)  
E-mail: [office@fakopp.com](mailto:office@fakopp.com)  
Telefono: +3699510996

Distribuito in Italia da: Micropoli  
Indirizzo: via Magellano 4/6  
Città: Cesano Boscone  
CAP: 20090  
Provincia: Milano

Web: [www.micropoli.it](http://www.micropoli.it)  
E-mail: [info@micropoli.it](mailto:info@micropoli.it)  
Telefono: 0245862308

## Principio di funzionamento

- Numerosi sensori sono posizionati lungo la circonferenza del tronco e infissi nel legno tramite un sensore con stiletto conico a punta.
- Ogni sensore è percosso da un martello.
- L'apparato misura il tempo impiegato dalle onde sonore a percorrere i tratti che separano il sensore percosso da ognuno degli altri sensori riceventi.
- Quando c'è un'alterazione del legno, una cavità, un marciume, una frattura, l'onda sonora devia e percorre una traiettoria più lunga, quindi impiega un tempo maggiore a raggiungere il sensore opposto



## Hardware – Componenti

Piezo Sensori



Amplificatori (neri)



Contenitore della batteria (grigio) e dell'apparato bluetooth



Cavi di collegamento



Calibro (optional)

Estrattore dei sensori



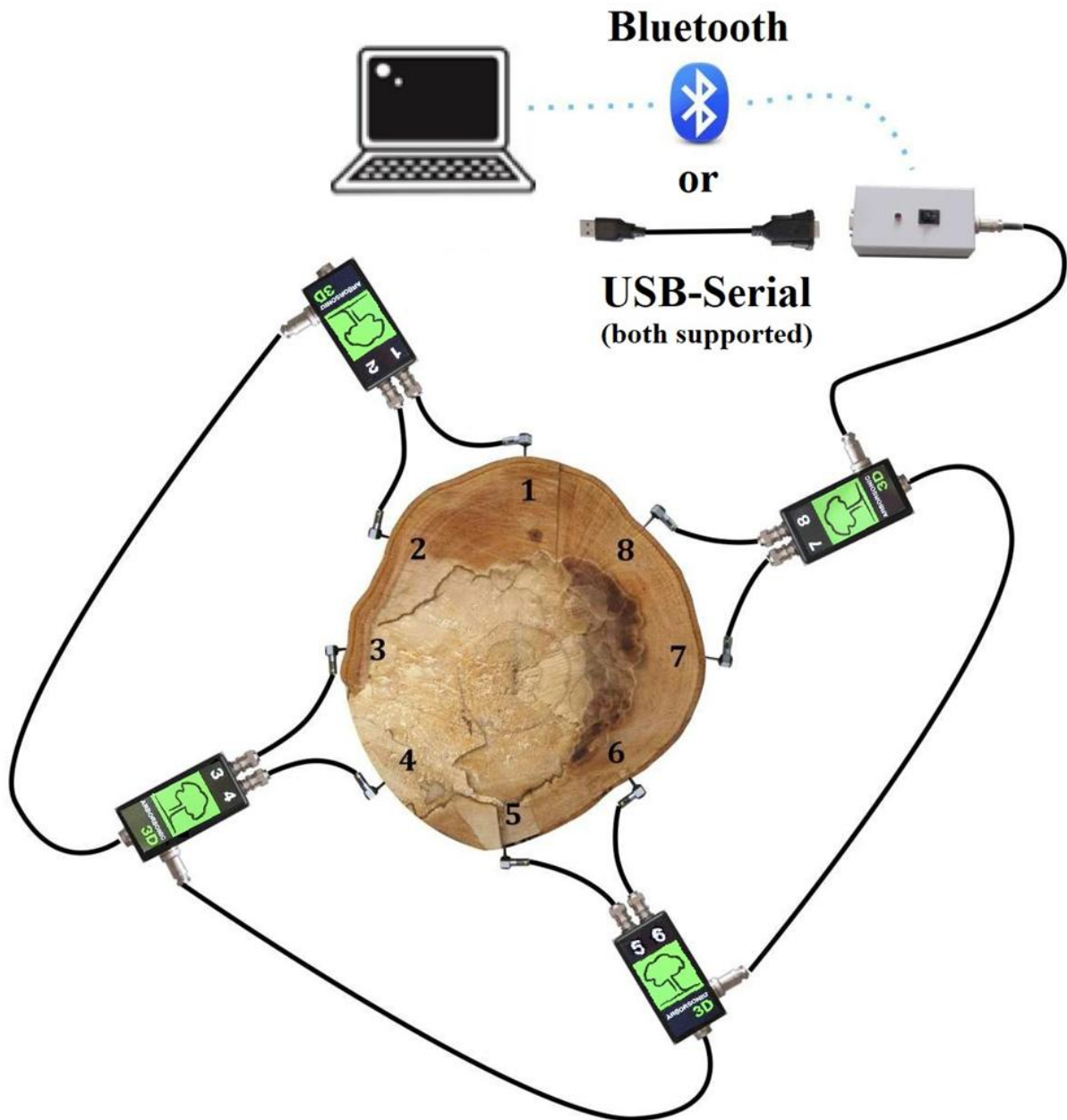
Rondella metrica

Martello di gomma e martello di acciaio

Valigetta



## Hardware – Configurazione



- Fissare i sensori nel legno del tronco, perpendicolari alla crescita, in senso orario, come illustrato sopra.
- Collegare i sensori agli amplificatori.
- Collegare in serie gli amplificatori fra di loro con gli appositi cavetti. Inserire il connettore di un cavetto nella presa laterale di un amplificatore alla presa sul fondo dell'amplificatore successivo.
- Collegare l'unità di controllo Bluetooth all'ultimo oppure al primo amplificatore.
- Valutare se utilizzare la connessione Bluetooth o con cavetto USB-Seriale

## Hardware – Piezo Sensori

### La loro manutenzione

- Pulire ogni volta gli stilette e le teste dei sensori nonchè il martello metallico, eventuale sporcizia potrebbe interferire con la corretta conduzione dell'analisi.
- Attenzione che i sensori sono tutti uguali e possono essere scambiati fra di loro, anche se sono numerati. Importante è non scambiare la sequenza numerica degli amplificatori.

### Il fissaggio

- Per fissare i sensori usare il martello di gomma.
- Occorre che lo stiletto dei sensori superi la corteccia e sia fissato nell'alburno.
- È importante che i sensori siano ben fissati nel fusto. Allo scopo di verificare il buon fissaggio dei sensori stringere la loro testa tra l'indice il medio ed il pollice e ruotarli. Nel caso ruotassero infiggerli meglio tramite il martello di gomma.
- I sensori si fissano nel legno sano, evitare di posizionarli nel legno alterato.
- La profondità di penetrazione degli stilette è un dato da inserire nella sezione "posizione dei sensori" del software (PD). Questo dato è importante soprattutto per sezioni di piccolo diametro.
- È buona norma infiggere i sensori con la punta rivolta verso il centro della sezione, in ogni caso non è una condizione critica.
- I sensori occorre siano fissati tutti sullo stesso piano, non è necessario che sia perfettamente orizzontale. Il piano dovrebbe essere perpendicolare alla direzione di crescita del fusto. Nel caso di alberi inclinati anche il piano di fissaggio dei sensori dovrebbe essere inclinato. Un consiglio è di posizionare sempre una rondella metrica attorno al tronco che indichi il corretto livello di ciascun sensore rispetto il piano da essa descritto.

### Le misure

- Percuotere i sensori con il martello metallico per generare il suono.
- Rimuovere la rondella metrica prima di iniziare la percussione dei sensori perché la sua presenza potrebbe creare una specie di corto circuito sonoro.
- Percuotere sempre in centro la testa dei sensori, nella stessa direzione degli stilette. Nel caso ci fosse una percussione accidentale sulla parete laterale del sensore è bene rimuovere la misura e ripeterla.
- Percuotere i sensori in maniera uniforme, eventualmente utilizzare maggiore energia con sezioni più grandi. La forza con cui si percuote il sensore non è un elemento critico, in ogni caso è importante che vi sia uniformità fra le percussioni. Si raccomanda di impugnare in maniera morbida il manico del martello e non rigida.
- Non percuotere mai i cavi di collegamento dei sensori.

## La loro estrazione

- Seguire la seguente procedura:  
disconnettere i cavi di collegamento fra amplificatori,  
disconnettere i cavi dei sensori dagli amplificatori,  
rimuovere i sensori utilizzando l'apposito utensile a battente in alluminio.
- Quando i sensori si rimuovono manualmente, senza l'impiego dell'apposito utensile, serrare la loro testa fra indice, medio e pollice ed estrarli ruotandoli. Attenzione a mantenere la direzione in cui sono infissi gli stilette dei sensori.
- Non afferrare mai i cavetti.
- Non usare mai altri utensili per estrarre i sensori perchè potrebbero romperli o piegarli.

## Hardware – Amplificatori

- Quando si appronta una tomografia prima si fissano i sensori, quindi si collegano ad essi gli amplificatori, infine si congiungono questi ultimi in serie tramite i cavetti coassiali.
- Le prese maschio sugli amplificatori e gli spinotti femmina dei cavi hanno una scanalatura per abbinarli nel giusto senso. Attenzione a non forzare l'inserimento degli spinotti nelle prese perché potrebbe essere sbagliato il loro orientamento.
- La sequenza numerica degli amplificatori è molto importante, attenzione a non invertire le connessioni tra i due sensori della stessa coppia di un amplificatore. Se dovesse succedere questo invalida tutto il test.
- Collegare la presa sul fondo dell'amplificatore alla presa sul lato dell'amplificatore successivo, in realtà è possibile utilizzare indifferentemente le due prese di un amplificatore.
- Non spostare mai i sensori quando sono ancora collegati agli amplificatori perché potrebbero danneggiarsi i connettori.
- Al termine della tomografia recuperare gli apparati cominciando a scollegare i cavetti coassiali, poi staccando gli amplificatori ed infine estraendo i sensori.



## Hardware – Unità di controllo Bluetooth

- La scatola grigia contiene la batteria a 9 v cc di alimentazione e l'unità Bluetooth per connettersi al computer o allo smartphone.
- Durante l'installazione dei sensori e le fasi di connessione dei cavi mantenere spenta questa unità.
- L'unità di controllo si collega all'ultimo o al primo amplificatore.
- Quando si sostituisce la batteria prestare attenzione all'inserimento di quella nuova con la corretta polarità.
- Possono essere usate batterie a 9 Vcc standard oppure ricaricabili.
- Quando si accende l'unità di controllo il LED lampeggia per circa 5 secondi. Questo è il tempo necessario per l'attivazione del Bluetooth.
- Quando la batteria non ha una carica sufficiente il LED continua a lampeggiare senza interruzione.
- La batteria è bene sia carica al massimo, comunque non sotto 8,00 V (la carica può essere monitorata nella sezione "tempi" del programma, di lato alla barra verde che indica la



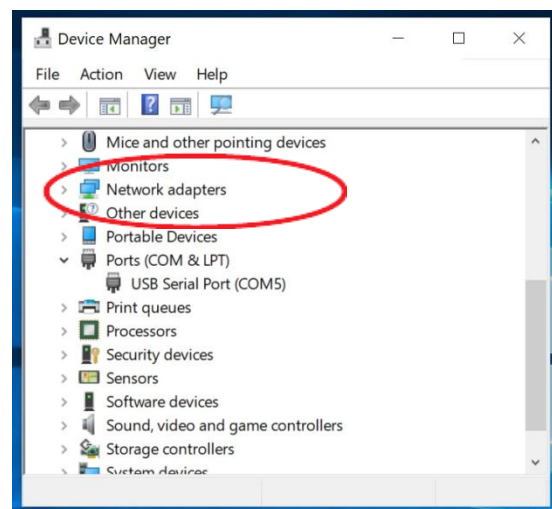
porta COM di connessione tra unità di controllo e computer, compare il valore di carica della batteria).

- È opportuno mantenere accesa l'unità di controllo solo durante la fase di percussione dei sensori e spegnerla durante le altre operazioni.
- La connessione Bluetooth consuma di più la batteria che quella tramite cavetto.



## Hardware – Collegamento Bluetooth e collegamento con cavetto seriale

- L'unità di collegamento è l'apparato che funge da tramite tra il circuito dei sensori abbinati agli amplificatori e il computer o lo smartphone Android. Ci sono due possibilità di collegamento per un computer Windows: tramite Bluetooth oppure tramite cavetto USB-seriale. Il collegamento con uno smartphone Android è possibile solo tramite Bluetooth.
- La scelta del tipo di collegamento prevede due fasi. La prima è quella d'installazione dei drivers per la connessione tramite cavetto USB-seriale oppure l'inserimento della PassWord per il collegamento Bluetooth dell'unità di controllo a Windows. In entrambi i casi è assegnata una porta COM (la porta COM per il collegamento via cavo è diversa dalla porta COM per il collegamento Bluetooth). Le porte COM sono contrassegnate da un numero (per esempio COM1 oppure COM2). La seconda fase è quella di abbinamento della corretta porta COM al software. Entrambe le fasi sono facilitate dal supporto del software.
- Di seguito è descritto il collegamento fra computer e smartphone tramite Bluetooth e non è considerate quello tramite cavetto. Attenzione che il collegamento fra computer e unità di controllo può distanziarsi al massimo di circa 10 metri.
- Il collegamento tramite cavo richiede l'installazione dei driver per il riconoscimento della porta seriale (questi sono forniti con un apposito CD oppure in una chiavetta). Occorre verificare in "gestione periferiche" (device manager) il numero attribuito alle porte COM. Questo occorre sia inserito nel software (naturalmente il numero della porta COM dipende dalla porta USB sul computer usata. Quando si cambia porta USB potrebbe cambiare la porta COM attribuita, cioè cambiare il numero ad essa associate).





### Collegamento Bluetooth

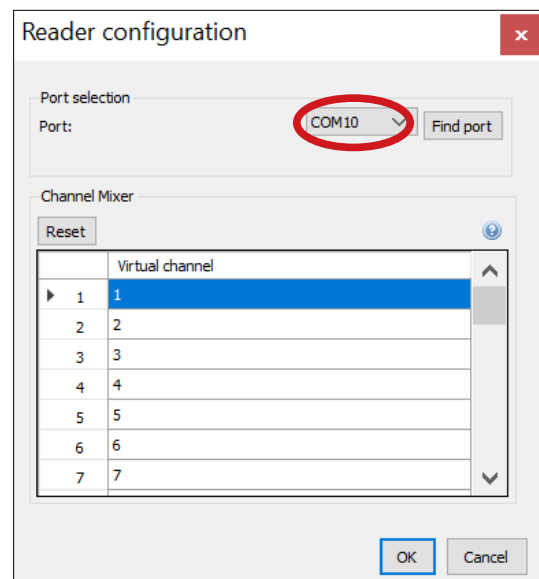
- Ci sono diverse possibilità che l'abbinamento automatico non abbia esito positivo, in questi casi è necessario effettuare il collegamento manuale tramite "pannello di controllo". Lo scopo è quello di connettere l'unità di controllo al computer, individuare la porta COM e quindi inserirla nel software. Attenzione che se si utilizza una chiavetta Bluetooth USB esterna occorre che questa sia sempre installata sulla stessa porta USB del computer.
- Accendere la "Battery box" ed iniziare la procedura per aggiungere un nuovo dispositivo Bluetooth. Questo può essere fatto tramite "Pannello di controllo" oppure tramite

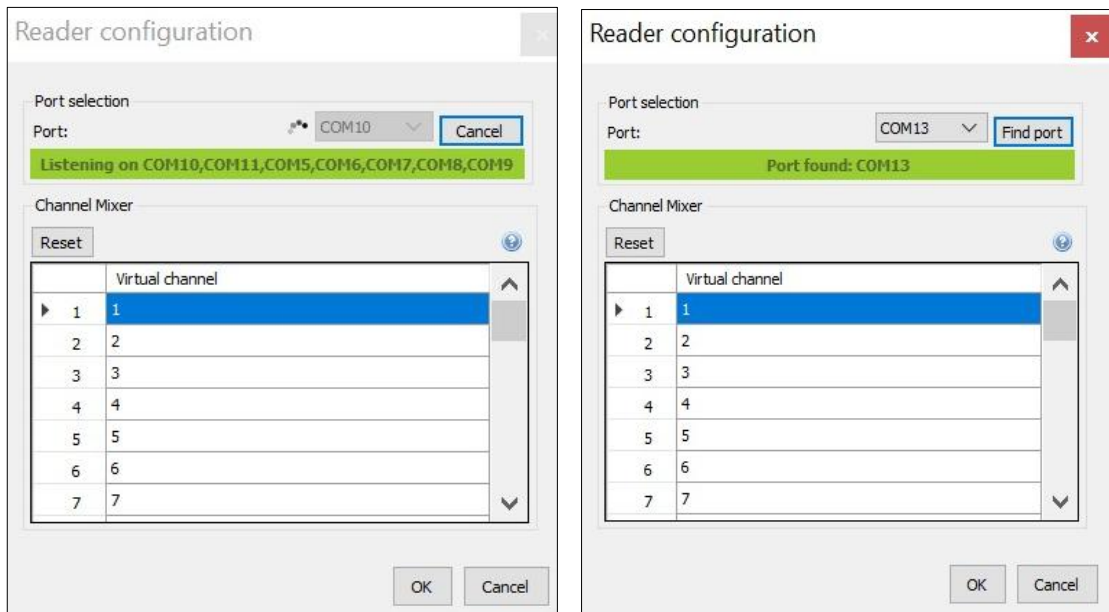
l'apposita icona che compare nella barra inferiore o anche tramite "Impostazioni".  
L'apparato compare come "ArborSonic 3D"


- L'eventuale codice identificativo (PIN code) dell'apparato è "1234".
- Occorre attendere qualche minute affinché si completi l'installazione con l'assegnazione della porta COM tramite la quale avviene la connessione tra computer e la "battery box". Allo scopo di verificare quale sia la porta COM assegnata ad "ArborSonic 3D" è possibile consultare l'apposita sezione in "Pannello di controllo" oppure aprire "Gestione periferiche" prima della nuova installazione, quindi dopo l'installazione e verificare quale sia la porta COM aggiunta.
- Avviare il software.

## Selezione della porta COM

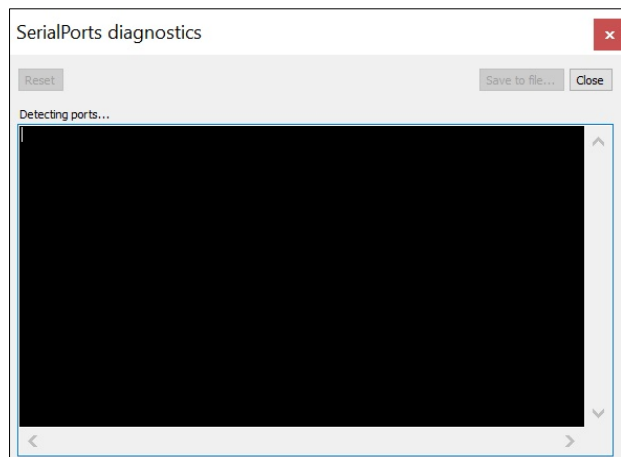
- Il secondo passaggio prevede l'assegnazione della corretta porta COM nel software. Questo passaggio è necessario sia per la connessione Bluetooth, sia per la connessione tramite cavo USB-Seriale. Collegare la "battery box", verificare che sia inserita una batteria carica, e accenderla.
- Avviare il software "ArborSonic 3D", premere  per accedere a "Opzioni" aprire la sezione "Reader device" quindi premere il tasto  per aprire la finestra "Configurazione ricevente".
- Attendere che tutte le porte COM siano rilevate, questa fase può richiedere più di 1 minuto.
- Nel caso sia stata già rilevata la porta COM assegnata nel momento in cui si è effettuata l'installazione dell'apparato "Battery box", tramite Bluetooth oppure tramite il cavo USB-seriale, è sufficiente selezionarla dall'elenco e chiudere la finestra premendo "OK".
- In caso non sia stata rilevata la porta COM assegnata è possibile sfruttare un utile supporto previsto nel software. È sufficiente accendere la "Battery box" e collegarla ad un solo amplificatore munito di 2 sensori ed infiggere questi in un qualsiasi pezzo di legno. È possibile fare questo anche in una stanza, non occorre disporre di un vero albero.
- Premere il pulsante "Start" per avviare la procedura di riconoscimento delle porte COM "Bluetooth (tm) detection". Questo avvia la procedura di riconoscimento di tutte le porte COM attive del computer e di riconoscimento dei segnali ricevuti. Percuotere uno dei sensori collegati per produrre un segnale.
- Quando il segnale è recepito il software riconosce tramite quale porta COM sia stato captato ed immediatamente lo comunica tramite un box-finestra. A questo punto tutto è pronto per completare la connessione, è sufficiente premere "OK" per chiudere la finestra.





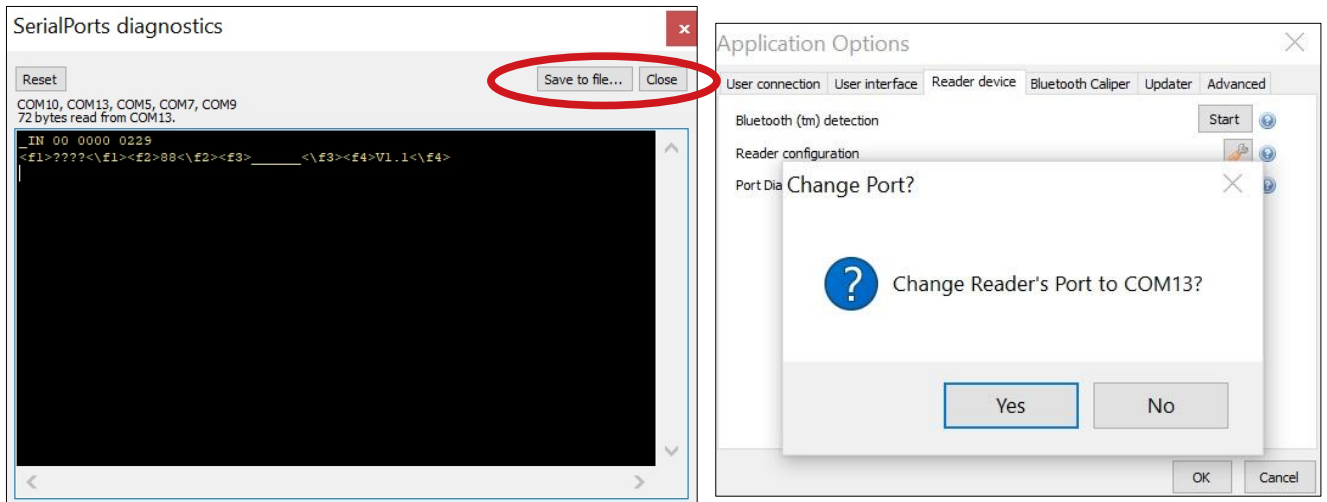
- Un'altra possibilità è di usare l'opzione "Port Diagnostics" nella stessa sezione ("Reader device" in "Opzioni"). Premere il pulsante .

- Si apre la finestra per la diagnosi delle porte seriali: "SerialPort diagnostics window". Il programma ricerca automaticamente le porte COM in uso, la procedura può richiedere anche qualche minuto.
- Percuotere un sensore, collegato, per produrre un segnale.
- Le porte COM sono elencate in alto e se qualche segnale è



- recepito, questo è mostrato nella finestra. Il dato grezzo può anche essere salvato, se necessario.
- Per chiudere questa finestra basta premere "Close". Se la porta COM rilevata non coincide con quella impostata nel programma compare un box-finestra con la richiesta di poter cambiare la porta COM. Premere "Yes" per impostare la nuova porta COM, naturalmente occorre essere certi che il segnale sia stato prodotto dall'apparato del tomografo ArborSonic 3D.
- I dati inviati da ArborSonic iniziano con IN (significa "dati in entrata" cioè "incoming data"), seguiti da 2 numeri che identificano l'amplificatore ("00" indica l'amplificatore che collega i sensori N° 1 e N° 2, "01" l'amplificatore dei sensori N° 3 e N° 4, "02" quello dei sensori N° 5 e N° 6, e così di seguito). Gli ulteriori due

numeri a 4 cifre indicano i tempi di percorrenza delle onde sonore rilevate dai sensori. Per esempio una linea che riporta IN 03 0205 0311 significa che è riferita all'amplificatore con i sensori N° 7 e N° 8 e che il primo ha inviato il dato di 205µs

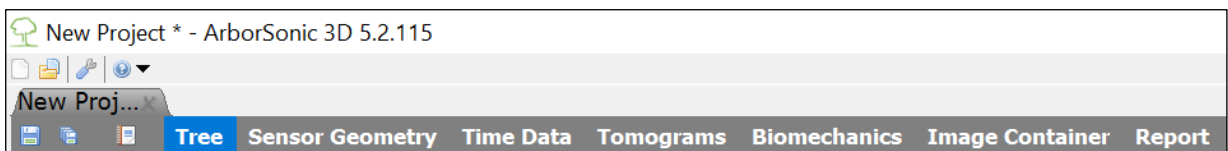


(microsecondi) ed il secondo, cioè il N°8, quello di 311µs.

- Per verificare che tutto funzioni correttamente, uscire e riavviare il programma, creare una sezione fittizia con dei parametri geometrici qualsiasi (la cosa più semplice è inserire un valore di circonferenza nello schema "Circolare"), e passare alla sezione "tempi". Se la connessione è stata impostata correttamente la barra rossa vira al verde e riporta la scritta "Periferica connessa (COM...)", a volte occorre premere il tasto "Start" per avviare la procedura di connessione. Quando si percuote un sensore appaiono i tempi di percorrenza o anche un segnale di errore se lo schema impostato non coincide con la disposizione o con il numero reale di sensori collegati.


## Software – Fondamenti

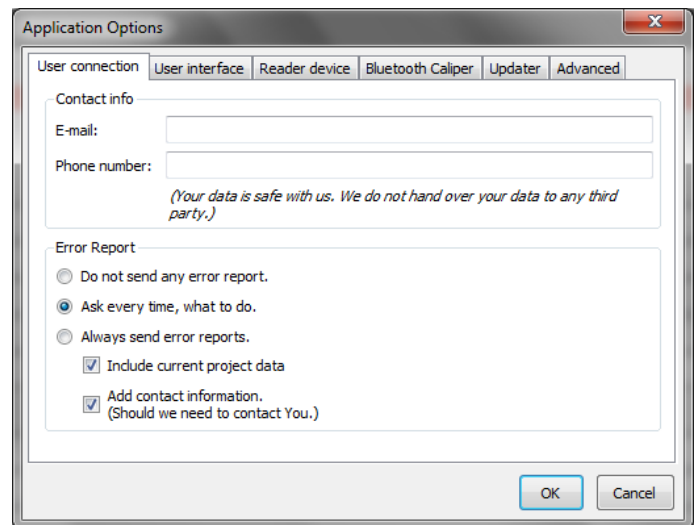
- L'ultima versione del software può essere scaricata da <http://www.fakopp.com>.
- Il software è compatibile con qualsiasi computer con sistema operativo Windows 7 o più recente.
- Il software consente di:
  - Selezionare i parametri dell'albero (specie,...)
  - Memorizzare la geometria con cui si dispongono i sensori
  - Raccogliere i dati da ArborSonic 3D tramite Bluetooth o tramite cavo
  - Elaborare il tomogramma della sezione interna del fusto
  - Effettuare i calcoli di biomeccanica
  - Produrre un file riassuntivo per il cliente
  - Salvare ed archiviare i file elaborati
- Le fasi dell'analisi sono:
  1. Individuare la sezione su cui effettuare l'analisi.
  2. Avviare il software è scegliere la specie dell'albero su cui si effettua la tomografia.
  3. Posizionare i sensori (nella posizione indicate dal software nel caso di forma circolare o ellittica oppure rettangolare) oppure riportando manualmente le misure o tramite il calibro Bluetooth con le forme irregolari.
  4. Procedere alla percussione dei sensori per raccogliere i tempi di propagazione delle onde.
  5. Quando occorre effettuare delle indagini su sezioni a più livelli sul tronco, scegliere la sezione successive e ripetere quanto descritto nei primi punti. Attenzione ad allineare il sensore N° 1 sulla stessa vertical.
  6. Valutare le tomografie delle sezioni.
  7. Elaborare i dati per la stabilità. (in questa fase una fotografia dell'intero albero è molto utile)
  8. Saving the data and exporting data to the report file which can be printed later.
- Il menu principale prevede : “Nuovo progetto”, “Apri progetto”, “Impostazioni...”, “Premi qui per aiuto”, dove è possibile consultare il manuale del programma. Ogni progetto aperto ha il proprio nome in vista su di un'etichetta, mentre il progetto attivo compare su di un'etichetta che affianca quelle dei progetti aperti.  
Il menu del progetto assume il nome quando lo si salva, questo può essere fatto subito



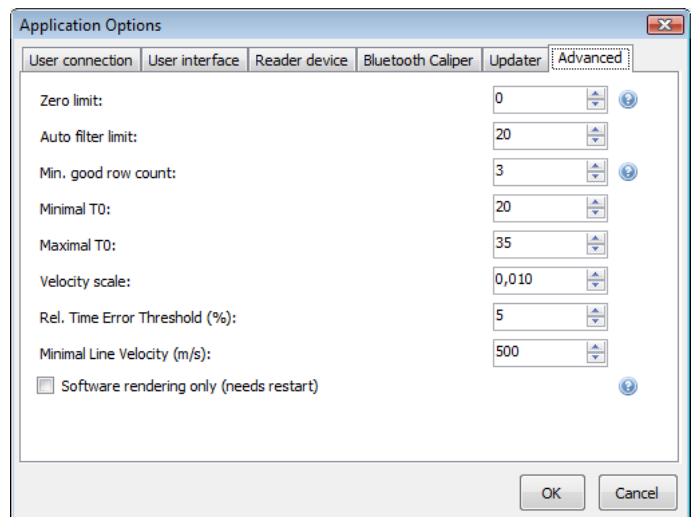
premendo il tasto  . Per quanto riguarda le altre funzioni, queste sono spiegate e trattate nei singoli capitoli a loro dedicati.



## Software – Impostazioni applicative

- Per accedere alle impostazioni applicative premere il tasto . Appare un box organizzato in più tabelle per interagire con le diverse applicazioni del software.
- La sezione “User Connection” può essere usata per riportare un indirizzo mail e/o un numero di telefono. Questi dati sono usati solo in caso di problemi, infatti nel caso sorgesse un problema con il software una mail è inviata al nostro indirizzo. L’utente può decidere se inviare in automatico la mail e se farla accompagnare dai propri recapiti e dai riferimenti del progetto a cui si sta lavorando.



- La sezione “Interfaccia in uso” è possibile selezionare la lingua usata dal software ed il sistema di misura, che può essere quello metrico oppure quello standard americano.
- La sezione “Reader Device” può essere usata per impostare e configurare il collegamento Bluetooth con la periferica di ArborSnic 3D. Il tasto “Start” inizia il riconoscimento automatico quando è necessario connettere una nuova periferica. La procedura può cambiare in funzione dei diversi computer e dei differenti livelli di sistema operativo. La periferica ArborSonic 3D occorre sia accesa e connessa.



- Il pulsante “Reader Configuration”  apre la stessa finestra che si apre anche dalla sezione “Tempi” del programma con lo stesso pulsante. Questa finestra consente di selezionare ed attribuire la giusta porta COM come spiegato nel capitolo “Attribuzione della porta COM”. La tabella “Channel mixer” consente di abbinare il numero del canale a quello dell’amplificatore. E’ uno strumento utile in caso di rottura di un amplificatore per poter continuare a lavorare assegnando la corretta sequenza dei canali al numero degli amplificatori superstiti, come spiegato nel capitolo “Verifiche e malfunzionamenti”
- “Port Diagnostics”  è utile per effettuare la diagnosi dei dati che la periferica trasmette. Tramite questo utensile è possibile verificare le connessioni delle porte COM e leggere i valori dei segnali inviati in forma numerica grezza. I dati possono essere salvati in forma binaria tramite il pulsante “Save” in un file esterno. Si usa questa opzione quando si ha il sospetto che funzioni male qualche componente hardware.
- La sezione “Bluetooth Caliper” consente di selezionare la porta utilizzata con il calibro digitale (accessorio acquistabile separatamente)

- Tramite la sezione “Aggiornamento” è possibile attivare o disattivare la funzione di aggiornamento automatico del software. Di base il software ha attiva questa funzione, perciò il software è aggiornato in automatico quando si connette il computer a internet
- “Limite zero” è il valore sotto al quale un valore della misura del tempo è considerato zero. Il valore preimpostato e quello che si consiglia è 0, in questo modo questa funzione è di fatto esclusa
- “Limite filtro automatico” determina il valore limite di varianza accettabile delle misure per ciascun sensore. Il valore preimpostato è 20.
- “Numero minimo di righe con valori validi” indica il numero minimo di valori (percussioni) validi necessary per ogni sensore. Il numero preimpostato è 3.
- Minimo e Massimo T0 sono parametri limite di correzione interna del tempo il cui significato esula da questo manuale. I valori preimpostati sono 20 e 35. Occorre cambiare questi valori nel caso si usassero sensori con puntale più lungo (per esempio da 12 cm). In questo caso T0 min dovrebbe essere 45 e T0 max 60.
- “Scala di velocità” controlla la scala dell’immagine 3D nell’asse z.
- “Soglia errore tempo relativo (%)” determina il valore limite di variazione oltre il quale nella tabella “Tempi elaborati” i valori appaiono con fondo rosso. Il valore preimpostato è 5%.
- “Minimal Line Velocity (m/s)” è un valore minimo interno per ciascuna delle direttive misurate. Il valore preimpostato è di 500 metri/secondo.
- “Software rendering only” è da usare solo in caso di problem con le immagini del tomogramma . Per attivarlo occorre uscire e rientrare nel programma.

## Software – Caratteristiche dell'albero

New Project \* - ArborSonic 3D 5.2.115

New Project \* x

Tree Sensor Geometry Time Data Tomograms Biomechanics Image Container Report

Species:  
Picea abies (Norway Spruce)

Tree Properties:

Tree location

Measurement date: Friday, March 11, 2011 2:39 PM

Tree identifier

Project identifier

Trunk diameter at 4 feet

**Status report**

Root status

Root collar status

Trunk status

Crown collar status

Crown status

Other state

**Proposed treatment**

Root treatment

Root collar treatment

Trunk treatment

Crown collar treatment

Crown treatment


Other treatment

- La prima pagina che si apre contiene tutte le informazioni generali inerenti all'albero oggetto di analisi. **Il genere a cui appartiene l'albero occorre sia selezionato prima di procedere nelle pagine successive.** In alto ci sono le icone e la finestra per selezionare il genere e la specie. A sinistra c'è un pulsante per la selezione veloce in quanto è possibile scorrere le ultime 20 specie che sono state usate. Quando la specie non è presente in questa lista è possibile utilizzare il



Si apre un nuovo box finestra che consente di ricercare fra la lista taxonomica delle specie di alberi. Qui sono elencate circa

3000 specie di alberi. Per velocizzare il processo non è necessario scorrere il diagramma a flusso ma è sufficiente cominciare a scrivere il nome inglese o latino dell'albero cercato.

Se si intende passare al nome successivo basta premere il pulsante  o il tasto "invio". Dopo aver trovato il genere e la specie corretti si preme "OK" per chiudere il box finestra.

Select tree species...

Tree Species:

Search species: [Next]

Palm family

- Areca
- Coconut
- Date Palm
- Chusan Palm

Name

Latin: Cocos nucifera

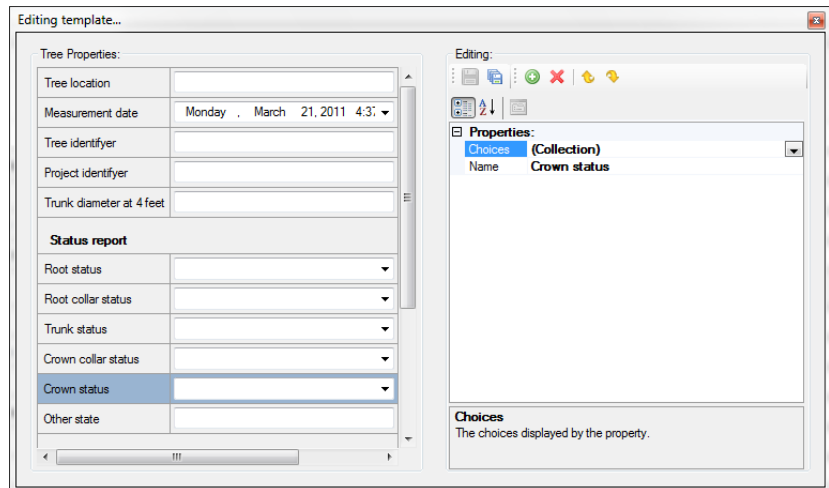
Translated: Coconut


Properties

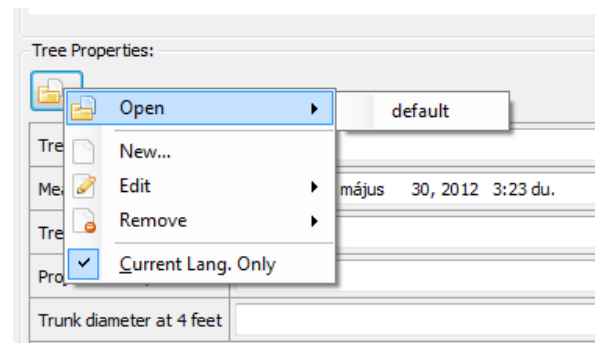
Name	Value
A	1
Density	800
DragFactor_Wessolly	0.22
YieldStrength	20
YieldStrength70	14







OK Cancel

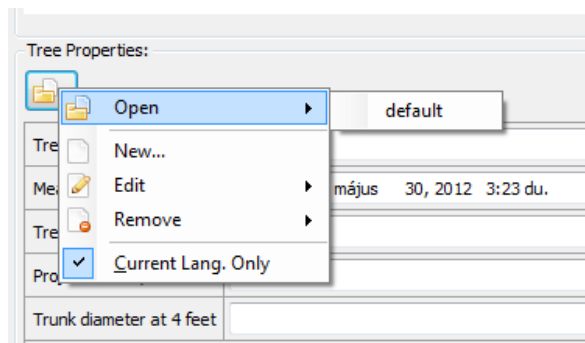
- Nella stessa pagina ci sono ulteriori campi per descrivere la altre informazioni relative alla pianta. Il programma propone delle descrizioni preimpostate e generiche ma è anche possibile introdurre delle caratteristiche e dei commenti personalizzati. Tutte queste informazioni possono essere riportate nella relazione finale, è consigliabile perciò di riportare con cura quante più informazioni possibili così da ottenere un sensibile risparmio di tempo nel futuro.



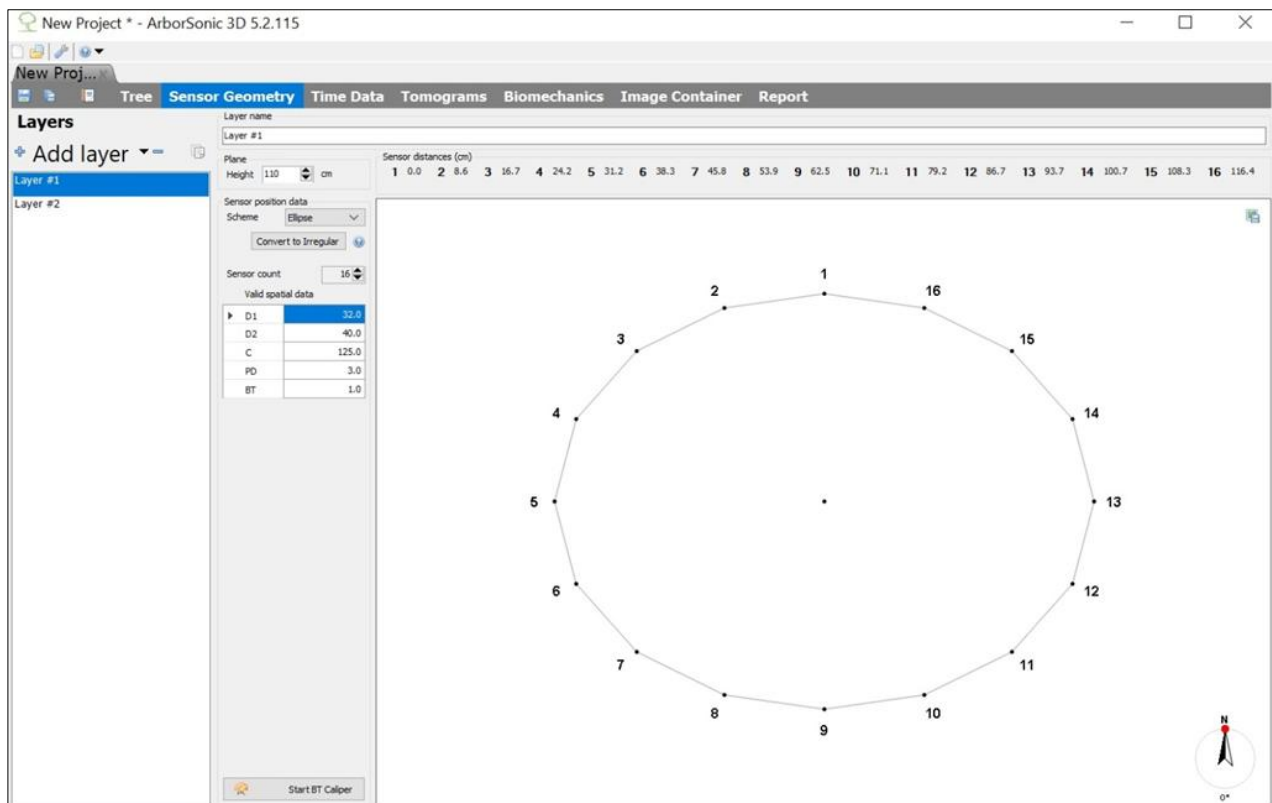
- Premere il pulsante  per accedere al menu “Caratteristiche dell’albero”. Selezionare “Apri” per accedere ad un altro schema, “Nuovo” per crearne uno nuovo, “Redigi” per modificarne uno esistente o “Rimuovi” per eliminarlo. Il modello preimpostato che appare all’apertura del programma non può essere modificato o eliminato.





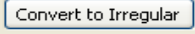
- Quando si seleziona “Nuovo” o “Redigi” compare un box finestra. Sulla sinistra del box compare l’anteprima del nuovo schema, sulla destra è possibile aggiungere, togliere o modificare i diversi campi del nuovo schema
- Premendo il pulsante  si aggiunge un nuovo campo. Quale nuovo campo e la sua posizione occorre sceglierle. Dopo aver premuto “OK” le caratteristiche del campo sono memorizzate. Per esempio ciascun campo ha un Nome che compare a lato della finestra corrispondente.
- Le   frecce si possono usare per scorrere su e giù i diversi campi, con il pulsante  si possono cancellare. I pulsanti   si possono utilizzare per salvare e per salvare con un nuovo nome gli schemi. Dopo averlo salvato il nuovo schema è pronto per essere usato



## Software – Posizione sensori – informazioni generali



- Il software può effettuare analisi a diverse altezze del tronco. I settori di tronco analizzati sono chiamati “sezioni”. I sensori possono essere disposti attorno ad una sezione alla volta. Prima di essere spostati occorre che siano raccolti i dati dei tempi. Attenzione a scollegare i cavi prima di spostare i sensori.
- Per aggiungere una nuova sezione usare il tasto  per rimuoverne una il tasto .
- Il nome di ciascuna sezione può essere cambiato nel campo “Nome sezione”.
- L’altezza da terra dove è posizionata la sezione analizzata può essere inserita nel campo “Altezza”.
- Il numero di sensori che si utilizza è da impostare nel campo “Numero sensori”. Di norma si usa lo stesso numero di sensori per tutte le sezioni ma è possibile anche usare un numero maggiore o minore di sensori a seconda della sezione.
- C’è la possibilità di scegliere fra quattro schemi di riferimento: irregolare, ellittico, circolare, rettangolare. Si effettua la scelta nel campo “Schema”. Attenzione a scegliere lo schema più opportuno, ad esempio non selezionare “Circolare” per la sezione concava di un fusto.
- PD è un valore richiesto da tutti gli schemi. È la misura della profondità a cui sono inseriti gli stilette dei sensori rispetto la superficie della corteccia. È un parametro critico per gli alberi più piccoli.
- BT è un altro parametro richiesto in tutti gli schemi ed è lo spessore della corteccia. Anche questo è un parametro critico per gli alberi più piccoli.

- La misura di penetrazione dello stiletto (PD) dovrebbe essere sempre maggiore di quella dello spessore della corteccia (BT), in quanto lo stiletto trapassa tutta la corteccia prima di fissarsi al legno interno.
- Quando si seleziona Circolare o Ellittico il software indica in automatico la posizione dei sensori.
- Se si seleziona Irregolare occorre prima fissare i sensori e poi riportare nel software la loro posizione.
- Allo scopo di facilitare e velocizzare l'operazione di misura è possibile trasformare le misure "circolare" ed "ellittica" o "rettangolare" in "irregolare". Ad esempio dopo aver inserito il valore di circonferenza se si clicca il pulsante  compare la tabella che riporta le distanze fra alcune coppie di sensori. Questa opzione è utile nel caso occorra spostare solo uno o due sensori rispetto alla disposizione prevista dal software per lo schema "circolare" o "ellittico".
- Sezioni differenti possono avere schemi differenti.
- I sensori vanno posizionati in senso antiorario, come mostrato nella figura riportata sopra, quindi vanno inseriti da destra verso sinistra.

## Software – Posizione sensori – circolare, ellittico, rettangolare e irregolare

### Circolare

- Scegliere questo schema quando la sezione del fusto è circolare.
- Fissare il sensore N° 1 in corrispondenza del Nord, oppure in qualsiasi altra posizione, utilizzandolo come supporto per la rondella metrica. Il programma prevede che sia fissato a Nord, la sezione però può essere ruotata agendo sul punto rosso/verde all'apice della bussola in basso a destra che è riferita sempre al Nord. Questo accorgimento è importante quando sono fatte più tomografie sullo stesso fusto e il sensore N° 1 è fissato in differenti posizioni. Maggiori informazioni sono fornite nel capitolo "Software – Posizionamento dei sensori – bussola".
- Misurare la circonferenza e riportarla nel campo C.
- Posizionare gli altri sensori in base alle distanze che il software calcola e mostra automaticamente:  
Sensor distances (in):  
[1] 0; [2] 4.49; [3] 9.02; [4] 13.5; [5] 17.99; [6] 22.52; [7] 27.01; [8] 31.5;  
[9] 35.98; [10] 40.51; [11] 45; [12] 49.49
- Riportare la profondità d'inserimento degli stilette dei sensori rispetto la superficie della corteccia nel campo PD e lo spessore della corteccia nel campo BT.
- Il tasto "Convert to irregular" serve per passare dalla forma circolare a quella irregolare (vedi più avanti). Questa possibilità può essere utile nel caso in cui la sezione sia circolare ma uno o due sensori siano in posizioni anomale rispetto alla circonferenza ideale della sezione.



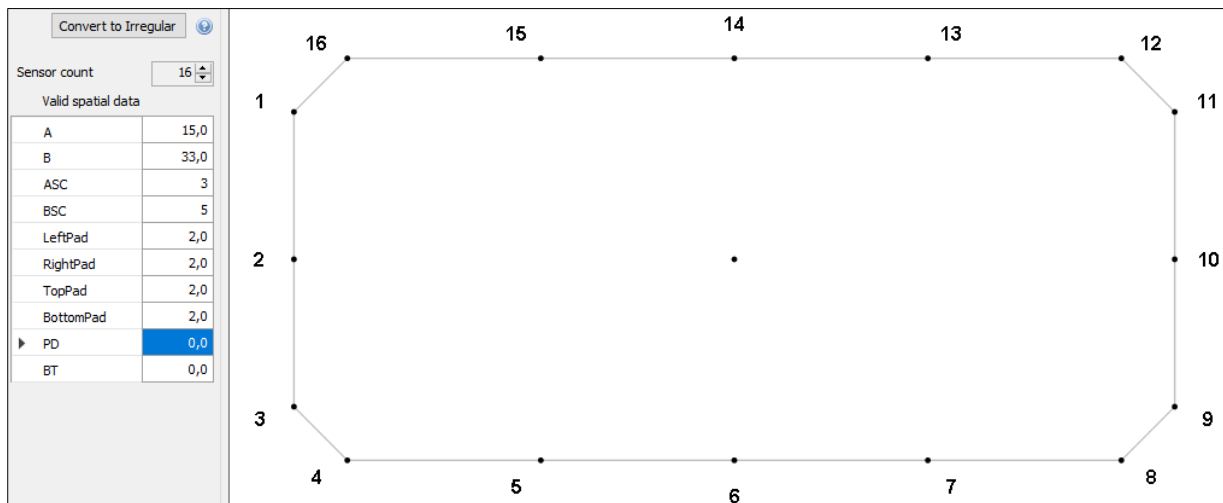
### Ellittico

- Questo schema si usa per sezioni di tronco ellittiche.
- Posizionare il sensore N° 1 ad un estremo del diametro maggiore e utilizzarlo come supporto del metro a nastro.
- Misurare la circonferenza e riportarla nel campo C.
- Misurare il diametro maggiore con un calibro e riportarlo nel campo D1. Misurare il diametro minore e riportarlo nel campo D2.
- Posizionare gli altri sensori in base alle distanze che il software calcola e mostra automaticamente:  
Sensor distances (in):  
[1] 0; [2] 4.49; [3] 9.02; [4] 13.5; [5] 17.99; [6] 22.52; [7] 27.01; [8] 31.5;  
[9] 35.98; [10] 40.51; [11] 45; [12] 49.49
- Riportare la profondità d'inserimento degli stilette dei sensori rispetto la superficie della corteccia nel campo PD e lo spessore della corteccia nel campo BT.

- Il tasto “Convert to irregular” serve per passare dalla forma ellittica a quella irregolare (vedi più avanti). Questa possibilità può essere utile nel caso in cui la sezione sia circolare ma uno o due sensori siano in posizioni anomale rispetto alla circonferenza ideale della sezione.

## Rettangolare

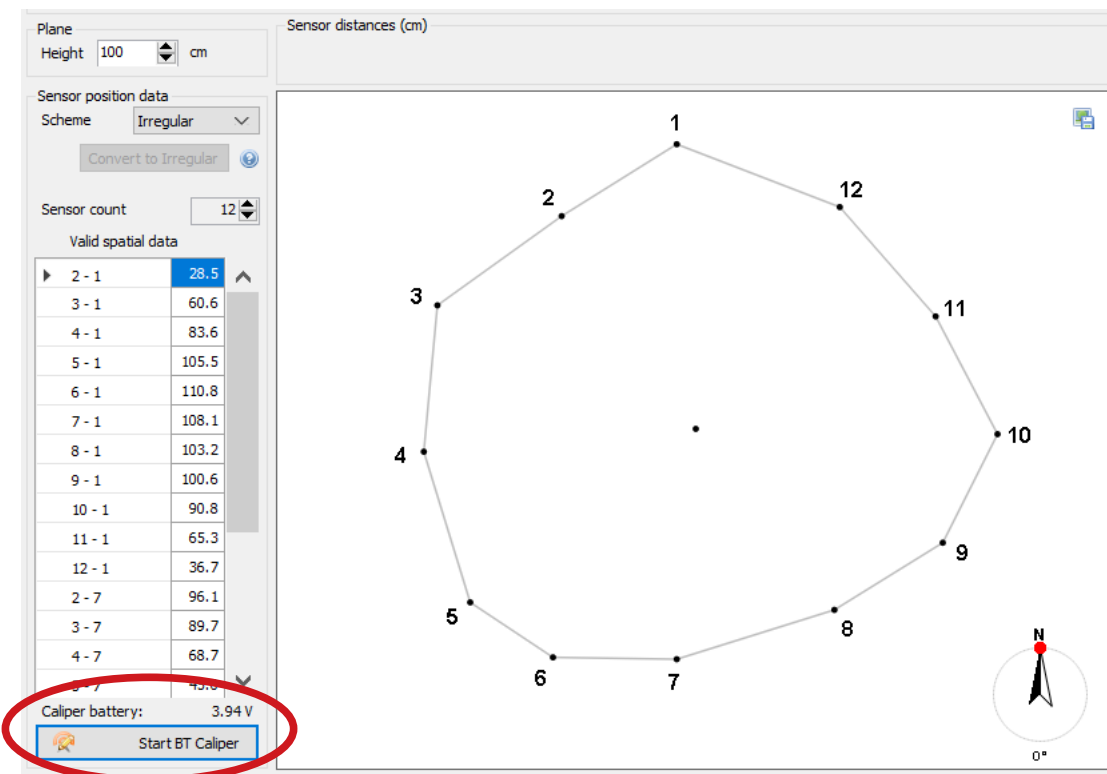
- Usare questo schema per sezioni di travi rettangolari.
- “A” indica la larghezza del rettangolo e “B” la profondità espresse in cm.
- “ASC” e “BSC” indicano il numero di sensori posizionati lungo “A” e lungo “B”. In pratica la formula:  $2*(ASC+BSC)$  indica il numero dei sensori utilizzati, se così non fosse occorre fare una verifica perchè c’è un errore tra i sensori posizionati e quelli indicati in tabella.
- “LeftPad” (lato sinistro), “RightPad” (lato destro), “TopPad” (lato superior), “BottomPad” (lato inferiore) sono, in cm, le distanze misurate tra il sensore posto all’angolo e quello contiguo nel senso indicato. Questi valori sono sempre più piccoli rispetto a quelli di “A” e “B”.
- Premendo il tasto “Convert to irregular”, lo schema è convertito da “Rettangolare” a “Irregolare” (vedi più avanti). Questo può essere utile quando la forma è molto simile ad un rettangolo ma è necessario correggere la posizione di uno o due sensori.
- Orientamento, “PD” e “BT” sono da indicare con gli stessi criteri già descritti per gli altri schemi geometrici.



## Irregolare

- Questo schema si usa per sezioni di tronco irregolari.
- Posizionare i sensori attorno al tronco in senso antiorario.
- Fare attenzione a posizionare i sensori sullo stesso piano. Per questo è utile marcare il livello con il metro a nastro.
- Misurare la distanza fra coppie di sensori con un calibro. Per esempio la distanza tra il sensore N°1 e il N°2 occorre riportarla nel campo 1-2.
- E’ possibile usare un calibro con connessione Bluetooth. E’ sufficiente attivare la connessione tramite l’apposito tasto.

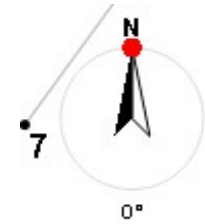
- Il calibro Bluetooth lavora correttamente solo se la batteria ha una carica superiore a 3,5 V. Lo stato di carica può essere controllato sopra il pulsante “Start/Stop BT Caliper”. Naturalmente nel caso la carica fosse inferiore a 3,5 V è necessario mettere in carica il calibro.
- Riportare la profondità d’inserimento degli stilette dei sensori rispetto la superficie della corteccia nel campo PD e lo spessore della corteccia nel campo BT.
- Gli altri schemi geometrici possono essere trasformati in quello “Irregolare”. In questo caso cambiare la distanza solo per il sensore, o i sensori, che non risiedono esattamente nello schema da modificare.



## Software – Posizione sensori – Bussola

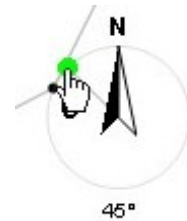
### Descrizione

- La bussola è nel lato basso destro dello schermo .
- Il suo utilizzo è facoltativo.
- Il suo impiego consente di fissare un punto di riferimento rispetto al Nord, per esempio per orientare la posizione dei sensori sull'albero e la sua collocazione rispetto ai punti cardinali.
- Ha la possibilità di ruotare tutte le viste delle sezioni singole, ma non la vista "Multilayer".
- L'orientamento dato è salvato quando si salva l'intero progetto, perciò se viene cambiato in un progetto già salvato e aperto successivamente non è mantenuto nel caso il progetto fosse chiuso senza effettuare il suo salvataggio.



### Utilizzo

- L'angolo occorre sia aggiustato per ciascuna sezione.
- L'angolo è indicato da un punto sulla circonferenza. L'esatta corrispondenza in gradi compare alla base della bussola.
- L'angolo può essere cambiato solo nella pagina "Posizione sensori". Questa possibilità è indicata dal colore rosso del punto.
- Nella sezione "Posizione sensori" posizionare il puntatore sopra il punto rosso e premere il tasto sinistro del mouse. Il punto diventa verde.
- In tutte le altre sezioni il tasto è nero. Questo significa che non è possibile modificare l'orientamento.
- La posizione preimpostata dal software è che il sensore posizionato all'apice in alto (di solito il numero 1) sia infisso a Nord. È possibile effettuare tomografie su più sezioni e ognuna con i sensori posizionati con orientamenti diversi e in seguito orientarle nella giusta posizione. La verifica dell'orientamento reciproco fra le sezioni è fattibile tramite il modulo "Multilayer".



## Software – Tempi

- I dati di tempo si riferiscono al tempo che l'onda sonora impiega a percorrere la distanza fra i singoli sensori e sono espressi in microsecondi, cioè in milionesimi di secondo.

- Dopo aver fissato i sensori e completato la compilazione della sezione "Posizione sensori" passare alla sezione "Tempi". Se la configurazione è già stata completata e la "Battery box" è accesa, appare dopo breve il messaggio: **Reading device** che

The screenshot shows the 'Time Data' tab in the ArborSonic 3D software. The 'Time rows' table is as follows:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
*	0	187	512	805	1145	1064	1246	864	498	203
*	0	191	514	813	1137	1070	1246	864	502	207
*	0	184	497	796	1097	1043	1224	839	484	201
*	0	185	501	799	1098	1045	1229	842	486	203
*	0	180	484	786	1077	1026	1209	825	470	196
*	186	0	287	648	773	954	1258	966	780	302
*	182	0	276	637	758	929	1242	948	768	297
*	186	0	282	645	764	933	1248	955	776	302
*	182	0	271	636	752	916	1236	942	768	296
*	182	0	270	634	749	916	1231	937	766	294
*	490	274	0	316	438	676	1215	1274	1246	604
*	496	279	0	319	439	680	1191	1426	1061	606
*	506	287	0	329	452	698	1266	1434	1277	618
*	494	279	0	320	442	685	1200	1440	1251	608

The 'Processed Times' table is as follows:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2	184±1%		277±3%	640±1%	759±1%	930±2%	1243±1%	950±1%	772±1%	298±1%
3	496±0%	279±0%		320±0%	443±0%	687±0%	1197±0%	1441±0%	1251±0%	607±0%
4	813±0%	659±0%	336±1%		180±3%	386±2%	665±1%	1018±0%	1022±1%	840±0%
5	1222±0%	788±1%	454±1%	167±0%		288±0%	579±0%	908±1%	1327±1%	1206±0%
6	1027±1%	913±2%	665±3%	367±2%	277±3%		213±3%	532±3%	880±2%	1007±1%
7	1245±0%	1264±0%	1198±1%	657±1%	578±0%	221±1%		380±5%	686±1%	1063±0%
8	815±1%	941±1%	1235±1%	999±0%	884±0%	537±1%	328±4%		281±2%	591±2%
9	478±1%	757±1%	1043±1%	1069±0%	1282±1%	887±0%	668±1%	286±1%		281±1%
10	523±7%	322±5%	637±2%	861±1%	1214±1%	1048±1%	1016±2%	641±2%	311±4%	

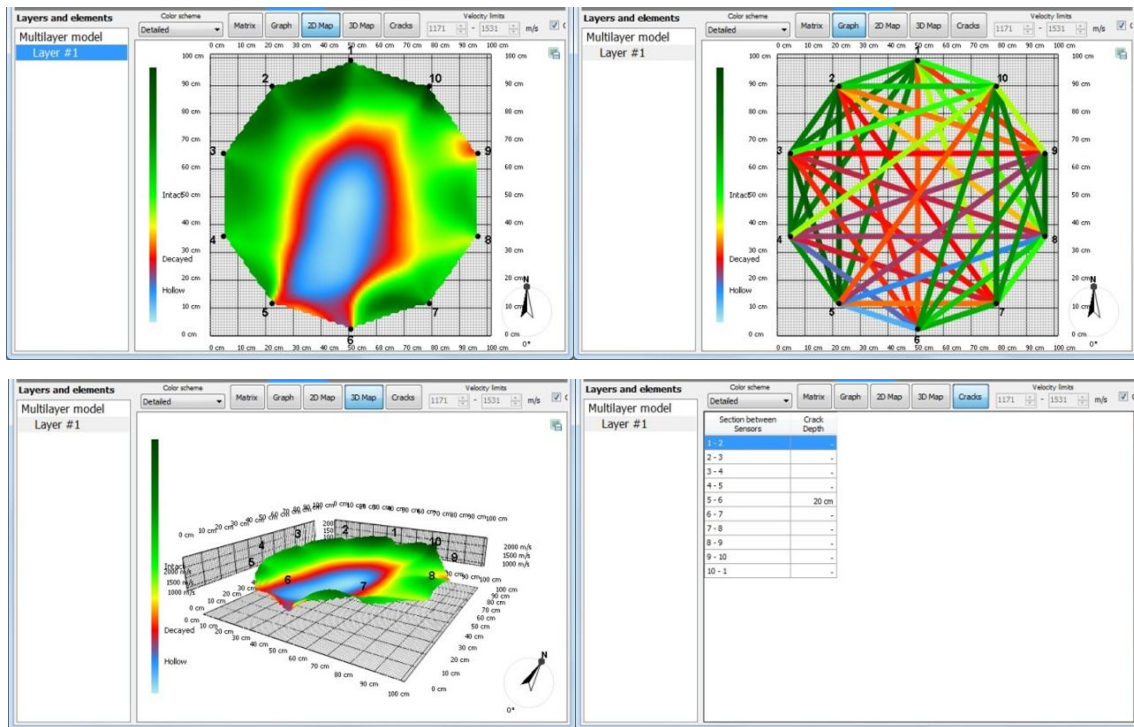
conferma che c'è connessione tra gli apparati. ("Reading device" significa che è stata individuata la corretta porta COM e che può essere aperta. Questa è la prima condizione necessaria. Occorre dire che ci sono delle situazioni in cui il segnale non è sufficiente per dare corso alle misurazioni, in questi casi è necessario cambiare porta COM)

- Nel caso sia necessario procedere alla configurazione della connessione i passaggi sono descritti nel capitolo "Hardware - collegamento Bluetooth e collegamento con cavetto Seriale".
- A lato, sulla destra, della barra verde compare 8.6 V il simbolo della batteria che conferma esserci comunicazione tra computer e "Battery box". Allo stesso tempo è indicato il livello di carica della batteria. Attenzione che con valori bassi di carica, sotto 8,2 V, potrebbero esserci dei problemi con le misurazioni.
- Verificare che sia selezionata la sezione corretta nella colonna a sinistra, cioè quella dove attualmente sono posizionati i sensori. Eventualmente cambiare la sezione.
- Percuotere ogni sensore almeno 3 volte, è raccomandato farlo 5 o più volte.
- I tempi rilevati appaiono nella tabella **Time rows**.
- Le linee di questa tabella mostrano i tempi rilevati di percorrenza tra un sensore e gli altri. Naturalmente la casella del sensore percorso riporta il valore 0.
- Il numero accanto a quello che indica la colonna del sensore mostra il numero di battute idonee fatte sul quel sensore. Se il numero è inferiore a 3 il colore è rosso **2** e significa che occorre percuotere ancora il sensore. In caso contrario il numero è verde **4**.
- I piccoli punti nella prima colonna confermano che i dati grezzi siano corretti. Se i dati grezzi sono corretti compare un punto verde ●. Nel caso ci fossero dei dati grezzi non corretti non è un problema perché il software considera solo i dati corretti.
- Fare attenzione a percuotere sempre la testa del sensore nel suo centro e in maniera il più uniforme possibile. Se venisse percossa il lato del sensore o la percussione fosse molto debole, i dati grezzi potrebbero essere non corretti. Il software è dotato di un filtro per cui questi dati sono ignorati nell'elaborazione statistica, in ogni caso è buona norma


rimuoverli anche manualmente tramite le funzioni “Rimuovi righe non valide” oppure “Rimuovi righe selezionate”.

- Se ci sono sufficienti dati per ciascuno dei sensori, la sezione **Processed Times** mostra le medie dei tempi di percorrenza delle onde tra tutte le coppie di sensori. Gran parte di questi dati servono solo come monitoraggio.
- La deviazione standard delle medie dei tempi misurati fra ciascuna delle coppie dei sensori compare con i segni  $\pm$ . La deviazione standard può essere espressa in microsecondi o in percentuale. Se l'errore percentuale supera il 5% allora la cella corrispondente si mostra con uno sfondo rosso per attirare l'attenzione ed avvisare di controllare la tabella **Time rows** e rimuovere le righe in cui i valori sono molto distanti dalla media oppure effettuare ulteriori battute per raccogliere più dati per i sensori osservati.
- Quando si percuote sui sensori i tempi di percorrenza fra coppie di sensori sono misurati in doppio: prima quando uno dei due sensori è percosso e l'altro riceve il segnale, successivamente quando avviene l'opposto. La tabella **symm. diff.** riporta le medie delle differenze dei tempi misurati nei due sensi per tutti i sensori. Tramite questa tabella è possibile individuare eventuali sensori rotti o messi male. Questo capita quando un sensore ha sempre valori molto alti (sopra 100) e succede perché potrebbe essere fissato male, oppure nel legno marcio o in una cavità o anche potrebbe essere rotto o la rondella metrica metallica è rimasta attorno al fusto a contatto con i sensori.

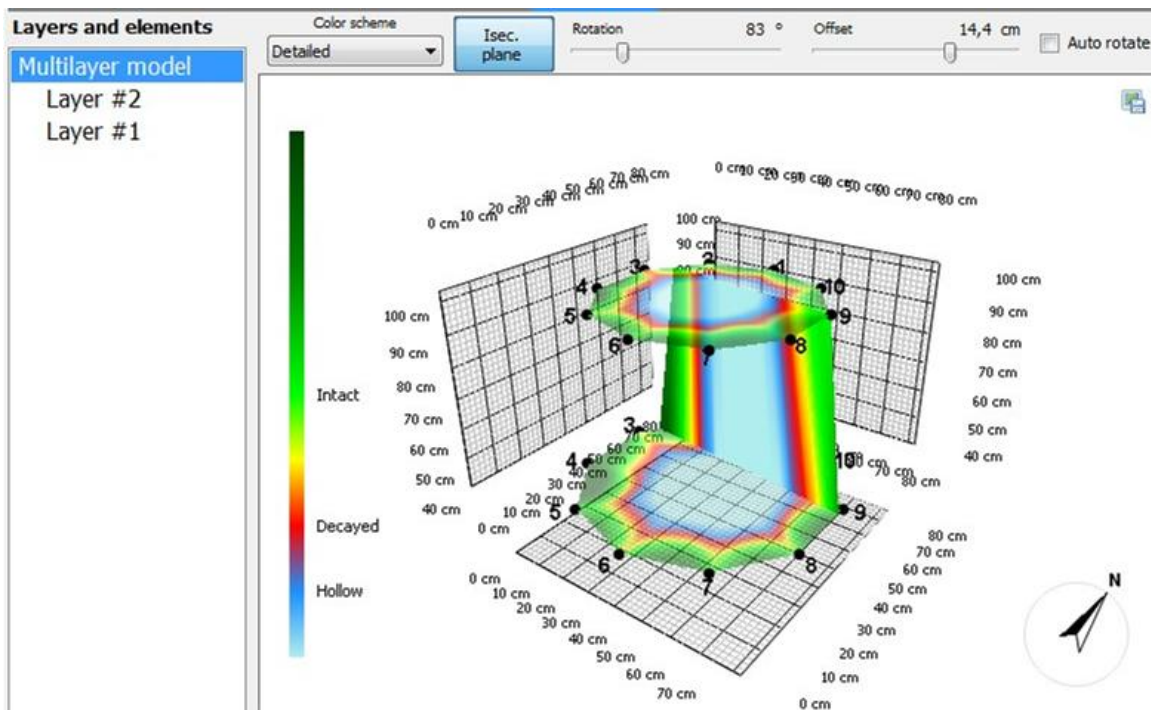
## Software – Tomogrammi – Singola sezione




- Dopo aver riportato la posizione dei sensori e aver raccolto un numero sufficiente di dati è possibile vedere l'immagine della sezione cliccando "Tomogrammi".
- Selezionando una specifica sezione tra le sezioni che sono elencate nella colonna sul lato sinistro dello schermo si evidenzia il tomogramma di quella sola sezione.
- E' possibile impostare differenti combinazioni di colore, quella raccomandata è "Dettagliato". La legenda riferita ai colori è riportata a sinistra dell'immagine.
- Premendo **Graph** le medie delle velocità di propagazione delle onde sonore sono rappresentate graficamente da linee colorate che congiungono i sensori. Posizionando con il mouse il segnalino sopra una linea compare la media delle velocità calcolata. Le medie delle velocità possono essere visualizzate anche come tabella premendo **Matrix**.
- Il tomogramma è visibile premendo **2D Map**. Muovendo il mouse sull'area colorata è possibile rilevare la velocità punto per punto.
- Il tasto **3D Map** colloca il tomogramma in un grafico a 3 assi e con il mouse, mantenendo premuto il tasto sinistro, è possibile spostare e ruotare l'immagine tomografica. Questa funzione è utile perchè quantifica graficamente e visivamente la differenza di velocità di propagazione delle onde sonore rilevata fra le diverse zone della sezione.
- Il tasto "Cracks" attiva una funzione che ha la finalità di localizzare le fratture (cracks) che iniziano dalla superficie esterna del fusto e ne stima la loro estensione verso l'interno della sezione. Queste informazioni sono contenute in una tabella a due colonne, nella prima sono elencate le coppie di sensori, nella seconda la profondità in cm dei cracks eventualmente rilevati. In ogni caso sono rilevate solo le fratture che si estendono a partire dalla superficie e non quelle interne. L'estensione della fessura è una stima orientativa che può variare in funzione del numero di sensori usati e delle velocità di riferimento assegnate.

- Usare l'icona  posta in alto a destra per salvare l'immagine nella sezione apposita "Immagini".
- Impostando "Calcola automaticamente"  **Calculate automatically** i limiti delle velocità ed i riferimenti dei colori sono impostati automaticamente, questa è la selezione raccomandata. In ogni caso è possibile impostare la modalità "manuale" per sostituire le velocità limite. Questa opzione è utilizzata, ad esempio, quando si analizza legno essiccato con contenuti di umidità molto bassi rispetto al 40% circa del legno degli alberi vivi o appena abbattuti.

## Software – Tomogrammi – Immagine tridimensionale



- Nel caso l'analisi fosse stata condotta su 2 o più sezioni l'immagine tridimensionale generata dai diversi tomogrammi è visibile selezionando **Multilayer model** a sinistra dello schermo.
- Tramite il tasto sinistro del mouse è possibile ruotare l'immagine.
- Cliccando il tasto "Inter. sezioni"  appare l'interpolazione verticale delle sezioni.
- Scegliendo "Rotazione automatica frontale"  **Auto rotate to face You** il piano sarà sempre frontale all'operatore.
- Negli altri casi il piano può essere ruotato e mosso tramite i controlli "Rotazione" e "Offset".

## Software – Biomeccanica

- Le pagine relative all'argomento "Biomeccanica" hanno lo scopo di fornire gli strumenti per stimare il "Fattore di Sicurezza" (SF – Safety Factor) rispetto alla propensione alla frattura del fusto dell'albero esaminato. Il Fattore di Sicurezza qui calcolato è da attribuire alle sole sezioni oggetto di tomografia e rispetto ad un preciso carico del vento stabilito.
- Si tratta di una valutazione del livello di pericolo del fusto. Importante è attestare che la stima ha valore solo per le sezioni tomografate e che le restanti parti del fusto sono di fatto ignorate da questa elaborazione.
- Valutare i carichi del vento è cosa non facile, pertanto il programma offre la possibilità di utilizzare due modelli:
  - o il modello "Uniform" utilizza uno schema relativamente semplice per valutare il carico, forza e torsione del vento. Questo modello è spesso utilizzato per valutare il più piccolo Fattore di Sicurezza per gli alberi alti meno di 20 m rispetto al carico di vento più elevato riscontrato in zona.
  - o "EN1991" per il calcolo delle azioni del vento sulle strutture si basa sulla procedura EUROPEAN STANDARD EN 1991-1-4 (conosciuta anche come EUROCODE). Il calcolo del carico del vento e i criteri di riferimento sono applicati agli alberi.
- I dati utilizzati nei due modelli di valutazione in parte si sovrappongono ed hanno diversi punti in comune. L'ordine d'inserimento dei dati ed il loro significato sono trattati nel seguente paragrafo con la stessa sequenza in cui sono esposti nel programma.

## Vento

- I calcoli del calcolo del vento secondo il modello "Uniform" necessitano di conoscere la più alta velocità del vento prevedibile.
  - o La velocità del vento occorre sia indicata come la massima velocità prevedibile della raffica del vento, di norma è 33 m/s o 75 mph, in alcuni casi può arrivare anche a 45 m/s o valori più alti, ad esempio lungo le coste, in montagna o in altre aree particolari.
  - o Indicare il dato più realistico. Assodare quali potrebbero essere i dati reali che coinvolgono l'albero. Verificare anche se l'albero è sottovento oppure controvento.
- Utilizzando il modello EN1991 per prima cosa occorre scegliere in quale ambiente è radicato l'albero. Queste categorie si riferiscono all'esposizione al vento.
  - o "Città" è la categoria che prevede alti edifici tutto attorno e il carico del vento è probabilmente smorzato prima di raggiungere l'albero. "Villaggio" è riferito a edifici più bassi nel circondario, quindi, in condizioni di vento simile, un carico maggiore raggiunge l'albero. Passando da "Area agricola", ad "Area lacustre" o "Costa" le costruzioni sono sempre più basse ed il carico del vento coinvolge sempre più l'albero.
  - o EN1991 si riferisce ad altezze minime in funzione dell'ambiente ove è radicato l'albero. Per esempio l'altezza minima di riferimento per l'ambiente "città" è di 10 m. Quando l'albero è più basso dell'altezza minima, secondo la norma, il calcolo del carico del vento è fatto per un solo livello, ad esempio per un albero di 8 m è

considerato il carico da 0 a 8 m.

Se l'albero fosse di un'altezza compresa fra quella minima, nell'esempio 10 m, ed il doppio di questa, cioè 20 m, la norma considera 2 livelli. Continuando con l'esempio: se l'albero fosse alto 16 m la norma prevede di valutare il carico del vento per un livello compreso fra 0 e 10 metri e per un secondo livello compreso fra 10 e 16 m. In questo caso le due superfici della sezione della chioma sono calcolate tramite la fotografia oppure tramite la forma geometrica di riferimento utilizzata (cerchio, ellissi, rettangolo). Il carico del vento è calcolato per ciascuna di esse e sommato.

Nel caso che l'albero fosse più alto di 2 volte l'altezza minima, ad esempio 24 m, il calcolo è fatto su 6 livelli:

livello 1	tra 0 m	e	10 m
livello 2	tra 10 m	e	11 m
livello 3	tra 11 m	e	12 m
livello 4	tra 12 m	e	13 m
livello 5	tra 13 m	e	14 m
livello 6	tra 14 m	e	24 m

Il carico del vento è calcolato per ciascuna superficie della sezione della chioma compresa in questi livelli e sommato.

Per questo motivo occorre fornire al programma un'immagine dell'albero e marcarla oppure indicare una forma geometrica di riferimento, in questo modo il software individua la forma delle superfici dei diversi livelli ed effettua i calcoli delle aree e quindi del carico del vento. L'indicazione dell'altezza dell'albero e dell'area totale della sezione della chioma non bastano per effettuare il calcolo delle superfici delle singole sezioni dei livelli. Per calcolare il carico del vento è necessario conoscere l'area della superficie. In pratica non è possibile utilizzare la modalità "Manuale" per l'inserimento delle misure quando si sceglie come normativa di riferimento "EN 1991".

(questo è il motivo per cui non è possibile introdurre il valore di superficie della chioma manualmente nel modello EN 1991. Il software non può figure out the crown areas in the layers.)

- La massima velocità di riferimento è fornita dagli standard. Di seguito sono riportate le pagine relative al nostro Paese.
- "Temperatura dell'aria secca" è la temperatura dell'aria secca. Questo è un dato che influenza il calcolo del carico del vento.

## Normativa UNIFORM

Tramite l'analisi dei dati si calcola il fattore di sicurezza del tronco:

$$SF_{\text{trunk}} = \sigma_{\text{cst}} / (\sigma_{\text{wind}} + \sigma_{\text{ow}}) \quad (1)$$

dove

- $\sigma_{\text{cst}}$  (N\*m<sup>-2</sup>) – il carico di rottura alla compressione che dipende dalla specie dell'albero. Per esempio l'abete ha un carico di rottura pari a 21 MPa. (Wessolly and Erb 1998, "the Stuttgart of wood Strength")

$\sigma_{wind}(N*m^{-2})$ - il massimo stress da compressione che potrebbe produrre il vento nella sezione di tronco esaminata (120 km\*h<sup>-1</sup> è la velocità del vento utilizzata in questi calcoli)

$\sigma_{ow}(N*m^{-2})$ - lo stress da compressione dovuto al peso dell'albero. Questo stress è calcolato in base all'altezza dell'albero ed al diametro del suo fusto.

Il valore dello stress da compressione dovuto al vento ed al peso dell'albero è in funzione dell'altezza della sezione sul tronco.

Lo stress da compressione dovuto al vento è calcolato come esposto qui sotto (questo calcolo non segue quello proposto per il calcolo del carico del vento da EUROCODE (EN 1991). La valutazione utilizzata è più conservativa di quella EUROCODE a condizione che l'altezza dell'albero sia inferiore a 22 m e si trovi entro un'area urbana).

$$\sigma_{wind} = M_{wind}*z/I \quad (2)$$

dove

$M_{wind}(Nm)$ - il momento esercitato dalla forza del vento

$z(m)$  - la distanza dall'asse neutra (l'asse dove non c'è stress o tensione durante la flessione)

$I(m^4)$  - il secondo momento d'inerzia della sezione.

Durante i calcoli un programma del computer calcola il secondo momento d'inerzia per gli assi intersecando il centro della massa ogni 5°. Il più piccolo, peggior valore è usato per le valutazioni.

$$M_{wind} = F_{wind}*h_{cc} \quad (3)$$

dove  $F_{wind}(N)$  - forza prodotta dal vento

$h_{cc}$  - altezza del centro della chioma

$$F_{wind} = (\rho/2)*v^2*A_{crown}*C_{drag} \quad (4)$$

dove  $\rho(kg*m^{-3})$  - densità dell'aria,

$v(m*s^{-1})$  - velocità del vento (qui è stata valutata 33,3 m\*s<sup>-1</sup>)

$A_{crown}(m^2)$  - superficie della sezione della chioma, compreso il fusto, impattata dal vento

$C_{drag}$  - coefficiente di aerodinamicità di Wessolly che dipende dal tipo di albero. Per esempio nel caso dell'abete il coefficiente è pari a 0,2 (Wessolly 1989).

La tensione prodotta dal peso dell'albero è  $\sigma_{ow} = (m*g)/A_{section}$  dove  $m(kg)$  è la massa dell'albero (tronco e rami) sopra la sezione considerata,  $g$  è la costante gravitazionale ( $6,67*10^{-11} Nm^2*kg^{-2}$ ).

La massa dell'albero è calcolata rispetto ad un fusto di diametro costante (in genere questa valutazione restituisce una massa maggiore di quella reale).  $A_{section}(m^2)$  è la superficie della sezione della chioma, compreso il fusto, a partire dal livello esaminato e perpendicolare alla direzione del vento.

I calcoli illustrati sopra possono essere impiegati anche quando il fusto è inclinato. Il fattore di sicurezza  $SF_{\text{trunk}}$  calcolato in questo modo offre la possibilità di stimare se il tronco, in corrispondenza della sezione considerata, a causa del vento possa rompersi o meno.

**“Appendice Nazionale Italiana alla UNI EN 1991-1-1-4:2007”**

**Parametri adottati a livello nazionale da utilizzare per le azioni da vento sulle strutture (estratto)**

3). **Decisioni nazionali**

<b>Paragrafo</b>	<b>Riferimento</b>	<b>Parametro nazionale – valore o prescrizione</b>
1.1 (11)	Nota 1	Nessuna informazione aggiuntiva
1.5 (2)	Nota	Nessuna informazione aggiuntiva
4.1 (1) 4.2 (1)P 4.2 (2)P	Nota Nota 2 Nota 1	<p>Il valore <math>v_{b,0}</math> attraverso cui si arriva, con l'applicazione delle formule (4.1) e (4.3), alla <math>v_m(z)</math> si ottiene attraverso la seguente procedura: In mancanza di specifiche ed adeguate indagini statistiche <math>v_{b,0}</math> è data dall'espressione:</p> $v_{b,0} = \bar{v}_{b,0} \quad \text{per } a_s \leq a_0$ $v_{b,0} = \bar{v}_{b,0} + k_a (a_s - a_0) \quad \text{per } a_0 \leq a_s \leq 1500 \text{ m}$ <p>dove</p> <p><math>\bar{v}_{b,0}</math>, <math>a_0</math>, <math>k_a</math> sono dati nella tabella N.A.1 in funzione della zona, definita in Figura N.A.1, ove sorge la costruzione;</p> <p><math>a_s</math> è l'altitudine sul livello del mare (in metri) del sito ove sorge la costruzione.</p>



Fig. N.A.1

Per altitudini superiori a 1500 metri sul livello del mare si potrà fare riferimento alle condizioni locali di clima e di esposizione, utilizzando comunque valori della velocità di riferimento non inferiori a quelli previsti alla quota di 1500 m

Zona	Descrizione	$\bar{v}_{h,0}$ (m/s)	$a_0$	$k_0$ (1/s)
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della prov. di Trieste)	25	1000	0.010
2	Emilia Romagna	25	750	0.015
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria (esclusa la prov. di Reggio Calabria)	27	500	0.020
4	Sicilia e prov. di Reggio Calabria	28	500	0.020
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'isola della Maddalena)	28	750	0.015

		6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'isola della Maddalena)	28	500	0.020																								
		7	Liguria	28	1000	0.015																								
		8	Provincia di Trieste	30	1500	0.010																								
		9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0.020																								
		Tab. N.A.1																												
4.2 (2)P	Nota 2	Si adotta il valore raccomandato $c_{dir} = 1$																												
4.2 (2)P	Nota 3	Si adotta il valore raccomandato $c_{catena} = 1$																												
4.2 (2)P	Nota 5	Per i periodi di ritorno compresi fra 5 e 50 anni, si adottano i valori $K=0,20$ e $n=0,5$ ; per periodi di ritorno compresi fra 50 e 1000 anni, si adottano i valori $K=0,138$ e $n=1$																												
4.3.1 (1)	Nota 1	Si adotta il valore raccomandato $c_0 = 1$ a meno di diverse indicazioni del paragrafo 4.3.3.																												
4.3.1 (1) 4.3.2. (1)	Nota 2 Nota	Il valore $v_m(z)$ è dato dall'espressione (4.3). Per $c_r(z)$ si adotta la formula 4.4 dove i parametri $k_r(z)$ , $z_0$ e $z_{min}$ sono dati dalla tabella N.A.2 in funzione della categoria di esposizione del sito dove sorge la costruzione. Tale categoria è assegnata tramite gli schemi in figura N.A.2., in funzione della posizione geografica del sito e della classe di rugosità del terreno nella Tabella N.A.3.																												
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Categorie di esposizione</th> <th><math>k_r</math></th> <th><math>z_0(m)</math></th> <th><math>z_{min}(m)</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>0,17</td> <td>0,01</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>0,19</td> <td>0,05</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>III</td> <td>0,20</td> <td>0,10</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>VI</td> <td>0,22</td> <td>0,30</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>0,23</td> <td>0,70</td> <td>12</td> </tr> </tbody> </table>					Categorie di esposizione	$k_r$	$z_0(m)$	$z_{min}(m)$	I	0,17	0,01	2	II	0,19	0,05	4	III	0,20	0,10	5	VI	0,22	0,30	8	V	0,23	0,70	12
Categorie di esposizione	$k_r$	$z_0(m)$	$z_{min}(m)$																											
I	0,17	0,01	2																											
II	0,19	0,05	4																											
III	0,20	0,10	5																											
VI	0,22	0,30	8																											
V	0,23	0,70	12																											

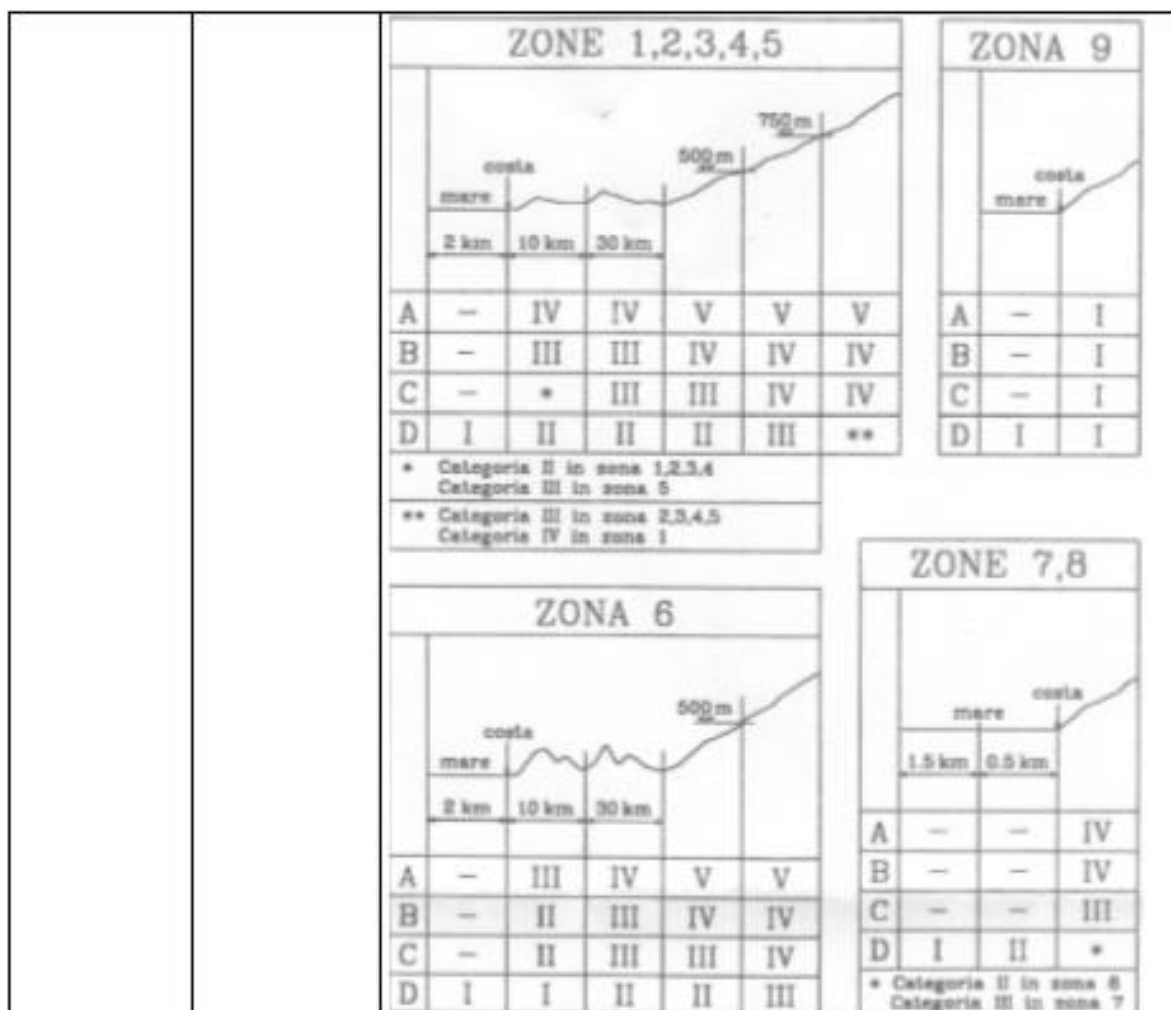


Fig. N.A.2.

Tab. N.A.3

Classe di rugosità	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive.

		<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni, .....); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D.</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi, .....)</td> </tr> </table>	C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni, .....); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D.	D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi, .....)
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni, .....); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D.					
D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi, .....)					
		L' assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l' altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole. Si assume $z_{max}=200$ m come raccomandato.				
4.3.2 (2)	Nota	Oltre a quelle raccomandate (Appendice A2) si possono utilizzare altre procedure.				
4.3.3 (1)	Nota	Si adotta la procedura raccomandata riportata in Annex A.3.				
4.3.4 (1)	Nota	Si adotta la procedura raccomandata riportata in Annex A.4.				
4.3.5 (1)	Nota	Si adotta la procedura raccomandata riportata in Annex A.5.				
4.4 (1)	Nota 2	Si adotta il valore raccomandato $k_1=1,0$ .				
4.5 (1)	Nota 1	Si adotta la espressione raccomandata (4.8).				
4.5 (1)	Nota 2	Si adotta il valore raccomandato $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ .				
5.3 (5)	Nota	Nessuna indicazione aggiuntiva.				
6.1 (1)	Nota	Il coefficiente $c_s c_d$ (non separato nei due coefficienti $c_s$ e $c_d$ ) viene calcolato secondo la procedura dell'Annex B.				
6.3.1 (1)	Nota 3					
6.3.2 (1)	Nota	Si adotta il metodo dell'Annex B.				
7.1.2 (2)	Nota	Si adotta la procedura raccomandata.				
7.1.3 (1)	Nota	Nessuna indicazione aggiuntiva.				
7.2.1 (1)	Nota 2	Si adotta la procedura raccomandata di Fig. 7.2.				
7.2.2 (1)	Nota	Si adotta la procedura raccomandata di assumere l'altezza della costruzione come altezza di riferimento.				
7.2.2 (2)	Nota 1	Si adottano i valori raccomandati nella Tab. 7.1.				
7.2.3 (2)	Nota	Si adottano le zone raccomandate nella Fig. 7.6.				
7.2.3 (4)	Nota 1	Si adottano i valori raccomandati nella Tab. 7.2.				
7.2.4 (1)	Nota	Si adottano le zone raccomandate nella Fig. 7.7.				
7.2.4 (3)	Nota	Si adottano i valori raccomandati nella Tab. 7.3a e nella Tab. 7.3b.				
7.2.5 (1)	Nota	Si adottano le zone raccomandate nella Fig. 7.8.				
7.2.5 (3)	Nota	Si adottano i valori raccomandati nella Tab. 7.4a e nella Tab. 7.4b.				
7.2.6 (1)	Nota	Si adottano le zone raccomandate nella Fig. 7.9.				
7.2.6 (3)	Nota	Si adottano i valori raccomandati nella Tab. 7.5.				
7.2.8 (1)	Nota	Si adottano i valori raccomandati di Fig. 7.11 e 7.12.				
7.2.9 (2)	Nota	Nessuna indicazione aggiuntiva.				
7.2.10 (3)	Note 1 e 2	Nessuna indicazione aggiuntiva.				
7.3 (6)	Nota	Si adotta per centro di pressione la posizione raccomandata nella Fig. 7.16.				
7.4.1 (1)	Nota	Si adottano i valori raccomandati dalla Tab. 7.9.				
7.4.3 (2)	Nota	Si adotta il valore raccomandato $e = \pm 0,25b$ .				
7.6 (1)	Nota 1	Si adottano i valori raccomandati in Fig. 7.24.				

7.7 (1)	Nota 1	Si adotta il valore raccomandato $c_{f0} = 2$ .
7.8 (1)	Nota	Si adottano i valori raccomandati di Tab. 7.11.
7.9.2 (2)	Nota	Nessuna indicazione aggiuntiva.
7.10 (1)	Nota 1	Si adottano i valori raccomandati di Fig. 7.30.
7.11 (1)	Nota 2	Nessuna indicazione aggiuntiva.
7.13 (1)	Nota	Nessuna indicazione aggiuntiva.
7.13 (2)	Nota	Si adottano i valori raccomandati di Tab. 7.16 e Fig. 7.36.
8.1 (1)	Nota 1	Nessuna indicazione aggiuntiva.
8.1 (1)	Nota 2	Nessuna indicazione aggiuntiva.
8.1 (4)	Nota	Si assume $v_{b,0}^* = 0,9 v_{b,0}$ .
8.1 (5)	Nota	Si assume $v_{b,0}^{**} = v_{b,0}$ .
8.2 (1)	Nota 1	Non viene fornita una procedura specifica.
8.3 (1)	Nota	Nessuna indicazione aggiuntiva, si rimanda all'applicazione della Section 7.4.
8.3.1 (2)	Nota	Nessuna specifica aggiuntiva.
8.3.2 (1)	Nota	Si adottano i valori raccomandati della Tab. 8.2.
8.3.3 (1)	Nota 1	Si adotta il valore raccomandato.
8.3.4 (1)	Nota 1	Si adottano i valori raccomandati.
8.4.2 (1)	Nota 1	Non si forniscono regole semplificate.
ANNEX A, B, C, D, E, F		Le Appendici A, B, C, D, E, F possono essere utilizzate come informative e limitatamente agli scopi indicati nelle Appendici stesse, in quanto contenenti informazioni aggiuntive non contraddittorie con il testo dell'EN 1991-1-4.

# *The European Union*

## EDICT OF GOVERNMENT

In order to promote public education and public safety, equal justice for all, a better informed citizenry, the rule of law, world trade and world peace, this legal document is hereby made available on a noncommercial basis, as it is the right of all humans to know and speak the laws that govern them.

EN 1991-1-4 (2005) (English): Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-4: General actions - Wind actions  
[Authority: The European Union Per Regulation 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC]

## Sezione 3      Modelli di azione del vento

### 3.1      *Natura*

Le azioni del vento mutano con il tempo e agiscono direttamente come le pressioni sulle superfici esterne di strutture chiuse. Inoltre, a causa della porosità della superficie esterna, agiscono indirettamente sulle superfici interne. Esse possono anche agire direttamente sulle superfici interne delle strutture aperte. Le pressioni agiscono sulla superficie perpendicolare alle direzioni del vento della struttura e su quelle di singoli componenti. In aggiunta, quando grandi porzioni delle strutture sono battute dal vento, lavorano tangenzialmente alla superficie producendo delle forze di attrito che possono essere significative.

### 3.2      *Rappresentazione delle azioni del vento*

L'azione del vento è rappresentata da una serie di pressioni o forze semplificate i cui effetti sono equivalenti agli effetti estremi del vento turbolento.

### 3.3      *Classificazione delle azioni del vento*

Salvo diversa specificazione, le azioni del vento dovrebbero essere classificate azioni variabili, libere, vedi EN 1990, 4.1.1

### 3.4      *Valori caratteristici*

Le azioni del vento calcolate utilizzando EN 1991-1-4 sono valori caratteristici (vedi EN 1990, 4.1.2). Essi sono derivati dai valori base della velocità del vento o della pressione del vento. In accordo con EN 1990 4.1.2 (7)P i valori base sono valori caratteristici che hanno la probabilità di eccedere annualmente di 0,02, che è equivalente ad un media di ritorno in un periodo di 50 anni.

NOTA tutti i coefficienti o modelli, per derivare le azioni del vento dai valori di base, sono scelti in maniera tale che le probabilità delle azioni del vento calcolate non eccedano le probabilità dei valori di base

### 3.5      *Modelli*

(1) Gli effetti del vento sulle strutture (per esempio la risposta delle strutture) dipende dalla dimensione, dalla forma e dalle proprietà dinamiche della struttura. Questa parte copre la risposta dinamica dovuta in risonanza alla turbolenza nel lungo periodo del vento con le vibrazioni

## Sezione 4 Velocità del vento e pressione della velocità

### 4.1 Basi per il calcolo

(1) La velocità del vento e la pressione di velocità sono formate da una componente media ed una variabile

La velocità media del vento  $v_m$  dovrebbe essere determinata dalla velocità di base del vento  $v_b$  che dipende dal clima del vento come descritto in 4.2, e dalle variazioni in altezza del vento dovute alla classe di rugosità del terreno ed alla conformazione orografica come descritto in 4.3. Il picco di pressione della velocità è determinato in 4.5.

La componente variabile del vento è rappresentata dall'intensità di turbolenza definita in 4.4.

NOTA gli allegati ANNEX nazionali potrebbero fornire informazioni sul clima del Paese tramite le quali la velocità media del vento  $v_m$  il picco della pressione di velocità  $q_p$  e gli ulteriori valori possono essere ottenuti dalle categorie delle aree considerate.

### 4.2 Valori di base

(1)P Il valore fondamentale della velocità di base del vento,  $v_{b,0}$ , è la media di 10 minuti di misura della velocità del vento, indipendentemente dalla direzione del vento e dal periodo dell'anno, a 10 metri da terra effettuata in zona aperta con vegetazione bassa, ad esempio erba, e ostacoli isolati e separati da una distanza di almeno 20 volte la loro altezza.

NOTA 1 questo tipo di area corrisponde all'area di categoria II nella tabella 4.1

NOTA 2 il valore fondamentale della velocità del vento,  $v_{b,0}$ , può essere fornito nell'allegato ANNEX nazionale

(2)P La velocità base del vento è da calcolare dall'espressione (4.1):

$$v_b = C_{dir} * C_{season} * v_{b,0}$$

dove:

$v_b$  è la velocità base del vento, definita come una funzione della direzione del vento in un periodo dell'anno a 10 m dalla superficie del terreno in un'area di tipo II

$v_{b,0}$  è il valore fondamentale di base della velocità del vento, vedi (1)P

$C_{dir}$  è il fattore di direzione, vedi NOTA 2

$C_{season}$  è il fattore stagionale, vedi NOTA 3

NOTA 1 dove l'influenza dell'altitudine sulla velocità di base del vento  $v_b$  non è inclusa nello specifico valore fondamentale  $v_{b,0}$  l'allegato ANNEX nazionale può fornire la procedura per tenerne conto

- NOTA 2 il valore del fattore di direzione,  $c_{dir}$ , per le diverse direzioni del vento può essere reperito nell'allegato ANNEX nazionale. Il valore raccomandato è 1,0.
- NOTA 3 il valore stagionale,  $c_{season}$ , può essere reperito nell'allegato ANNEX nazionale. Il valore raccomandato è 1,0.
- NOTA 4 la media della velocità del vento di 10 minuti avendo la probabilità  $p$  di essere superata ogni anno è calcolata moltiplicando la velocità di base  $v_b$  calcolata come in 4.2(2)P per il fattore di probabilità,  $c_{prob}$ , dato dall'espressione (4.2). vedi anche EN 1991-1-6.

$$c_{prob} = \left\{ \frac{1 - K * \ln(-\ln(1-p))}{1 - K * \ln(-\ln(0,98))} \right\}^n$$

(4.2)

dove

- K è il coefficiente della forma che dipende dal coefficiente di variazione della distribuzione dei valori estremi
- n è l'esponente

- NOTA 5 i valori per K e n possono essere reperiti nell'allegato ANNEX nazionale. I valori raccomandati sono 0.2 per K e 0.5 per n.

(3) Per strutture temporanee e per tutte le strutture durante la fase di costruzione, il fattore stagionale  $c_{season}$  può essere usato. Per strutture trasportabili, che possono essere usate in qualsiasi periodo dell'anno,  $c_{season}$  dovrebbe essere considerato pari a 1.0.

NOTA vedi anche EN 1991-1-6.

### 4.3 Media del vento

#### 4.3.1 Variazioni in funzione dell'altezza

(1) La velocità media del vento  $v_m(z)$  all'altezza da terra  $z$  dipende dalla rugosità del terreno e dalla sua orografia e dalla velocità di base del vento,  $v_b$ , e dovrebbe essere calcolata usando l'espressione (4.3):

$$v_m(z) = c_r(z) * c_o(z) * v_b$$

(4.3)

dove:

$c_r(z)$  è il fattore di rugosità del terreno, rilevabile in 4.3.2

$c_o(z)$  è il fattore orografico, assunto pari a 1.0 a meno di altre indicazioni specifiche in 4.3.3

NOTA 1 informazioni più specifiche sul valore di  $c_o$  possono essere contenute nell'allegato ANNEX nazionale. Se l'orografia è contenuta nella velocità base del vento il valore raccomandato è 1.0

NOTA 2 tabelle o planimetrie di riferimento per  $v_m(z)$  possono essere contenute nell'allegato ANNEX nazionale

Occorre considerare l'influenza delle strutture vicine nella valutazione della velocità del vento (vedi 4.3.4)

#### 4.3.2 Rugosità del terreno

(1) Il fattore di rugosità,  $c_r(z)$ , influenza la variabilità della velocità media del vento dell'area sulla struttura a seconda:  
dell'altezza rispetto al terreno  
della rugosità del terreno sopravvento alle strutture in funzione della direzione del vento considerata

NOTA la procedura per determinare  $c_r(z)$  può essere fornita dall'allegato ANNEX nazionale. La procedura raccomandata per determinare il fattore di rugosità del terreno all'altezza  $z$  è fornita dall'espressione (4.4) ed è basata su un profilo logaritmico della velocità:

$$\begin{aligned} c_r(z) &= k_r * \ln \left\{ \frac{z}{z_0} \right\} && \text{per } z_{min} \leq z \leq z_{max} && (4.4) \\ c_r &= c_r(z_{min}) && \text{per } z \leq z_{min} \end{aligned}$$

dove

$z_0$  è la lunghezza della rugosità  
 $k_r$  fattore del terreno che dipende dalla lunghezza di rugosità  $z_0$  calcolata usando

$$k_r = 0,19 * \left( \frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} \quad (4.5)$$

dove:

$z_{0,II}$  = 0,05 m (categoria del terreno II, tabella 4.1)  
 $z_{min}$  è l'altezza minima descritta nella tabella 4.1  
 $z_{max}$  è valutata a 200 m

$z_0$ ,  $z_{min}$  dipendono dalla categoria del terreno. Il valore raccomandato è fornito in tabella 4.1 che comprende 5 categorie di terreno di riferimento

L'espressione (4.4) è valida quando l'estrema distanza della rugosità uniforme del terreno è abbastanza lunga da stabilire un profilo esaustivo, vedi (2)

<b>Categoria del terreno</b>	<b>Z<sub>0</sub> m</b>	<b>Z<sub>min</sub> m</b>
<b>0</b> Mare o aree costiere esposte al mare aperto	0,003	1
<b>I</b> Laghi o aree pianeggianti ed orizzontali con vegetazione scarsa e prive di ostacoli	0,01	1
<b>II</b> Aree con vegetazione bassa come erba e ostacoli isolati e separati da distanze pari a almeno 20 volte la loro altezza	0,05	2
<b>III</b> Aree con coperture regolari di vegetazione o edifici o con ostacoli isolati e separati fra loro con distanze minori di 20 volte la loro altezza, ad esempio villaggi, aree suburbane, foreste perenni	0,3	5
<b>IV</b> Aree dove almeno il 15% della superficie è occupato da edifici e la loro altezza media supera i 15 m	1,0	10
NOTA: le categorie del terreno sono descritte in A1		

**Tabella 4.1 categorie del terreno e parametri del terreno**

(2) La rugosità del terreno utilizzata per una precisa direzione del vento dipende dalla rugosità della superficie e dalla estensione delle aree con rugosità uniforme in un settore angolare attorno alla direzione del vento. Piccole aree (meno del 10% dell'intera area considerata) con variazioni di rugosità possono essere ignorate. Vedi la figura 4.1.

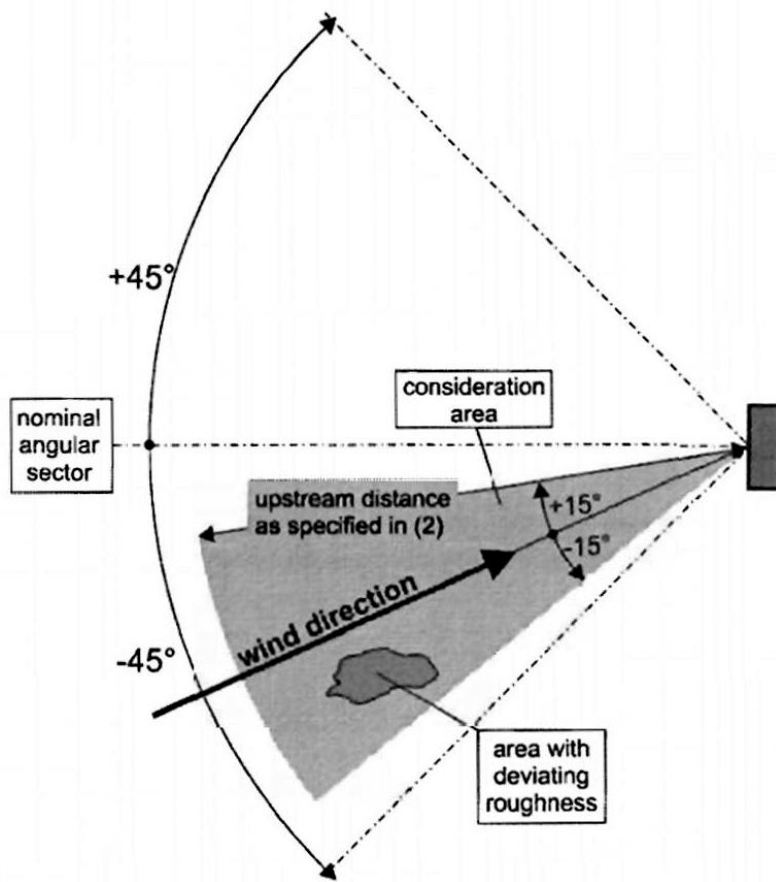


Figura 4.1 - valutazione della rugosità del terreno

NOTA L'allegato ANNEX nazionale può contenere le definizioni del settore angolare e della distanza a monte. Il valore raccomandato del settore angolare può essere preso come il settore angolare di 30° entro  $\pm 15^\circ$  dalla direzione del vento. Il valore raccomandato per la distanza a monte può essere ottenuto da A.2.

(3) quando è definito un coefficiente di pressione o di forza per un settore angolare nominale, la più bassa lunghezza di rugosità all'interno di qualsiasi settore angolare di 30° del vento dovrebbe essere usata.

(4) quando c'è la scelta tra 2 o più categorie di terreno nella definizione di una certa area, allora dovrebbe essere usata l'area con la lunghezza di rugosità più bassa.

#### 4.3.3 orografia del terreno

(1) Laddove l'orografia (ad es. colline, scogliere ecc.) aumenta le velocità del vento di oltre il 5%, gli effetti devono essere presi in considerazione utilizzando il fattore orografia  $C_o$ .

NOTA La procedura da utilizzare per determinare  $C_o$  può essere indicata nell'allegato nazionale. La procedura raccomandata è indicata in A.3

(2) Gli effetti dell'orografia possono essere trascurati quando la pendenza media del terreno controvento è inferiore a 3°. Il terreno controvento può essere considerato fino a una distanza di 10 volte l'altezza della caratteristica orografica isolata.

#### 4.3.4 edifici ed ostacoli ravvicinati

(1) L'effetto di edifici ravvicinati e altri ostacoli può essere preso in considerazione.

NOTA L'allegato nazionale può prevedere una procedura. Una prima approssimazione raccomandata è data in A.5. In terreni accidentati gli edifici ravvicinati modificano il flusso medio del vento vicino al suolo, come se il livello del suolo fosse elevato a un'altezza chiamata altezza di spostamento  $h_{dis}$

#### 4.4 turbolenza del vento

(1) L'intensità di turbolenza  $I_v(z)$  all'altezza  $z$  è definita come la deviazione standard della turbolenza divisa per la velocità media del vento.

NOTA 1 La componente turbolenta della velocità del vento ha un valore medio di 0 e una deviazione standard  $\sigma_v$ . La deviazione standard della turbolenza  $\sigma_v$  può essere determinata usando l'Espressione (4.6).

$$\sigma_v = k_r \cdot v_b \cdot k_t \quad (4.6)$$

Per il fattore terreno  $k_r$  vedi espressione (4.5), per la velocità del vento di base  $V_b$  vedi espressione (4.1) e per il fattore di turbolenza  $k_t$  vedi NOTA 2.

NOTA 2 Le regole raccomandate per la determinazione di  $I_v(z)$  sono riportate nell'espressione (4.7).

$$l_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_t}{c_o(z) \cdot \ln(z/z_0)} \quad \text{for} \quad z_{\min} \leq z \leq z_{\max} \quad (4.7)$$

$$l_v(z) = l_v(z_{\min}) \quad \text{for} \quad z < z_{\min}$$

dove:

$k_t$  è il fattore di turbolenza. Il fattore di turbolenza  $k_t$  può essere reperito nell'allegato ANNEX nazionale.

Il valore raccomandato per  $k_t$  è 1,0.

$C_o$  è il fattore di orografia come descritto in 4.3.3

$z_0$  è la lunghezza della rugosità, indicata nella Tabella 4.1

#### 4.5 pressione di picco di velocità

(1) È necessario determinare la pressione della velocità di picco  $q_p(z)$  all'altezza  $z$ , che comprende le fluttuazioni della velocità media e a breve termine.

NOTA 1 L'allegato ANNEX nazionale può fornire regole per la determinazione di  $q_p(z)$ . La regola consigliata è indicata nell'espressione (4.8).

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot l_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b \quad (4.8)$$

dove

$\rho$  è la densità dell'aria, che dipende dall'altitudine, dalla temperatura e dalla pressione barometrica previste in quella zona durante i temporali

$c_e(z)$  è il fattore di esposizione indicato nell'espressione (4.9)

$$c_e(z) = \frac{q_p(z)}{q_b} \quad (4.9)$$

$Q_b$  è la pressione di velocità di base indicata nell'espressione (4.10)

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \quad (4.10)$$

NOTA 2 i valori di  $\rho$  possono essere indicati nell'allegato ANNEX nazionale. Il valore raccomandato è 1,25 kg / m<sup>3</sup>

NOTA 3 il valore 7 nell'espressione (4.8) si basa su un fattore di picco pari a 3,5 ed è coerente con i valori dei coefficienti di pressione e forza nella Sezione 7.

sopra il terreno e in funzione della categoria del terreno definita nella Tabella 4.1 Per terreni piatti in cui  $c_o(z) = 1,0$  (vedere 4.3.3), il fattore di esposizione  $c_e(z)$  è illustrato nella Figura 4.2 in funzione dell'altezza

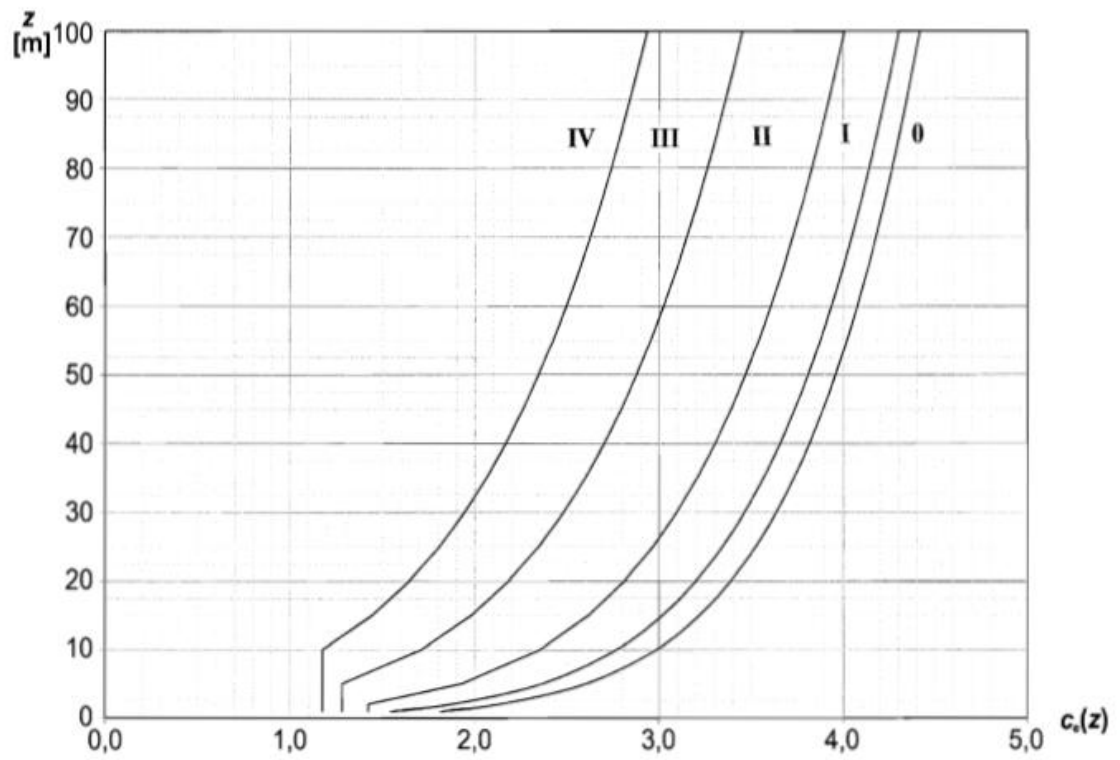


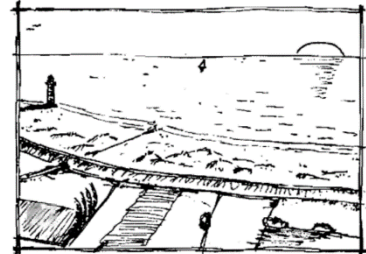
Figura 4.2 - rappresentazione grafica del fattore di esposizione  $c_e(z)$  per  $c_0 = 1,0$ ,  $k_1 = 1,0$

## AnnexA (informativa) - Effetti del terreno

### A.1 Esempio illustrato della rugosità di superficie di ciascuna categoria del terreno

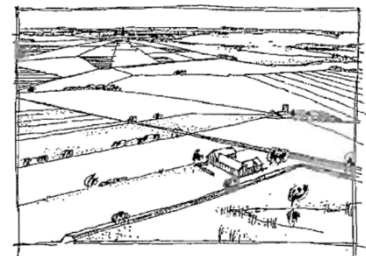
#### Terreno categoria 0

Mare, aree costiere esposte al mare aperto



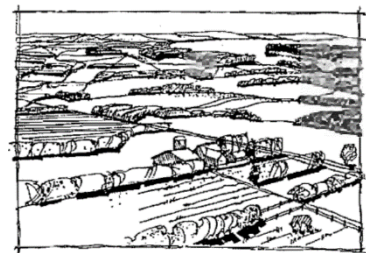
#### Terreno categoria I

Laghi o aree con vegetazione trascurabile e prive di ostacoli



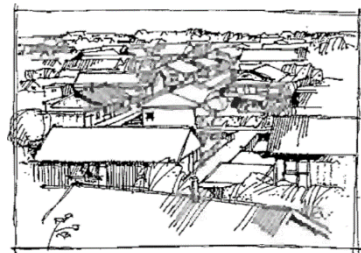
#### Terreno categoria II

Aree con vegetazione bassa come prati e ostacoli isolati (alberi, edifici) con distanze di separazione pari almeno a 20 volte la loro altezza



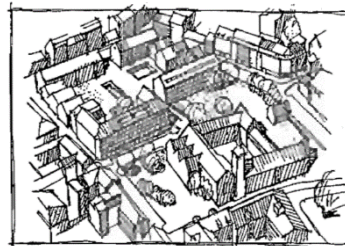
#### Terreno categoria III

Aree coperta con regolarità da vegetazione o edifici o con ostacoli isolati con distanze di separazione inferiori a 20 volte la loro altezza (villaggi e paesi, terreni suburbani, foreste perenni)



### **Terreno categoria IV**

Aree coperta per almeno il 15% della superficie da edifici la cui altezza media sia superiore a 15 m



### **A.2 caratteristiche differenziali tra categorie di rugosità del terreno 0, I, II, III e IV**

(1) il passaggio tra le diverse categorie di rugosità è un elemento da considerare quando si calcolo  $q_p$  e  $c_s c_p$ .

NOTA La procedura da utilizzare può essere fornita dall'allegato ANNEX nazionale. Due procedure raccomandate, Procedura 1 e Procedura 2, sono allegate qui di seguito:

#### **Procedura 1**

Se la struttura è collocata vicina ad un cambiamento di rugosità del terreno ad una distanza da questa:

- meno di 2 km dalla superficie più liscia di categoria 0
  - meno di 1 km dalla superficie più liscia delle categorie comprese tra I e III
- è bene usare la categoria con minore rugosità nella direzione sottovento.

Piccole superfici (inferiori al 10% dell'area in esame) con rugosità diversa possono essere ignorate.

#### **Procedura 2**

a) stabilire la categoria di rugosità del terreno a monte compreso nel settore angolare in esame

b) determinare per ciascun settore angolare la distanza "x" dall'edificio al cambiamento di rugosità a monte

c) se la distanza "x" dall'edificio al terreno con la minor lunghezza di rugosità è inferiore del valore riportato in tabella A.1, allora dovrebbe essere assunto il valore più basso di lunghezza della rugosità per il settore angolare in esame. Se la distanza "x" è maggiore di quella riportata in tabella A.1, dovrebbe essere usato il valore più alto di lunghezza della rugosità.

Piccole superfici (inferiori al 10% dell'area in esame) con rugosità diversa possono essere ignorate.

Nei casi in cui nessuna distanza "x" fosse riportata in tabella A.1 o per altezze superiori a 50 m, la minor lunghezza di rugosità dovrebbe essere usata.

Nei casi in cui i valori di altezza "z" fossero intermedi, può essere usata un'interpolazione lineare.

Un edificio in un terreno classificato in una categoria può essere calcolato come se fosse in una categoria più bassa se è collocato entro le distanze limite definite in tabella A.1.

**Table A.1 — Distance  $x$**

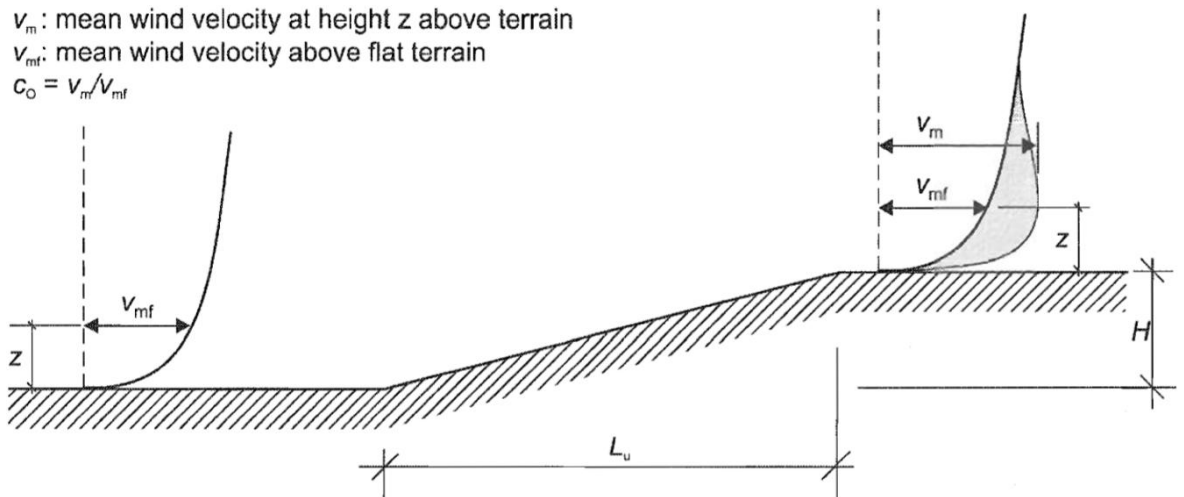
Height $z$	I to II	I to III
5 m	0,50 km	5,00 km
7 m	1,00 km	10,00 km
10 m	2,00 km	20,00 km
15 m	5,00 km	
20 m	12,00 km	
30 m	20,00 km	
50 m	50,00 km	

Height $z$	II to III	II to IV
5 m	0,30 km	2,00 km
7 m	0,50 km	3,50 km
10 m	1,00 km	7,00 km
15 m	3,00 km	20,00 km
20 m	7,00 km	
30 m	10,00 km	
50 m	30,00 km	

Height $z$	III to IV
5 m	0,20 km
7 m	0,35 km
10 m	0,70 km
15 m	2,00 km
20 m	4,50 km
30 m	7,00 km
50 m	20,00 km

### A.3 Calcoli numerici dei coefficienti di orografia

(1) Su colline e creste isolate o scogliere e scarpate si verificano velocità del vento diverse a seconda della pendenza a monte  $\phi = H/L_u$  nella direzione del vento, dove l'altezza  $H$  e la lunghezza  $L_u$  sono definite nella Figura A. 1.



$V_m$	:	velocità media del vento all'altezza $z$ dal terreno
$V_{mf}$	:	velocità media del vento su terreno pianeggiante
$C_o$	:	$V_m/V_{mf}$

**Figura A.1 - Illustrazione dell'aumento delle velocità del vento sull'orografia**

(2) L'aumento maggiore delle velocità del vento si verifica vicino alla cima della pendenza ed è determinato dal fattore di orografia  $C_o$ , vedere la Figura A.1. La pendenza non ha alcun effetto significativo sulla deviazione standard della turbolenza definita in 4.4 (1).

NOTA L'intensità della turbolenza diminuirà all'aumentare della velocità del vento e dell'uguale valore per la deviazione standard

(3) Il fattore di orografia,  $C_o(z) = V_m/V_{mf}$  rappresenta l'aumento della velocità media del vento su colline e scarpate isolate (regioni non ondulate e montuose). È correlato alla velocità del vento alla base della collina o scarpata. Gli effetti dell'orografia dovrebbero essere presi in considerazione nelle seguenti situazioni:

- per siti su pendii sopravvento di colline e creste:
  - dove  $0,05 < \phi \leq 0,3$  e  $|x| \leq L_u/2$
- per siti su pendii sottovento di colline e creste:
  - dove  $\phi < 0,3$  e  $x < L_u/2$
  - dove  $\phi \geq 0,3$  e  $x < 1,6 H$

- c) per siti su pendii sopravvento di scogliere e scarpate:  
 - dove  $0,05 < \phi \leq 0,3$  e  $|x| \leq L_u/2$
- d) per siti su pendii sottovento di colline e creste  
 - dove  $\phi < 0,3$  e  $x < 1,5 L_e$   
 - dove  $\phi \geq 0,3$  e  $x < 5 H$

E' definito da:

$$c_o = 1 \quad \text{per } \phi < 0,05 \quad \text{(A.1)}$$

$$c_o = 1 + 2 * s * \phi \quad \text{per } 0,3 < \phi < 0,05 \quad \text{(A.2)}$$

$$c_o = 0,6 * s \quad \text{per } \phi > 0,3 \quad \text{(A.3)}$$

dove:

s è il fattore di posizione orografica, lo si ottiene dalla Figura A.2 o dalla Figura A.3 ridimensionato in base alla lunghezza effettiva della lunghezza del pendio controvento,  $L_e$

$\phi$  è la pendenza sopravvento  $H/L_u$  nella direzione del vento (vedi Figura A.2 e Figura A.3)

$L_e$  è la lunghezza effettiva della pendenza sopravvento, definita nella Tabella A.2

$L_u$  è la lunghezza effettiva della pendenza sopravvento nella direzione del vento

$L_d$  è la lunghezza effettiva della pendenza sottovento nella direzione del vento

H è la differenza effettiva di livello

x è la distanza orizzontale del sito dalla cima della cresta

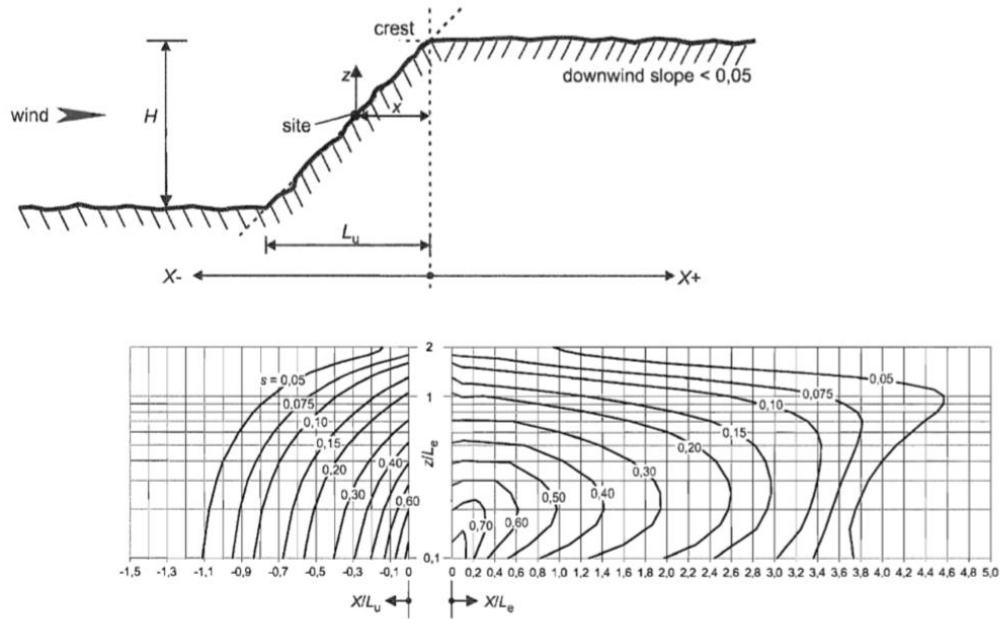
z è l'altezza verticale dal livello del suolo al sito

**Tabella A.2 - valori di lunghezza effettiva  $L_e$**

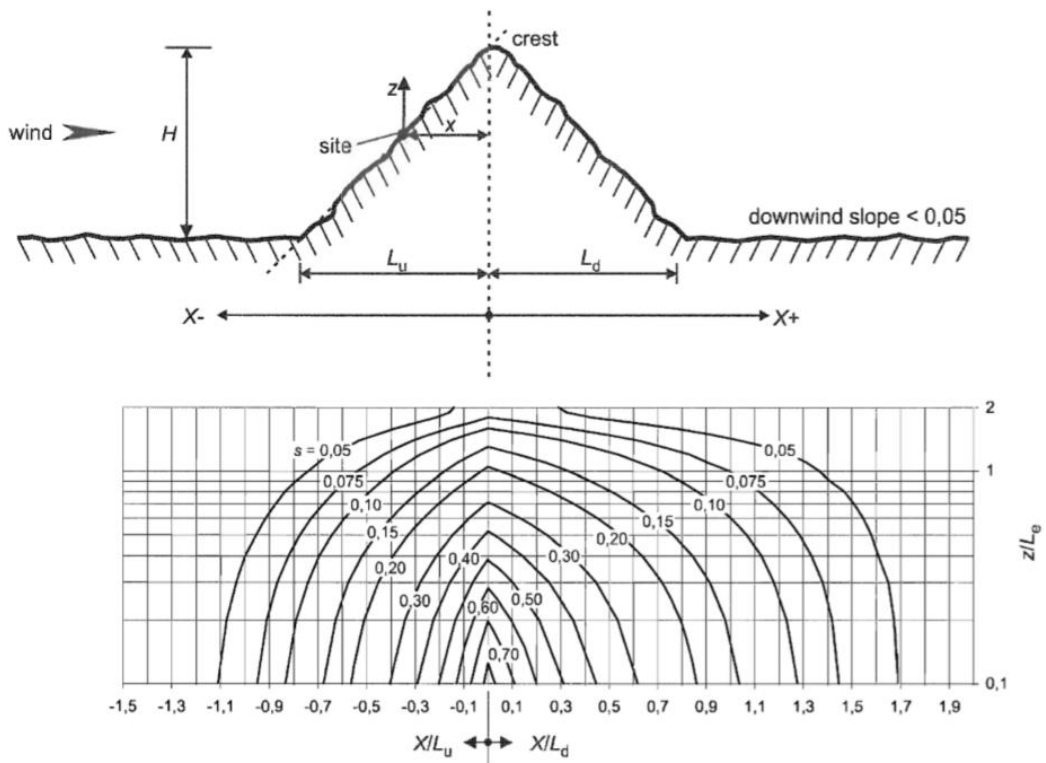
Tipo di pendenza ( $\phi = H/L_u$ )	
Pianeggiante ( $0,05 < \phi < 0,3$ )	Ripida ( $\phi > 0,3$ )
$L_e = L_u$	$L_e = H/0,3$

NOTA I grafici calcolati nelle Figure A.2 e A.3 superano l'area di applicazione come definita sopra. La considerazione degli effetti orografici oltre questi limiti è facoltativa.

(4) Nelle valli,  $C_o(z)$  può essere impostato a 1,0 se non ci si può aspettare una accelerazione a causa di effetti di canalizzazione. Per le strutture situate all'interno o per i ponti che attraversano le valli scoscese, occorre prestare attenzione a qualsiasi aumento della velocità del vento causata dall'effetto imbuto.



**Figura A.2 - Fattore s per scogliere e scarpate**



**Figura A.3 - Fattore s per colline e creste**

(5) Le espressioni da AA a A.7 e A.11 possono essere utilizzate per calcolare il valore del fattore di posizione orografica, s. Poiché tali espressioni sono empiriche, è molto importante che i valori dei parametri utilizzati debbano essere limitati agli intervalli indicati, altrimenti verranno generati valori non validi

a) sezione controvento per tutta l'orografia (figure A.2 e A.3):

per l'intervallo

$$-1,5 \leq \frac{X}{L_u} \leq 0 \text{ and } 0 \leq \frac{Z}{L_e} \leq 2,0$$

assumi:

$$s = A \cdot e^{\left(\frac{B \cdot X}{L_u}\right)} \quad (\text{A.4})$$

dove:

$$A = 0,1552 \cdot \left(\frac{Z}{L_e}\right)^4 - 0,8575 \cdot \left(\frac{Z}{L_e}\right)^3 + 1,8133 \cdot \left(\frac{Z}{L_e}\right)^2 - 1,9115 \cdot \left(\frac{Z}{L_e}\right) + 1,0124 \quad (\text{A.5})$$

e

$$B = 0,3542 \cdot \left(\frac{Z}{L_e}\right)^2 - 1,0577 \cdot \left(\frac{Z}{L_e}\right) + 2,6456 \quad (\text{A.6})$$

quando:

$$\frac{X}{L_u} < -1,5 \text{ or } \frac{Z}{L_e} > 2$$

assumi

$$s = 0$$

b) sezione sottovento per scogliere e scarpate (Figura A.2):

per l'intervallo

$$0,1 \leq \frac{X}{L_e} \leq 3,5 \text{ and } 0,1 \leq \frac{Z}{L_e} \leq 2,0$$

assumi:

$$s = A \cdot \left(\log\left[\frac{X}{L_e}\right]\right)^2 + B \cdot \left(\log\left[\frac{X}{L_e}\right]\right) + C \quad (\text{A.7})$$

dove:

$$A = -1,3420 \cdot \left(\log\left[\frac{Z}{L_e}\right]\right)^3 - 0,8222 \cdot \left(\log\left[\frac{Z}{L_e}\right]\right)^2 + 0,4609 \cdot \log\left[\frac{Z}{L_e}\right] - 0,0791 \quad (\text{A.8})$$

$$B = -1,0196 \cdot \left(\log\left[\frac{Z}{L_e}\right]\right)^3 - 0,8910 \cdot \left(\log\left[\frac{Z}{L_e}\right]\right)^2 + 0,5343 \cdot \log\left[\frac{Z}{L_e}\right] - 0,1156 \quad (\text{A.9})$$

e

$$C = 0,8030 \cdot \left(\log\left[\frac{Z}{L_e}\right]\right)^3 + 0,4236 \cdot \left(\log\left[\frac{Z}{L_e}\right]\right)^2 - 0,5738 \cdot \log\left[\frac{Z}{L_e}\right] + 0,1606 \quad (\text{A.10})$$

per l'intervallo

$$0 \leq \frac{X}{L_e} \leq 0,1 ,$$

interpolare tra i valori di

$$\frac{X}{L_e} = 0 \text{ (s = A in Expression A.5) and } \frac{X}{L_e} = 0,1.$$

when:  $\frac{Z}{L_e} < 0,1$  use the values for  $\frac{Z}{L_e} = 0,1$ .

**AC2** when:  $\frac{X}{L_e} > 3,5$  or  $\frac{Z}{L_e} > 2,0$  take the value  $s = 0$  **AC2**

c) sezione sottovento per colline e creste (Figura A.3):

per l'intervallo

$$0 \leq \frac{X}{L_d} \leq 2,0 \text{ and } 0 \leq \frac{Z}{L_e} \leq 2,0$$

assumere:

$$s = A \cdot e^{\left(B \cdot \frac{X}{L_d}\right)} \tag{A.11}$$

dove

$$A = 0,1552 \cdot \left(\frac{Z}{L_e}\right)^4 - 0,8575 \cdot \left(\frac{Z}{L_e}\right)^3 + 1,8133 \cdot \left(\frac{Z}{L_e}\right)^2 - 1,9115 \cdot \left(\frac{Z}{L_e}\right) + 1,0124 \tag{A.12}$$

e

$$B = -0,3056 \cdot \left(\frac{Z}{L_e}\right)^2 + 1,0212 \cdot \left(\frac{Z}{L_e}\right) - 1,7637 \tag{A.13}$$

quando

$$\frac{X}{L_d} > 2,0 \text{ or } \frac{Z}{L_e} > 2,0$$

assumere

$$s = 0$$



NOTA le espressioni A.5 e A. 12 sono identiche.

Base wind values in m/s. <sup>2</sup>

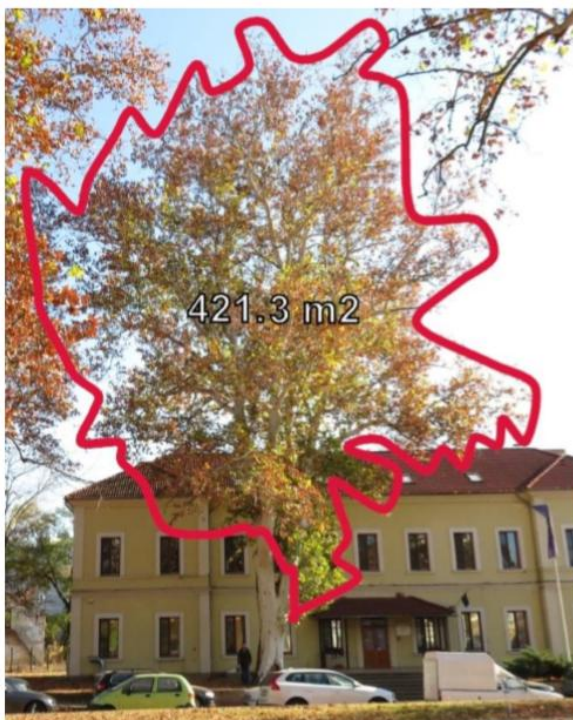





<sup>2</sup> S. O. Hansen, Svend Ole Hansen: EN 1991-1-4, Presentation on Common standards to improve competitiveness of construction industry IP/08/259, 19 February 2008; available: [https://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/doc/WS2008/EN1991\\_4\\_Hansen.pdf](https://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/doc/WS2008/EN1991_4_Hansen.pdf) at 29.03.2019.

## Chioma







- Occorre definire la chioma per effettuare i calcoli di carico. Utilizzando il modello di carico del vento UNIFORM ci sono tre possibilità per inserire questi dati; “Manuale”, “Da calcolatrice” e “Da fotografia”. L'opzione "Manuale" è disponibile solo per i calcoli UNIFORM.
  - Scegliendo l'inserimento di dati "Manuale", occorre indicare il valore della superficie della sezione della chioma, l'altezza dell'albero, l'altezza del centro della chioma e del suo punto più basso (“H inserimento chioma”), cioè dove inizia la corona. Tutti questi dati sono necessari e influenzano il calcolo del fattore di sicurezza.
- L'inserimento dei dati “Da calcolatrice” è disponibile con entrambe le normative di riferimento e le modalità sono  molto simili
  - Per utilizzare questa modalità premere il  tasto. Si apre una finestra che guida nell'inserimento dei valori di larghezza ed altezza della chioma, inoltre offre la possibilità di selezionare la forma geometrica più simile a quella della chioma. E' la semplice applicazione delle formule matematiche (ad esempio base x altezza) con cui si calcolano le superfici delle figure geometriche piane. Quando ci si riferisce alla normativa UNIFORM è anche possibile utilizzare un fattore di correzione personalizzato.
  - L'altezza del centro della chioma occorre indicarlo quando si usa la normativa UNIFORM (quando si utilizza la normativa EN1991, questo viene calcolato automaticamente dal software). Attenzione che occorre indicare l'altezza del centro della chioma, non il centro dell'intero albero.
  - “ H inserimento chioma” indica il punto più basso della chioma, cioè a che livello s'inseriscono i rami più bassi.
- “Da fotografia” è l'opzione che consente di inserire le misure dell'albero tramite una sua fotografia.

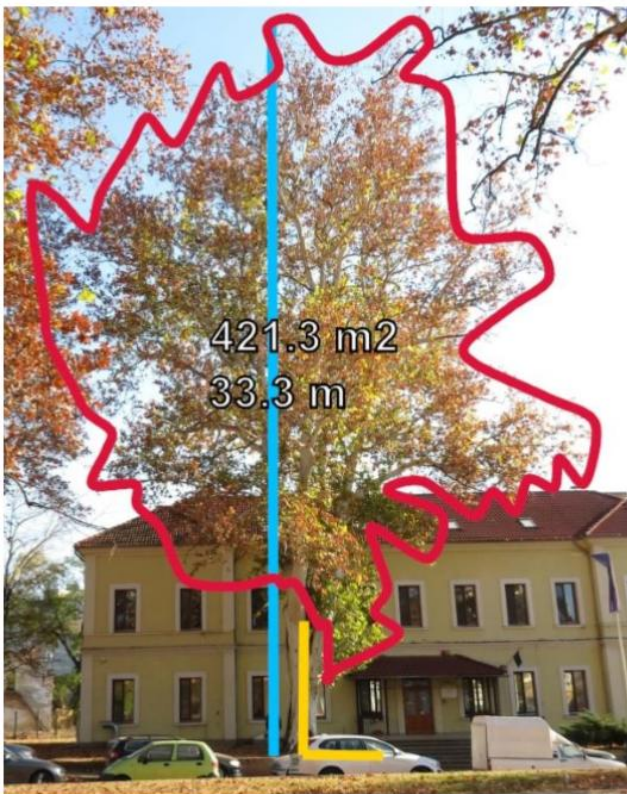
La fotografia occorre riprenda l'intero albero. Si consiglia di scattare la fotografia da una distanza tale da ridurre al minimo le distorsioni. Dopo l'apertura della fotografia è necessario contornare la chioma per calcolarne la superficie, indicare un'altezza di riferimento e marcare graficamente l'inclinazione del fusto.



- Nella sezione “valutazioni” si preme il  tasto presente nel riquadro “contenitore d'immagini”, in questo modo è possibile reperire da qualsiasi cartella il file d'immagine con la fotografia dell'albero salvata in precedenza, e quindi aprirlo in questa sezione. Nel caso l'albero fosse inclinato è opportuno fotografarlo in maniera tale da evidenziare la sua pendenza. Dopo aver  selezionato la fotografia ed averla aperta è conveniente premere il tasto  così da ridurre il riquadro

“contenitore d’immagini” e lasciare più spazio alla fotografia stessa. (Nota: è possibile inserire tutti i parametri necessari anche senza una fotografia, contrassegnare le dimensioni tramite una fotografia è un'opzione per rendere il processo più conveniente.)

- Premere il tasto , quindi marcare il profilo della chioma. ATTENZIONE CONTORNARE SOLO LA CHIOMA, (l'area relativa al tronco è calcolata dal software tramite le misure della sezione tomografata e dai dati di altezza inseriti). Fare  clic una sola volta per ciascun punto. La chiusura della curva e il segno finale  sono determinati facendo clic 2 volte sullo stesso pulsante.
- Premere il  tasto appare un puntatore che occorre fissare, tramite un clic, alla base di  una figura di cui si conosce l'esatta altezza, quindi elevare la linea azzurra che compare fino all'altezza nota della figura e fissarla tramite un secondo clic. Al centro della linea azzurra compaiono 3 punti interrogativi (“???”) sottolineati, premerli per far apparire una finestra in cui riportare in metri (quando si usa il sistema metrico) l'esatta altezza della figura marcata. La figura usata come riferimento (un palo, una persona, un oggetto, ecc) occorre sia alla stessa distanza dalla macchina fotografica dell'albero. Ottimale è conoscere l'altezza dell'albero, oppure marcare un punto di riferimento su di esso, ed utilizzare questi come informazione di misura.
- Il tasto  lo s'impiega per stabilire i gradi d'inclinazione del fusto. Compare un marcatore quadrato che si fissa, tramite un clic, alla base del tronco dell'albero, di seguito si profila una linea gialla con un marcatore tondo al suo estremo che si punta, percorrendolo, sopra il tronco nella sua direzione, con un secondo clic. Una seconda linea gialla si origina dalla base del tronco a sua volta con un marcatore tondo all'estremità e che occorre sovrapporre al profilo orizzontale del terreno, fissandola con un ulteriore clic. In questo modo si segna l'angolo di inclinazione dell'albero. (I punti possono essere spostati con il mouse. Se è impossibile prevedere l'inclinazione effettiva dalla foto, è possibile modificare manualmente i dati. Il programma di solito può gestire anche le immagini ruotate, ma prestare molta attenzione in questi casi. Si consiglia di ruotare l'immagine in posizione eretta prima di aprirli nel programma ArborSonic.)



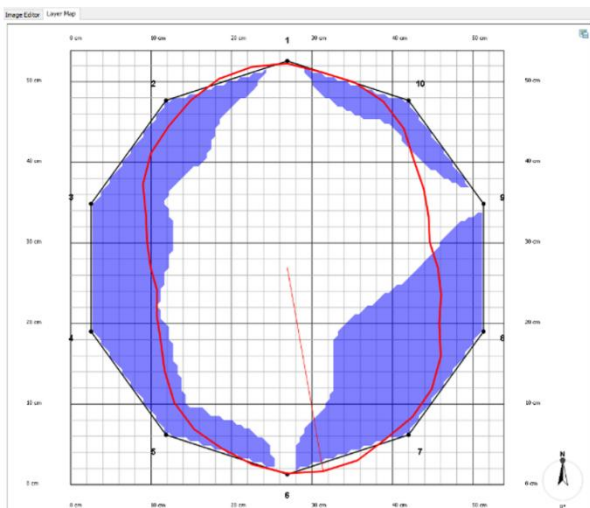
Un marcatore quadrato che si fissa, tramite un clic, alla base del tronco dell'albero, di seguito si profila una linea gialla con un marcatore tondo al suo estremo che si punta, percorrendolo, sopra il tronco nella sua direzione, con un secondo clic. Una seconda linea gialla si origina dalla base del tronco a sua volta con un marcatore tondo all'estremità e che occorre sovrapporre al profilo orizzontale del terreno, fissandola con un ulteriore clic. In questo modo si segna l'angolo di inclinazione dell'albero. (I punti possono essere spostati con il mouse. Se è impossibile prevedere l'inclinazione effettiva dalla foto, è possibile modificare manualmente i dati. Il programma di solito può gestire anche le immagini ruotate, ma prestare molta attenzione in questi casi. Si consiglia di ruotare l'immagine in posizione eretta prima di aprirli nel programma ArborSonic.)

○ La superficie della sezione della chioma, le altezze di riferimento e l'inclinazione del tronco devono essere marcati affinché il software possa effettuare i calcoli. Se manca uno di questi, non è possibile che stimi il fattore di sicurezza.

- I pulsanti nell'angolo in basso a destra possono essere utilizzati per ingrandire e rimpicciolire la fotografia e ricolorare l'immagine (ad esempio stampare in bianco e nero le fotografie)

## Fusto

- Il primo parametro è l'angolo di inclinazione che può anche essere calcolato dalla fotografia. 90° (gradi) significano un tronco esattamente verticale.
- L'inclinazione del fusto può essere introdotta o variata manualmente.
- La direzione dell'inclinazione del fusto deve essere impostata. La direzione di inclinazione non può essere stabilita tramite la fotografia, deve sempre essere fornita manualmente. E' possibile selezionare un'opzione (Nord, Nord Est, Est, ...) oppure la direzione può essere indicata manualmente con la risoluzione di 1 grado. Grado zero significa Nord, 90 gradi significa Est.
- Nella parte superiore dello schermo, a destra, accanto a "Editor immagine", è presente la scheda "Mappa delle sezioni". Qui è possibile visualizzare le mappe semplificate delle tomografie.



○ Le aree in cui la velocità del suono è inferiore alla media dei valori minimi e massimi (vedere nella scheda "velocità onde", riquadri sotto "Velocità limiti") vengono visualizzate come aree bianche. Ciò si riferisce al legno danneggiato e decomposto che ha perso la sua capacità di carico. In questo modo sono evidenziate le aree di legno integro, colorate in blu, cioè quelle realmente e sicuramente percorse dalle onde sonore e coinvolte nel sostegno meccanico dell'albero.

○ Il colore blu si riferisce al legno in grado di sostenere i carichi.

○ Il programma prevede che il vento possa spirare da qualsiasi direzione, quindi le sollecitazioni meccaniche che appaiono vengono calcolate ogni settore di circonferenza di 5°. Questo è mostrato come un contorno rosso. La linea rossa dal centro al bordo mostra lo stress più elevato (il fattore di sicurezza è il valore stimato per la direzione più debole).

- Questa immagine fornisce utili informazioni sugli stress che agiscono sull'albero, ad esempio sulla direzione prevalente del vento che, in genere, coincide con il senso del diametro del settore di maggiore resistenza.
- Le mappe semplificate delle sezioni tomografate e le sollecitazioni calcolate per ciascuna di essa sono diverse fra di loro.

## Interpretazione dei risultati: albero, sezioni e dettagli di ciascuna sezione

- "Carico del vento" è la forza calcolata dal software, che agisce sulla chioma.
- "H centro della chioma" è l'altezza stimata del centro della chioma ed è una semplificazione, il modello Uniform utilizza questa altezza come punto di convergenza della forza del vento per calcolare il carico. Altezza simile viene calcolata per il carico del vento anche in EN1991.








- “Cw” è il coefficiente di aerodinamicità della corona, riportato in uno specifico database per ogni specie di albero.
- “Forza” è il limite di snervamento, cioè di resistenza, del legno del tronco, anch'esso ricavato da uno specifico database delle specie di alberi.
- La tabella riporta tutte le sezioni. La prima colonna riporta il nome della sezione, la seconda colonna le altezze delle sezioni rispetto al piano di campagna, come sono state inserite nella sezione “Posizione dei sensori”. La terza colonna indica la quantità percentuale di superficie non sana della sezione analizzata. Il Fattore di Sicurezza è riportato nella quarta colonna, mentre nella quinta è espresso un giudizio sintetico rispetto alla propensione alla frattura della sezione.

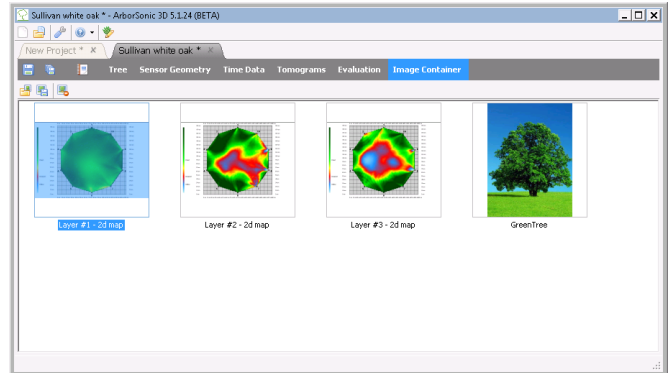
<b>SafetyFactor</b>	Meno di 50%	50% - 100%	100% - 150%	Sopra 150%
<b>Risk Rating</b>	<b>Extreme Risk</b>	<b>High Risk</b>	<b>Moderate Risk</b>	<b>Low Risk</b>

- Selezionando una sezione si ottengono maggiori informazioni dettagliate.
- “Avg T/R” è la media dello spessore della corona di legno sano rispetto all'intero raggio del tronco. Alcuni studi indicano come valore limite di sicurezza quello di circa 0,3. In ogni caso il “Fattore di sicurezza” non tiene conto di questo parametro ed è in questo ambito un'informazione aggiuntiva ma assolutamente distinta. La formula esatta è:  $AvgT/R = 1 - \sqrt{DecayedAreaRatio}$ .
- “Tree weight above layer” indica la stima del peso complessivo dell'albero sopra la sezione considerata.
- “M” è la torsione che risulta dalla combinazione del vento e della forza di gravità .
- “Massima tensione” è la massima tensione che risulta dalla combinazione della torsione e dal peso dell'albero rispetto alla sezione considerata.
- Il “Fattore di sicurezza” è il rapporto tra il valore “Forza” ottenuto dall'apposito database e riportato tra i dati ed il valore calcolato di “Massima tensione” moltiplicato per un fattore di correzione pari al 70%. La formula è:  $SF = 0.7 \frac{Strength}{MaxStress}$ . La formulazione di questo dato ha lo scopo di consentire al software di stimare il valore della forza a cui è sottoposto il tronco. Se questo valore supera il limite a cui può resistere la sezione di legno esaminata allora il tronco potrebbe spezzarsi.
- Tramite la normativa UNIFORM il fattore di sicurezza è calcolato per un albero in piedi da solo ed esposto all'effetto totale del vento. Gli alberi in gruppo e quelli vicini agli edifici, radicati nei parchi ed in ambiente urbano o simile, possono subire un'azione del vento mitigata quindi il fattore di sicurezza calcolato potrebbe essere più basso di quello reale. In alcuni casi gli alberi classificati pericolosi potrebbero essere ancora piuttosto sicuri. Per contro gli alberi radicati in ambienti in cui si forma una sorta d'effetto imbuto, vere e proprie gallerie del vento, potrebbero presentare un Fattore di Sicurezza più alto di quello reale.
- La normativa EN1991 considera anche l'ambiente circostante durante il calcolo del fattore di sicurezza. Le esperienze mostrano che il Fattore di sicurezza calcolato dal modello UNIFORM è in genere simile a quello calcolato con la normativa EN1991 nell'ambiente “Villaggio”.

- Se il tronco avesse una conformazione simile ad un tubo e fosse inclinato il calcolo del fattore di sicurezza potrebbe essere sovrastimato. L'albero potrebbe avere un'elevata propensione alla frattura e richiedere l'abbattimento.
- Il programma riporta tutti i valori minimi dei "Fattori di sicurezza" nell'ultima colonna. Un albero è considerato sicuro quando il fattore di sicurezza è almeno del 150% (pari al 100% + 50% di sovrastima). In questo caso il testo è di colore verde. Nel caso il valore fosse intermedio fra 100% e 150% si considera in dubbio la sicurezza dell'albero ed il testo è di colore giallo. Se il valore è sotto al 100% l'albero è considerato pericoloso e la scritta è di colore rosso. La sezione più debole è quella il cui fattore di sicurezza appare con valore più basso.
- Il Fattore di sicurezza complessivo dell'albero coincide con il Fattore di Sicurezza della sezione che presenta quello più basso.
- **ATTENZIONE-WARNING! E' necessario applicare sempre la massima cura. Nonostante il programma tenda a sovrastimare il pericolo, la valutazione del fattore di sicurezza è ottenuta con delle semplificazioni, inoltre potrebbero esserci degli errori nei dati inseriti. Il tecnico ha la responsabilità di valutare l'idoneità dello strumento per gli scopi che si è prefissato. E' evidente che questo elaborato è solo una parte di quello che occorre per stabilire la sicurezza di un albero. Questo sistema è solo un ulteriore strumento da usare a supporto dell'esperienza del tecnico e della sua preparazione nel valutare la stabilità di questi organismi viventi. In nessun caso il sistema può essere considerato come unico strumento di valutazione dell'albero e che i suoi dati siano esaustivi. Qualsiasi apparato hardware e qualsiasi software sono soggetti ad errori e ad uso improprio.**

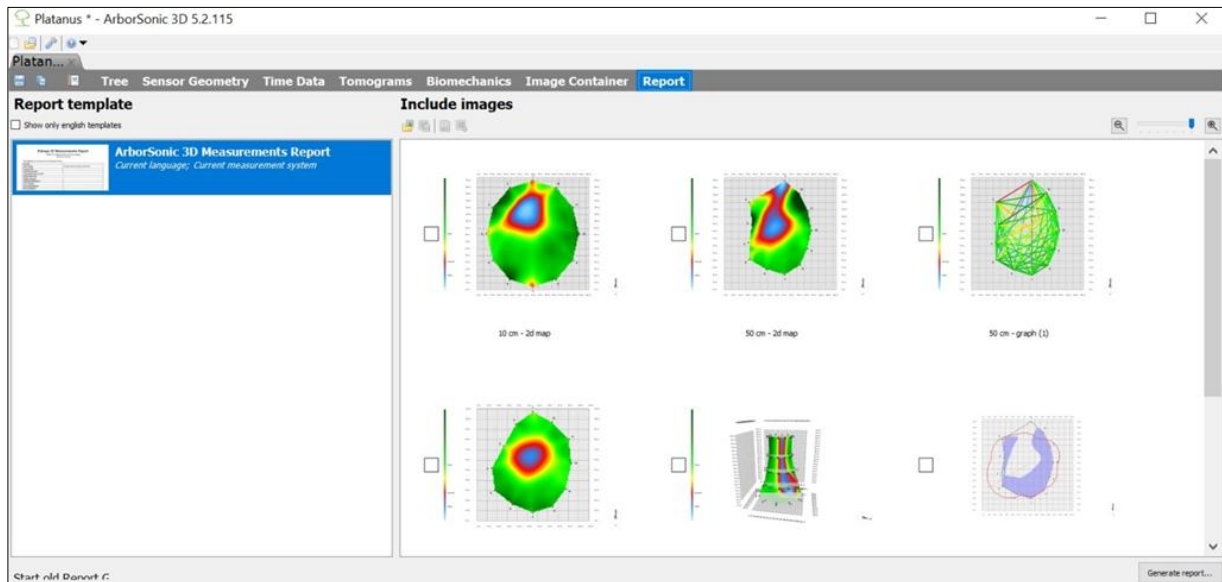
## Software – Immagini

- Nella sezione “Immagini” sono conservate le immagini e le fotografie. E’ in questa sezione che vengono salvate le immagini dei tomogrammi tramite il pulsante  ed è da qui che successivamente le immagini e le fotografie sono esportate nella relazione finale. Questa sezione è la stessa (“Image Container”) a cui si può accedere direttamente nella sezione “Valutazioni”.
- E’ possibile aprire una immagine da un file esterno tramite il pulsante  oppure esportare un’immagine da questa sezione a un file esterno tramite il pulsante . Il pulsante  può essere usato per eliminare un’immagine da questo “magazzino”.
- Utilizzando il puntatore del mouse è possibile cliccare sull’immagine per modificare il testo della didascalia di ciascuna immagine.
- Con i tasti ,  è possibile ingrandire o diminuire la vista delle immagini sullo schermo. In ogni caso non sono mutate le dimensioni reali dell’immagini.
- Cliccando con il puntatore sulla didascalia oppure utilizzando il tasto  è possibile modificarla.



## Software – Produrre una relazione

- Stilare una relazione è facile, veloce ed intuitive tramite l'apposita funzione implementata nel software.
- Aprire la sezione “Relazione” selezionare un modello di relazione e le immagini che s'intendono inserire. Basta premere il tasto “Produci relazione”, in basso a destra, che la relazione è stilata in formato “.docx” che a sua volta può essere modificata o stampata tal quale.



## Verifiche e malfunzionamenti

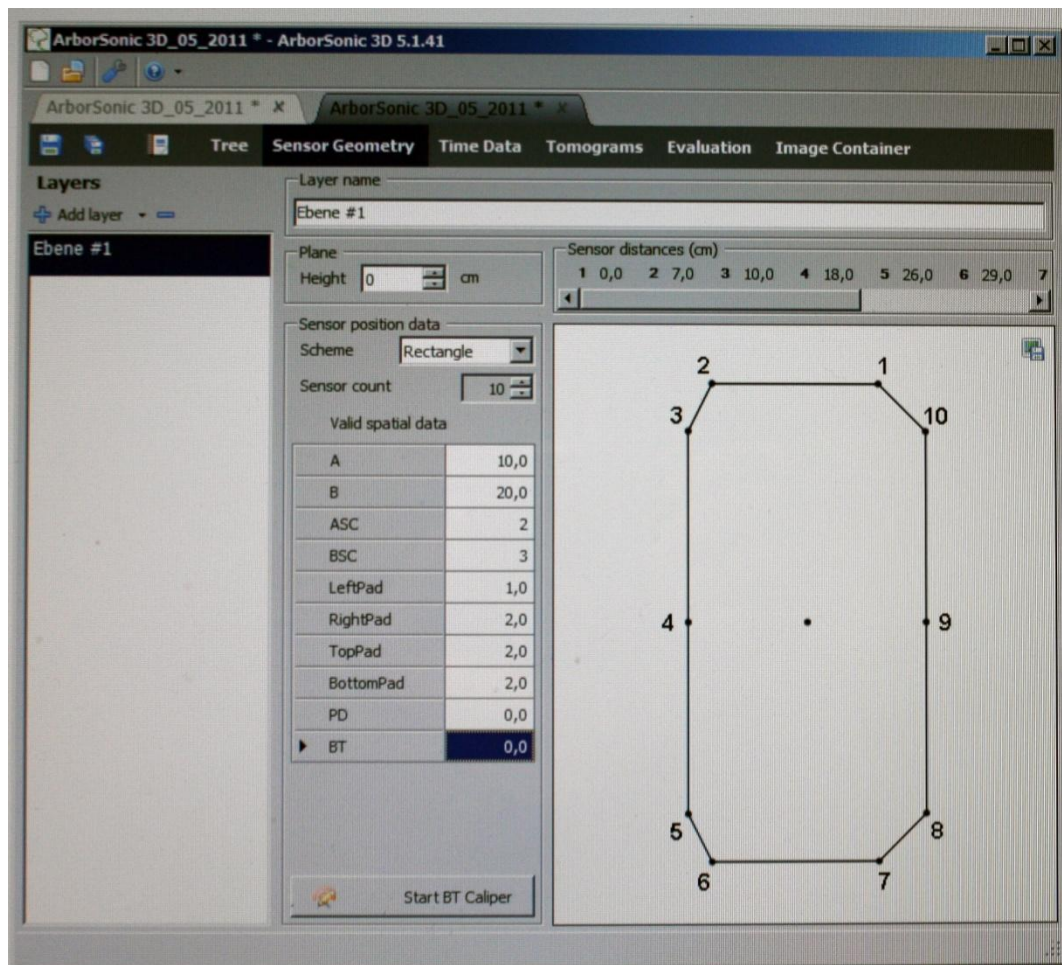
Questo capitolo illustra come effettuare alcune verifiche sul corretto funzionamento del Tomografo ArborSonic 3d FaKopp. È un capitolo da leggere con attenzione e da mettere in pratica nel caso la strumentazione rimanesse inattiva per più di 3 mesi prima di utilizzarla in campo.

I problemi più comuni, gli errori e le sviste sono qui descritti con l'eventuali soluzioni.

### Verifiche da effettuare prima dell'uso in campo

- Controllare che la batteria sia ben carica. In particolare Bluetooth richiede buoni livelli di carica. Spesso le batterie al primo impiego o che sono da tempo inutilizzate non hanno una carica sufficiente.
- Effettuare un test anche con solo 2 sensori percuotendoli su qualsiasi pezzo di legno, non occorre disporre di un albero.
- Collegare i due sensori ad un amplificatore e questo alla "Battery box".
- Avviare il programma ed accendere la "Battery box".
- Verificare il collegamento tramite la porta COM (vedi il capitolo "Hardware – collegamento Bluetooth e tramite cavetto seriale").
- Selezionare "Tempi" e percuotere uno dei sensori. Se il segnale è captato dal software significa che questa componente del Sistema funziona.
- Nel caso non fosse disponibile un pezzo di legno è anche possibile percuotere delicatamente tra loro i 2 sensori e verificare che un segnale sia arrivato alla tabella "Tempi".
- In questo modo possono essere verificati tutti gli amplificatori e tutti i sensori.
- Naturalmente l'ideale è disporre di un albero (nel giardino o in un parco) o di un ceppo ed effettuare la verifica come se si stesse lavorando in campo.

## Appendice – tomografia di sezioni rettangolari



Di norma le sezioni rettangolari sono di travi o manufatti, infatti è possibile analizzare anche travi e strutture in legno con il tomografo Fakopp 3D – ArborSonic 3D

### Rettangolare

- Questo schema si usa per sezioni di legno rettangolare
- “A” = larghezza della trave in cm
- “B” = altezza della trave in cm
- “ASC” = numero di sensori posizionati lungo A (larghezza)
- “BSC” = numero di sensori posizionati lungo B (altezza)
- Allo scopo di verificare la correttezza dei dati verificare che  $2 * (ASC+BSC)$  sia uguale al numero totale dei sensori posizionati
- “LeftPad” = distanza tra l’angolo superiore e quello inferiore sinistro ( misura dal punto 2 del disegno e la proiezione del punto 3)
- “RightPad” = distanza tra l’angolo superiore e quello inferiore destro (misura dal punto 1 del disegno alla proiezione del punto 10)
- “TopPad” = distanza degli angoli superiori destro e sinistro ( misura dal punto 3 alla proiezione del punto 2 e dal punto 10 alla proiezione del punto 1)

- “BottomPad” = distanza degli angoli inferiori destro e sinistro (misura dal punto 5 alla proiezione del 6 e dal punto 7 alla proiezione del 8)
- “PD” = profondità d’inserimento del puntale
- “BT” = spessore della corteccia (=0)

Attenzione, nel caso di legno essiccato o comunque tagliato da più giorni occorre effettuare delle correzioni incrementando il valore delle misure di riferimento (velocità limiti) nella sezione “Tomogrammi” di almeno 100 m/s sia la minima che la massima.

## Software – ArborSonic 3D Android Application

### Nozioni di base

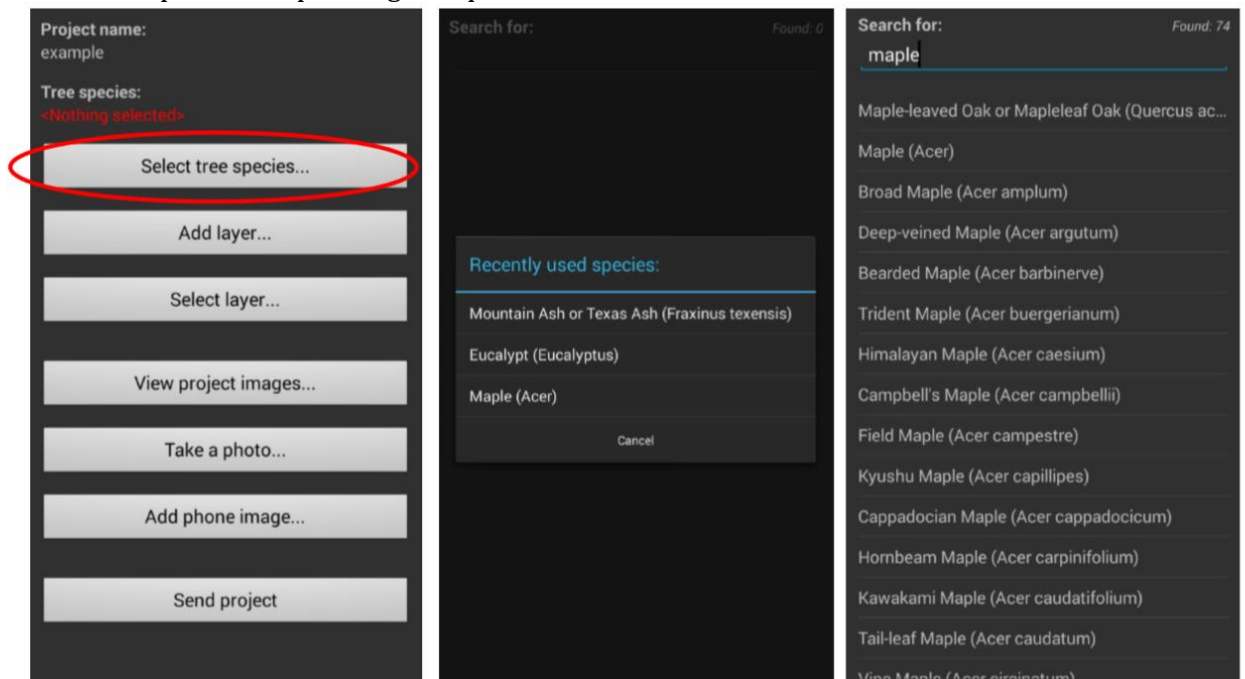
- Una versione del programma ArborSonic 3D è disponibile per Android in Google Play Store. È possibile scaricarla ed installarla gratuitamente. Dopo l'installazione appare l'icona ArborSonic 3D.



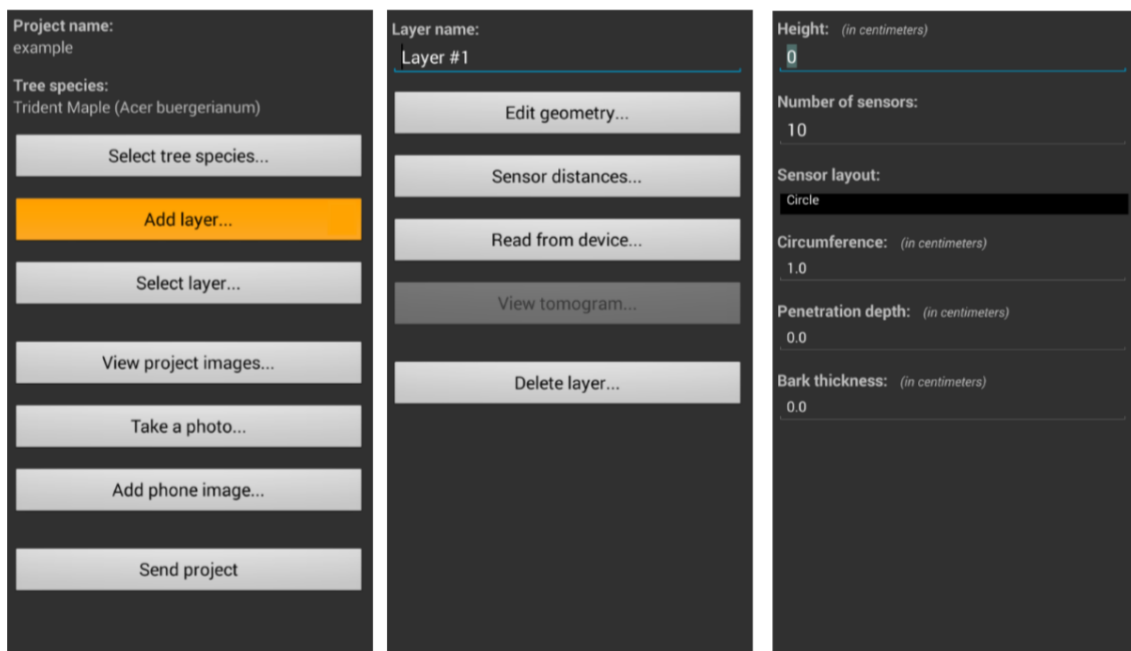
- Le analisi possono essere eseguite tramite questa applicazione, aggiungendo al progetto anche le fotografie. Il tomogramma 2D della sezione del fusto può essere visualizzato in anteprima.
  - Il modello 3D, l'analisi biomeccanica e la generazione di relazioni funzionano solo con il software ArborSonic per Windows.
  - Nella schermata principale è possibile selezionare tra “New project...” (Nuovo progetto...), “Load project...” (Carica progetto...), “Settings...” (impostazioni...) e “Show online manual...” (Mostra manuale online...)
- In “Settings...” (Impostazioni) è possibile scegliere la lingua (sono disponibili inglese, tedesco e ungherese), impostare un indirizzo e-mail (l'indirizzo a cui il programma invierà i file dei progetti), aprire la cartella del programma (se supportato dal tuo telefono) e inviare file di registro, che possono aiutare FaKopp a risolvere eventuali problemi che potrebbero sorgere.

### Analisi

- Per iniziare un nuovo test con “New project...” (Nuovo progetto ...), occorre prima dare un nome al progetto. Non sarà possibile modificare questo nome nell'applicazione ArborSonic Android (è possibile rinominare il progetto in file manager o sul computer se è necessario).
- Il passo successivo richiede il riconoscimento dell'albero che s'intende analizzare ed inserire Genere e specie tramite il database di cui è dotata l'applicazione, di seguito è indicata la procedure per eseguire questa fase



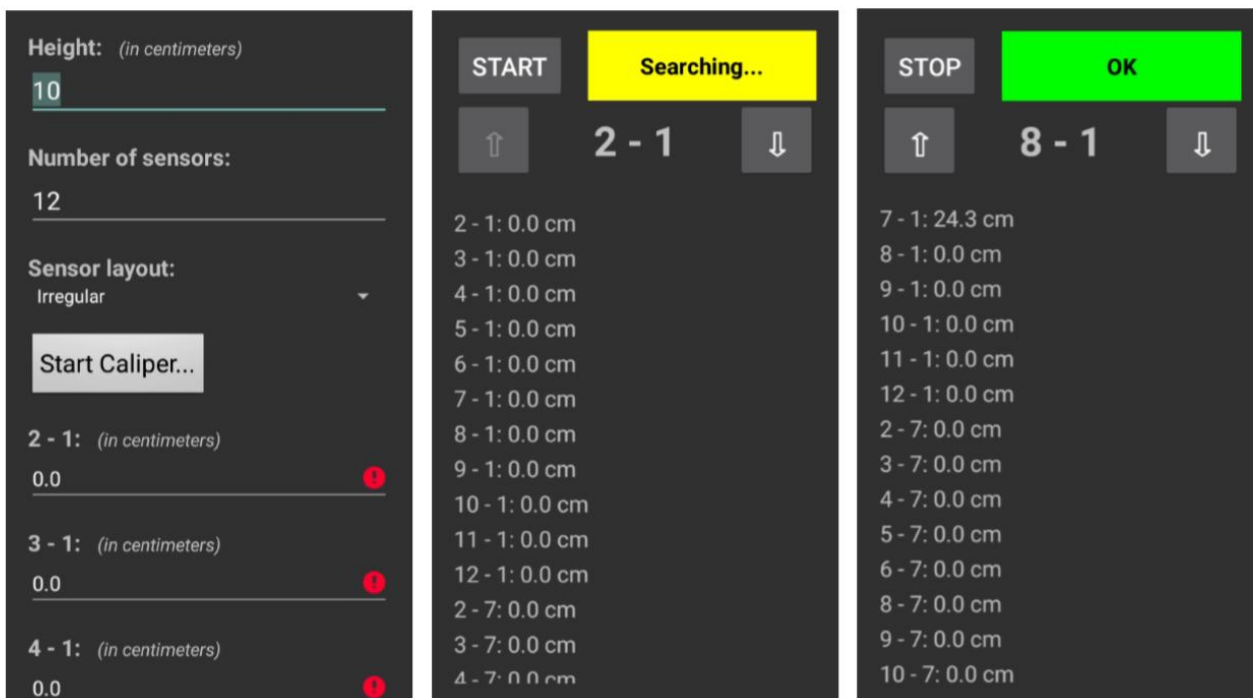
- Comparare l'elenco delle specie utilizzate più di recente. Se l'elenco non include la specie richiesta, premere “Cancel” (Annulla) per individuarla nell'elenco proposto e selezionarla. Fatto questo ritornare alla pagina iniziale del progetto “Project”.



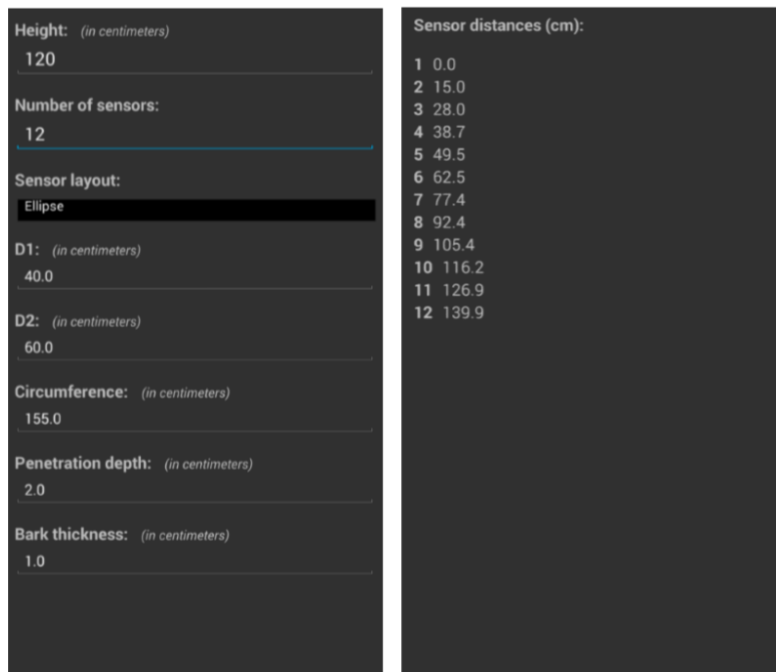
- Il Genere e la specie dell'albero sono menzionati appena sopra i tasti del menu. Occorre impostare la sezione da tomografare, “Add layer...”. È possibile attribuire un nome specifico alla sezione, ad esempio “colletto”, oppure mantenere l'ordine numerico che l'applicazione attribuisce a ciascuna sezione in automatico (“layer 1”).
- Le modalità d'inserimento ed il tipo dei dati geometrici caratteristici della sezione sono del tutto analoghi a quelli del programma ArborSonic 3D per Windows:
  - l'altezza rispetto al piano di campagna dove si effettua la tomografia che è espressa in centimetri
  - il numero di sensori che s'impiegano
  - la forma della sezione che può essere “circolare”, “ellittica” o “irregolare”. Nell'applicazione Android non è prevista la forma “rettangolare”
    - la scelta della forma “circolare” prevede l'inserimento della misura della circonferenza in cm
    - la scelta della forma “ellittica” richiede oltre alla circonferenza anche il diametro maggiore (D1) ed il diametro minore (D2)
    - quando si seleziona la forma “irregolare” i sensori possono essere fissati liberamente attorno alla sezione da tomografare, importante è che siano sullo stesso piano, quindi il programma mostra una tabella con indicate alcune coppie di sensori (ad esempio 1-2, 1-3, 1-4 ecc), il numero di queste coppie dipende da quanti sensori si usano. L'operatore occorre che rilevi la misura tra i sensori indicati tramite un calibro (NON SULLA CIRCONFERENZA) e la riporti nelle apposite caselle. È possibile impiegare anche il calibro digitale bluetooth FaKopp. Per rendere operativa questa possibilità seguire la procedura di seguito descritta:
      - Premere il tasto “Start caliper” (Avvia calibro) e accendere anche il calibro con il suo apposito tasto giallo. Naturalmente occorre che i due apparati, cioè il telefono e il calibro, siano associati per la comunicazione Bluetooth. Annotare che il codice da inserire nella fase di associazione è “1234”
      - Premere per un breve periodo il tasto giallo del calibro. Il telefono

richiede verbalmente la distanza tra la coppia di sensori da misurare. Posizionare il calibro per effettuare la misura quindi premere il tasto giallo del calibro. La misura è trasmessa alla casella corretta e subito dopo avviene la richiesta della misura successiva, nel contempo la coppia di sensori tra i quali è richiesta la distanza è visualizzata nella parte alta dello schermo del telefono

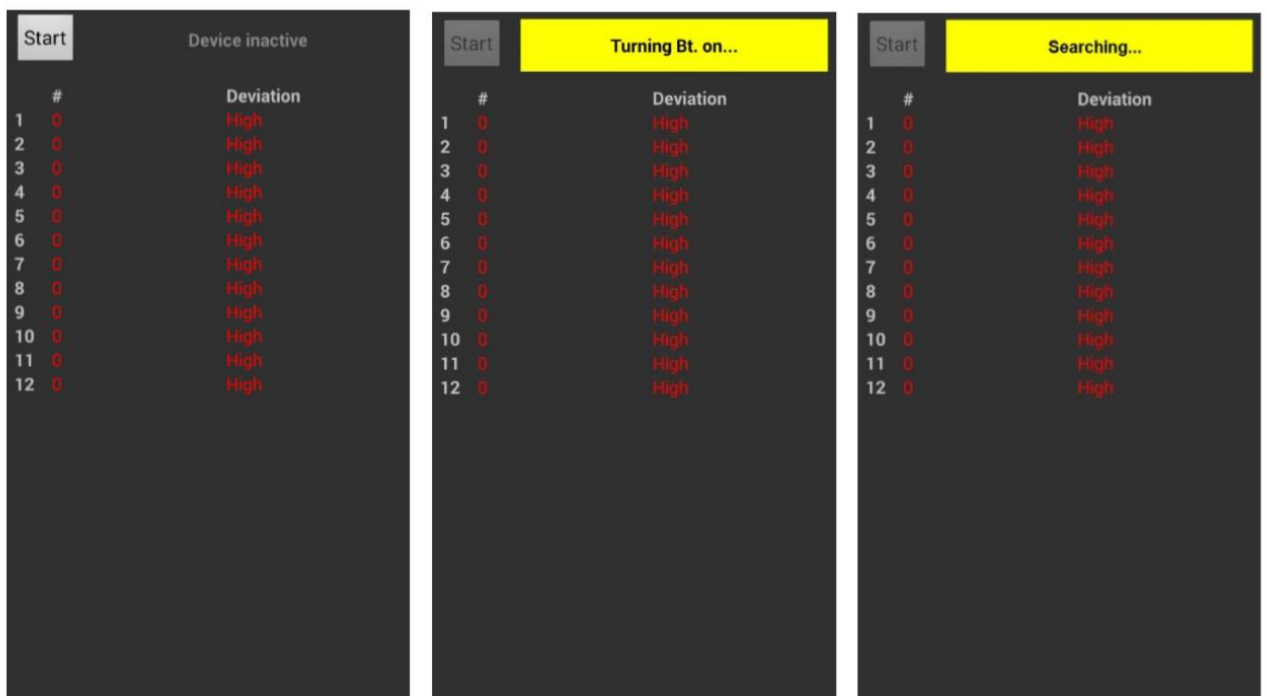
- Effettuare in successione tutte le misure richieste, dopo aver effettuato l'ultima misura premere il tasto "Stop" per tornare alla schermata dei dati geometrici della sezione



- La profondità d'infissione dello stiletto del sensore (PD – Penetration Deep) e lo spessore della corteccia non sono influenzati dalla disposizione dei sensori (BT - Bark Thickness). Attenzione che la profondità d'infissione dello stiletto considera anche lo spessore della corteccia, perciò occorre che questo valore sia maggiore di quello dello spessore della corteccia.
- Utilizzando la forma circolare o ellittica, le misure tra le coppie dei sensori possono essere visualizzate tornando alla pagina "Sensor distances..." (Distanze del sensore ...)

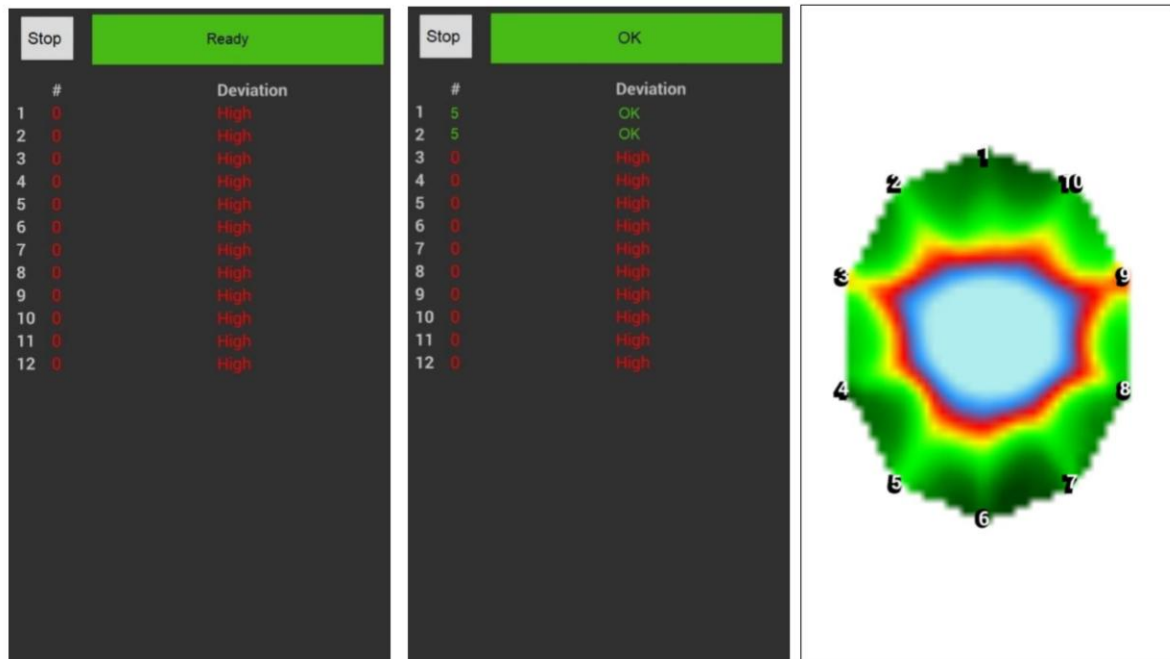


- Fissare i sensori alla distanza indicata. In questo caso è la distanza sulla circonferenza, quindi rilevata dalla rondella metrica che circonda la sezione
- Fissati i sensori ed effettuati tutti i collegamenti necessari (vedi i paragrafi dedicati nel manuale) accendere l'unità di controllo a batteria Bluetooth ed attivare il Bluetooth nel telefono
- Selezionare "Read to device..." (Leggi dal dispositivo) nella pagina "Layer's" (Sezioni)



- Premere "Start" e attendere il completamento dell'avanzamento della ricerca e dell'accoppiamento. Potrebbe essere richiesto dall'applicazione a quale dispositivo Bluetooth associare. Seleziona ArborSonic 3D.

- Appare un'area verde con "OK" quando viene stabilita la connessione.
- I dispositivi sono pronti per effettuare l'analisi. Percuotere i sensori, uno alla volta, con almeno tre colpi per sensori. Sullo schermo del telefono è possibile monitorare le battute eseguite per ciascun sensore.

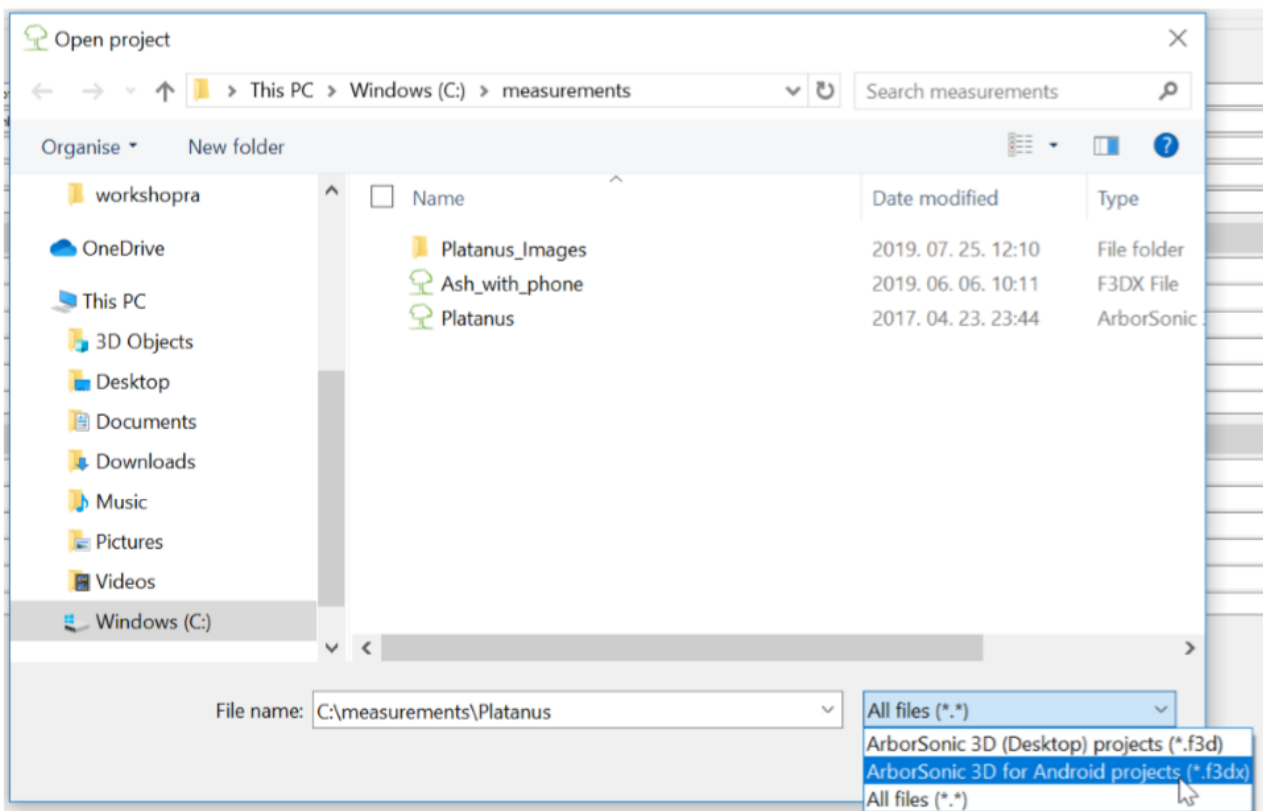


- Completare le percussioni su tutti i sensori
- A volte la deviazione rimane elevata per uno o per alcuni sensori. Puoi colpire questi sensori ancora qualche volta ma la deviazione probabilmente rimarrà alta. Non è un grande problema se è coinvolto solo uno o pochi sensori.
- Dopo aver effettuato almeno 3 battute "valide" su tutti ognuno dei sensori, tornare alla pagina del "Layer" (sezioni) e controllare il tomogramma. Il calcolo richiede un po' di tempo, ma è possibile seguire l'avanzamento.
- Il tomogramma è simile al tomogramma che si visualizza nel software per Windows ArborSonic 3D con la combinazione di colori "Dettagliato". Le parti sane appaiono con le sfumature del verde.
- I dati sono salvati automaticamente dall'applicazione. Il nome del file è identico al nome del progetto.
- Se necessario è possibile eliminare una sezione
- Se si analizzano più sezioni sullo stesso albero, aggiungerli allo stesso progetto.
- È possibile aggiungere una fotografia a un progetto dalla pagina principale tramite "Take a photo..." (Scatta una foto ...) (la fotocamera si apre ed è possibile scattare una fotografia) oppure "Add phone image..." (Aggiungi immagine del telefono ...) se hai già una fotografia dell'albero in memoria.
- La fotografia occorre includa l'intero albero. Si consiglia di scattare la foto da una distanza che sia almeno pari all'altezza dell'albero per evitare distorsioni prospettiche.
- Le fotografie possono essere controllate ed eventualmente eliminate nella pagina "View project images..." (Vedi le fotografie del progetto...)
- Queste fotografie possono essere utilizzate anche nella versione Windows del programma nel proseguo delle analisi

2D render progress: 33.8%

## Condivisione dei file

- L'applicazione ArborSonic Android salva i dati in file con estensione “.f3dx”. Questi sono diversi dai file “.f3d” utilizzati dal software versione Windows anche se contengono informazioni simili.
- È possibile tornare al menù principale e aprire un progetto salvato in precedenza.
  - Quando si apre una pagina di progetto già salvato si hanno le stesse opzioni di un nuovo progetto. Ad esempio è possibile salvare ulteriori analisi effettuate sullo stesso albero.
  - Si consiglia di salvare tutte le sezioni effettuate sullo stesso albero nello stesso progetto.
- Attenzione che se si effettua un'analisi su una sezione esistente, quella precedente è sostituita da quella nuova
- Per utilizzare questi file con la versione di ArborSonic 3D per Windows occorre inviarli o trasferirli ad un computer con sistema operativo Windows e con il programma ArborSonic 3D installato
  - Tramite “Send project” (Invia progetto) il progetto su cui si sta lavorando può essere inviato direttamente alla e-mail impostata in “Settings...” (Impostazioni ...). L'e-mail verrà inviata tramite l'app e-mail del telefono (ad es. GMail, Viber, ecc.).
  - I file possono essere copiati direttamente sul computer tramite connessione USB. Questa opzione non è disponibile per tutti gli smartphone e diversi modelli possono avere diversi modi per abilitarlo. Si prega di leggere il manuale del telefono per ulteriori informazioni.
- Per aprire i file .f3dx nel software di Windows, potrebbe essere necessario cambiare il formato del file nella finestra "Apri progetto".
- Quando il file è aperto nella versione di Windows del programma può essere elaborato come un file “.f3d”.



## Eventuali problemi e loro soluzioni

Problema	Soluzione
“Battery box” non si accende.	Controllare la batteria, caricarla o sostituirla con una nuova. Accendi e spegni più volte la “Battery box”. Durante l’uso è bene tenere spenta la “Battery box” e accenderla solo per il tempo che si effettuano le misurazioni.
Non c’è segnale da un sensore o da una coppia di sensori dello stesso amplificatore.	Controllare i cavi ed il senso con cui sono stati inseriti nelle prese. Eventualmente sconnettere tutto e ripetere l’operazione di assemblaggio.
Non c’è alcun segnale da alcun sensore.	Controllare che sia corretta la porta COM. Se non fosse quella corretta selezionare quella assegnata all’apparato ArborSonic 3D.  Verificare tramite “pannello di controllo” del computer o l’icona Bluetooth che ArborSonic 3D compaia tra gli apparati disponibili. Può succedere che a causa di un aggiornamento di Windows siano

rimossi gli apparati Bluetooth. In questo caso occorre effettuare l'installazione di nuovo.

Controllare che "Battery box" sia acceso e che il cavetto sia connesso col giusto orientamento. Se si usa la connessione tramite cavetto USB-Seriale verificare di aver installato i driver e di aver impostato la corretta porta COM, che è differente dalla porta COM per la connessione Bluetooth.

Se si usa la connessione Bluetooth verificare che non sia eccessiva la distanza tra "Battery box" e computer o smartphone. Verificare anche che non siano presenti dei disturbi.

Nel caso si stesse usando Bluetooth provare con il cavetto USB-Seriale e viceversa.

La barra verde riporta che la periferica è connessa ed indica tra parentesi con quale porta COM, ma non arriva alcun segnale da alcun sensore alla tabella.

Controllare che sia selezionata la corretta porta COM.

Verificare il cavetto che collega "Battery box" all'amplificatore.

Remove bad rows	Remove selected rows	Remove all rows													
1	10	2	10	3	10	4	11	5	9	6	9	7	10	8	9
198	175	143	48	28	29	28	109	117							
312	300	291	258	150	28	0	117								

Il sensore percusso indica un tempo di percorrenza dell'onda invece che 0 (zero)

Può essere una misura fatta male o una percussione accidentale sul tronco. Basta rimuovere questa riga oppure può anche essere mantenuta perchè il software non la considera per l'elaborazione. Attenzione ad effettuare il numero minimo di 3 percussioni su questo sensore

Remove bad rows	Remove selected rows	Remove all rows													
1	10	2	10	3	10	4	11	5	9	6	9	7	10	8	9
198	175	143	48	28	29	28	109	117							
312	300	291	258	150	28	0	117								

nella riga dei tempi rilevati compaiono i valori 28 o 29 con diametro del tronco superiore a 30 cm e i sensori distano fra loro più di 3 cm.

Se i sensori sono vicini fra loro (meno di 3 cm) probabilmente è un valore corretto di percorrenza della distanza da parte delle onde sonore.

In altre situazioni questi valori indicano delle interferenze nel sistema. Eliminare le righe con questi valori anomali e ripetere le percussioni sul sensore. Nel caso il problema persistesse contattare il distributore locale dell'apparecchiatura.

' -1 ' appare tra i valori di tempo misurato.

-1 indica che non è arrivato alcun segnale dal sensore. Indica che c'è un problema alla batteria, al canale virtuale, al sensore o all'amplificatore,

naturalmente se tutti i cavi sono collegati correttamente.

Prima di tutto verificare la carica della batteria nella sezione “Tempi”, a destra della barra verde. Se il valore è più basso di 8 è necessario caricare la batteria o sostituirla con una carica. Verificare che sia selezionata la corretta porta COM. Se non si è riscontrato alcuno dei problem sopra detti effettuare i seguenti passaggi:

1) verificare che ci sia un problema con l’amplificatore:

1.1) spostare il sensore e cambiarlo con uno collegato ad un altro amplificatore

1.2) percuotere il sensore più volte e percuotere anche gli altri sensori per verificare che il valore -1 compaia sempre nella stessa posizione oppure che la cambi.

Se -1 compare nella stessa posizione il problema è dovuto all’amplificatore

Se -1 compare in altre posizioni il problema è da attribuire al sensore.

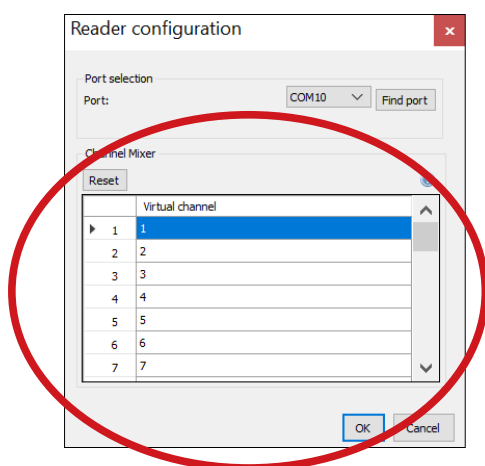
2.) Concludere l’analisi

Nel caso un amplificatore o un sensore fossero danneggiati per effettuare l’analisi occorre procedere con un numero ridotto di sensori. Il numero minimo per effettuare un’analisi è 6 sensori. In questo caso occorre cominciare dalla sezione “Posizione sensori” selezionando la forma della sezione e introducendo il numero di sensori che si impiega.

2.1) modificare la sequenza degli amplificatori

Nel caso si danneggiasse un “box amplifier” (scatola nera con 2 attacchi ed indicati i numeri dei canali di riferimento) è possibile escluderlo e lavorare con gli altri fino ad un minimo di 3 amplificatori funzionanti e quindi con 6 sensori.

Nel caso fosse danneggiato l’ultimo è sufficiente non utilizzarlo e impostare il numero corretto di sensori con cui si lavora. Ad esempio se di norma



si lavora con 5 amplificatori, quindi con 10 sensori e manca l'amplificatore 9 - 10 è sufficiente collegare solo gli altri 4 amplificatori (1-2 ; 3-4; 5-6; 7-8) e selezionare nell'apposita finestra della tabella "posizione sensori" il numero corretto di 8 sensori.

Nel caso mancasse un amplificatore intermedio, ad esempio il 3-4, è possibile sostituirlo con l'ultimo, cioè collegare i sensori N° 3 e N° 4 all'amplificatore identificato con i numeri 9-10.

E' necessario però indicare questa nuova sequenza al programma. Per fare ciò è sufficiente cliccare l'icona "impostazioni" (quella in cui compare una chiave inglese), quindi selezionare "reader device" e di seguito l'icona corrispondente a "reader configuration".

Compare lo stesso box tramite il quale è possibile riconoscere le porte COM e stabilire il collegamento bluetooth

In basso compare anche una tabella scorrevole (da 1 a 32) indicata come "channel mapping" formata da 2 colonne. Quella di sinistra indica il canale riconosciuto dal software, quella di destra i numeri riportati sugli amplificatori.

Per utilizzare l'amplificatore 9-10 al posto del 3-4 occorre scorrere le righe fino alla numero 3 (appare una freccia sulla casella di sinistra e si marca di azzurro quella di destra) quindi si clicca sulla casella di destra e si cambia il numero 3 con il numero 9. La stessa procedura si ripete alla riga 4 sostituendo alla casella di destra il N° 4 con il N° 10. Occorre poi scorrere le righe fino alla numero 9 per sostituire nella casella di destra il numero 9 con il numero 3 e di seguito il numero 10 con il numero 4.

In altre parole occorre "dire" al computer che l'amplificatore 9-10 è nella posizione 3 e 4 e l'amplificatore 3-4 è nella posizione 9 e 10. Al termine di questa procedura si conferma tramite il tasto "OK". Attenzione ad indicare il numero corretto di sensori con cui si sta lavorando (nell'esempio citato occorre passare da 10 a 8

sensori).

Per riportare la sequenza alla normalità è sufficiente cliccare il pulsante “reset” che compare appena sopra la tabella “channel mapping”. Una volta eseguito il “reset” è necessario ricollegare l’amplificatore 3-4 ai sensori N° 3 e N° 4 e l’amplificatore 9-10 ai sensori N° 9 e N° 10.

2.2) se il problema è di un sensore, disconnettere l’ultimo amplificatore, sempre che sia dal 7 in poi. In questo modo si recuperano 2 sensori. Utilizzare uno di questi 2 per sostituire il sensore ammalorato. I sensori sono tutti uguali fra loro, il numero attribuito ha il solo scopo di effettuare analisi ordinate.

### 3) Soluzioni definitive

3.1.) Se c’è un problema con un amplificatore contattare il distributore FaKopp di zona.

3.2) Se c’è un problema con un sensore sostituire il connettore BNC. In molti casi è sufficiente fare questo per superare il problema. Nel caso il problema perseverasse contattare il distributore FaKopp di zona.

## Buone pratiche

Accertarsi che i sensori siano ben infissi nel legno.

Mantenere puliti tutti gli apparati. Pulire i puntali dei sensori con un disinfettante se si opera su alberi infetti da funghi o altri patogeni.

Controllare la carica delle batterie prima dell'uso in campo.

Fare la massima attenzione a non rompere i cavi, gli amplificatori, o qualsiasi altra parte del tomografo ArborSonic 3D FaKopp.

Attenzione a non pestarsi le dita durante il posizionamento dei sensori e nel corso del test. Fare attenzione a colpire il sensore con il Martello.

Per fessure i sensori usare il martello di gomma, per produrre il suono percuoterli con quello in acciaio.

Non usare in contemporanea sullo stesso albero il tomografo sonico ArborSonic 3D e quello ad impedenza ArborElectro.

Dotarsi di un calibro forestale perchè è indispensabile per rilevare le misure di sezioni di fusto ellittiche o irregolari.

Non usare il tomografo ArborSonic 3D FaKopp con temperature inferiori a 2° C o superiori a 40°C.

Non usare il tomografo ArborSonic 3D con pioggia, tempesta o in giornate molto nebbiose.

Un tavolino pieghevole può essere utile per appoggiare il computer e di materiali necessari.

ArborSonic 3D FaKopp è progettato e realizzato per lo studio di alberi vivi e di alcune strutture in legno. Non è impiegabile per altri scopi.

Non aprire i contenitori dei circuiti elettronici o i sensori. In caso di problemi contattare il distributore locale. Nel periodo di garanzia la manomissione di un apparato provoca l'annullamento della garanzia su tutti i componenti.

Non bagnare i componenti del tomografo ArborSonic 3D FaKopp e non immergerli in acqua. Eventualmente sono disponibili come accessori optional dei sensori adatti all'impiego sommerso in acqua.

Salvare sempre i dati dopo i test.

## **Manutenzione**

Immagazzinare il tomografo ArborSonic 3D FaKopp a temperature ambiente in un luogo asciutto.

Per pulire i diversi componenti usare un panno leggermente umido.

Nel caso della resina imbrattasse i puntali del sensore è possibile usare dell'alcool a 90° o della trementina. Prendere tutte le precauzioni necessarie per la manipolazione dei prodotti chimici.

In caso di rottura di qualche componente contattare il distributore locale.

È raccomandato spegnere l'apparato alla fine dell'utilizzo.

Si consiglia di mantenere i cavi arrotolati per evitare grovigli.

## **Garanzia**

La garanzia è di anni uno a partire dalla data di consegna.