

Le scienze del legno applicate alla conservazione degli strumenti musicali storici: esempi di studi in Italia

Marco Fioravanti – DISTAF – Università degli Studi di Firenze

Il contributo portato dalla tecnologia del legno alla conservazione degli strumenti musicali, può riguardare aspetti diversi quali: la determinazione della specie legnosa utilizzata (che può fornire informazioni sia sullo strumento che su una scuola di liuteria), la caratterizzazione del legno finalizzata alla conservazione dello strumento, e, nel caso degli strumenti storici, l'effetto dell'uso sulla conservazione e la trasmissione al futuro.

In questa presentazione sono raccolti i principali risultati riguardanti gli studi e la conservazione di strumenti musicali in legno antichi conservati in Italia, ed in particolare del progetto relativo al violino detto "Cannone" appartenuto a Niccolò Paganini, che prevede il monitoraggio e l'analisi del comportamento dello strumento nel corso delle diverse fasi della sua vita, allo scopo di comprendere gli effetti prodotti dalle variazioni di umidità e delle condizioni di carico applicato.

Wood science applied to conservation of historical musical instruments: cases studies in Italy

The contribution of the wood science to the musical instruments conservation may interest different fields such as wood species identification (useful for the determination of the lute making school for example or geographical origins), the conservation conditions of wooden musical instruments, and in the case of musical instruments of the cultural heritage.

This talk is a collection of the mean results about the study and the conservation of wooden cultural heritage musical instruments in Italy and a particular attention will be paid to the violin called «Cannone» that has been belonged to Niccolò Paganini. A monitoring project and the analysis of the instrument behaviour has been led at each stage of its « present life » to evaluate the effect of hygrometric variations and the application of a loading.

I Introduzione

La tecnologia del legno è quella disciplina che studia le caratteristiche ed il comportamento del legno, e che trova nelle costruzioni e nella trasformazione del materiale i suoi campi di applicazione abituali. Negli ultimi dieci anni tuttavia è diventato sempre più importante il contributo che questa disciplina sta portando alla conoscenza ed alla conservazione dei manufatti lignei che fanno parte del patrimonio culturale (beni mobili o immobili di interesse storico, artistico od archeologico).

Nel caso degli strumenti musicali in legno, tale contributo si può configurare in un approfondimento della conoscenza dei materiali impiegati (determinazione delle specie legnose), delle tecniche di lavorazione e della caratterizzazione fisico meccanica del legno, che, nel caso degli strumenti storici, fornisce utili indicazioni per una loro buona conservazione.

La datazione del legno, attraverso la dendrocronologia, deve invece essere oramai considerata come una disciplina autonoma, che richiede conoscenze e competenze molto particolari non esclusivamente riconducibili alla tecnologia del legno.

II Il riconoscimento delle specie legnose

Il riconoscimento della specie legnosa rappresenta uno fra i più importanti elementi di conoscenza che devono essere assunti quando si voglia utilizzare e/o conservare in maniera corretta un manufatto ligneo. Le ragioni di tale importanza devono essere in primo luogo attribuite alla forte variabilità che il legno presenta nelle sue caratteristiche tecnologiche al variare della specie¹.

Nel caso degli strumenti musicali, così come in altri manufatti lignei di interesse storico artistico, la conoscenza della specie legnosa può fornire anche altri utili elementi. Essa costituisce infatti anche una importante testimonianza circa il grado di maturità tecnologica raggiunto, in un certo periodo storico, nella realizzazione di uno strumento. L'uso di una specie infatti è sempre espressione di un empirico processo di selezione che, partendo da quelle più facilmente reperibili, ha portato ciascuna scuola di liuteria, alla scelta di quella o di quelle che meglio si adattavano alla realizzazione delle singole parti di uno strumento.

Il riscontro sistematico, infine, da parte di un certo costruttore dell'uso di alcune specie legnose, non solo e non tanto per le parti strutturali dello strumento, ma anche per quelle decorative, può costituire un ulteriore elemento da impiegarsi a supporto della attribuzione.

E' evidente che per poter beneficiare di tali utilità è condizione indispensabile che la specie sia determinata correttamente.

Il riconoscimento del legno può essere fatto attraverso la osservazione dei soli caratteri macroscopici o sulla osservazione della struttura microscopica. La scelta del metodo è dipendente dalle caratteristiche della specie legnosa, dalle caratteristiche del manufatto in esame e dalla possibilità di eseguire il prelievo di un campione².

Nel caso degli strumenti musicali, dove la possibilità di eseguire un prelievo è di fatto preclusa (in quanto questo rappresenterebbe una improponibile alterazione della struttura e della funzionalità dello strumento), la determinazione deve avvenire basandosi sull'esame dei soli caratteri macroscopici o di quelli microscopici che siano direttamente osservabili sullo strumento con l'ausilio di una lente di ingrandimento e di un microscopio stereoscopico. La presenza di coloranti, che alterano il colore naturale del legno, e di spessi strati di vernice, che rendono praticamente non osservabile la struttura del legno sottostante, possono ulteriormente aumentare i margini di incertezza di alcune identificazioni. Se a questo si aggiunge che alcune parti interne degli strumenti risultano di fatto non accessibili o difficilmente osservabili, si può capire come i risultati che si possono ottenere variano da strumento a strumento ed in alcuni casi anche nell'ambito dello stesso strumento. Nei casi in cui la specie non può essere stabilita, si cerca comunque di determinare la categoria sistematica ad essa più prossima (*Taxon*).

Fortunatamente il numero di specie impiegate dalle diverse scuole di liuteria è piuttosto limitato. Nel caso degli strumenti ad arco ad esempio, quella italiana sotto l'influsso di quella cremonese, prevede l'uso di specie quali l'acero (*Acer sp.*) per il fondo, le fasce ed il manico, e l'abete rosso (*Picea abies* Karst.) per la tavola armonica. Per questa tuttavia non mancano varianti e non è infrequente su strumenti di altre scuole il ricorso ad abete bianco (*Abies alba* Mill.) o cipresso (*Cupressus sempervirens* L.) quest'ultimo molto gradito a Bartolomeo Cristofori che ne fece ricorso per la costruzione di diverse parti delle sue spinette.

¹(si pensi ad esempio alla massa volumica che può oscillare fra i 200 kg/m³ della Balsa (*Ochroma lagopus* Sw.) ed i 1300 kg/m³ del Quebracho (*Schinopsis balansae* Engl.))

² In Italia è stata recentemente pubblicata una norma (UNI NORMAL 11118), che regola i criteri per il riconoscimento delle specie legnose sui manufatti di interesse storico artistico.

A queste specie principali se ne devono aggiungere altre che potremmo definire accessorie, e che sono impiegate per la realizzazione di filetti decorativi (Acer, Pioppo (*Populus sp.*), Salice (*Salix sp.*), di tastiere (Ebano (*Dyospiros sp.*)), oppure il Faggio (*Fagus sylvatica L.*) per le contro fasce.

Nonostante l'apparente semplicità determinata da un numero così limitato di specie, sovente l'identificazione richiede molto tempo e grande attenzione perché, come già detto, la qualità delle superfici è tale da rendere difficile il riconoscimento dei caratteri tassonomici necessari a determinare una specie, ed in mancanza di elementi certi è necessario mantenere una grande prudenza nei responsi.

In molti casi infatti, soprattutto in passato, una specie legnosa è stata attribuita più per la conoscenza dell'impiego tradizionale nella realizzazione delle diverse parti, che non per reale osservazione. A titolo di esempio si può ricordare il caso della Tromba marina, conservata al Museo degli Strumenti Musicali di Firenze, uno strumento di presumibile origine cremonese costruito intorno al 1790. Probabilmente proprio per la sua origine presunta, la tavola armonica dello strumento è stata ritenuta per molto tempo di abete rosso, e sulla base di tale presunta identificazione erano stati avviati anche studi di datazione mediante dendrocronologia. L'analisi approfondita dello strumento allo stereo microscopio portava però ad escludere che si trattasse di questa specie (non erano mai rilevabili i canali resiniferi assiali tipici dell'abete rosso), e l'esame al SEM di un piccolissimo frammento che si stava distaccando dalla struttura dello strumento, ha confermato che la tavola era stata realizzata in legno di abete bianco (che non presenta canali resiniferi assiali) (figura 1).

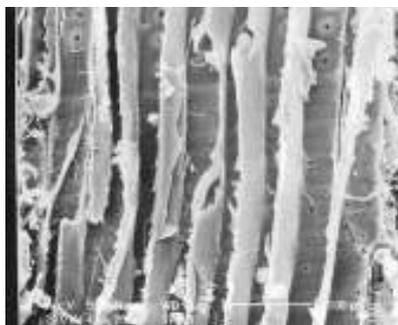


Figura 1: Immagine al microscopio elettronico a scansione di legno di Abete bianco – sezione longitudinale radiale

Utili informazioni possono venire non solo dall'esame delle parti strutturali più importanti degli strumenti, ma anche quelle apparentemente meno significative. E' questo il caso dei filetti decorativi delle tavole armoniche e del fondo degli strumenti ad arco.

Lo studio condotto sul violino « Carlo IX » di Andrea Amati ne rappresenta un esempio interessante. L'esame dei filetti di questo strumento ha evidenziato che, contrariamente a quanto ritenuto in precedenza, Amati impiegava per queste parti il legno di acero (*Acer sp.*), colorato nelle parti più scure. L'esame completo ed accurato dei filetti del violino ha consentito di mettere in luce degli interventi di restauro, che nella ricostruzione del filetto avevano impiegato specie diverse (figura 2).



Figura 2: Violino “Carlo IX” – Andrea Amati – Retro. L’immagine mette in risalto le parti dei filetti originari da quelle inserite nel corso di restauri.

Ancora l’esame tecnologico della struttura degli strumenti ha consentito di portare un contributo forse definitivo alla attribuzione della viola contralto depositata presso la *Library of Congress* di Washington, quale componente del quintetto mediceo realizzato da Antonio Stradivari intorno al 1690.³ L’esame comparato dei due strumenti metteva infatti in luce una anomalia del legno di abete rosso usato da Stradivari per la costruzione dei due strumenti. Questa specie presenta normalmente albarno e durame indifferenziati (il limite fra le due parti non può essere identificato sulla base del colore del legno), e solo molto raramente, a seguito di processi di ossidazione che avvengono nel corso della essiccazione, queste due parti possono essere chiaramente distinte tra loro. L’osservazione del legno della viola tenore e della viola contralto mette in luce una differenza cromatica molto netta fra le due parti (vedi figura 3) (al punto che alcuni studiosi avevano descritto la viola tenore come



Figura 3: Viola tenore – Antonio Stradivari 1690 – Nelle parti centrali dello strumento è visibile la differenza di colore fra albarno e durame della tavola armonica in legno di abete rosso.

³ Già alla fine del Settecento del quintetto stradivariano restavano nella collezione di corte solo i due strumenti attualmente conservati a Firenze: la viola tenore e il violoncello.

Riguardo agli altri tre strumenti, del primo violino scomparso non si trovò più traccia, mentre gli altri due strumenti passarono di mano tra collezionisti, musicisti e commercianti europei e americani un tal numero di volte da farne perdere le tracce.

L’opinione oggi prevalente, basata su considerazioni documentarie, tecniche e sull’analisi stilistica, porta ad individuare la viola contralto mancante, in uno strumento attualmente di proprietà di una fondazione privata statunitense e in deposito presso la *Library of Congress* di Washington D.C. L’evidenza disponibile, d’altra parte, non era sufficiente per abbandonare un’estrema cautela nell’attribuzione.

costituita con l'assemblaggio di tre tavole), tanto da far supporre che queste fossero state ricavate da un unico pezzo di legno. Supposizione che è stata poi avvalorata dai risultati di uno studio dendrocronologico, di cui sono in corso di pubblicazione i risultati.

III Caratterizzazione fisico-meccanica e conservazione

Nel caso degli strumenti musicali la caratterizzazione fisico meccanica del legno può essere eseguita per scopi diversi, che possono riguardare la idoneità di una specie o di un assortimento per la costruzione o il restauro di strumenti musicali, oppure per la valutazione del loro stato di conservazione.

Per quanto riguarda le caratteristiche acustiche del legno per strumenti musicali, in Italia un importante *corpus* di ricerche ha riguardato la caratterizzazione del legno di risonanza.

Una delle convinzioni consolidate nella liuteria italiana è infatti quella che attribuisce al legno di abete rosso cosiddetto di risonanza (caratterizzato dalla presenza di figure negli anelli di accrescimento chiamate « indentature »), proprietà acustiche superiori, rispetto a quelle del normale legno di abete rosso.

Ricerche svolte sulla caratterizzazione elasto-acustica di questi due tipi diversi di abete rosso (Bonamini 1991, 1998, Chiesa 1988, Scatarzi 1994) hanno messo in evidenza che la presenza della anomalia (le indentature) ha una influenza sulla anisotropia elastica del legno, riducendo le normali differenze fra direzione longitudinale e radiale, ma che tale differenza, rilevabile in modo puntuale in prossimità delle indentature, perde ogni significato pratico in pezzi di dimensioni più grandi, dove la variabilità tipica del legno attenua di fatto l'effetto determinato localmente dalla presenza di indentature⁴.

La caratterizzazione elastica ed acustica, sulla quale ci si è lungamente concentrati, non riesce quindi a spiegare le ragioni che possono aver giustificato da parte dei Maestri liutai la ricerca così determinata del legno di certe provenienze e di quello di risonanza in particolare, a meno che non si voglia accettare l'idea che non esista differenza alcuna.

Studi più recenti inerenti le dinamiche di assorbimento e di comportamento viscoelastico di questi due tipi di legno, hanno però messo in evidenza il particolare comportamento del legno di abete rosso di risonanza rispetto al normale abete rosso, e soprattutto come il comportamento dell'abete rosso di risonanza sia straordinariamente simile a quello del legno di acero, con il quale sono costruite tutte le restanti parti dei violini.

In figura 4 sono riportate le isoterme di assorbimento del legno di abete rosso normale, abete rosso di risonanza e di acero. Queste esprimono la umidità a cui il legno si equilibra al variare della umidità relativa dell'ambiente. Come si vede il comportamento dell'abete rosso di risonanza è perfettamente analogo a quello dell'acero, ed entrambe queste specie

⁴ Bonamini (1998) conclude il suo studio comparativo, condotto esaminando un campione di oltre 10 m³ di legno di abete rosso di risonanza, asserendo che da un punto di vista pratico, due tavole armoniche che presentino approssimativamente la stessa quantità di indentature, possono presentare comportamenti elastici ed acustici totalmente differenti. Viceversa due tavole armoniche possono presentare le stesse caratteristiche acustiche anche presentando una 10 volte il numero di indentature dell'altra.

a parità di umidità ambientale assorbono un contenuto di acqua più modesto rispetto al legno di abete rosso normale⁵.

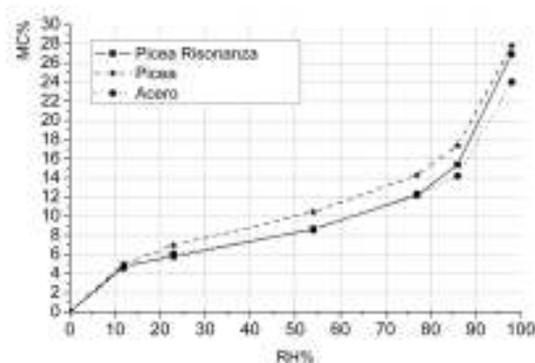


Figura 4: Isotherme di assorbimento del legno di abete rosso, abete rosso di risonanza e acero.

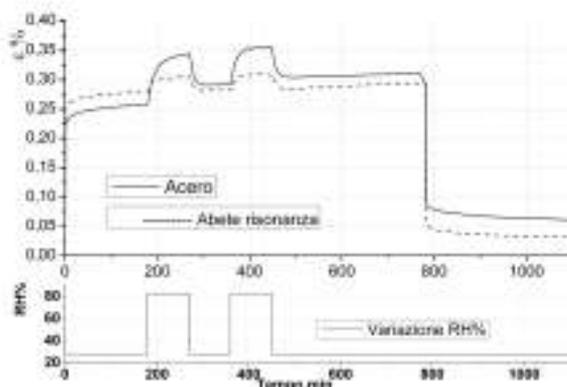


Figura 5: Grafici relativi a prove per la determinazione di *creep* viscoelastico e mecano sorpitivo su legno di abete rosso e acero.

Circa lo stesso risultato lo si è riscontrato nel caso di prove di simulazione meccanica (figura 5) con carico applicato per lungo termine e con l'imposizione di variazioni di umidità nel corso del tempo. Anche in questo caso il comportamento dell'abete rosso di risonanza e dell'acero sono risultati molto simili con un valori di deformazione viscosa molto contenuti per entrambe le specie.

Questi risultati, sembrano quindi indicare che la scelta e la preferenza dell'abete di risonanza non sarebbero da ricercare nelle sue diverse caratteristiche acustiche, quanto forse nella similarità di comportamento con il legno di acero che costituisce le altre parti strutturali degli strumenti, in particolare nel corso del tempo e durante l'invecchiamento.

Pur consapevoli del fatto che l'acustica di un strumento è determinata da un numero di parametri, anche costruttivi, assai più ampio che non le sole caratteristiche del legno, il comportamento acustico degli strumenti nel tempo rappresenta una problematica che da sempre divide i conservatori e gli appassionati di strumenti in legno.

E se è certamente condivisibile l'opinione che negli strumenti nuovi l'uso cambia in meglio le caratteristiche acustiche dello strumento, diverso è il caso degli strumenti storici, dove l'obiettivo principale diventa quello di perpetuare quanto più a lungo possibile la loro presenza.

⁵ Questo aspetto ha importanti implicazioni anche per le proprietà acustiche del legno, ed in particolare per lo smorzamento dell'onda sonora che risente fortemente del contenuto di umidità del legno.

La conservazione di uno strumento storico rappresenta un problema molto difficile, ancor prima per ragioni di filosofia conservativa oltre che per ragioni tecniche. La domanda che sempre si pone è se uno strumento che, per paternità, stato di conservazione e vicende specifiche, riveste un'importanza storica straordinaria nel campo degli strumenti musicali, tanto da diventare a tutti gli effetti un bene culturale, possa anche continuare ad essere suonato, avendo la consapevolezza che l'uso, con la sua alternanza di variazioni di umidità e di stati di sollecitazione nel legno, possa, potenzialmente, provocare significative alterazioni permanenti nella struttura del materiale.

Nel tentativo di quantificare in maniera oggettiva l'influenza di tali variazioni sulla vita di uno strumento antico, sono state recentemente avviate delle ricerche finalizzate alla caratterizzazione del comportamento di un violino storico il

« Cannone » di Niccolò Paganini, realizzato nel 1743 dal liutaio Bartolomeo Giuseppe Guarnirei detto del Gesù.

Questo strumento, oggi di proprietà del Comune di Genova, oltre ad essere considerato un bene culturale, viene anche periodicamente impiegato per esecuzioni, e rappresenta per questo un caso paradigmatico della problematica in oggetto.

Lo studio è stato impostato considerando due i fenomeni maggiormente importanti ai fini dell'invecchiamento di uno strumento: le variazioni di umidità del legno e gli stati di sollecitazione meccanica determinati dalla tensionatura.

La variazione di umidità del legno può provocare sia effetti macroscopici come fenomeni di ritiro e rigonfiamento (che se eccessivi possono determinare deformazioni o peggio fessurazioni, che pregiudicano gravemente la conservazione di uno strumento), sia effetti a livello ultrastrutturale dove la instabilità molecolare determinata dall'ingresso e dall'uscita delle molecole di acqua, può facilitare modificazioni nella struttura dei polimeri costitutivi del legno.

Dal punto di vista meccanico, oltre al comportamento elastico, sono state prese in considerazione anche le caratteristiche visco-elastiche del materiale, e quelle mecano-sorptive in particolare⁶, che, in condizioni di carico costante, possono determinare un incremento di deformazione nel tempo, parzialmente non reversibili.

Per raggiungere tali scopi gli ambienti di conservazione (la sala e la teca) e lo strumento stesso sono stati sottoposti ad un monitoraggio in continuo.

Nella teca nella quale lo strumento viene abitualmente conservato, sono misurate le condizioni di temperatura ed umidità relativa, mentre lo strumento è stato sottoposto ad un controllo delle sue variazioni di peso, assumendo che queste siano determinate dalla variazione del contenuto di umidità del legno (vedi figura 6).

Nel grafico in figura 7 sono riportati i risultati di una fase di tale monitoraggio. Le variazioni di peso dello strumento, molto piccole in termini assoluti, mostrano una straordinaria rapidità di adattamento alle variazioni termo-igrometriche che si riscontrano all'interno della teca di conservazione. Questo risulta ancora più sorprendente se si considera che le

⁶ Se contemporaneamente ad uno stato di sollecitazione meccanica, si registra nel legno una variazione d'umidità (condizioni che si verificano tipicamente nel corso di una esecuzione), l'effetto provocato dall'interazione di questi due fattori è maggiore rispetto a quello dovuto alla sommatoria dell'effetto prodotto da ciascuno di essi (deformazione meccanica viscoelastica e rigonfiamento). Questo comportamento è conosciuto con il nome di comportamento meccanico sorpitivo.

superfici esterne dello strumento sono rivestite da una pellicola di vernice che dovrebbe ritardare l'adeguamento del legno alle variazioni ambientali.

Questo comportamento può essere spiegato solo supponendo che l'interno della cassa armonica si equilibri molto rapidamente con le condizioni esterne, e che questo favorisca un rapido assorbimento dell'umidità da parte delle parti di legno interne allo strumento che non sono verniciate.



Figura 6: Monitoraggio delle variazioni di peso del Cannone. L'apparato è stato realizzato mediante una bilancia di precisione con risoluzione del centesimo di grammo, sulla quale grava il peso dello strumento e del dispositivo metallico di supporto.

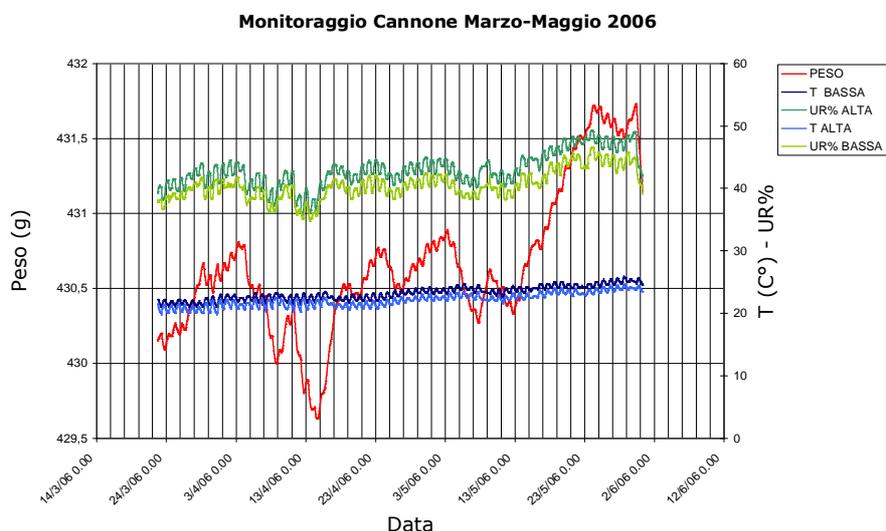


Figura 7: Monitoraggio del Cannone. Nel grafico sono riportati i dati relativi alle variazioni di T e UR% della teca e l'andamento delle variazioni di peso.

Tale supposizione è stata confermata da rilevazioni fatte, anche nel corso di concerti, inserendo all'interno della cassa armonica dello strumento una micro-sonda termogrometrica (figura 8). Come si vede nel grafico riportato in figura 9, che si riferisce ad una registrazione fatta in occasione di una esecuzione, le variazioni di UR% all'interno dello strumento sono molto repentine e sono da imputare sia alle condizioni ambientali della

sala, sia alla vicinanza al corpo del musicista, che pare avere più effetto sulla temperatura che non direttamente sull'umidità emessa.



Figura 8: Misura delle variazioni di temperatura e UR% all'interno della cassa armonica del Cannone. Il dispositivo di misura è rappresentato da una sonda termo-igrometrica miniaturizzata collegata ad un *data logger* capace di trasmettere i dati raccolti ad un computer localizzato ad alcuni metri di distanza. La sonda viene inserita all'interno dello strumento attraverso il foro del bottone.

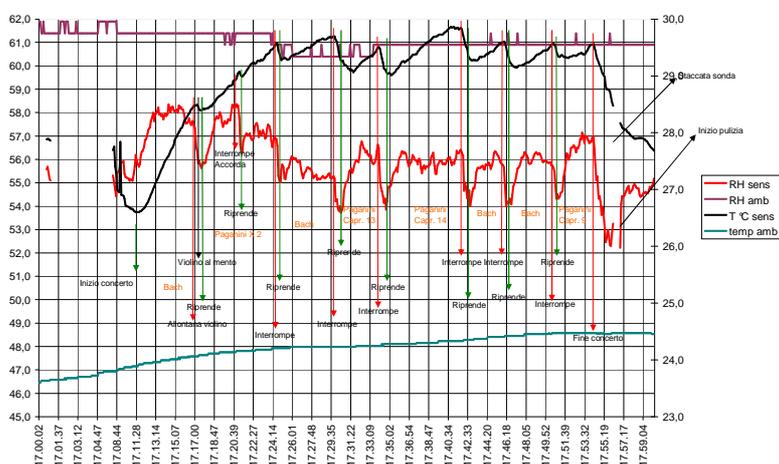


Figura 9: Monitoraggio del Cannone. Il grafico mostra i risultati di una prova di monitoraggio nel corso di un concerto della variazione di T ed UR% all'interno della cassa armonica dello strumento.

Nel suo complesso l'esecuzione procura una perturbazione nella dinamica igroscopica dello strumento, che richiede un tempo piuttosto lungo per essere recuperata. In figura 10 è riportato il grafico relativo alla registrazione dei valori di peso dello strumento a partire dal termine di una esecuzione. Nel corso di questo evento, durato fra accordatura e concerto circa 6 ore, lo strumento aveva assorbito oltre un grammo di umidità, ed il tempo che è stato necessario per riacquistare il peso registrato prima dell'inizio del concerto è stato di circa una settimana.

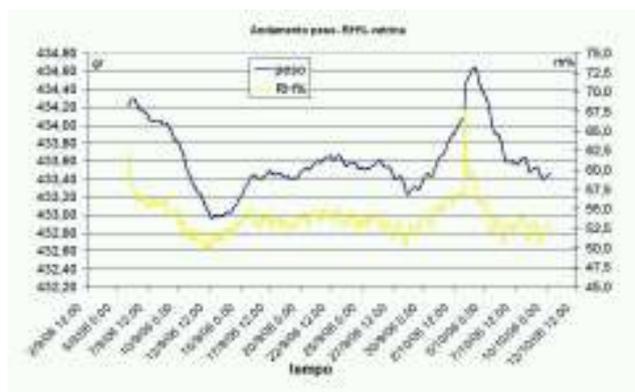


Figura 10: Monitoraggio del Cannone. Il grafico mostra la variazione di peso successiva ad una esecuzione dello strumento. La freccia indica il raggiungimento del peso precedente l'inizio del concerto.

Questi risultati saranno presto integrati da altri riguardanti le misurazioni meccaniche, realizzate per adesso solo su strumenti di minore pregio per una necessaria messa a punto metodologica, e volti a quantificare le forze e le deformazioni elastiche e viscosive che riguardano lo strumento durante intervalli di tempo analoghi a quelli che caratterizzano le esecuzioni cui lo strumento è sottoposto.

Bibliografia

- [1] Chiesa V., *Influenza dell'intensità delle introflessioni sui parametri di elastici del legno di Picea abies Karst di risonanza*, Tesi di laurea , DISTAF , Facoltà di Agraria, Università degli studi di Firenze 1988.
- [2] Bonamini G., Chiesa V., Uzielli L., *Anatomical features and anisotropy in spruce wood with indented rings* – Acoustical Society Journal – Vol 1 , n8 – 1991.
- [3] Bonamini G., *The elastic behaviour of spruce wood showing indented rings* – Proceedings of International Workshop on Mechanical behaviour of non-standard wood – Firenze, 1998.