



**LUDWIG SENSOR**  
**APPENDICE**

Aprile 2020



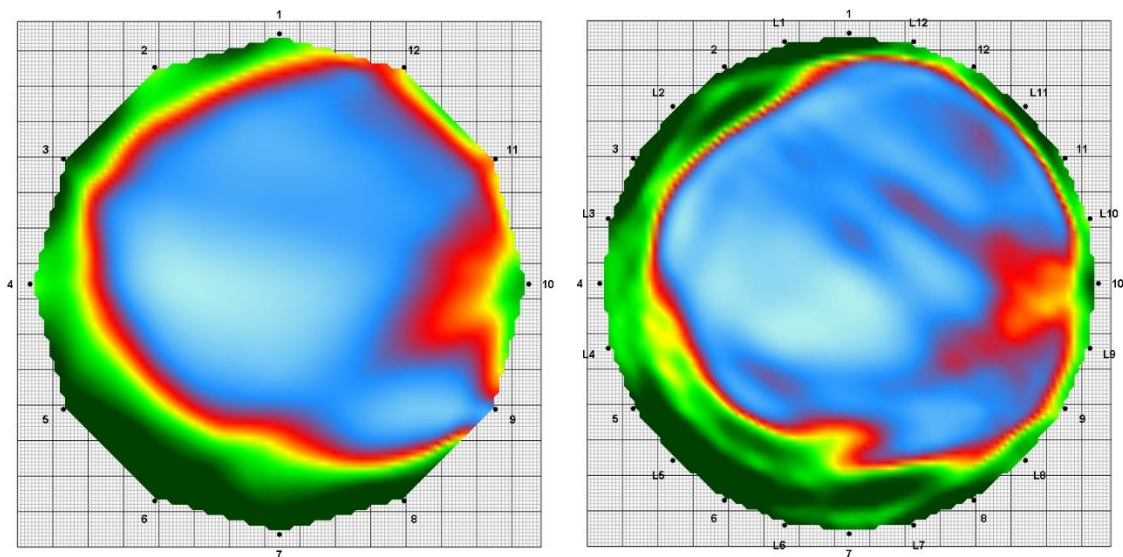
## Introduzione

### Sensore “Ludwig”

- Test più dettagliati
- Sagome delle sezioni più precise
- Tomogrammi sempre più aderenti alla realtà
- Più economici dei normali sensori.



I sensori “Ludwig” sono stilette o chiodi senza component elettrici o elettronici, questa appendice è indirizzata a chi li usa con il tomografo FaKopp ArborSonic 3D. Questi sensori si percuotono come i normali sensori, per produrre onde sonore, non sono in grado di ricevere alcun segnale. Come il grande compositore Ludwig van Beethoven producono un buon suono ma sono sordi. Il loro impiego consente di ottenere delle immagini tomografiche più dettagliate delle sezioni del fusto analizzate rispetto all’impiego dei soli sensori normali.



*Comparazione di una sezione di fusto tomografata con i soli sensori normali (a sinistra) e con l’aggiunta dei sensori Ludwig (a destra).*

L’impiego dei sensori Ludwig è quanto di più semplice ed intuitive da fare rispetto al vantaggio che offre.



Nella pagina “posizione sensori” del software ArborSonic 3D è presente una finestra, ed è sotto a quella “numero di sensori”. Se questa finestra è selezionata il software prevede l’aggiunta dei sensori Ludwig, naturalmente questi sono evidenziati in maniera differente. Passando alla pagina “tempi” si producono le percussioni sui sensori normali, come se fossero installati solo loro (normali). Alla fine della serie di percussioni a carico dei sensori normali si procede

alla percussione dei sensori Ludwig rispettando il loro ordine (L1,L2,L3...).

Il tomogramma è elaborato dal software ed è utilizzabile per effettuare i calcoli di biomeccanica e può essere esportato nelle relazioni. Le modalità di produzione e di utilizzo sono riportate nei capitoli seguenti.

### Dispositivi e loro utilizzo

I sensori Ludwig sono chiodi speciali fatti con una apposita lega metallica e di forma esclusiva. Sono dotati di un puntale conico lungo 6 cm e di una capocchia circolare. La loro infissione e la loro rimozione è simile a quella dei sensori normali. Per la loro rimozione è possibile usare un attrezzo apposito.

I sensori Ludwig hanno solo funzione di ausilio, perciò non possono essere usati da soli. È necessario che siano usati assieme a quelli normali.

Quando si usano i sensori Ludwig occorre che questi siano nello stesso numero di quelli normali. Ciascun sensore Ludwig deve essere posizionato fra due sensori normali, di conseguenza anche ognuno dei sensori normali è posizionato fra due sensori Ludwig.





*I sensori Ludwig s'infiggono nel legno alla stessa profondità di quelli normali.*

## Disposizione

- Spuntare la casella “Sensori Ludwig” nella pagina “posizione sensori”
- Selezionando le opzioni “circolare”, “ellittico” o “rettangolare” è il software che indica dove posizionare i sensori, sia quelli normali sia quelli ciechi. Essi sono connotati dalla lettera “L” (Ludwig): L1, L2, L3...

Sensor distances (cm)	
1	0,0
L1	15,5
2	30,7
L2	45,0
3	58,3
L3	70,6

- Le distanze riportate sono in sequenza quelle fra il sensore 1 e il sensore Ludwig L1, quindi quella fra il sensore 1 ed il sensore 2, poi quella fra il sensore 1 ed il sensore L2, e così di seguito.
- I sensori Ludwig hanno lo stesso numero del sensore normale posizionato alla loro sinistra sull'albero e si distinguono per la lettera “L”.
- Il generico Ln è sempre posizionato fra il generico sensore n ed il sensore n+1, tranne l'ultimo sensore Ludwig che è infisso tra l'ultimo sensore

Sensor Geometry
Time Data

Layer name  
Layer #4

Plane  
Height 20 cm

Sensor position data  
Scheme Irregular

Convert to Irregular

Sensor count 12

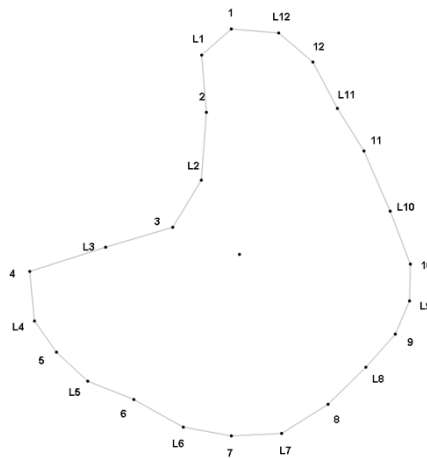
Ludwig sensors

Valid spatial data

L1 - 1	13,3
2 - 1	28,7
L2 - 1	51,0
3 - 1	70,2
L3 - 1	86,3
4 - 1	107,5
L4 - 1	120,0
5 - 1	125,3
L5 - 1	129,8
6 - 1	131,0

normale ed il primo sensore normale.

- Gli altri dati, ad esempio circonferenza della sezione, diametro maggiore, diametro minore, profondità d'infissione, spessore della corteccia, ecc. sono da riportare allo stesso modo sia che si utilizzino i sensori Ludwig sia che non si usino.
- Se si opta per la disposizione "irregolare" occorre riportare le misure delle distanze in maniera del tutto simile all'utilizzo dei soli sensori normali, naturalmente aggiungendo anche le distanze con i sensori Ludwig. L'impiego del calibro Bluetooth prevede che sia il software a richiedere quale distanza misurare.



*Esempio di disposizione e conformazione di una sezione irregolare con 12 sensori normali e 12 sensori Ludwig*

## Velocità onde – utilizzo di sensori normali e sensori Ludwig

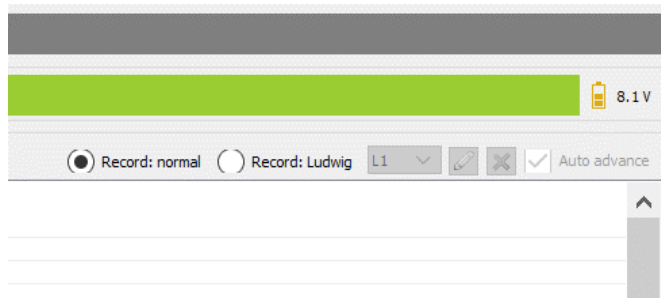
Dopo aver posizionato i sensori sull'albero in funzione della scelta effettuata nella pagina "posizione sensori", selezionare "tempi" al fine di effettuare il test. I test si conducono normalmente con il solito assetto dei diversi apparati, anche le porte COM virtuali sono le stesse.

Nella tabella "tempi" compare una riga ulteriore.

Time rows												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
●	267	338	378	390	402	416	405	391	307	181	0	159
●	267	338	377	390	402	415	404	390	306	179	0	158

Il test occorre effettuarlo iniziando a percuotere i sensori normali, come se fossero presenti solo loro e come si effettua normalmente.

Nell'angolo a destra in alto dello schermo dovrebbe essere selezionata l'opzione "Registra: normali", in genere questa opzione è selezionata in automatico dal software.



Dopo che tutti i sensori normali sono percossi per il numero minimo di battute richieste è possibile selezionare "Registra: Ludwig".

Occorre indicare quale sensore si percuote, il software non ha la possibilità di identificarlo. Un'alternativa è quella di selezionare "Avanzamento automatico". Tramite questa opzione il software determina automaticamente quale sia il sensore da percuotere. In pratica dopo aver effettuato le percussioni richieste su di un sensore Ludwig il programma considera che le successive percussioni siano fatte sul sensore Ludwig successivo. Questo passaggio è "annunciato" verbalmente dal computer e l'operatore può udire il numero di sensore su cui effettuare le successive percussioni.

I sensori Ludwig occorre percuoterli nella corretta sequenza a partire dal L1. La percussione dei sensori Ludwig occorre effettuarla con la stessa modalità con cui si effettua sui sensori normali, mantenendo una certa elasticità del martello, senza irrigidire troppo la sua presa.

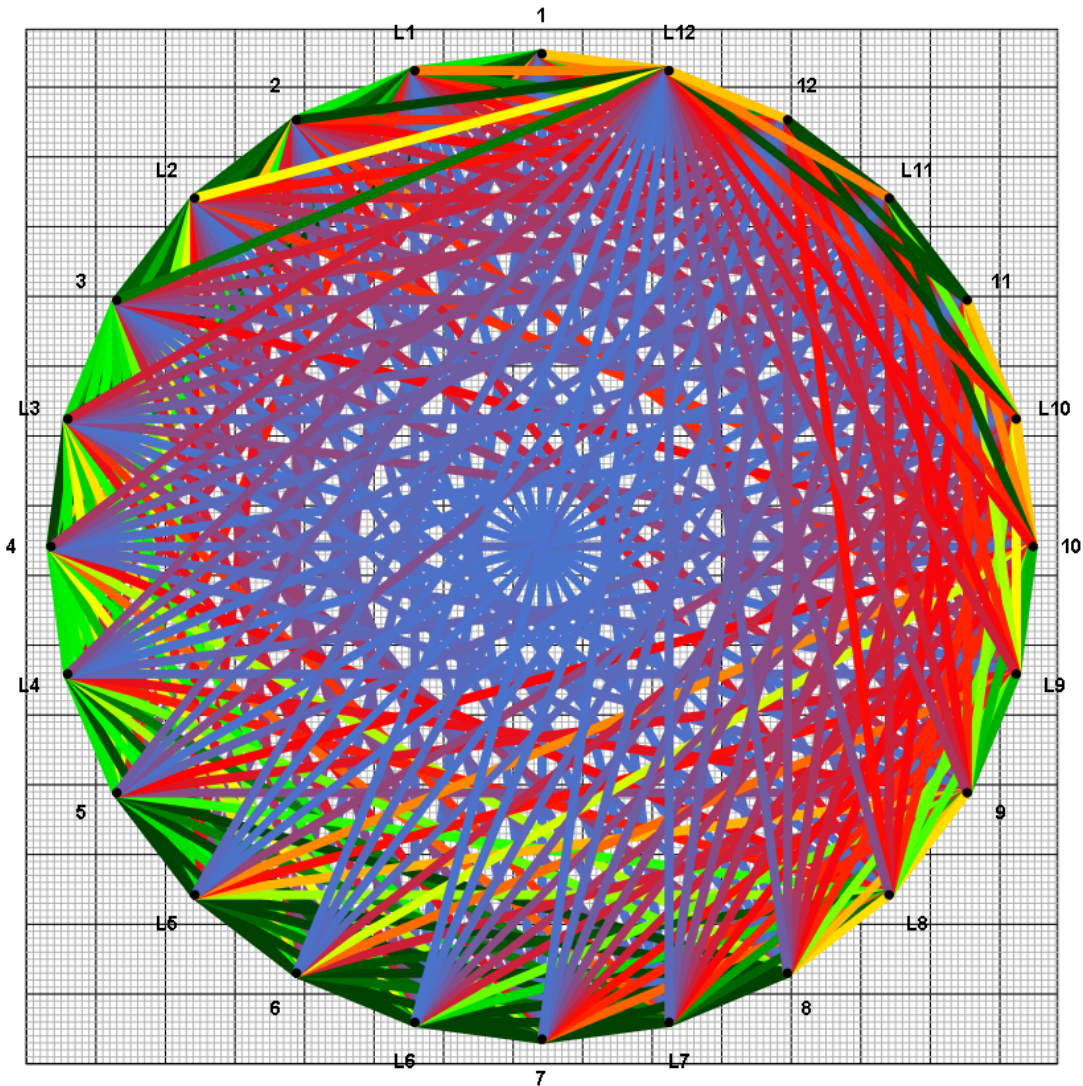


Man mano si effettuano le battute queste sono conteggiate per ciascun sensore Ludwig, come per i sensori normali, e quando si raggiunge il numero minimo di battute richieste il rettangolino di riferimento che mostra il numero di percussioni effettuate vira dal rosso al verde.

Se un sensore Ludwig è colpito malamente il computer produce il tipico suono che indica questa eventualità. Lo stesso suono è prodotto quando è colpito un sensore Ludwig al posto di uno normale o viceversa. Un colpo ad un sensore normale può essere trasformato in un colpo ad un sensore Ludwig. A questo proposito è possibile consultare il capitolo "correzione dei dati del tempo – cosa fare in caso di percussione sbagliata?".

## Tomogramma

Il tomogramma è prodotto dal software e l'unica differenza è che sono riportati i sensori Ludwig, indicati come L1, L2 e così di seguito. Naturalmente i tomogrammi possono essere trattati come quelli prodotti con i soli sensori normali, le funzioni sono le stesse.



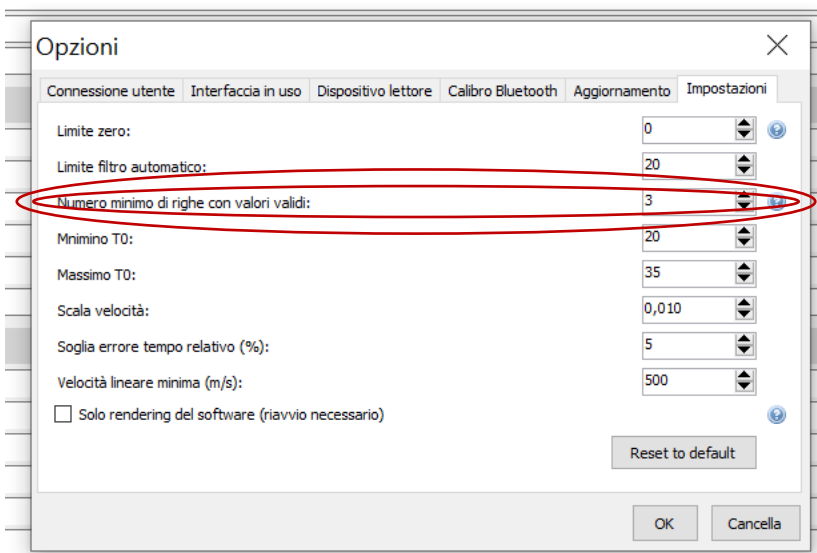
Il vantaggio offerto da questi sensori può essere descritto dai numeri: quando si applica un numero  $n$  di sensori normali le velocità calcolate sono pari a  $n*(n-1)/2$ . Per esempio con 10 sensori normali le velocità calcolate sono:  $10*(10-1)/2 = 45$ . Se oltre questi applichiamo 10 sensori Ludwig (i sensori Ludwig si usano sempre in pari numero rispetto a quelli normali) le velocità calcolate diventano:  $n*(n-1)/2+n(n-3)$ , questo perchè i sensori Ludwig non sono in grado di trasmettere il momento temporale in cui l'onda sonora è generata. Questo momento è trasmesso dai due sensori normali contigui, quindi le misure di tempo fra un sensore Ludwig ed i due contigui normali sono pari a 0 (zero). In alcuni casi i sensori che trasmettono l'attimo di partenza dell'onda sono 3, perciò nel nostro calcolo consideriamo questa ipotesi, quella meno

performante. Riprendendo l'esempio con 10 sensori le velocità calcolate diventano  $10 \cdot (9) / 2 + 70 = 115$  quindi il 156% in più.

L'uso dei sensori Ludwig è possibile solo con un minimo di 10 sensori normali. Allo scopo di mettere a fuoco l'incremento di prestazione, con un investimento contenuto, determinato dall'uso di questo ausilio proponiamo una tabella di confronto nella possibilità d'uso tra 8 e 14 sensori di ArborSonic 3D. Per esempio, l'assetto con 8 sensori normali offre la possibilità di rilevare anomalie della superficie della sezione tomografata del 2-3%, un ottimo risultato. L'impiego di 10 sensori normali incrementa del 17% il numero di velocità calcolate, se a questi aggiungiamo 10 sensori Ludwig l'incremento delle velocità calcolate aumenta del 311% passando da 28 a 115.


n sensori normali usati	n velocità calcolate con i soli s. normali	incremento % velocità calcolate rispetto al n precedente di sensori	n velocità calcolate con aggiunta sensori ciechi	incremento % n velocità calcolate s. normali + s. ciechi	incremento % n velocità calcolate s. normali + s. ciechi rispetto allo stesso assetto precedente	Incremento % n velocità calcolate rispetto all'assetto precedente con solo s. normali
8	28	--	--	--	--	--
10	45	+ 17%	115	+ 156%	--	+ 311%
12	66	+ 21%	174	+ 164%	+ 51%	+ 287%
14	91	+ 25%	245	+ 169%	+ 41%	+271%

## Software – numero minimo di percussioni



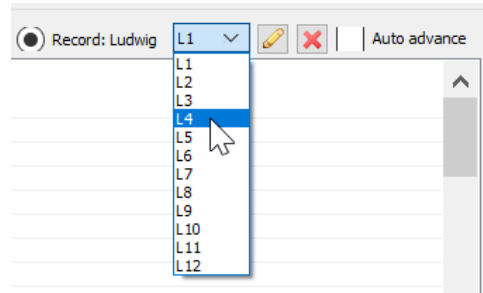
Ogni sensore, normale e Ludwig, occorre sia percusso un numero di volte minimo. Nel momento in cui si effettua l'ultima battuta di quelle richieste, il rettangolino che mostra il loro conteggio in cima alla colonna del sensore vira da rosso a verde. Quando si tratta dei sensori Ludwig ed è selezionata la modalità "Avanzamento automatico" il software in automatico, a questo punto, passa al sensore Ludwig successivo.

Il numero di percussioni minime occorre impostarlo fra 3 e 6.

La scelta del numero si effettua tramite l'icona  che è in alto a sinistra dello schermo. Si apre la finestra "Opzioni", quindi nella sezione "Impostazioni" s'imposta il numero di battute


minime.

Nel caso si preferisca effettuare più battute su di un sensore Ludwig occorre passare alla modalità manuale eliminando la spunta da “Avanzamento automatico”. Dall’elenco dei sensori Ludwig occorre scegliere quello su cui si effettuano le percussioni.




## Correzioni dei dati di tempo – cosa fare in caso di percussione sbagliata?

In caso di una percussione errata o male eseguita, la riga relativa che compare sulla tabella può essere facilmente rimossa.

Nel caso l’esecuzione fosse corretta, ma è colpito un sensore Ludwig sbagliato, è possibile assegnare il colpo al sensore Ludwig corretto: tramite la casella che mostra l’elenco dei sensori Ludwig selezionare il sensore che s’intendeva percuotere, quindi selezionare la riga dei tempi da trasferire e premere l’icona .

È possibile eseguire questa operazione anche quando si vuole trasferire ad un sensore Ludwig i dati di tempo attribuiti ad un sensore normale. Questo può capitare se non si seleziona “Registra: Ludwig” prima di percuotere i sensori Ludwig.

Infine è anche possibile trasferire i dati da un sensore Ludwig ad un sensore normale selezionando la riga dei tempi e premendo poi l’icona . Questo succede se non si seleziona “Registra: normali” prima di percuotere i sensori normali.

## Altre possibilità

Può essere interessante confrontare le tomografie eseguite con i soli sensori normali con quelle fatte con la combinazione di sensori normali e Ludwig. Per farlo basta tornare alla pagina “Posizione sensori” ed eliminare la spunta da “Sensori Ludwig”.

In questo modo si nascondono i dati ottenuti dalla percussione dei sensori Ludwig e la tomografia appare come se fosse stata fatta con i soli sensori normali, anche i calcoli di biomeccanica sono rimodulati su questa nuova situazione. Questa operazione non elimina i dati relativi ai sensori Ludwig, semplicemente li nasconde, perciò in qualsiasi momento è possibile selezionare di nuovo “Sensori Ludwig” per ottenere tomografia e calcoli di biomeccanica prodotti con l’ausilio dei sensori Ludwig.

Per vedere i tomogrammi ed i calcoli di biomeccanica occorre sempre passare alla pagina “Tomogrammi” e “Valutazioni”.