

Maurizio Boriani
Francesco Augelli

Le ispezioni e le indagini per il recupero dei solai lignei dell'ex monastero di S. Michele a Lonate Pozzolo (Va)

Inspection and analysis for the restoration of the timber soffit at the former monastery dedicated to St. Michael at Lonate Pozzolo (Va)

La convinzione che il legno possa essere compreso analizzando porzioni ridotte di materiale da cui desumere il comportamento di interi elementi o addirittura di intere strutture, ha portato, in passato, ad errori di valutazione ed interpretazione delle osservazioni svolte.

Queste errate considerazioni hanno avuto, frequentemente, riflessi negativi per quanto riguarda la comprensione e la valutazione dell'affidabilità sul materiale indagato che, di conseguenza, è stato ritenuto inaffidabile.

Il riconoscimento generalizzato che il legno sia un materiale inidealizzabile e che le osservazioni devono essere contestualizzate e svolte su ogni singolo elemento, e non a campione, è conquista relativamente recente.

Alla luce di questa *rivoluzione* assume una rilevanza fondamentale, non solo per accertare l'affidabilità di tali elementi in opera, ma anche per limitare i costi degli interventi di riparazione o sostituzione e per evitare inutili sacrifici in epoca di emergenza ambientale, una migliore conoscenza delle caratteristiche del legno.

La validità metodologica e scientifica dell'indagine a vista (ispezioni) è ampiamente legittimata e normata da numerosi documenti UNI, UNI ISO e UNI EN oltre che dalle *Recommendations* e dalle *Guidelines* elaborate da numerosi enti stranieri.

The analysis of wood through the use of sampling of small portions from the artefact or element being examined and the deduction that the results apply for the whole structure, has led to various misinterpretations of the observations made in the past.

These misinterpretations have had a negative impact on the reliability of the observations made on the whole artefact being examined, which consequently resulted in erroneous judgements.

It has only been recently acknowledged that tests on wood must be carried out for each single element, as opposed to the sampling method.

Apart from ensuing in an improved knowledge of the characteristics of wood, this *revolution* has a relevant application on various counts, amongst which, to ascertain the consistency of such elements, to limit the costs related to the various interventions carried out, including repairs and substitutions, and also to avoid unnecessary replacements in this day and age, whereby there is a strong, conscious environmental awareness.

The validity of the methodical and scientific visual inspection is broadly regulated through the various publications: UNI, UNI ISO and UNI EN, and also through the Guidelines issued by various foreign bodies. The heritage group UNI will soon be publishing *NorMaL. GL20 Legno*, consisting of guidelines which establish the operational and terminological protocol for the preliminary inspection phase on timber structures.

Apart from establishing the type of wood in use, the visual inspection also aims to verify the presence of defects, structural faults and pathologies, and the causes and risks of decay of the elements present. Unfortunately and in many cases, various difficulties are encountered during the inspections due to: access problems (eg. presence of other false ceilings, or the excessive height between the floor and the soffit etc.), particular features in the same structure (eg. joints and non-visible connections at the corners), poor illumination conditions, deposits at the surface and other treatments which may cover the materials' characteristics.

Even in cases where the above difficulties may be sorted out, the visual inspection will nonetheless only ascertain the decay at the surface of the wood and not its presence or distribution throughout the section of the element.

The collection of quantitative data (measured by adequate equipment), together with the qualitative

1.




Esempio di scheda anagrafica di cantiere (parte prima) compilata per ogni solaio diagnosticato e contenente la descrizione sintetica delle specie legnose, dei difetti, delle patologie, dissesti e dei punti di prova e dell'esito della diagnosi

Example of form compiled during site work (first part) for each soffit being inspected, including the details regarding the type of wood used, the defects present, pathologies, structural faults, test areas and diagnostic results

Ispezioni e indagini dei solai al piano terreno dell'ex Monastero di S. Michele a Lonate Pozzolo (Va)		
Scheda N.6	Piano Primo	Locale 7pt
<p>Tipologia Costruttiva: Orizzontamento composto da una trave rompitratta con mensole sagomate in corrispondenza degli appoggi. Alla trave sono sovrammessi, a distanze regolari, i travicelli, i regoli coprigiunto e l'assito. La trave ha sezione quadrangolare e misura all'appoggio nord (b x h) 23 x 31 cm mentre la mensola ha le seguenti dimensioni (b x h x p. max) 20 x 27 x 45. L'appoggio sud non è al momento rilevabile ed ispezionabile a causa di ingombri non rimossi dal locale. I travetti hanno sezione quadrangolare regolare e misurano mediamente (b x h) 7 x 14 cm con interasse medio di 51 cm. Tutto il solaio presenta tracce di spessa tinteggiatura a calce.</p> <p>Anamnesi: Trave 4. <i>In legno di quercia caducifolia. Sita nel locale 7pt, l'esame di primo livello fa ritenere superflua l'analisi resistografica, in quanto il legno sia delle testate che delle mensole sottostanti appare in buone condizioni.</i> (del Senno, I.T.L. 1999)</p> <p>Specie legnose: Il solaio è tutto in legno di conifera.</p> <p>Lavorazione/Difettosità: La trave è asciata con smussi mentre i travicelli sono piallati a facce parallele e spigoli vivi.</p> <p>Classe di rischio biologico: 3. L'intero solaio è sottoposto ad umidificazione frequente. Localmente (tutte le zone di legname ammorsate alla muratura e in corrispondenza degli appoggi legno - legno) la classe di rischio è da considerarsi 4.</p> <p>Zone critiche: Nessuna di particolare evidenza.</p> <p>Patologie: Si rileva una porzione di solaio, a sud - ovest tra la trave e il tramezzo in muratura, con ampie tracce di infiltrazioni e probabili infezioni (coerenti con l'analoga situazione osservabile sull'altro lato del tramezzo del locale 8pt).</p> <p>Valori di umidità: L'umidità del legno è stata rilevata esclusivamente all'appoggio nord con valore pari al 17,3 %. Il valore, nonostante il periodo, è prossimo a quello necessario per il progredire delle infezioni.</p> <p>Prove di resistenza alla penetrazione: La presenza di una scaffalatura di cantiere non ha permesso di eseguire l'ispezione e le prove all'appoggio sud. La prova (p7) eseguita sulla trave all'appoggio nord ha fornito esito discreto per la specie legnosa (conifera), stessa cosa dicasi per la prova (p8') eseguita sulla corrispondente mensola.</p> <p>Commento: Dall'anamnesi si evince che non esistono elementi di diagnosi strumentale pregressi di riscontro. All'esame macroscopico non c'è coincidenza neppure con l'ordine di appartenenza individuato dall'ITL (latifoglia - quercia) e dallo studio Materia (conifera). Pertanto sarebbe necessario provvedere ad opportuni esami microscopici per l'identificazione della specie essendo questa di fondamentale importanza per la valutazione degli esiti delle prove e delle resistenze meccaniche.</p> <p>Grado di affidabilità: Per il solo appoggio testato (trave e mensola) si ritiene che esso possa essere conservato in opera provvedendo esclusivamente con interventi di irrigidimento del solaio. Il solaio risulta essere matericamente recuperabile per circa 3/4.</p> <p>Percentuale stimata di recupero dell'orditura primaria: 100%.</p> <p>Percentuale stimata di recupero dell'orditura secondaria: 70%.</p>		

2.

Esempio di scheda fotografica (parte seconda) realizzata per ogni solaio diagnosticato
Example of photographic record (second part) for each soffit inspected

EX CONVENTO DI S. MICHELE A LONATE POZZOLO				ANALISI E INDAGINI DIAGNOSTICHE SUGLI ELEMENTI STRUTTURALI DELL'ORDITURA PRINCIPALE -RILIEVO FOTOGRAFICO-
Data di rilevamento	Piano terra	Stanza 7PT	Unità costruttiva 1	
				
18. Vista porzione Nord del solaio				
				
19. Vista porzione Sud del solaio				
				
20. Particolare appoggio Nord				

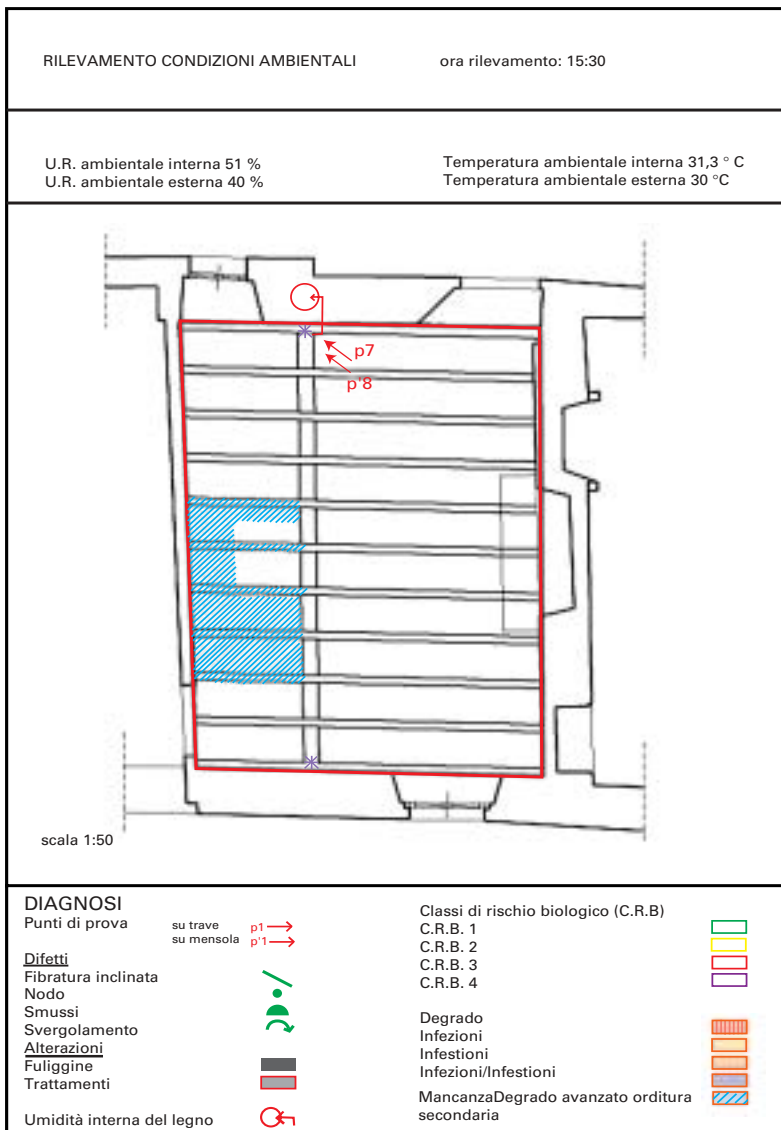
A breve verranno pubblicate, a cura del gruppo di lavoro Beni Culturali UNI Nor.Ma.L. GL20 *Legno*, costituitosi in seno all'UNI, una serie di norme che stabiliranno i *protocolli* operativi e terminologici anche per le fasi di valutazione preliminare delle strutture lignee in opera.

Scopo delle ispezioni però è anche quello di stabilire oltre alla specie, presenza di difetti, dissesti e patologie, quali siano le cause e il rischio progressivo o futuro di degrado degli elementi in esercizio. Purtroppo le ispezioni sono normalmente rese ancora più complicate dalla difficoltà di accedere

records (primarily obtained through the direct visual inspection) are imperative for adequate conservation interventions and consolidation.

The 14th Century ex-Monastery dedicated to St. Michael at Lonate Pozzolo (VA) has been subject to this *new* methodology for visual inspections and diagnosis for timber structures.

The inspections were carried out on the timber elements present at ground floor at the North Wing of the building. The segment subject to inspection is currently in disuse and interventions related to the restoration, consolidation and functional



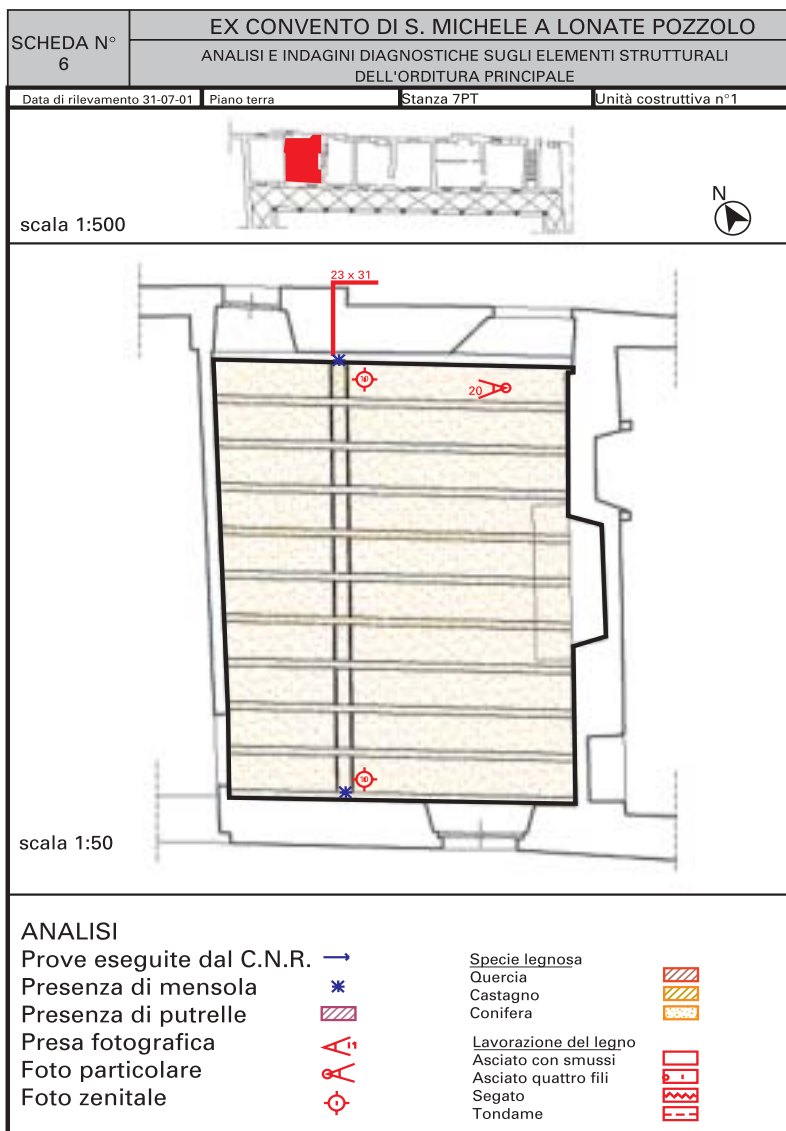
3a e b.

Esempio di scheda anagrafica (parte terza) di cantiere compilata per ogni solaio diagnostico e contenente la localizzazione delle specie legnose, dei difetti, delle patologie, dissesti e dei punti di prova
 Example of form compiled during site work (third part) for each soffit inspected and consisting of the localization of types of wood used, the defects, pathologies, structural faults and test areas

alle strutture stesse (presenza di controsoffittature, distanza dal piano di calpestio, ecc.), o a parti di esse (incastri, ammortature non visibili, ecc.), dall'assenza di adeguata illuminazione, dalla presenza di depositi superficiali e talvolta da trattamenti che celano le caratteristiche del materiale.

Anche se si riescono a superare i problemi di cui sopra, tuttavia la esclusiva ispezione a vista può, generalmente, accertare lo stato di degrado superficiale del legno ma non la sua penetrazione ed estensione all'interno.

adjustments are underway. The primary composition of the timber structures at ground and first floor level had already been carried out, commissioned by the commune's administration - the CNR-I.T.L. of St. Michael Adige (TN) in 1999, whilst during the month of February 2000, the inspection and diagnosis, together with the methodology as explained and summarised in this document, had also been commissioned. The integrations and updates related to the soffit inspections had been carried out at the end of July 2001, thanks to the collaboration of Architect Roberta



Dati quantitativi ottenibili con idonea strumentazione unitamente a quelli qualitativi ottenibili principalmente mediante l'osservazione diretta sono elementi irrinunciabili per un idoneo intervento di conservazione e consolidamento. Terreno di sperimentazione della *nuova* metodologia ispettiva e diagnostica delle strutture lignee sono stati i solai dell'ex Monastero di S. Michele a Lonate Pozzolo (VA) edificio risalente al XIV secolo. Le ispezioni hanno interessato gli elementi lignei al piano terreno di otto ambienti presenti nella manica nord.

Mastropirro.

The aims, scheme of works, summarised, descriptive and graphic data, are as follows:

Phase 1 – Past History and Observations:

Typology; Macroscopic analysis of timber; Quality and workmanship of the timber element; Durability; Biological decays; Pathologies.

Phase 2 – Diagnosis: Temperature and ambient humidity levels; Humidity levels of timber; Interpretation of thermal-geometric values; Tests related to the material's strength.

Phase 3 – Data Representation: Report; Tables;

La porzione oggetto di indagini è in disuso e sono attualmente in corso gli interventi di restauro, consolidamento e adeguamento funzionale. Le strutture lignee dell'orditura primaria del piano terreno e del piano primo erano già state sottoposte, su incarico dell'amministrazione comunale, a valutazioni tecnologiche e prove strumentali da parte del CNR-I.T.L. di S. Michele Adige (TN) nel 1999, mentre nel mese di febbraio 2000 era già stato affidato l'incarico di ispezionare e diagnosticare, con analogo metodologia che in questa sede sommariamente si descrive, la copertura. Le integrazioni e gli aggiornamenti alle ispezioni ed indagini dei solai sono state condotte alla fine del mese di luglio 2001 con la collaborazione dell'Architetto Roberta Mastropirro.

Scopi, iter, dati acquisiti e restituiti in forma sintetica, descrittiva e grafica sono stati:

Fase 1 - Anamnesi ed Esame Obiettivo: Tipologia costruttiva; Individuazione macroscopica del legname; Qualità del legname e della lavorazione; Durabilità; Classi di rischio biologico; Patologie.

Fase 2 - Indagini Strumentali: Temperatura e umidità ambientale; Umidità del legno; Interpretazione dei valori termoigrometrici; Prove di resistenza alla penetrazione.

Fase 3 - Restituzione dei dati acquisiti: Relazione; Schede; Allegati grafici e fotografici.

Le indagini strumentali hanno voluto verificare ed aggiornare, rispetto alle indagini condotte dal CNR, il livello delle aggressioni e di conseguenza ipotizzare e quantificare l'eventuale recupero o sostituzione di parti delle strutture lignee (orditura primaria) soprattutto nelle parti non ispezionabili (appoggi alle murature). Sono stati effettuati rilevamenti dell'umidità e temperatura ambientale e dell'umidità del legno in profondità.

Localmente, e nelle stesse zone di rilevamento dell'umidità del legno, sono state eseguite prove di resistenza alla penetrazione (prove resistografiche) mediante strumentazione dell'Osservatorio per la conservazione delle opere lignee [1].

Le ispezioni e le indagini all'ex Monastero hanno evidenziato l'avanzato stato di degrado generalizzato degli orizzontamenti del piano terreno, costituiti prevalentemente da legno di castagno e di quercia. Tale situazione è da imputare all'assenza di un'adeguata copertura, situazione che ha costretto le strutture lignee ad essere sottoposte ad umidificazione frequente e generalizzata e a fenomeni di

4.

Le attrezzature e gli strumenti impiegati per la diagnosi delle strutture lignee. In alto, a sinistra, i principali attrezzi impiegati per l'esame obiettivo o di primo livello: mazzuolo, scalpello e succhiello. A destra il termoigrometro elettronico con porta elettrodi ad infissione e la sonda ambientale. In basso il penetrometro per legno (resistografo)

The apparatus and equipment used for the diagnosis of the timber structures. Above, left, the main tools used for the direct analysis at first level. Right, the electric equipment, electrodes and soundings apparatus. Below, the resistograph



Graphic and photographic attachments.

The diagnosis was carried out in order to verify and update the level of decay and also to put forward assumptions and to establish the eventual recovery or substitution of the parts in timber, especially in places where the visual inspection could not be carried out (non-visible connections at the corners) and also with respect to the analysis carried out by the CNR.

The ambient temperature and humidity levels, and the humidity level across the timber section have been noted. Strength tests have also been carried out by using the apparatus found at the Observatory for the Conservation of Wood and were taken at the same point where the timber's humidity level had been read.

The inspections and research carried out at the ex-Monastery highlighted the general advanced state of decay of the chestnut and oak elements at ground floor level. This state of affairs may be attributed to the absence of an adequate cover, which has led to the wooden structures being exposed to broad and regular humidity and also to permanent humidity due to water retention at the extremities of these structural elements.

umidità permanente per ristagno d'acqua alle estremità degli elementi dell'orditura primaria e secondaria.

Generalmente gli elementi dell'orditura primaria presentano aggressioni pregresse da insetti (sia cerambicidi che anobidi) nelle porzioni di albarno non asportate nella fase di squadratura del legname. Tale porzione di legno degradato è quantificabile mediamente in circa 1 cm su tutto il perimetro; di conseguenza il calcolo delle strutture dell'orditura primaria ha previsto una riduzione delle resistenze meccaniche, per ogni singolo elemento indagato, determinate sia dalla difettosità che dalle aggressioni entomatiche.

Più preoccupante la situazione relativamente alle infezioni fungine che, ancor più delle aggressioni da insetti, hanno goduto delle sfavorevoli condizioni ambientali per la loro diffusione, parzialmente rallentata dal buon livello di durabilità del legname in opera. Nelle zone di più profondo ammaloramento (appoggi), al fine di scongiurare massicci interventi sostitutivi, si sono puntualmente indicati gli elementi che necessitano inevitabilmente di provvedimento protesico in legno lamellare reso collaborante mediante connessioni metalliche a secco.

Grazie alle indagini svolte si è quantificato che circa l'80% della struttura portante originaria possa essere conservata e ciò comporterà un notevole risparmio economico rispetto ai costi che deriverebbero da una eventuale rimozione generalizzata del materiale in opera e dalla sostituzione con materiale della stessa specie legnosa.

In general, the timber elements revealed an advanced state of decay caused by insects (beetles), in the external part of the wooden trunk which has been retained in the processing of the wooden beam at production stage. This layer of degrade is quantified as being approximately 1cm along all the perimeter, and consequently the mechanical strength pertaining to the timber element is reduced, for each investigated element, determined by both the defects present and the entomological assault. A more serious concern, worse than that posed by insect attacks, is that related to fungal infections, which have thrived on the unfavourable environmental conditions in order to propagate, to some extent at a slower pace in view of the relative superior durability of the wood in use. In parts of the structure where this is predominant (support structures), its consolidation through metal strips attached to the wood has been indicated, in order to avert substantial replacement of these elements. Thanks to above analysis, it has been concluded that approximately 80% of the support structure may be conserved and hence this implies a reduced cost ensuing from the eventual removal of the material in use and the substitution of the elements with the same type of wood.

NOTE

[1]
L'Osservatorio si costituisce formalmente nel 2000, in seno al Laboratorio di diagnostica per la conservazione e il riuso del costruito-Dipartimento di Progettazione, al fine di poter realizzare gli obiettivi previsti da attività di ricerca Post Dottorato ed ha continuato ad operare e ad accrescersi, in questi ultimi anni e con mezzi propri, sviluppando i seguenti settori e attività: Archivio bibliografico; Archivio materiale (legni e aggressori biotici); Didattica (post diploma, post laurea, specializzazione); Sperimentale nel settore della diagnostica (acquisizione ed impiego strumenti); Pubblicazioni; Incarichi conto terzi per prove strumentali (sei cantieri più altri due attualmente in corso di esecuzione e di definizione)

NOTES

[1]
The Observatory was founded in the year 2000, as part of the Laboratorio di Diagnostica per la Conservazione and the Dipartimento di Progettazione, in order to establish research programmes at Post-Doctorate level. The Observatory continued to expand, with its own resources in the past years, and developed the following sectors and activities: Bibliographical archive; Materials archive (timber and biological problems); Didactics (post diploma, post degree, specialization); Experimental diagnosis (acquisition and use of apparatus); Publications; Commissioned projects (six site works and another two, currently at hand)

5.

Esempi di profili resistografici. Il profilo rappresenta in ordinata l'attrito dalla sonda, che ha diametro in testa di 3 mm ed estensione massima di 38 cm, durante l'attraversamento della sezione lignea. L'ascisse rappresenta, in cm la porzione di legno attraversata. La prova p7, eseguita ortogonalmente e in direzione radiale su una trave rompi tratta all'appoggio nord, ha fornito esito discreto per la specie legnosa (conifera), stessa cosa dicasi per la prova p8' eseguita sulla corrispondente mensola. In entrambe le prove non

si osservano di conseguenza riduzioni di attrito della punta che avrebbero potuto rivelare la presenza di cavità da infezioni. I picchi rappresentano le variazioni di resistenza del legno nel passaggio tra l'anello tardivo e l'anello primaticcio. Il relativo calo di resistenza nella parte centrale dei profili appartiene alla zona prossima al midollo. Si osservi la perfetta specularità delle due porzioni del profilo nella prova p8'

Examples of profiles resulting from the resistografo. The profile being inserted through the section of the wood has a diameter of 3mm, which extends up to 38cm. The axis represents, in cm, the portion of wood traversed. The p7 test, carried out orthogonally in a circular motion on a beam leaning to the north side, provided a fairly good outcome for the selected species (conifer). The same thing can be said for the p8' test, carried out on the same supporting structure. In both cases, no reduction

in friction, which could have been an indication of cavities present due to infections, was noted. The peaks represent the variations in strength in the central part of the timber section. The relative decrease in resistance in the central part of the profile approximately coincides with the core of the tree. The perfect likeness of the two profiles on the p8' test has been observed

