

Specie legnose e indagine della struttura

Wood species and structure survey

MARCO FIORAVANTI - GIOVANNI SIGNORINI - GIUSEPPINA DI GIULIO
GESAAF Università di Firenze

L'identificazione della specie legnosa rappresenta una delle fasi più importanti nel percorso di conoscenza di un manufatto in legno di interesse storico-artistico. Le ragioni sono di natura tecnologica, per le implicazioni che questa può avere per la corretta conservazione di un'opera d'arte, ma anche di più ampio significato culturale. Ogni opera d'arte infatti contiene in sé anche la testimonianza di un patrimonio immateriale che rientra in quel sistema di conoscenze - oggi definite "conoscenze tradizionali" - che rappresentano il frutto di complesse relazioni che si sono sviluppate nel tempo tra le comunità locali, tecnologie e ambiente. In questo corpus di saperi, capacità, pratiche, credenze e rappresentazioni che si perpetuano nell'ambito di una comunità, certamente rientra anche la scelta delle specie più adatte per la realizzazione di un manufatto ligneo, la cui definizione rappresenta il frutto di un empirico percorso di selezione che viene continuamente sottoposto ad un processo di revisione critica con l'intento di ottimizzare le potenzialità realizzative o la funzionalità dei manufatti, e la cui interpretazione richiede il contributo di numerosi saperi e un approccio che sia fortemente transdisciplinare. A queste considerazioni di carattere generale, nel caso degli strumenti musicali e dei violini in particolare, si deve aggiungere che la scelta delle specie, e le loro modalità di utilizzo, esprimono il grado di maturità raggiunto dai Maestri liutai del passato, consentendo di eseguire confronti sia fra epoche successive di costruzione, sia fra costruttori diversi.

Nel caso degli strumenti musicali in legno, il metodo d'indagine deve sempre essere assolutamente non distruttivo e non invasivo. Questo restringe, allo stato delle conoscenze attuali,¹ le possibilità d'indagine all'uso della microscopia a luce riflessa e all'osservazione di immagini ottenute mediante scansione con Tomografia Computerizzata (TC). Lo studio in microscopia a luce

The wood species identification represents one of the most important phases in the path of knowledge of a wooden artefact of historical-artistic interest. The reasons of this statement are of technological nature, for the implications that the knowledge of the species may have for the correct conservation, but also for a wider cultural significance. In fact, each wooden work of art or artefact, contains within itself also the testimony of an intangible heritage that fall within that system of knowledge - defined today as "traditional knowledge" - that represent the fruit of complex relationships that developed in time between local communities, technologies and environment. In this body of knowledge, skills, practices, beliefs and representations that are perpetuated in a community, certainly it falls also the choice of the most suitable species for the realization of a wooden artefact, the definition of which is the result of an empirical path of selection that is continuously subjected to a critical review process with the aim of optimizing the constructional potential or the functionality of the artefacts, and the interpretation of which requires the contribution of numerous knowledge and a highly transdisciplinary approach. To these general considerations, in the case of musical instruments and violins in particular, it must be added that the choice of species, together with its mode of use, expresses the degree of maturity reached by violin makers of the past, enabling to execute comparisons either between successive periods of construction, or between different manufacturers.

In the case of wooden musical instruments the method of survey should always be absolutely non-destructive and non-invasive. This narrows, according to the current knowledge,¹ the possibilities to the use of reflected light microscopy and to the observation of images obtained by scanning with computed tomography (CT). The study in reflected light microscopy, conducted either with optical

riflessa, condotto sia con microscopi ottici (Stereomicroscopi), che con microscopi digitali, prevede l'osservazione diretta dei caratteri anatomici del legno così come possono essere osservati sulle superfici degli strumenti musicali, con livello d'ingrandimento adeguato alle dimensioni del carattere da esaminare. L'esame può essere complicato dalla presenza di patina, dallo spessore eccessivo delle vernici, dalla presenza di sostanze coloranti e dal tipo di taglio delle superfici, che possono presentare piani di taglio intermedi rispetto a quelli di riferimento (trasversale, longitudinale radiale e longitudinale tangenziale). Le parti costitutive degli strumenti musicali devono essere osservate con molta accuratezza, alla ricerca di quelle parti in cui le strutture degli elementi cellulari sono più visibili, e questo può richiedere un tempo molto lungo per il completamento dell'esame (talvolta un singolo strumento musicale può anche richiedere una settimana di lavoro).

Metodo d'indagine

In questo studio, per esaminare gli elementi cellulari del legno mediante microscopia a luce riflessa, sono stati usati microscopi digitali portatili con livelli d'ingrandimento che raggiungono 400x e dotati di filtri a luce polarizzata utilizzati per attenuare l'effetto di riflessione della luce. La portabilità di questi dispositivi, che possono essere collegati a un computer portatile o un pc per l'utilizzo, ha permesso l'analisi in situ dello strumento. A causa del poco tempo avuto a disposizione per l'osservazione diretta dello strumento, si è deciso di cercare di approfondire solo la parte dei filetti, che possono essere considerati uno degli elementi che maggiormente caratterizzano la produzione di ogni maestro liutaio. A completamento dell'esame, per studiare la composizione strutturale del violino è stato esaminato anche il risultato dell'esame tomografico, realizzato mediante un dispositivo industriale, che ha consentito una risoluzione spaziale di 60/pixel.

Le specie legnose identificate

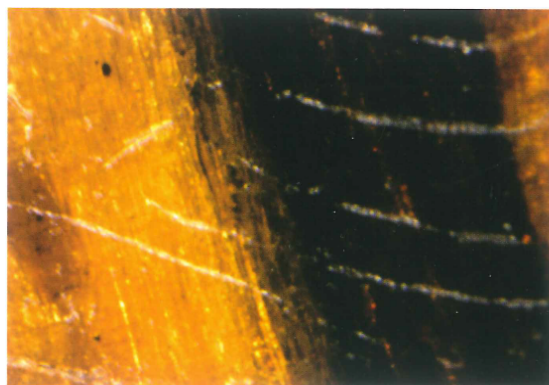
Le principali componenti strutturali del *Messia* presentano la combinazione di specie che caratterizza la scuola liutaria cremonese: fondo, fasce e manico sono realizzati in legno di Acero (*Acer sp.*), mentre la tavola armonica è realizzata in Abete rosso (*Picea abies Karst.*)

I filetti sono risultati composti dall'unione di tre parti diverse, di cui le due esterne presentano una colorazione scura, che richiama il colore naturale del legno di Ebano (*Diospyros sp.*), mentre la parte interna è di colore chiaro. Il notevole spessore della vernice non ha con-

microscopes (stereomicroscopes), or with digital microscopes, involves the direct observation of the anatomical features of wood as they can be observed on the surfaces of the instruments, with the appropriate level of magnification to the size of the feature to be examined. The examination can be complicated by the presence of patina, by the excessive thickness of transparent varnishes, by the presence of colouring substances and by the type of cutting of the surfaces, which may present intermediate cutting planes than those of reference (transverse, longitudinal radial and longitudinal tangential). The constituent parts of the musical instruments are to be observed with great care looking for those portions where the structures of cellular elements are more visible and the total time required by the examination can also be very long (sometimes a single instrument may require a week of working).

Method of investigation

In this study portable digital microscopes reaching magnification levels of 400x and using polarised light filters to minimise the annoying effect of light reflectance were used to examine the wood cellular elements by means of reflected light microscopy. The portability of these devices, which can be plugged to a laptop or pc for use, allowed the in situ analysis of the instrument. Because of the very short time available for direct observation of the instrument, it was decided to try to deepen only the part of the purflings, which can be considered one of the elements that most characterizes the production of each Master maker. In order to complete the study the struc-



I. Particolare di una zona dei filetti. Il legno del filetto nella parte chiara e in quella scura è visibile in una sezione longitudinale tangenziale che evidenzia la presenza di raggi parenchimatici di tipo monoseriato.

I. Detail of one of the purflings zone. The wood of the purfling, in both the light and in the dark portion, is visible in a tangential longitudinal section that shows the presence radial parenchyma of monoseriate type.

sentito una lettura agevole della struttura microscopica del legno, tuttavia l'analisi ha evidenziato i seguenti aspetti principali:

- 1) il legno dei filetti chiari e scuri ha un orientamento abbastanza casuale, con taglio del legno sia radiale sia tangenziale;
- 2) nei filetti, sia chiari che scuri, sono visibili caratteri anatomici che sono tipici del legno *eteroxilo* delle latifoglie;
- 3) le sezioni radiali e tangenziali del legno dei filetti mostrano, nelle parti chiare e nelle poche parti visibili di quelli scuri, raggi parenchimatici esclusivamente uniseriati ed alti alcune decine di cellule (Fig. 1). Non è stato possibile stabilire se i raggi siano di tipo omocellulare (raggi costituiti da tutte cellule procumbenti o tutte erette e/o quadrate) o di tipo eterocellulare (raggi costituiti da cellule centrali procumbenti con una o più file marginali di cellule erette e/o quadrate);
- 4) il colore, e gli elementi anatomici riscontrati nei filetti chiari, consentono di stabilire che si tratta di una latifolia compatibile con una specie della famiglia delle Salicaceae [Pioppo (*Populus sp.*) o Salice (*Salix sp.*)], (Fig. 2);
- 5) i filetti scuri sono certamente realizzati con legno tinto; nonostante il fatto che sia tradizionalmente ritenuto, e descritto, che i filetti scuri siano fatti di legno di Pero (*Pyrus sp.*) tinto, non sono stati osservati caratteri anatomici compatibili con questa specie legnosa, in particolare non sono stati riscontrati raggi parenchimatici pluriseriati.

Il confronto con altri strumenti musicali attribuiti a Stradivari, come il violino 1716, la viola tenore e il violoncello del Quintetto Mediceo, tutti conservati presso il Museo della Galleria dell'Accademia di Firenze, conferma l'uso di Pioppo, e non di Pero, nei filetti.²

A causa della bassa risoluzione spaziale della scansione (60/pixel), l'esame tomografico non ha fornito informazioni utili in merito all'identificazione delle specie legnose, ma ha consentito di esaminare in dettaglio la struttura del filetto ed alcuni aspetti inerenti la tecnica costruttiva. In particolare, nella parte alta dello strumento, lo scasso fatto nella tavola armonica per inserire i filetti risulta essere più profondo dello spessore degli stessi. Di conseguenza, i filetti non toccano il fondo dello scasso, rimangono sospesi lasciando una sottile cavità al di sotto di essi.

La forte radio-opacità dei filetti scuri conferma indirettamente la natura dei pigmenti utilizzati per la colorazione, comprendenti gli elementi Fe, S, Cu, Zn, tutti

tural composition of the violin, it has been examined also the results of a Computer Tomography (CT) scanning carried out by means of an industrial device having a spatial resolution of 60/pixel.

The identified wood species

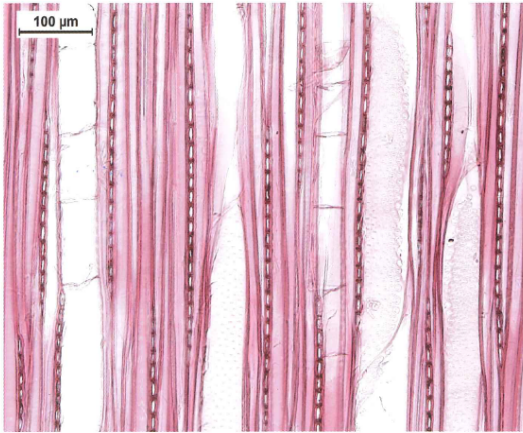
*The main structural elements of the Messie have the typical composition that characterizes the classical cremonese school of violin making: back, ribs and neck are made of Maple wood (*Acer sp.*), while the soundboard is made of Norway spruce (*Picea abies Karst.*).*

*The purflings are resulted composed of three parts of which the two outer are dark coloured, recalling the natural colour of the wood Ebony (*Diospyros sp.*) while the inner part is light coloured. The considerable thickness of the varnish did not allowed an easy reading of the microscopic structure of wood, however, the analysis highlighted the following main aspects:*

- 1) *the wood of dark and light purflings has a quite casual orientation, evidencing either radial or tangential cutting;*
- 2) *in both dark coloured and light coloured purflings, anatomic features leading to hardwoods are visible;*
- 3) *on radial and tangential surfaces of purfling's wood parenchymatic rays are, in light coloured purflings and in the few visible parts of dark coloured ones, exclusively uniseriate and some dozens of cells high (Fig. 1). It was impossible to establish if the rays were homocellular (rays made by all procumbent cells or all upright cells and/or square) or heterocellular (rays body made by cells procumbent with one or more rows of upright and/or square cells);*
- 4) *the colour and the anatomic elements visible in light coloured purflings lead to a hardwood compatible with a specie of the Salicaceae family [Poplar (*Populus sp.*) or Willow (*Salix sp.*)], (Fig. 2);*
- 5) *dark purflings are certainly composed of dyed wood; despite the fact that it is traditionally believed and described that these dark purflings were made of dyed Pear wood (*Pyrus sp.*), no anatomic features leading to Pear wood were observed.*

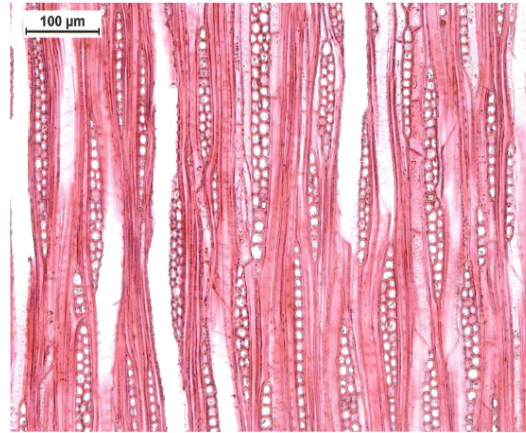
The comparison with other musical instruments attributed to Stradivari, like the 1716 violin, the tenor viola and the cello of the Medici Quintet, all preserved in the Museo della Galleria dell'Accademia of Florence, confirms the use of Poplar wood, and not that of Pear wood, in purflings.²

The tomographic study, while giving few information for the wood species identification due to the low spatial resolution of the scanning (60/pixel), has helped to high-



2a. Immagine microscopica di legno di Pioppo (*Populus* sp.). Sezione longitudinale tangenziale; si noti la presenza di parenchima radiale di tipo monoseriato ed omocellulare.

2a. Microscopic picture of Poplar (*Populus* sp.) wood. Longitudinal tangential section; the radial parenchyma is homocellular and monoseriate.



2b. Sezione microscopica di legno di Pero (*Pyrus communis* L.). Sezione longitudinale tangenziale; si noti il parenchima radiale di tipo omocellulare e pluriseriato.

2b. Microscopic picture of Pear (*Pyrus communis* L.) wood. Longitudinal tangential section; radial parenchyma pluriseriate of homocellular type.

caratterizzati da un numero atomico elevato.³ L'omogeneità della radio-opacità nello spessore dei filetti nella parte scura, testimonia anche un tempo piuttosto lungo d'impregnazione del colorante nel legno, tempo che, considerando lo spessore del legno e la velocità di diffusione dei liquidi in direzione trasversale alla fibratura del legno, non può essere stato inferiore a 48-72 ore.

Il colore del durame nella tavola armonica

Il raffronto con la viola tenore e la viola di Washington, entrambe riconosciute come parte del cosiddetto Quintetto Mediceo – attribuito ad Antonio Stradivari – indica un altro interessante riscontro con altri strumenti di Stradivari: il colore anomalo del durame nella tavola armonica.

Com'è noto, nell'Abete rosso tipicamente il durame non è distinto dall'alburno,⁴ e le due parti presentano lo stesso colore chiaro. In certi casi l'alburno, sia per fenomeni legati ad attacchi biologici (i cosiddetti funghi dell'azzurramento), sia per l'ossidazione delle sostanze in esso contenute, può assumere, durante la stagionatura del legno, una colorazione più scura, che rende leggibile il limite tra alburno e durame. Molto più raro è invece che questo possa avvenire a carico della parte di durame (Fig. 3). Quando questo accade il fenomeno si manifesta durante i primi cicli di essiccazione del legno, e riguarda solamente le porzioni più esposte del tronco, appena sotto la superficie delle testate, senza penetrare troppo all'interno. La sporadicità, e il fatto che gli effetti

light the structure of the purfling and some aspects inherent their construction technique. In particular, in the higher part of the musical instrument, the recess obtained in the soundboard to insert the purflings is deeper than the purflings thickness. As a consequence, the purflings do not reach the bottom of the carved recess, remaining suspended and leaving a thin hollow underneath them. The strong radio-opacity of the dark coloured purflings indirectly confirms the nature of the pigments used for the dyeing, including the elements Fe, S, Cu, Zn, all characterized by a high atomic number.³ The homogeneity of the radio-opacity in the purflings thickness bears also witness of a rather long time of impregnation of the dye in the wood, time that considering the wood thickness and the rate of diffusion of the fluids in a direction transverse to wood grain, may not have been less than 48-72 hours.

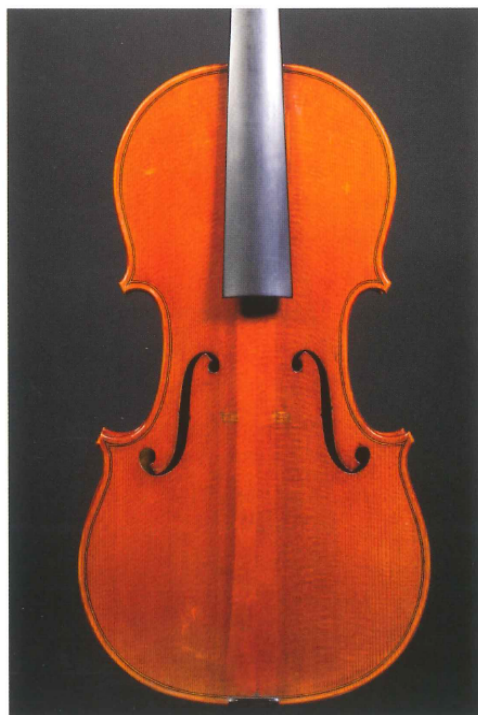
The heartwood colour in the soundboard

The comparison with the tenor viola and the viola of Washington, both recognized as being part of the so-called Medici Quintet – all ascribed to Antonio Stradivari – indicates another interesting parallel with the other Stradivari instruments: the abnormal colour of the heartwood in the soundboard. The heartwood of Norway spruce is typically indistinct from the sapwood,⁴ i.e. the two parts have the same colour. In a few cases, nevertheless, the limit between these two parts, can be distinguished by the colour that the sapwood assumes, for both phenomena linked to biological attacks (the so-called blue stain fungi), and for the oxidation of the sub-

di questa anomalia siano trascurabili per la maggior parte delle applicazioni del legno di questa specie, ha fatto sì che l'origine di questo fenomeno non sia stato oggetto di ricerche approfondite volte a comprenderne le origini. La spiegazione più ricorrente è quella che fa riferimento a generici processi di ossidazione delle sostanze contenute nel durame, conferendogli un colore rossastro più intenso. Sicuramente deve essere esclusa, tra le possibili cause di formazione, l'esposizione prolungata alla luce (e alle sue componenti spettrali). Nonostante il fenomeno presenti analogia fenomenologica, la variazione di colore determinata dalla luce, interessa solo gli strati molto superficiali del legno, che sarebbero certamente rimossi o alterati dalle fasi di lavorazione che sono necessarie per la produzione della tavola armonica.

Con certezza il colore anomalo del durame nei tronchi di Abete rosso è legato a una repentina esposizione all'aria di legno ancora con un alto contenuto di umidità, e gli effetti della temperatura durante la stagionatura non sono da escludere. Siccome questa anomalia è presente in pezzi relativamente lunghi, quali la tavola armonica delle due viole del Quintetto Mediceo, ciò significa che Stradivari, o chi per lui, ha lavorato il

stances contained in the sapwood, that cause a darker coloration of this part. Much more rare is that this happens in the heartwood (Fig. 3) and the most accepted explanation for this event, though the lacking of a thorough literature, leads to consider general oxidation processes of the substances contained in the heartwood, which give it a more intense reddish colour. However, this is a very little frequent event, happening during the first wood drying cycles, and affecting only the terminal portions of the trunk, just below the surface of the heads, without penetrating inside the wood. The infrequency, and the fact that the effects of this anomaly are negligible for most applications of the wood of this species, has meant that the origin of this phenomenon has not been the subject of extensive research aimed at understanding its origins. Surely it must be excluded, among the possible causes of formation, the prolonged exposure to light (and its spectral components). In fact, when this exposure occurs, it affects only the outer layers of the wood that would certainly be removed from the subsequent phases of planning and more in general machining of the soundboard. The unusual colour of the heartwood in Norway spruce logs is certainly related to a sudden exposure to air of wood yet at a high level of moisture content, and tem-



3. A sinistra particolare della tavola armonica del *Messia*. La fascia chiara al centro in corrispondenza della giunzione delle tue tavole, corrisponde all'alburno (foto M. Malagodi). A destra, testata di tronco di Abete rosso caratterizzata dalla presenza dell'anomala colorazione del durame (foto M. Bernabei).

*3. On the left particular of the soundboard of the *Messia*. The clear band in the center at the junction of the two boards, corresponds to the sapwood (Courtesy of M. Malagodi). On the right, the cross section of a log of Norway spruce characterized by anomalous coloring of the heartwood (Courtesy of M. Bernabei).*

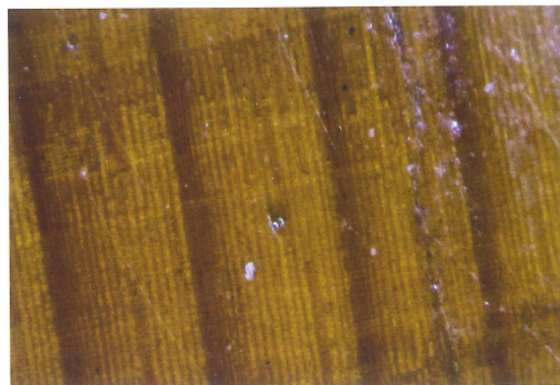
legno molto fresco, almeno nella fase di spacco dei tronchi in quarti, e che ha poi fatto la stagionatura su questi assortimenti, essendo poco probabile che questi fossero ricavati dalle parti terminali di tronchi.

La constatazione della rarità con cui si manifesta questo carattere e la frequenza con la quale è invece riscontrato su strumenti musicali attribuiti a Stradivari, realizzati per altro in tempi molto distanti fra loro (1690 il Quintetto, 1716 il *Messia*), apre questioni interessanti che dovranno essere oggetto di ulteriori approfondimenti quali:

- 1) capire se l'alterazione cromatica non sia dovuta a un assorbimento differenziato delle sostanze inorganiche con cui la superficie del legno veniva trattata prima della preparazione⁵ e/o a una interazione degli estrattivi del durame con queste sostanze;
- 2) capire se la scelta del legno che presentava questa anomalia sia stata solo casuale, ma sembra improbabile, o se fosse legata a canoni estetici o a particolari proprietà acustiche di questo legno.

La fessura sulla tavola armonica

La fessura che è stata riscontrata sulla tavola armonica rappresenta un argomento di grande interesse per lo strumento musicale in questione, per ragioni attributive e di conservazione. La fessura, la cui presenza è stata documentata con l'osservazione al microscopio digitale portatile, e sulla cui sussistenza non vi è alcun dubbio, è collocata in un'area che è compresa tra il 4° e il 5° anello d'accrescimento, a sinistra rispetto all'impronta lasciata dal piede destro del ponticello guardando lo strumento dal bottone verso il manico. La fessura si estende in una regione dell'anello di accrescimento collocata nella zona di passaggio fra legno primaverile e legno tardivo, con l'estremità visibile della fessura che guarda verso il legno tardivo (Fig. 4). L'esame tomografico di questa regione non ha evidenziato la presenza di una linea di fessura che si sviluppi in direzione tangenziale, ossia nel senso dello spessore della tavola, che sia superiore ai 60 (risoluzione spaziale dello scanner utilizzato). La presenza di fessure, o comunque di soluzioni di continuità del tessuto, viene rilevata nelle immagini radiografiche in generale, e in quelle tomografiche in particolare, come aree di ipo-densità (più scure nelle immagini) dovute al mancato assorbimento da parte dell'aria della radiazione incidente. Nell'area riconducibile a quella occupata dalla fessura, l'immagine tomografica rivela invece un'area di maggiore densità,⁶ che potrebbe essere spiegabile con una penetrazione, avvenuta attraverso



4. Foto al microscopio ottico digitale 450x. Particolare della fessura posta al di sotto del piede destro del ponticello. Le linee spesse di colore chiaro e scuro indicano rispettivamente la porzione di legno primaverile e di legno tardivo dell'anello di accrescimento.

4. Image at Optical Digital Microscope 450x. Detail of the fissure located below the right foot of the bridge. The thick lines of light and dark color respectively indicate the portion of early wood and late wood within the growth ring.

perature effects during seasoning cannot be excluded. If this anomaly is present on relatively long pieces, such as the soundboard of the two violas of the Medici Quintet, this means that Stradivari, or those who worked for him, processed very fresh timber, at least in the phase of splitting the logs into quarters, and that the drying was then done on these selections. The observation of the rarity with which this character is manifested, and the frequency with which it was however found on musical instruments attributed to Stradivari, made in very distant times (1690 Medici Quintet, 1716 Messie), opens up interesting issues to be further investigated with the following aims:

- 1) to understand whether the chromatic alteration is not due to a differential absorption of inorganic substances with which the surface of the wood was treated prior to preparation,⁵ or to an interaction of extractives of heartwood with these substances;
- 2) to understand whether the choice of timber which presented this anomaly was just random, but it appears unlikely, or if linked to aesthetics or to particular acoustic properties of this wood.

The fissure on the soundboard

The fissure that was found on the soundboard is a topic of great interest for the musical instrument in question, both for attributive and preservation reasons. The crack, whose presence has been documented with observation to the portable digital microscope, and on the existence of which there is no doubt, is placed in an area which is between the 4th and the 5th growth ring to the left of the indentation left by the right foot of the bridge looking at the instru-

la fessura, di vernice o forse colla. Tutti questi elementi permettono di fare le seguenti considerazioni:

- 1) la mancanza di una penetrazione documentabile nello spessore fa ritenere che la fessura sia in realtà una leggera screpolatura superficiale con andamento che segue la direzione anatomica radiale-tangenziale;
- 2) la posizione della fessura nell'anello pone dubbi circa l'origine del distacco fra i tessuti: anche se l'apertura della frattura è, da un punto di vista meccanico, un processo stocastico, che si manifesta cioè laddove il materiale presenta la minore resistenza, il distacco sarebbe risultato molto più coerente con l'ipotesi di origine meccanica se si fosse manifestato in corrispondenza del limite di passaggio tra legno primaverile e legno tardivo, dove il valore della densità è minimo e dove presumibilmente la resistenza meccanica del legno è più bassa;
- 3) la penetrazione nel legno di sostanze a maggiore densità, con opacità paragonabile a quella di vernice o colla, lascia supporre che la fessura fosse già esistente all'epoca di costruzione dello strumento o che questa sia stata in seguito oggetto di restauro.

Queste osservazioni sembrano comunque indicare che questa fessura potrebbe essere quella descritta in passato, cui si assegna un importante significato per l'attribuzione dello strumento.

Tuttavia, il problema della valutazione degli effetti che questa fessura può avere per la conservazione dello strumento rimane completamente aperto. Le sue caratteristiche dimensionali, la posizione dell'estremità della fessura e la conoscenza del livello di stress cui uno strumento musicale può essere soggetto a seguito dell'accordatura e dell'uso, sono tutti elementi noti o rilevabili che possono consentire una previsione basata su criteri di conoscenza scientifica degli effetti dell'uso sulla conservazione di questo strumento.

ment from the button to the neck. This extends in a region of the growth ring that can be placed in the passageway between springwood and latewood, with the visible end of the fissure that faces the latewood (Fig. 4).

The tomographic examination of this region did not reveal the presence of any fissure penetrating in tangential direction, i.e. in the sense of the board thickness, having a size above 60 (spatial resolution of the scanner used). The presence of fissures, or any case of tissue discontinuity, is detected in X-ray images in general, and in those tomographic in particular, as hypo-density areas, that are due to the presence of air which does not absorb the incident radiation. In the area attributable to that occupied by the fissure, the tomographic image reveals instead a higher density area,⁶ which could be explained by a penetration occurred through the fissure, of varnish or maybe glue. All of these elements allow making the following considerations:

- 1) the lack of a documented penetration in the thickness suggests that the fissure is actually a slight surface cracking with development that follows the radial-tangential anatomical direction;*
- 2) the position of the fissure in the ring raises doubts about the origin of the detachment: although the opening of the fracture is, from a mechanical point of view, a stochastic process, i.e. manifesting itself where the material presents its smaller strength, it would be much more consistent with the assumptions of mechanical origin if the fissure manifested itself in correspondence of the passage limit between springwood and latewood, where the value of density is the minimum and where presumably the mechanical resistance of wood is the lowest;*
- 3) the penetration into the wood of higher density substances with opacity comparable to that of varnish or glue lets assume that the fissure was already existing at the time of construction of the instrument or that this has subsequently been the subject of restoration.*

These observations seem, however, to indicate that this fissure could be the one described in the past, to which an important meaning for the allocation of the instrument is assigned. Nevertheless, the question of the assessment of the effects of this fissure for the conservation of the instrument remains completely open. The dimensional features, the position of the end of the fissure and the knowledge of the level of stress to which a musical instrument can be subject as a result of tuning and use, are all known or detectable elements that could ensure a prediction based on scientific criteria of knowledge of the effects on the use and conservation of the instrument.

- 1 Alcune metodologie d'indagine, quali la NIR e l'esame del DNA, si stanno rapidamente affermando come possibili alternative, o complementi, all'esame microscopico. Probabilmente in tempi brevi esse potranno utilmente allargare il ventaglio di possibilità tra le quali l'anatomista potrà scegliere.
- 2 Si vedano MARCO FIORAVANTI, *Identificazione delle specie legnose*, in *La Musica e i Suoi Strumenti*, vol. 1: *La Collezione Granducale del Conservatorio Cherubini*, a cura di Franca Faletti, Renato Meucci, Gabriele Rossi Rognoni, Firenze, Giunti, 2001, pp. 125–126; MARCO FIORAVANTI, GIOVANNI SIGNORINI, *Technological Studies on Musical Instruments*, in *Galleria dell'Accademia. The Conservatorio "Luigi Cherubini" Collection: bowed stringed instruments and bows*, a cura di Gabriele Rossi Rognoni, Livorno, Sillabe, 2009, pp. 24–27; MARCO FIORAVANTI, GIUSEPPINA DI GIULIO, GIOVANNI SIGNORINI, *A non-invasive approach to identifying wood species in historical musical instruments*, «Journal of Cultural Heritage» (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.culher.2016.05.012>; GIOVANNI SIGNORINI, GIUSEPPINA DI GIULIO, MARCO FIORAVANTI, *Il legno nei Beni Culturali. Guida alla determinazione delle specie legnose*, Officina del Libro, Aguaplano, 2014.
- 3 Si veda PIERCARLO DONDI, GIUSJ VALENTINA FICHERA, CLAUDIA INVERNIZZI, MAURIZIO LICCHELLI, MARCO MALAGODI, TOMMASO ROVETTA, *Il "modello" Messia. La ricerca dei materiali e lo studio delle forme*, pubblicato nel presente volume, p. 87 e segg.
- 4 Il durame costituisce nell'albero, e poi nel legno, la parte più interna del tronco nella quale tutte le cellule, sia fibrotracheidi che cellule parenchimatice, sono morte. La formazione del durame – detta duramificazione – rappresenta un processo fisiologico nel corso del quale l'albero modifica la struttura del legno di questa regione rendendola meno accessibile e limitando in particolare la diffusione dei liquidi.
- 5 Si veda DONDI, FICHERA, INVERNIZZI, LICCHELLI, MALAGODI, ROVETTA, *Il "modello" Messia. La ricerca dei materiali e lo studio delle forme*.
- 6 Non essendo disponibili, al momento della stesura di questo testo, i valori di calibrazione densitometrica del tomografo impiegato, non è possibile stabilire con certezza i valori di densità corrispondenti alle diverse intensità di colore.

Gli Autori dedicano questo contributo alla memoria del dott. David Hunt, scomparso all'età di 86 anni il 16 Ottobre 2016. Già ricercatore presso l'Università di South Bank a Londra e successivamente associato all'Università di Reading, ha portato contributi fondamentali alla comprensione del comportamento meccanico-sorbitivo del legno. Appassionato amante della musica e degli strumenti musicali ha pubblicato sulla prestigiosa rivista *Nature* (379, 681, 22 February 1996), un articolo sull'interpretazione dell'effetto delle vibrazioni indotte dall'uso sul legno degli strumenti musicali.

*The authors dedicate this paper to the memory of Dr. David Hunt, who died at the age of 86 on October 16, 2016. Former researcher at the University of South Bank in London and subsequently associated with the University of Reading, he has brought fundamental contributions to the understanding of the mechano-sorptive behaviour of wood. Passionate lover of music and musical instruments, he published an article, in the prestigious journal *Nature* (379, 681 (22 February 1996), on the interpretation of the effect of vibrations caused by the use on the wood of the musical instruments.*

