



CENTRO LIUTERIA
Piemontese





Pisani

*Studio di
Ingegneria Acustica*

Via Alessandro Manzoni, 6
Sangano (TO)

PER INFORMAZIONI

Tel. 011 9561261 - Fax. 011 19908509
E-mail. sia.pisani@tin.it

www.studioacusticapisani.it



CENTRO LIUTERIA
Piemontese

Via Accademia delle Scienze, 11
Torino

PER INFORMAZIONI E ISCRIZIONI

Tel. 011 19694746 - Cell. 339 1605921
E-mail. info@centroliuteriapiemontese.it

www.centroliuteriapiemontese.it

microtex

Via Rivera, 114
Almese (TO)

PER INFORMAZIONI

Tel. 0119352700 - Cell. 333 2304437

www.michetti-microtex.it
www.discoverycam.it
www.pliniomichetti.it
www.liuteriapiemontese.it



CENTRO LIUTERIA
Piemontese



microtex

L'Associazione Centro Liuteria Piemontese nasce nel 2010 nel cuore storico della città di Torino dalla cooperazione tra il Maestro Liutaio Enzo Cena e i Padri Oratoriani trovando sede nell'area monumentale della Chiesa di San Filippo, di fronte al centralissimo Museo Egizio.

L'Associazione è nata su iniziativa del Maestro Cena con lo scopo di creare un polo di istruzione professionale di alta qualificazione sia nel campo della costruzione di strumenti ad arco, sia nell'ambito della ricerca storico scientifica con l'intento di trasmettere i fondamenti della liuteria piemontese attraverso la sua evoluzione storica dal 1700 ad oggi.

L'ing. Raffaele Pisani, laureato in ingegneria elettronica presso il Politecnico di Torino, è stato ricercatore e poi Direttore del reparto di acustica dell'INRIM. Nel 1987 avvia lo studio di ingegneria acustica.

I principali campi di applicazione sono: progettazione acustica dei teatri, chiese, cinema e sale multiuso; l'acustica delle sale di registrazione; l'acustica industriale, l'acustica architettonica ed edilizia; il rumore del traffico stradale, ferroviario ed aeroportuale; la bonifica acustica delle aree urbane.

Frequentemente vengono affrontati problemi specifici quali la progettazione di laboratori di acustica, misurazioni e ricerca nel campo delle vibrazioni, etc.

Da alcuni anni l'ing. Pisani offre la propria collaborazione ai liutai per condurre ricerche nel settore dell'acustica dei violini, etc.

Andrea Michetti, dopo gli studi di ingegneria elettronica al Politecnico di Torino, nel 1985 avvia l'azienda Microtex.

Il know-how della Microtex nasce con i primi studi sulla trasmissione dati a lunghe distanze e comunicazioni ottiche locali LAN.

Sviluppi e progetti originali Microtex vanno dalle strumentazioni per applicazioni spaziali per ESA e ASI a nuovi componenti per la tecnica chirurgica dell'occhio, a sensori elettroottici e laser, sistemi di controllo e visione per l'industria e la sicurezza.

Riprende la tradizione liutaria del nonno Plinio Michetti sotto la guida di Gianfranco Dindo nell'Associazione Liuteria Piemontese di Susa (TO)

Competenze di liuteria e ingegneria danno vita al Sistema di Visione Discoverycam e ad attrezzature innovative per la costruzione, il restauro non invasivo, la caratterizzazione acustica degli strumenti ad arco.



CENTRO LIUTERIA *Piemontese*

Scuola di Liuteria San Filippo Neri

Torino - Via Accademia delle Scienze, 11





CENTRO LIUTERIA *Piemontese*

COSTRUZIONE E RESTAURO

Il centro di liuteria piemontese svolge le seguenti principali attività:

- Costruzione di strumenti ad arco
- Diagnosi e perizie su strumenti per conto terzi
- Restauro di strumenti storici e di pregio.

Il sistema di qualità, definito per la realizzazione di strumenti ad arco, prevede i seguenti passi per produrre strumenti di alto artigianato e di pregio sonoro che contraddistinguono la tradizione dei liutai del Piemonte.

1 - **Scelta del legno:** la individuazione del legno da utilizzarsi per la realizzazione dello strumento viene effettuata rilevandone le caratteristiche elastiche e sonore mediante prove preliminari di laboratorio sulle tavole grezze. Le prove prevedono

- a) l'analisi morfologica e strutturale del legno e delle sue fibre in relazione alla densità degli anelli di accrescimento della pianta;
- b) le analisi meccaniche di carico e di tenuta agli sforzi;
- c) la determinazione delle costanti elastiche del legno da utilizzare;
- d) la misura della velocità di propagazione del suono nelle diverse direzioni in relazione all'orientamento delle fibre
- e) la determinazione dello smorzamento delle vibrazioni attraverso la risposta all'impulso della tavola

2 - **Formazione della tavola armonica e del fondo:** si procede alla piallatura ed all'incollaggio delle due tavole secondo un preciso schema dimensionale che consente di effettuare prove vibro-acustiche di controllo prima della realizzazione della tavola.

3 - **Finitura delle due tavole:** vengono portate agli spessori stabiliti per una prima fase di accordatura. Gli spessori iniziali per la formazione delle tavole sono stati determinati in sede di ricerca scientifica in relazione ai diversi valori dei parametri misurati. I risultati delle indagini di cui al punto 1 forniscono le prime indicazioni per definire gli spessori iniziali.

4 - **Analisi acustica della resa della tavola armonica:** viene svolta per definire le caratteristiche elastiche che dovrà possedere la catena prima di essere incollata alla tavola armonica.

5 - **Prove di carico della catena** con la determinazione delle curve forze-cedimenti della catena grezza. La prova di carico consente di rilevare numerosi cicli di isteresi per la determinazione delle proprietà negative di dissipazione di energia vibratoria. Le prove consentono di definire i cedimenti delle sue sezioni in relazione ai carichi statici crescenti a cui essa è sottoposta durante la misurazione. Si procede alla lavorazione di finitura della catena che riguarda, principalmente le sue dimensioni in relazione anche alle caratteristiche elastiche del legno utilizzato e morfologica in relazione al risultato che si vuole raggiungere. Si procede, poi, ad alleggerire alcune sue parti per raggiungere la risposta necessaria per essere accoppiata con la tavola armonica caratterizzata dalle prove di cui al punto 4.

Dopo aver messo a punto la catena si procede al suo incollaggio sulla tavola in relazione alla posizione delle curve nodali del primo, secondo e quinto tono per avvicinarsi alla risposta acustica ritenuta fondamentale per la resa finale.

6 - **Resa acustica della tavola armonica:** si ripetono le prove di carico e le prove acustiche per una accordatura finale. La risposta all'impulso in funzione del tempo e la risposta della tavola nel dominio delle frequenze sono eseguite per determinare i principali primi modi di vibrazione, la disposizione delle curve nodali, le frequenze di risonanza ed i relativi smorzamenti.

7 - **Assemblaggio dello strumento e finitura:** avviene principalmente secondo la migliore tradizione classica piemontese. Dopo aver incollato tavola e fondo alle fasce si esegue la filettatura ed il flesso ultimando così le bombature tenendo presente che i ritocchi finali, in relazione alla resa della tavola armonica, verranno eseguiti successivamente in fase di messa a punto (tuning) del violino in bianco.



CENTRO LIUTERIA *Piemontese*

8 - **Tuning finale:** Le prove di acustica, già descritte e ripetute sul violino in bianco, consentono di finire le bombature specialmente nella zona del flesso e portare a spessore ultimo la tavola per ottenere la resa ottimale a cui tende la tradizione liuteria piemontese. In aggiunta l'ascolto della risposta all'impulso a strumento finito, consentirà al liutaio di ascoltare il suono prodotto rilevandolo in diversi punti della tavola armonica, del fondo e di altre aree di interesse in modo da apportare quegli ultimi interventi di ritocco finale che solo la sensibilità del Maestro liutaio è in grado di individuare.

9 - **Verniciatura, montatura e set-up dello strumento.**

ATTIVITÀ DIDATTICHE

Scopo della scuola è quello di formare la figura professionale del liutaio utilizzando metodi adeguati alle attuali necessità di apprendimento intensivo, fondati principalmente sulla manualità e la pratica di laboratorio -. Si intende, in tale modo, incentivare e promuovere questa storica eccellenza artigiana della Regione Piemonte in Italia e all'estero, al fine di stimolare l'economia locale in questo settore (coinvolgendo differenti settori: selvicoltura, commercio, artigianato, ecc.).

Altro scopo della scuola è quello di avviare gli allievi all'esercizio della professione fornendo e sviluppando i contatti per con altre realtà liutarie, partecipazione ai principali saloni e le mostre specializzate; dealers specializzati (con particolare riguardo a USA, Cina e Giappone).

Obiettivi della scuola:

1. Insegnare le tecniche operative, conoscendo i processi costruttivi, per la manifattura del violino. In particolare, viene insegnata la costruzione passo a passo del violino con il supporto di apparecchiature metrologiche avanzate, al fine di ottimizzarne la resa acustica.
2. Trasmettere le conoscenze e competenze di base per progettare, realizzare, collaudare, modificare ed effettuare i fondamentali interventi di manutenzione e riparazione applicata al violino.
3. Trasmettere le conoscenze relative alle tecnologie avanzate applicate alla ricerca (per sviluppo, diagnostica e restauro) in liuteria.
4. Insegnare le basi di tecnica per suonare il violino
5. Trasmettere le conoscenze sulla storia della liuteria.
6. Trasmettere le conoscenze di base di marketing e sulla promozione e vendita degli strumenti musicali, con particolare riguardo alla liuteria.
7. Incentivare e promuovere la storica eccellenza della liuteria in Piemonte, attraverso la promozione della produzione storica e contemporanea locale in Italia e all'estero, stimolando la crescita sia di questo settore sia dell'indotto, che sarebbe possibile potenziare.
8. Sperimentare praticamente e verifica di risultati dell'apprendimento con attività di laboratorio mediante la costruzione di due violini (uno sotto la guida del Tutor, l'altro con attività libera non guidata). Uno dei due strumenti sarà lasciato alla scuola alla fine del corso.



CENTRO LIUTERIA *Piemontese*

IL LABORATORIO DI ACUSTICA E DIAGNOSI

Determinazione delle caratteristiche acustiche dei legni e dei componenti



Il programma del laboratorio di acustica si sviluppa principalmente su due fronti:

- Analisi dei materiali e manufatti** durante la costruzione dei nuovi strumenti. Misura delle caratteristiche elastiche e dissipative dei legni, messa a punto (tuning) delle tavole armoniche e dei fondi, taratura fine a seguito degli assemblaggi, verifica finale della qualità del suono.
- Attività di restauro** - Diagnosi acustica, determinazione delle qualità sonore dello strumento prima e dopo il restauro, certificazione della qualità acustica di uno strumento, ispezione visiva dell'interno prima degli interventi.



Determinazione delle qualità elastiche dei legni. Le analisi elettroacustiche attraverso la risposta all'impulso (tap tone) consentono di determinare:

- le costanti elastiche del legno attraverso la misura della frequenza di risonanza;
- lo smorzamento interno del materiale dalla misura del decadimento delle vibrazioni.

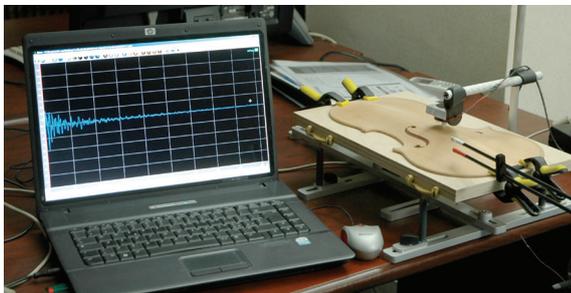


Il calcolatore produce un segnale sinusoidale modulato in frequenza (sine sweep) che pone in vibrazione la tavola (trasduttore di sinistra).

Un accelerometro rileva le vibrazioni che si propagano nel legno e le invia al calcolatore

Un apposito programma confronta i due segnali e determina la risposta all'impulso con algoritmi matematici appositamente implementati.

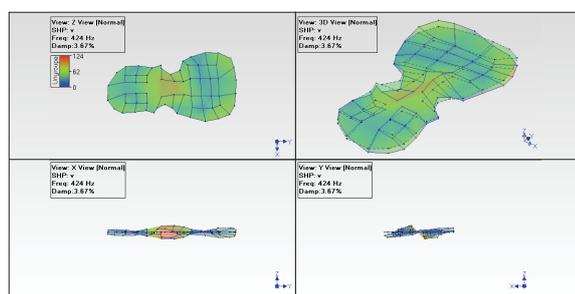
Da qui si ricava la velocità di propagazione del suono per vibrazioni flessionali della tavola in relazione all'orientamento delle fibre del legno



Lo stesso criterio viene utilizzato per l'analisi della risposta della tavola armonica e del fondo di uno strumento.

La sonda intensimetrica a due microfoni esplora il campo acustico a poca distanza dalla tavola e consente di tracciare, al calcolatore, i modi di risonanza e la posizione delle linee nodali.

Le figure che si ottengono ed i valori delle frequenze consentono di "accordare" la tavola.



L'analisi modale della tavola armonica, della tavola di fondo e dell'intero corpo del violino consentono di individuare la distribuzione dei nodi e dei ventri.

Una apposita animazione del moto degli elementi in cui è suddivisa la tavola armonica consente la immediata visione delle parti che oscillano in fase e quelle che oscillano in opposizione di fase.

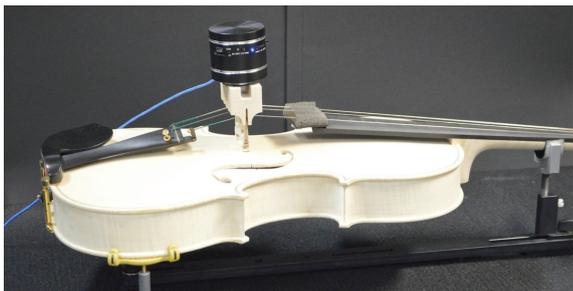
L'ampiezza del modo di risonanza fornisce l'intensità acustica con cui viene irradiata l'energia a quella particolare frequenza di risonanza.



CENTRO LIUTERIA *Piemontese*

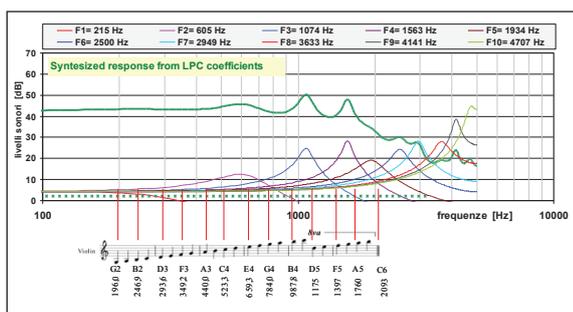
IL LABORATORIO DI ACUSTICA

Determinazione della qualità del suono e indagine visiva dell'interno



Sistema per l'eccitazione del del violino mediante sollecitazione del ponticello.

Un vibratore alimentato da segnali sinusoidali è appoggiato su un sistema agganciato al ponticello come una sordina ed al cui interno è posto un accelerometro triassiale. Le corde sono bloccate da un feltro per evitarne la vibrazione. Un accelerometro posto a contatto della tavola armonica o un microfono di ridotte dimensioni posto a 1 cm della tavola consentono la registrazione del suono prodotto per eccitazione del ponticello.



La risposta acustica è ottenuta dal calcolatore che genera il segnale di vibrazione (sine sweep) e che analizza la risposta captata da un accelerometro o dal microfono. Si ricavano i principali modi di risonanza ed i relativi smorzamenti. L'accelerometro posto sotto l'eccitatore ricava la mobilità del ponticello e l'impedenza acustica della tavola ai piedi di contatto del ponticello.

Sound's formants			
Frequency	Bandwidth	Nota	Damping
[Hz]	[Hz]		[%]
215	384	A2	179
605	244	D#4	40
1074	104	C5	5
1563	105	G5	3
1934	402	B5	21
2500	316	D#6	13
2949	269	F#6	5
3633	454	A#6	12
4141	219	C7	3
4707	327	D7	3

Frequenze dei principali modi di risonanza e smorzamenti relativi ottenuti mediante la separazione dei singoli modi.

Sistema per la visione dell'interno di uno strumento. (Telecamera Discovery)

La telecamera, di dimensioni ridotte e munita di grandangolo, consente di ispezionare e fotografare tutti i punti interni alla cassa dello strumento.



La sonda, realizzata sottile e flessibile, può essere inserita dalle f e dal foro del bottone.

Ispezione interna di un violino prodotto agli inizi del 700'. Un primo restauro è stato eseguito da Francesco Baravalli di Pavia (anno 1750 circa) come risulta da alcune scritte poste all'interno in posizioni non visibili dall'esterno. Immagine dello zocchetto superiore del violino, oggi da restaurare, con il manico fissato dai tre chiodi.

È visibile in alto a destra il nastro inserito nel 1834 dal restauratore Lorenzo Castelletto per la chiusura di una crepa sulla tavola armonica.

La visione completa dell'interno di uno strumento consente di produrre fotografie di particolari segni di degrado e di decidere gli interventi e le cautele che devono prese per il restauro conservativo.

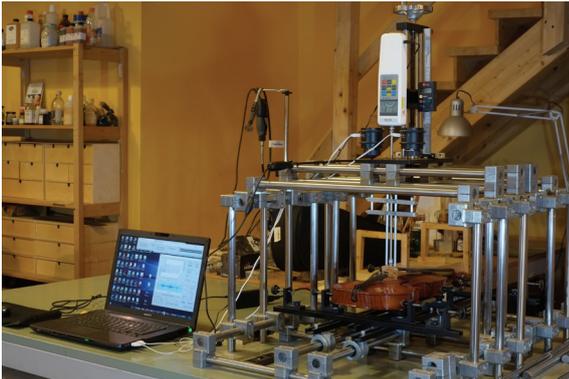




CENTRO LIUTERIA *Piemontese*

IL LABORATORIO DI ANALISI STRUTTURALI

Elasticità dei legni e delle strutture



Sistema per la determinazione della risposta elastica dei materiali e degli strumenti ad arco.

La "sonorità" del legno, rispetto a quella di altri materiali, è dovuta alla sua disomogeneità, principalmente determinata dall'orientamento delle fibre. Le caratteristiche di densità, elasticità e dissipazione di energia vibratoria per attrito interno, variano da legno a legno, con risultati ben noti sulla "voce" dello strumento ultimato.

Il banco di prova è stato realizzato per la determinazione dell'elasticità statica e dinamica dei legni, dei componenti di uno strumento ad arco e dello strumento finito. Le prove consentono anche di rilevare un coefficiente dei cedimenti per determinare il carico ideale al ponticello che consentirà, poi, la corretta scelta delle corde e la inclinazione ottimale del manico e della tastiera.



Sistema per la misura dei carichi e dei cedimenti.

Il dispositivo realizzato consente di applicare una forza nota e variabile su un provino di legno, su un componente (tavola armonica, fondo, catena, ponticello) e sullo strumento finito. Si misurano i cedimenti conseguenti non solo nel punto di applicazione della forza, ma anche su altri punti del campione. Ad esempio, le misurazioni su una tavola armonica completa di *f* e catena, consentono di ricavare i cedimenti nei diversi punti della tavola al variare della forza applicata nei punti di appoggio del ponticello. Le deformate statiche che si rilevano consentono al liutaio di agire sugli spessori della tavola prima delle prove dinamiche volte a determinare la risposta alle vibrazioni nelle condizioni di risonanza (modo primo, secondo, quinto, etc.).

La risposta alle vibrazioni di una tavola o dell'intero strumento è ottenuta applicando forze dinamiche a frequenza variabile mediante trasduttori elettromeccanici, shaker, visibili nella foto.

La rigidità meccanica e l'isteresi.

La distribuzione degli sforzi (stress) e le conseguenti deformazioni (strain) determinano in maggior misura la resa sonora dello strumento.

In ciascun punto (ad esempio di una tavola armonica) è possibile misurare la curva carichi - cedimenti sia in regime statico, sia in regime dinamico, mediante sollecitazioni imposte dallo shaker e rilevate direttamente con accelerometri. Nella figura a lato si riporta il risultato di una misurazione dei carichi e cedimenti di un violino al punto di applicazione sul ponticello.

La differenza tra le curve di carico e scarico consente di determinare l'isteresi del materiale e, soprattutto, il tempo di rilassamento delle fibre del legno e dell'intera struttura sottoposta alle forze impresse dalle corde.

