



| | | | | | | | | | |
|---|-------------|-----|-----|-----|----------|--|---|----------|--------|
| | | | | | | INDAGINE DIAGNOSTICA COPERTURA LIGNEA | | ART 26.A | |
| 1 | EMISSIONE | | | | 15 06 11 | | | | |
| REV. | DESCRIZIONE | | | | DATA | | TITOLO | | PROGR. |
| DEF. | RED | TOM | CHK | RIC | APP | ALE | ART 26.A 150609 DIAGNOSI COPERTURA.DOCX | | ARG 1D |
| <p>REGIONE PIEMONTE COMUNE DI MONASTEROLO DI SAVIGLIANO 5, PIAZZA CASTELLO</p> <p>ADEGUAMENTI FUNZIONALI DI ALCUNI AMBIENTI DEL CASTELLO DI MONASTEROLO DI SAVIGLIANO - SEDE MUNICIPALE 2° LOTTO - RISANAMENTI CONSERVATIVI, CONSOLIDAMENTI STRUTTURALI DELLA COPERTURA E PORZIONI SOLAI.</p> | | | | | | | | | |
| <div>  <div> <p>ALESSANDRO ANSALDI</p> <p>ANSALDI - STUDIO INGEGNERI ASSOCIATI</p> <p>3, CORSO VITTORIO EMANUELE II - 10125 TORINO</p> <p>T 011658707 - F 0117432157 - M STUDIO@ANSALDI-STUDIO.EU</p> </div> </div> | | | | | | | | | |
| <p>STUDIO ARCHITETTI FISSORE GHIONE e ASSOCIATI</p> <div> <div> Paolo Fissore • Maurizio Ghione • Stefano Boffa  </div> <div> <p>Corso Vittorio Veneto n° 57 - 12038 SAVIGLIANO (CN)</p> <p>Tel. e fax 0172 - 21874</p> <p>P. Iva 0178818 004 8</p> </div> <div> <p>Web: www.architettisavigliano.it</p> <p>e-mail: fissoreghione@tiscalinet.it</p> </div> </div> | | | | | | | | | |



4 EMME Service S.p.A.

Prove in Sito - Laboratorio Prove Materiali

Sede legale: Via L. Zuegg, 20 - 39100 Bolzano - ITALY

Tel. 0471/543111 - Fax 543110 4emme@legalmail.it www.4emme.it

Sistema Qualità ISO 9001:2008 certificato RINA nr. 6441/01/S

ANALISI DELLA COPERTURA IN LEGNO
PALAZZO COMUNALE IN PIAZZA CASTELLO N° 6
MONASTEROLO DI SAVIGLIANO (CN)

PROVA n° 6282/TO

9 aprile 2015

Committente: **Comune di Monasterolo di Savigliano**

Progettista Strutture: **ing. Alessandro Ansaldi**

Relatore: **arch. Alberto Capussotto**



Vista del palazzo comunale

RIF.: TO-030-15

Torino, 27 aprile 2015

C.F./P.I. IT 01288130212 Cap. Soc. 500.000,00 Euro R.E.A. – BZ 111601 BNL IT97 H 01005 11600 000000021486

| | | | | | | | | | |
|----------|-------------|---------|-------------|----------|-------------|---------|-------------|-------------------------------|-------------|
| Bolzano | 0471-543111 | Firenze | 055-461000 | Padova | 049-8020707 | Torino | 011-7706023 | Laboratori Autorizzati | |
| Bologna | 051-6346808 | Genova | 010-586195 | Palermo | 091-6703629 | Treviso | 0438-990200 | Bolzano | 0471-543111 |
| Cagliari | 070-490732 | Milano | 02-40092545 | Piacenza | 0523-755849 | Verona | 045-8004278 | Milano | 02-40092545 |
| Como | 031-305253 | Modena | 059-395414 | Roma | 06-71546992 | | | | |

INDICE

| | |
|--|----|
| 1. PREMESSA..... | 2 |
| 2. PROTOCOLLO DI ISPEZIONE TECNOLOGICA | 3 |
| 3. ANALISI MICROBIOLOGICA: DETERMINAZIONE DELLA SPECIE | 11 |
| 4. INDAGINE PILODYN – SCLEROMETRO DA LEGNO | 12 |
| 5. INDAGINE CON PENETROMETRO DA LEGNO RESI F 400..... | 17 |
| 6. RESISTIVITÀ ELETTRICA..... | 25 |
| 7. DIAGNOSI ELEMENTI LIGNEI | 27 |
| 8. INDICAZIONI DI INTERVENTO..... | 31 |

1. PREMESSA

La Società *4 EMME Service S.p.A.*, specializzata nell'esecuzione di prove sperimentali su strutture in sito, è stata incaricata dal **Comune di Monasterolo di Savigliano** con sede in **Piazza Castello n° 6** di eseguire alcune prove sulle strutture del tetto in legno presso il Palazzo Comunale.

La scelta degli elementi strutturali da sottoporre a prova, le modalità di prova ed i punti di misura sono stati preventivamente concordati con l'ing. Alessandro Ansaldi.

Le prove sono state eseguite il giorno 9 aprile 2015.

All'esecuzione delle prove hanno assistito:

| | | |
|-------|--------------------|------------------------------------|
| ing. | Alessandro Ansaldi | Progettista strutture; |
| arch. | Paolo Fissore | Progettista e D.L. architettonico; |
| arch. | Alberto Capussotto | 4 EMME Service S.p.A.; |
| arch. | Gerolamo Stagno | 4 EMME Service S.p.A. |

La metodologia applicata per le indagini sulle strutture lignee segue le Norme UNI 11119 integrate da indagini strumentali, come raccomandato dalle NTC 2008, di "comprovata applicazione" ed è stata applicata in corso d'opera in modo diffuso al fine di eseguire:

- un'ispezione tecnologica dalla quale è stata dimensionata la fase diagnostica con misura di umidità e temperatura dell'aria e del legno;
- delle indagini per la determinazione delle specie condotte con analisi microbiologiche in laboratorio su campioni prelevati;
- una fase diagnostica strutturale con prove non distruttive in sito atte a determinare i principali parametri meccanici.

2. PROTOCOLLO DI ISPEZIONE TECNOLOGICA

E' stato applicato per caratterizzare lo stato del materiale legno, costituente la struttura portante della copertura, seguendo la normativa UNI 11119:2004.

Si procede ad una Ispezione Tecnologica visiva finalizzata ad una Classificazione a vista con la compilazione di una scheda sperimentale, elaborata sulle caratteristiche elencate nella Normativa di cui sopra con formulazione a giudizio dello schedatore di ulteriori gradi di giudizio sulle principali caratteristiche anatomiche e difettologiche del legno.

Nella scheda sono inseriti elementi di giudizio estratti dai criteri di Classificazione contenuti nelle Norme per la Classificazione del Legno Nuovo UNI EN 11135 1-2 Uso Fiume – Uso Trieste molto più restrittivi nelle condizioni di giudizio inserendole anche per la classificazione del legno strutturale in opera.

L'attenzione è stata posta anche alle connessioni tra elementi per verificare se vi fossero concentrazioni di sforzi significativi della criticità del comportamento strutturale complessivo.



Il metodo prende in considerazione elementi fisio-patologici caratterizzanti lo stato meccanico del materiale dovuti a sue difettosità genealogiche intrinseche quali deviazione della fibratura, presenza di nodi, fessure da ritiro e alterazioni xilomicotiche, depositi aggressivi, macchie, riduzioni di sezione, deformazioni, chiodi subentrati nel tempo.

Contestualmente sono stati misurati i parametri ambientali di temperatura ed umidità dell'aria al fine di verificare lo stato di durabilità del materiale e le condizioni normali del ciclo di conservazione e generatrici del degrado xilofago e micotico che possono portare alla perdita di elevate percentuali di valori caratteristici e quindi meccanici di resistenza degli elementi.

È stata rilevata a campione, negli elementi che presentavano degrado da umidità la percentuale della stessa previa riconoscibilità della specie legnosa elemento fondamentale per la corretta misurazione

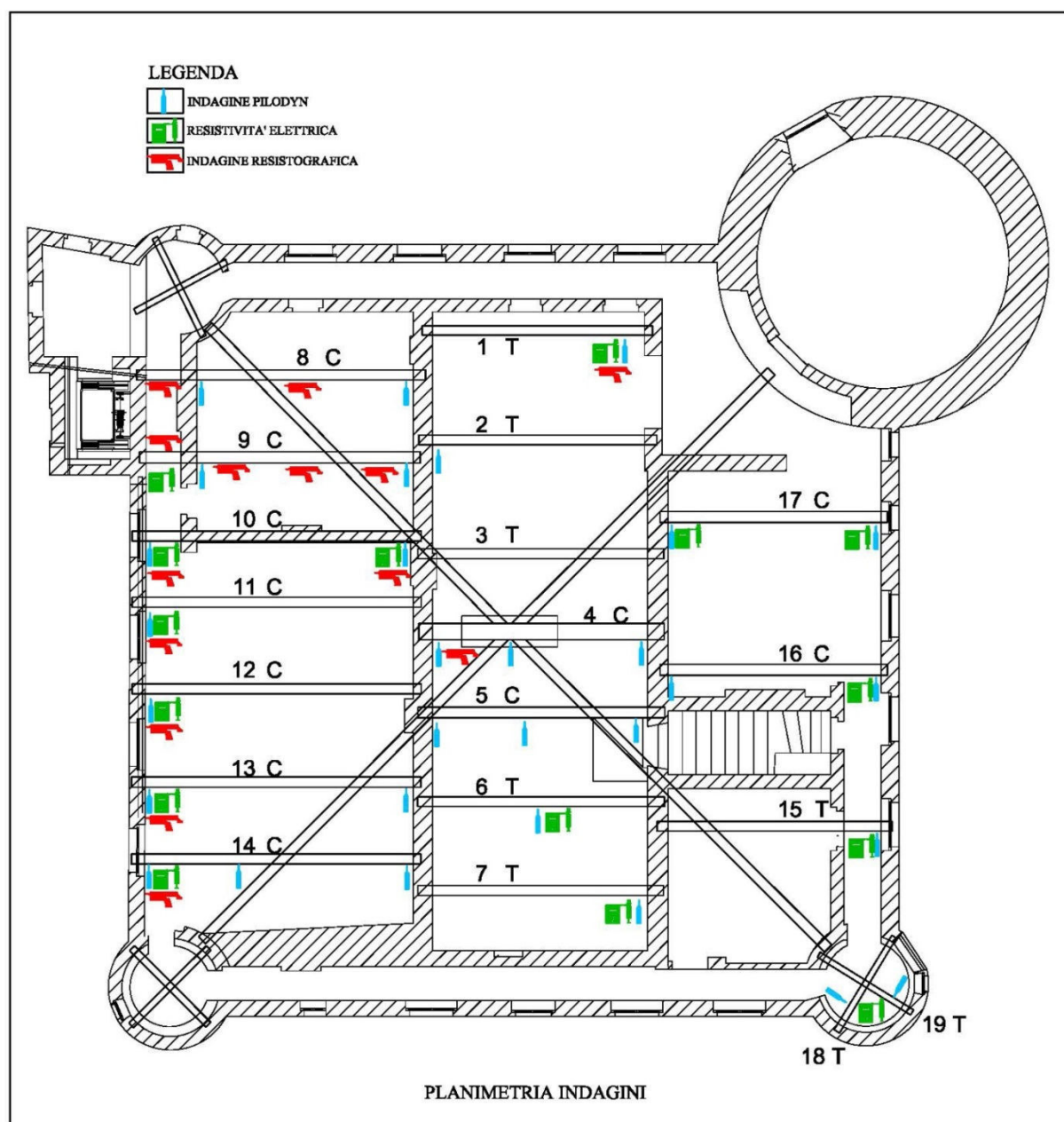


I principali fenomeni di degrado rilevati sono attacchi di insetti anobidi, ma di modeste entità, presenza di carie su vari elementi, nodosità, fessurazioni da ritiro e macchie di umidità per vecchie infiltrazioni dalla copertura in particolare su alcuni appoggi di capriate poste in area già oggetto di dissesto statico.

In particolare si rileva che fenomeni di degrado legati all'umidità hanno interessato le teste delle travi catena delle capriate C10, C11, C12, C13 e C14 in appoggio sulla muratura esterna e l'appoggio della capriata C10 sulla muratura interna per un'infiltrazione dalla copertura.



Di seguito si riportano il disegno con l'ubicazione delle prove e le tabelle con i dati rilevati.



Legenda tabelle

- Ab rosso : abete rosso
- X : presenza della tipologia di degrado indicata nella colonna
- Attacchi da insetti : A = anobidi, C = cerambici, V = vespe
- Fessure da ritiro : X -9 indica la presenza di fessurazioni con profondità massima di 9 cm
- Nodi : M sta per presenza in mezzera, A sta per presenza in appoggio, X se i nodi sono diffusi su tutta la trave
- Lavorazioni : “man” sta per manuale, “mec” sta per meccanica
- Classificazione : S1 S2 S3 sono le 3 classi indicate nella normativa UNI 11119 a cui va fatto riferimento per l’assunzione dei parametri meccanici in fase di calcolo di verifica; tale classificazione viene attribuita a ciascun elemento al termine delle indagini.

Le voci in tabella non compilate stanno a significare che i parametri rilevati sono all’interno delle tolleranze.

SCHEDATURA ELEMENTI LIGNEI

| Edificio : Castello di Monasterolo | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------------|
| Schedatori : Stagno | | | | | | | | | | | | | | |
| Data : 09/04/2015 | | | | | | | | | | | | | | |
| Pagina : 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| T6 | 5 M2 | 5 M1 | 5 P2 | 5 P1 | 5 C sup | 5 C inf | 4 M | 4 P2 | 4 P1 | 4 C | T3 | T2 | T1 | ELEMENTO |
| | castagno | castagno | castagno | castagno | castagno | castagno | castagno | castagno | castagno | castagno | castagno | ab rosso | ab rosso | SPECIE LEGNOSA |
| | 16x16 | 12x12 | 19x15 | 15x15 | 13x17 | 15x18 | 13x17 | 14x16 | 16x18 | 22x39 | 20x25 | 26x26 | 24x24 | SEZIONE MEDIA (b x h) |
| | | | | | X | X | | | | X | | | | CARIE BIANCA/BRUNA |
| | | | | | | | | | | | | | | PRESENZA UMIDITA' APPOGGIO |
| | | | | | | | | | | | | | | MACCHIE UMIDITA' |
| | | | | | | | | | | | | | | SEZIONE EFFICACE |
| | | | | | | | | | | | | | | CIPOLLATURE |
| | | | | | A | | A | A | A | A | | | | INSETTI AN, LIC CERAM TERM |
| | | | | | | | | | | | | | | FESSURE MECCANICHE DIR /PRO |
| | | | | | X | | | | | | | | X -9 | FESSURE RITIRO |
| | | | | | | | | | | | | | | DEVIAZIONE FIBRA |
| | | | | M | | | | | | | | | | NODI IN MEZZERIA/APPOGGIO |
| | 3 | 2 | 3 | 5 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | DIAM MAX NODO (cm) |
| | | | | | | | | | | | | | | GRUPPO NODI (dist. < 15 cm) |
| | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | FREQ NODI A ML |
| | man. | man. | man. | man. | man. | man. | man. | man. | man. | man. | man. | man. | man. | LAVORAZIONI MAN/MECC |
| | | | | | | | | | | | | | | CHIODI |
| | | | | | | X | | | | | | | | INCALMI |
| | | | | | | | | | | | X | | | FALCATURE |
| | | | | | | X | | | | X | X | | | LEGNO DI RIUSO |
| S1 | S1 | S1 | S1 | S1 | S2 | S1 | S1 | S1 | S1 | S1 | S2 | S1 | S1 | CLASSIFICAZIONE (S1-S2-S3) |
| X | | | | | X | X | X | X | X | X | | | X | ACCERTAMENTI DIAGNOSTICI |

SCHEDATURA ELEMENTI LIGNEI

| Edificio : | | | | | | | | | | | | | | Schedatori : | | Data : | | Pagina : | |
|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----|-----------------------------|-------------|------------|--|----------|--|
| Castello di Monasterolo | | | | | | | | | | | | | | Stagno | | 09/04/2015 | | 2 | |
| 9 SI | 9 SE | 9 M | 9 PI | 9 PE | 9 C | 8 CC | 8 SI | 8 SE | 8 M | 8 PI | 8 PE | 8 C | T7 | ELEMENTO | CONNESSIONI | | | | |
| ab rosso | ab rosso | castagno | castagno | castagno | ab rosso | ab rosso | ab rosso | ab rosso | ab rosso | ab rosso | castagno | castagno | | SPECIE LEGNOSA | | | | | |
| 10x19 | 10x12 | 15x19 | 17x15 | 17x15 | 20X24 | 12x12 | 12x8 | 12x6 | 16x16 | 18x19 | 15x19 | 15x14 | | SEZIONE MEDIA (b x h) | | | | | |
| X | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | CARIE BIANCA/BRUNA | | | | | |
| | | | | | X | | | | | | | | | PRESENZA UMIDITA' APPOGGIO | | | | | |
| | | | | | X | | | | | | | X | | MACCHIE UMIDITA' | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | SEZIONE EFFICACE | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | CIPELLATURE | | | | | |
| A | A | | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | | INSETTI AN, LIC CERAM TERM | CONNESSIONI | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | FESSURE MECCANICHE DIR /PRO | | | | | |
| | X -5 | | | | | | | | | | X | | | FESSURE RITIRO | | | | | |
| | X | | | X | X | | | | | | | | | DEVIAZIONE FIBRA | | | | | |
| | | | | | M | | | | | | | | | NODI IN MEZZERIA/APPOGGIO | | | | | |
| | | | | | 5 | | | | | | | | | DIAM MAX NODO (cm) | | | | | |
| | | | | | X | | | | | | | | | GRUPPO NODI (dist. < 15 cm) | | | | | |
| | | | | | 3 | | | | | | | 2 | | FREQ NODI A ML | | | | | |
| man. | man. | man. | man. | man. | man. | man. | man. | man. | man. | man. | man. | man. | | LAVORAZIONI MAN/MECC | CONNESSIONI | | | | |
| | | | | | | | | | | | | X | | CHIODI | | | | | |
| | | | | | X | | | | | | | | | INCALMI | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | FALCATURE | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | LEGNO DI RIUSO | CONNESSIONI | | | | |
| S1 | S2 | S1 | S1 | S1 | S2 | S2 | S2 | S2 | S1 | S1 | S1 | S2 | S1 | CLASSIFICAZIONE (S1-S2-S3) | | | | | |
| | | | X | X | X | | | | | X | X | X | X | ACCERTAMENTI DIAGNOSTICI | | | | | |

SCHEDATURA ELEMENTI LIGNEI

| Edificio : Castello di Monasterolo | | | | | | | | | | | | | | | Schedatori : Stagno | | Data : 09/04/2015 | | Pagina : 3 |
|---------------------------------------|--------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------------------------|------------------------|--|----------------------|--|---------------|
| 12 S I | 12 S E | 12 M | 12 P I | 12 P E | 12 C | 11 M | 11 P I | 11 P E | 11 C | 10 M | 10 P I | 10 P E | 10 C | ELEMENTO | CONNESSIONI | | | | |
| | | | castagno | castagno | castagno | castagno | castagno | castagno | castagno | castagno | castagno | castagno | ab rosso | SPECIE LEGNOSA | | | | | |
| 8x20 | 8x20 | 18x16 | 18x18 | 18x18 | 20x22 | 20x20 | 20x25 | 12x24 | 20x25 | 20x20 | 20x20 | 18x18 | 24x25 | SEZIONE MEDIA (b x h) | | | | | |
| X | X | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | CARIE BIANCA/BRUNA | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | X | X | PRESENZA UMIDITA' APPOGGIO | | | | | |
| | | | | | | X | | X | X | | X | | X | MACCHIE UMIDITA' | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | SEZIONE EFFICACE | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | CIPOLLATURE | | | | | |
| A V | A V | | | | A | A | A | | A V | A | A | A | A | INSETTI AN, LIC CERAM TERM | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | FESSURE MECCANICHE DIR /PRO | | | | | |
| | | X | X | | X | | | | | | | | X | FESSURE RITIRO | | | | | |
| | | | | | | X | | | X | | | | | DEVIAZIONE FIBRA | | | | | |
| | | | | | A | | | | | M | | M | M | NODI IN MEZZERIA/APPOGGIO | | | | | |
| 2 | 2 | | | | | 3 | | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | DIAM MAX NODO (cm) | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | GRUPPO NODI (dist. < 15 cm) | | | | | |
| 2 | 3 | | | | | | 2 | | 2 | 2 | | 2 | 2 | FREQ NODI A ML | | | | | |
| man. | man. | | | | man. | | man. | man. | man. | man. | man. | man. | man. | LAVORAZIONI MAN/MECC | | | | | |
| X | X | | | | X | | | | | | | | | CHIODI | | | | | |
| | | | | | | | X | X | | | | | X | INCALMI | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | FALCATURE | | | | | |
| X | X | | | | | X | | X | | | | | | LEGNO DI RIUSO | | | | | |
| S2 | S2 | S1 | S1 | S1 | S2 | S1 | S1 | S1 | S1 | S1 | S1 | S1 | S2 | CLASSIFICAZIONE (S1-S2-S3) | | | | | |
| | | | | X | X | | | X | X | | | X | X | ACCERTAMENTI DIAGNOSTICI | | | | | |

SCHEDATURA ELEMENTI LIGNEI

| Edificio : Castello di Monasterolo | | | | | | | | | | | | | | Schedatori : Stagno | |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|----------|-----------------------------|----------------------------|
| 16 M | 16 P I | 16 P E | 16 C | T15 B | T15 A | 14 M | 14 P I | 14 P E | 14 C | 13 M | 13 P I | 13 P E | 13 C | | ELEMENTO |
| ab rosso | ab rosso | ab rosso | ab rosso | castagno | castagno | castagno | castagno | castagno | castagno | castagno | castagno | | ab rosso | | SPECIE LEGNOSA |
| 14x14 | 14x12 | 14x14 | 16x16 | 15x15 | 14x14 | 18x14 | 18x16 | 18x16 | 20x20 | 18x14 | 18x16 | 18x16 | 20x20 | | SEZIONE MEDIA (b x h) |
| | | | | X | | | | | | X | | | X | | CARIE BIANCA/BRUNA |
| | | | | | | | | | | | | | | | PRESENZA UMIDITA' APPOGGIO |
| | | | | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | | MACCHIE UMIDITA' |
| | | | | | | | | | 90% | | | | | | SEZIONE EFFICACE |
| | | | | | | | | | | | | | | | CIPOLLATURE |
| | | | | | | | | A | A | | A | A | A V | | INSETTI AN, LIC CERAM TERM |
| | | | | X | | | | | | | | | | FESSURE MECCANICHE DIR /PRO | |
| | | | | | | | | | | X | | | | FESSURE RITIRO | |
| | | | | | | | | | | | | | | DEVIAZIONE FIBRA | |
| | | | | M | A | | | | | | M | | | NODI IN MEZZERIA/APPOGGIO | |
| 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | DIAM MAX NODO (cm) | |
| | | | | | | | | | | | | | | GRUPPO NODI (dist. < 15 cm) | |
| 3 | 3 | 3 | 6 | | | | | | | 1 | 2 | | 2 | FREQ NODI A ML | |
| man. | man. | man. | man. | man. | man. | man. | man. | man. | man. | man. | man. | man. | man. | LAVORAZIONI MAN/MECC | |
| | | | | | | | | | | | | | X | CHIODI | |
| | | | | | | | | | | | | | | INCALMI | |
| | | | | | | | | | | | | | | FALCATURE | |
| | | | | X | | | | X | | X | X | | X | LEGNO DI RIUSO | |
| S1 | S1 | S1 | S1 | S2 | S1 | S1 | S1 | S1 | S2 | S1 | S1 | S1 | S2 | CLASSIFICAZIONE (S1-S2-S3) | |
| | X | X | X | X | | | X | X | X | | | X | X | ACCERTAMENTI DIAGNOSTICI | |

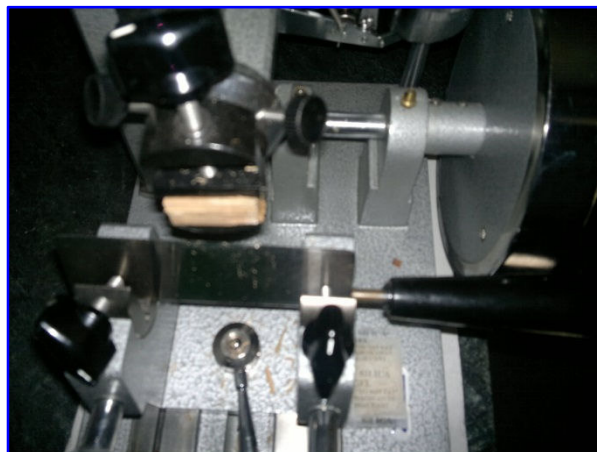
SCHEDATURA ELEMENTI LIGNEI

| | | | | | | | | | | Edificio : Castello di Monasterolo | | | | Schedatori : Stagno | | | | Data : 09/04/2015 | | Pagina : 5 | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------------------------------|----------|----------|----------|-----------------------------|--|--|--|----------------------|-------------|---------------|--|
| | | | | | | | | | | 17 P E | 17 P I | 17 M | 17 C | ELEMENTO | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | ab rosso | ab rosso | ab rosso | ab rosso | SPECIE LEGNOSA | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 14x14 | 14x14 | 16x14 | 16x16 | SEZIONE MEDIA (b x h) | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | CARIE BIANCA/BRUNA | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | PRESENZA UMIDITA' APPOGGIO | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | MACCHIE UMIDITA' | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | SEZIONE EFFICACE | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | CIPOLLATURE | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | INSETTI AN, LIC CERAM TERM | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | FESSURE MECCANICHE DIR /PRO | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | FESSURE RITIRO | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | DEVIAZIONE FIBRA | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | M | NODI IN MEZZERIA/APPOGGIO | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 2 | 2 | DIAM MAX NODO (cm) | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 2 | GRUPPO NODI (dist. < 15 cm) | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 2 | 2 | 1 | 3 | FREQ NODI A ML | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | mec. | mec. | mec. | mec. | LAVORAZIONI MAN/MECC | | | | | CONNESSIONI | | |
| | | | | | | | | | | | | | | CHIODI | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | INCALMI | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | FALCATURE | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | LEGNO DI RIUSO | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | S1 | S1 | S1 | S1 | CLASSIFICAZIONE (S1-S2-S3) | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | X | X | | X | ACCERTAMENTI DIAGNOSTICI | | | | | | | |

3. ANALISI MICROBIOLOGICA: DETERMINAZIONE DELLA SPECIE

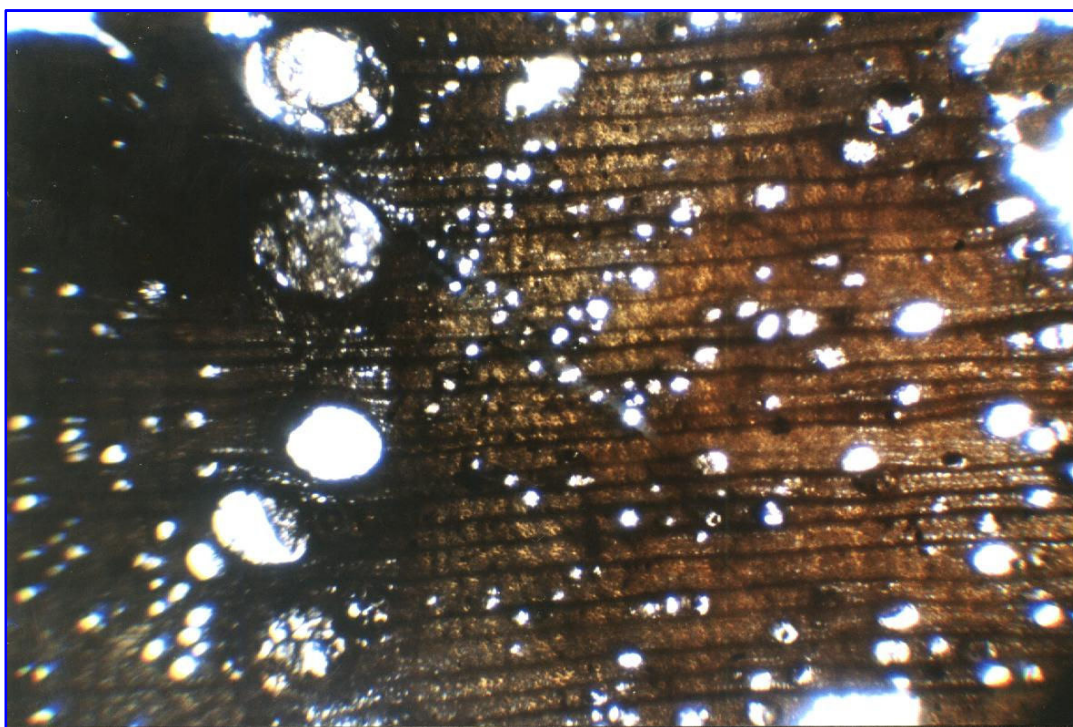
La determinazione della specie legnosa è avvenuta mediante analisi microscopia in laboratorio con:

- campionatura manuale in sito con estrazione di piccoli spezzoni in posizione tale da non arrecare danno meccanico agli elementi;
- preparazione secondo determinati tempi degli stessi con permanenza in liquido;
- realizzazione di sezioni sottili con taglio microtomico;



- osservazione al microscopio ottico delle sezioni radiali e successivo confronto con banca dati delle stesse.

La specie legnosa rilevata in tutti i quattro campioni esaminati relativi alla trave catena delle capriate n° 4, 8 e 12 e al puntone della capriata n° 11 è il castagno.



4. INDAGINE PILODYN – SCLEROMETRO DA LEGNO

Tali strumenti permettono di valutare il livello di degrado e la riduzione della sezione resistente degli elementi lignei.

La prova consiste nell'inserimento all'interno del legno di una punta metallica mediante una forza costante e predeterminata la profondità raggiunta dalla punta è letta su una scala graduata posta nella cassa metallica dello strumento o con un calibro con lettura al decimo di mm.



Le prove sono state eseguite su travi scelte a campione, le profondità di penetrazione dello strumento risulta in alcuni casi superiore ai 20 mm segno di un degrado superficiale degli elementi.

Di seguito si riportano le tabelle con i dati ottenuti.

| INDAGINE SCLEROMETRICA SU ELEMENTI LIGNEI | | | | | | |
|---|-----------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------|---------|---------|
| Manufatto : Castello di Monasterolo (CN) | | Committente : | | Data : 09/04/2015 | | |
| Elemento : Travi copertura | | Rilevatori : Stagno - Costantino | | Pagina : 1 | | |
| ELEMENTO | ESSENZA LEGNOSA | DIAMETRO PUNTA | PROFONDITA' DI PENETRAZIONE (mm) | | | |
| | | | PROVA 1 | PROVA 2 | PROVA 3 | PROVA 4 |
| T1 | abete rosso | 2,5 | 16 | 18 | 12 | 13 |
| T2 | abete rosso | 2,5 | 12 | 16 | 15 | \ |
| C4 catena mezzeria | castagno | 2,5 | 14 | 21 | 12 | \ |
| C4 monaco | castagno | 2,5 | 14 | 14 | \ | \ |
| C4 catena appoggio 1 | castagno | 2,5 | 18 | 16 | 16 | \ |
| C4 puntone 1 | castagno | 2,5 | 18 | 21 | \ | \ |
| C4 catena appoggio 2 | castagno | 2,5 | 12 | 14 | 12 | \ |
| C4 puntone 2 | castagno | 2,5 | 12 | 12 | 10 | 12 |
| C5 catena mezzera | castagno | 2,5 | 12 | 22 | 14 | 13 |
| C5 elemento superiore | castagno | 2,5 | 18 | 17 | 20 | 19 |
| C5 catena appoggio 1 | castagno | 2,5 | 14 | 12 | 12 | \ |
| C5 puntone 1 | castagno | 2,5 | 12 | 13 | 13 | \ |
| C5 catena appoggio 2 | castagno | 2,5 | 12 | 14 | 13 | \ |
| C5 puntone 2 | castagno | 2,5 | 15 | 16 | 16 | \ |

| INDAGINE SCLEROMETRICA SU ELEMENTI LIGNEI | | | | | | |
|---|-----------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------|---------|---------|
| Manufatto : Castello di Monasterolo (CN) | | Committente : | | Data : 09/04/2015 | | |
| Elemento : Travi copertura | | Rilevatori : Stagno - Costantino | | Pagina : 2 | | |
| ELEMENTO | ESSENZA LEGNOSA | DIAMETRO PUNTA | PROFONDITA' DI PENETRAZIONE (mm) | | | |
| | | | PROVA 1 | PROVA 2 | PROVA 3 | PROVA 4 |
| T6 mezzeria, macchia | castagno | 2,5 | 18 | 20 | 18 | \ |
| T7 | castagno | 2,5 | 13 | 18 | 14 | \ |
| Travetto sopra T7 | castagno | 2,5 | 13 | 14 | \ | \ |
| C8 catena appoggio 1 | castagno | 2,5 | 18 | 19 | 16 | \ |
| C8 puntone 1 | abete rosso | 2,5 | 18 | 18 | 19 | \ |
| C8 catena appoggio 2 | castagno | 2,5 | 18 | 16 | 17 | \ |
| C8 puntone 2 | castagno | 2,5 | 17 | 18 | 18 | \ |
| C9 catena appoggio 1 | abete rosso | 2,5 | 12 | 15 | 16 | \ |
| C9 puntone 1 | castagno | 2,5 | 12 | 13 | 14 | \ |
| C9 catena appoggio 2 | abete rosso | 2,5 | 18 | 18 | 19 | \ |
| C9 puntone 2 | castagno | 2,5 | 18 | 16 | 18 | \ |
| C10 catena app. muro esterno | abete rosso | 2,5 | 18 | 16 | 18 | \ |
| C10 puntone app. muro esterno | castagno | 2,5 | 17 | 18 | \ | \ |
| C10 catena app. muro interno | abete rosso | 2,5 | 15 | 16 | 19 | \ |

| INDAGINE SCLEROMETRICA SU ELEMENTI LIGNEI | | | | | | |
|---|-----------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------|---------|---------|
| Manufatto : Castello di Monasterolo (CN) | | Committente : | | Data : 09/04/2015 | | |
| Elemento : Travi copertura | | Rilevatori : Stagno - Costantino | | Pagina : 3 | | |
| ELEMENTO | ESSENZA LEGNOSA | DIAMETRO PUNTA | PROFONDITA' DI PENETRAZIONE (mm) | | | |
| | | | PROVA 1 | PROVA 2 | PROVA 3 | PROVA 4 |
| C10 puntone app. muro int. | castagno | 2,5 | 18 | 20 | 18 | \ |
| C11 catena app. muro esterno | castagno | 2,5 | 28 | 22 | 21 | \ |
| C11 puntone app. muro esterno | castagno | 2,5 | 20 | 18 | 19 | \ |
| C12 catena app. muro esterno | castagno | 2,5 | 23 | 21 | 18 | 16 |
| C12 puntone app. muro esterno | castagno | 2,5 | 20 | 18 | 16 | 18 |
| C13 catena app. muro esterno | abete rosso | 2,5 | 18 | 21 | 16 | 18 |
| C13 puntone app. muro esterno | castagno | 2,5 | 16 | 15 | 19 | 16 |
| C13 catena app. muro interno | abete rosso | 2,5 | 14 | 16 | 16 | \ |
| C13 puntone app. muro int. | castagno | 2,5 | 14 | 15 | 14 | \ |
| C14 catena app. muro esterno | castagno | 2,5 | 18 | 16 | 15 | 19 |
| C14 puntone app. muro esterno | castagno | 2,5 | 14 | 16 | 15 | \ |
| C14 catena app. muro interno | castagno | 2,5 | 14 | 16 | 15 | 15 |
| C14 puntone app. muro int. | castagno | 2,5 | 14 | 16 | 14 | \ |
| C14 catena mezzeria, degrado | castagno | 2,5 | 22 | 14 | 18 | \ |

| INDAGINE SCLEROMETRICA SU ELEMENTI LIGNEI | | | | | | |
|---|-----------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------|---------|---------|
| Manufatto : Castello di Monasterolo (CN) | | Committente : | | Data : 09/04/2015 | | |
| Elemento : Travi copertura | | Rilevatori : Stagno - Costantino | | Pagina : 4 | | |
| ELEMENTO | ESSENZA LEGNOSA | DIAMETRO PUNTA | PROFONDITA' DI PENETRAZIONE (mm) | | | |
| | | | PROVA 1 | PROVA 2 | PROVA 3 | PROVA 4 |
| T15 | castagno | 2,5 | 14 | 13 | 16 | 16 |
| C16 catena app. muro esterno | abete rosso | 2,5 | 12 | 15 | 16 | 1 |
| C16 puntone app. muro esterno | abete rosso | 2,5 | 12 | 18 | 15 | \ |
| C16 catena app. muro interno | abete rosso | 2,5 | 14 | 15 | 16 | \ |
| C16 puntone app. muro int. | abete rosso | 2,5 | 12 | 16 | 15 | \ |
| C17 catena app. muro esterno | abete rosso | 2,5 | 16 | 16 | 13 | \ |
| C17 puntone app. muro esterno | abete rosso | 2,5 | 12 | 12 | 12 | \ |
| C17 catena app. muro interno | abete rosso | 2,5 | 17 | 12 | 14 | \ |
| C17 puntone app. muro int. | abete rosso | 2,5 | 12 | 13 | 13 | \ |
| T18 | | 2,5 | 12 | 14 | 17 | 16 |
| T19 | | 2,5 | 12 | 13 | 11 | 12 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

5. INDAGINE CON PENETROMETRO DA LEGNO RESI F 400

Lo strumento permette di valutare le variazioni di densità tra legno “sano” e legno “degradato” e quindi di effettuare una diagnosi di aree di decadimento interne del materiale ligneo in esame per l'intera sezione.

La resistenza opposta alla perforazione del legno dipende principalmente dalla densità dello stesso e rappresenta uno dei valori caratteristici più importanti del materiale, permettendo di trarre conclusioni sulla qualità del legno in una particolare sezione.

In particolare il Resi misura la resistenza opposta dal legno alla perforazione eseguita con un ago sottile (3 mm) che attraversa tutti gli anelli di accrescimento del materiale.

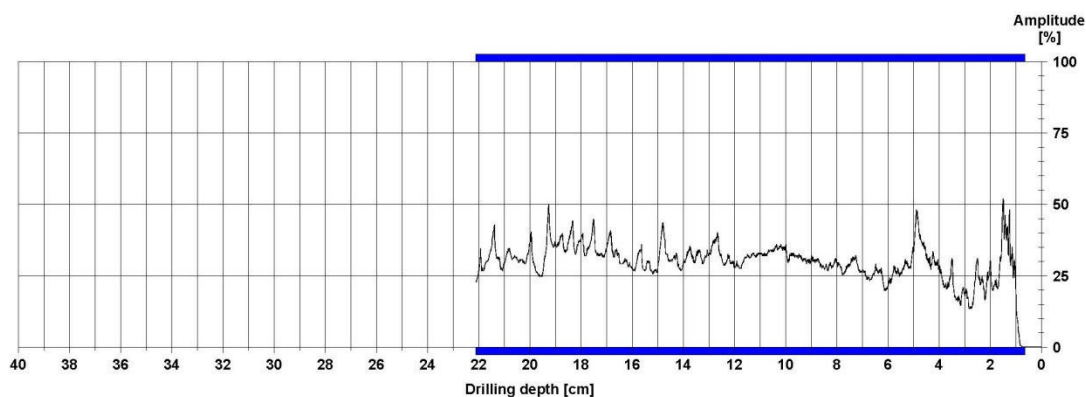


La risposta in termini di resistenza alla perforazione a mano a mano che si fora il legno viene riportata da apposito cursore evidenziato su una striscia di carta chimica (scala 1:1) per il controllo immediato in sito ed anche memorizzata per poi essere elaborata con apposito software.

Le prove sono state eseguite su elementi scelti a campione, di seguito sono riportati i grafici ottenuti.

Measuring / object data

| | | |
|---------------------------|----------------------|---------------------------|
| Measurement no. : 18 | Time : 15:23:50 | Location : Monasterolo |
| Drilling depth : 22,11 cm | Avg. curve : off | Name : 1 T |
| Wood species : Soft (1) | Diameter : --- | Length of cavities : --- |
| ID number : 100 | Level : --- | Min. width / height : --- |
| Advance : 22,8 cm/min | Direction : --- | Start of detecting : --- |
| Date : 09.04.2015 | Object species : --- | Detect last cavity : --- |



Assessment

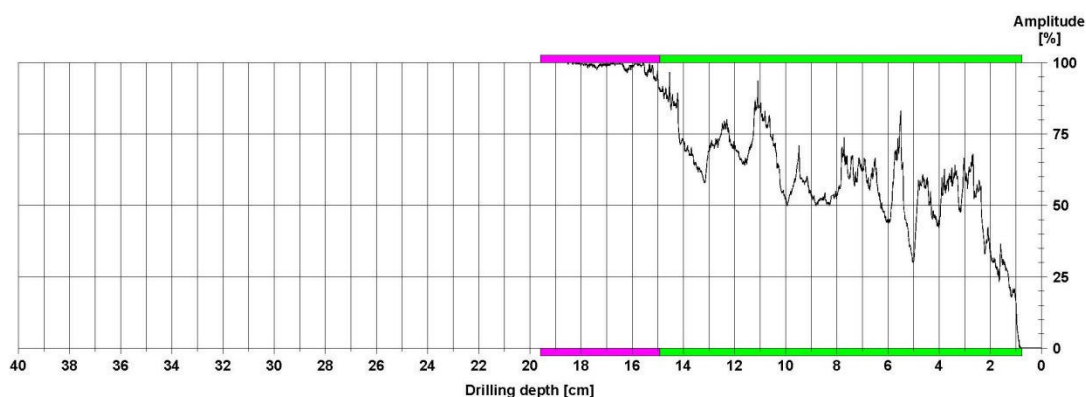
| | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | From 0,6 cm to 22,1 cm : sufficiente |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : --- |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : --- |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : --- |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : --- |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : --- |

Comment

STD, 16129
1 T 11 Measurement 018

Measuring / object data

| | | |
|---------------------------|----------------------|---------------------------|
| Measurement no. : 19 | Time : 15:30:12 | Location : Monasterolo |
| Drilling depth : 19,60 cm | Avg. curve : off | Name : 4 C |
| Wood species : Soft (1) | Diameter : --- | Length of cavities : --- |
| ID number : 100 | Level : --- | Min. width / height : --- |
| Advance : 22,8 cm/min | Direction : --- | Start of detecting : --- |
| Date : 09.04.2015 | Object species : --- | Detect last cavity : --- |



Assessment

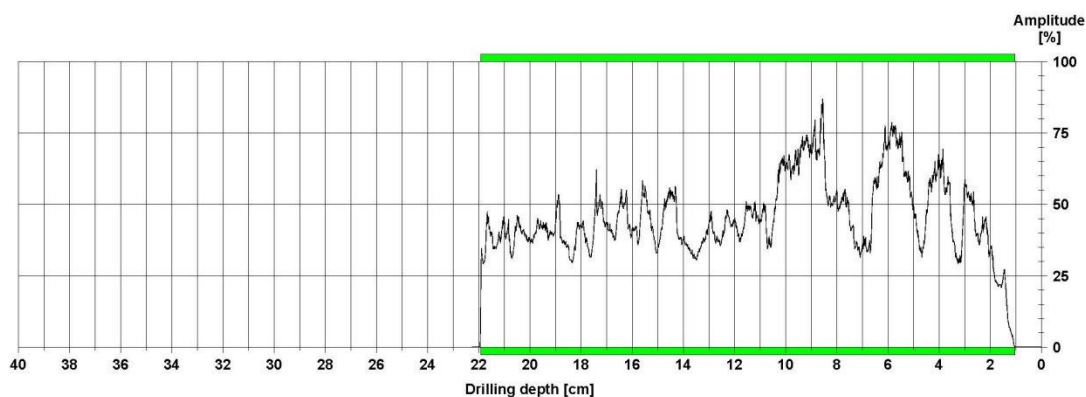
| | |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | From 0,8 cm to 14,9 cm : buono |
| <input checked="" type="checkbox"/> | From 14,9 cm to 19,6 cm : nodo |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : --- |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : --- |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : --- |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : --- |

Comment

STD, 16129
6 Measurement 019

Measuring / object data

| | | | | | |
|-------------------|-------------|------------------|----------|-----------------------|-------------|
| Measurement no. : | 12 | Time : | 14:27:57 | Location : | Monasterolo |
| Drilling depth : | 22,26 cm | Avg. curve : | off | Name : | 8 C |
| Wood species : | Soft (1) | Diameter : | | Length of cavities : | --- |
| ID number : | 100 | Level : | | Min. width / height : | --- |
| Advance : | 22,8 cm/min | Direction : | | Start of detecting : | --- |
| Date : | 09.04.2015 | Object species : | | Detect last cavity : | --- |



Assessment

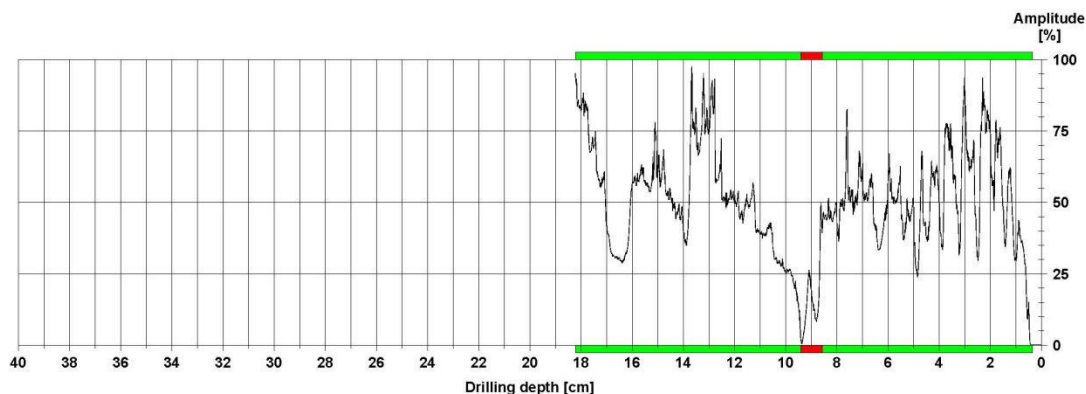
| | | |
|-------------------------------------|--------------------------|-------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | From 1,0 cm to 21,9 cm : | buono |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : | |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : | |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : | |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : | |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : | |

Comment

STD, 16129
8 C appoggio 21 Measurement012

Measuring / object data

| | | | | | |
|-------------------|-------------|------------------|-----------|-----------------------|-------------|
| Measurement no. : | 15 | Time : | 14:53:16 | Location : | Monasterolo |
| Drilling depth : | 18,23 cm | Avg. curve : | off | Name : | 8 C |
| Wood species : | Soft (1) | Diameter : | | Length of cavities : | --- |
| ID number : | 100 | Level : | | Min. width / height : | --- |
| Advance : | 24,0 cm/min | Direction : | verticale | Start of detecting : | --- |
| Date : | 09.04.2015 | Object species : | | Detect last cavity : | --- |



Assessment

| | | |
|-------------------------------------|--------------------------|-----------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | From 0,4 cm to 8,6 cm : | buono |
| <input checked="" type="checkbox"/> | From 8,6 cm to 9,5 cm : | Degradato |
| <input checked="" type="checkbox"/> | From 9,4 cm to 18,2 cm : | buono |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : | |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : | |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : | |

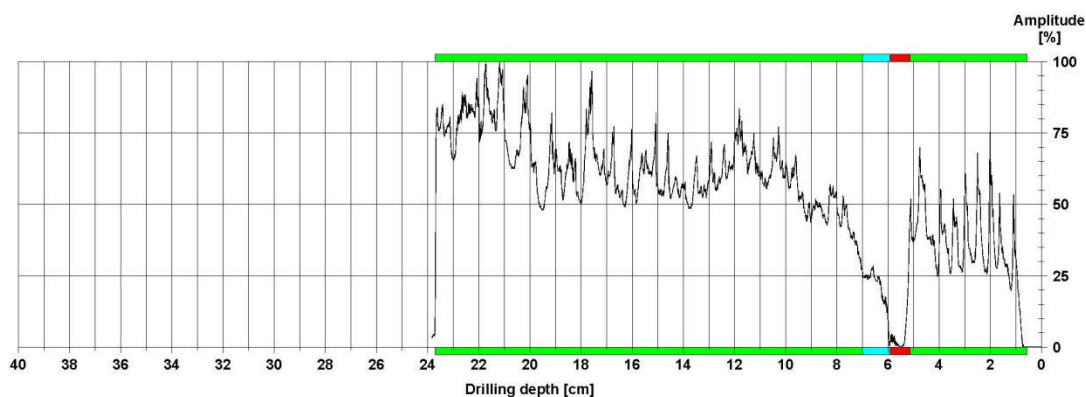
Comment

mezzeria

STD, 16129
8 C mezzeria verticale 33 V Measurement015

Measuring / object data

| | | |
|---------------------------|----------------------|---------------------------|
| Measurement no. : 11 | Time : 14:18:57 | Location : Monasterolo |
| Drilling depth : 23,84 cm | Avg. curve : off | Name : 9 C |
| Wood species : Soft (1) | Diameter : --- | Length of cavities : --- |
| ID number : 100 | Level : --- | Min. width / height : --- |
| Advance : 22,8 cm/min | Direction : --- | Start of detecting : --- |
| Date : 09.04.2015 | Object species : --- | Detect last cavity : --- |



Assessment

| |
|---------------------------------|
| From 0,6 cm to 5,2 cm : buono |
| From 5,1 cm to 6,0 cm : Degrado |
| From 5,9 cm to 7,1 cm : scarso |
| From 7,0 cm to 23,7 cm : buono |
| From 0,0 cm to 0,0 cm : --- |
| From 0,0 cm to 0,0 cm : --- |

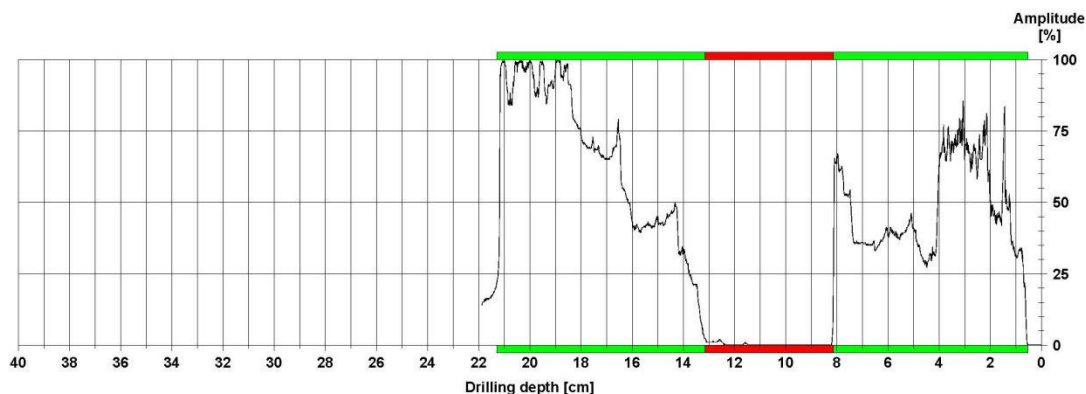
Comment

appoggio esterno

STD, 16129
9 C appoggio 19 Measurement011

Measuring / object data

| | | |
|---------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Measurement no. : 14 | Time : 14:41:49 | Location : Monasterolo |
| Drilling depth : 21,89 cm | Avg. curve : off | Name : 9 C |
| Wood species : Soft (1) | Diameter : --- | Length of cavities : --- |
| ID number : 100 | Level : --- | Min. width / height : --- |
| Advance : 21,6 cm/min | Direction : orizzontale | Start of detecting : --- |
| Date : 09.04.2015 | Object species : --- | Detect last cavity : --- |



Assessment

| |
|----------------------------------|
| From 0,5 cm to 8,2 cm : buono |
| From 8,1 cm to 13,2 cm : Degrado |
| From 13,1 cm to 21,3 cm : buono |
| From 0,0 cm to 0,0 cm : --- |
| From 0,0 cm to 0,0 cm : --- |
| From 0,0 cm to 0,0 cm : --- |

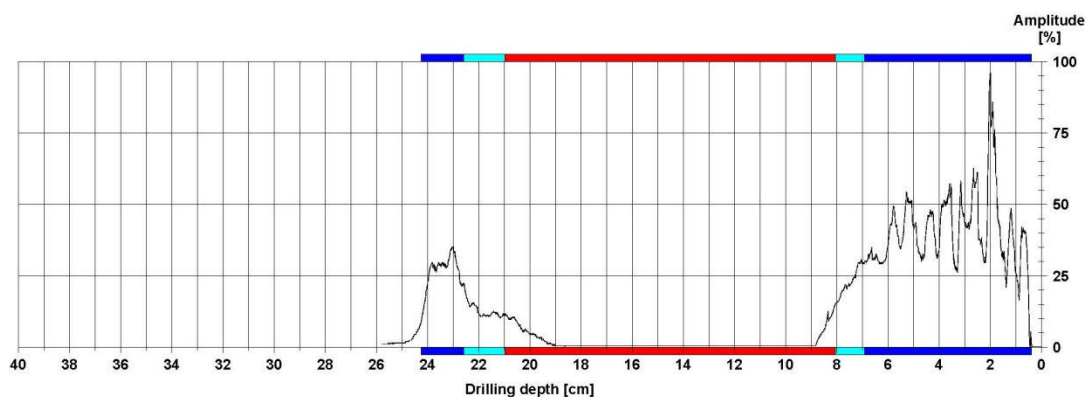
Comment

mezzeria

STD, 16129
9 C mezzeria orizzontale 32 O Measurement014

Measuring / object data

| | | |
|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Measurement no. : 13 | Time : 14:37:04 | Location : Monasterolo |
| Drilling depth : 25,78 cm | Avg. curve : off | Name : 9 C |
| Wood species : Soft (1) | Diameter : --- | Length of cavities : --- |
| ID number : 100 | Level : --- | Min. width / height : --- |
| Advance : 21,6 cm/min | Direction : verticale | Start of detecting : --- |
| Date : 09.04.2015 | Object species : --- | Detect last cavity : --- |



Assessment

| |
|---------------------------------------|
| From 0,4 cm to 6,9 cm : sufficiente |
| From 6,9 cm to 8,1 cm : scarso |
| From 8,1 cm to 21,0 cm : Degrado |
| From 21,0 cm to 22,6 cm : scarso |
| From 22,6 cm to 24,2 cm : sufficiente |
| From 0,0 cm to 0,0 cm : --- |

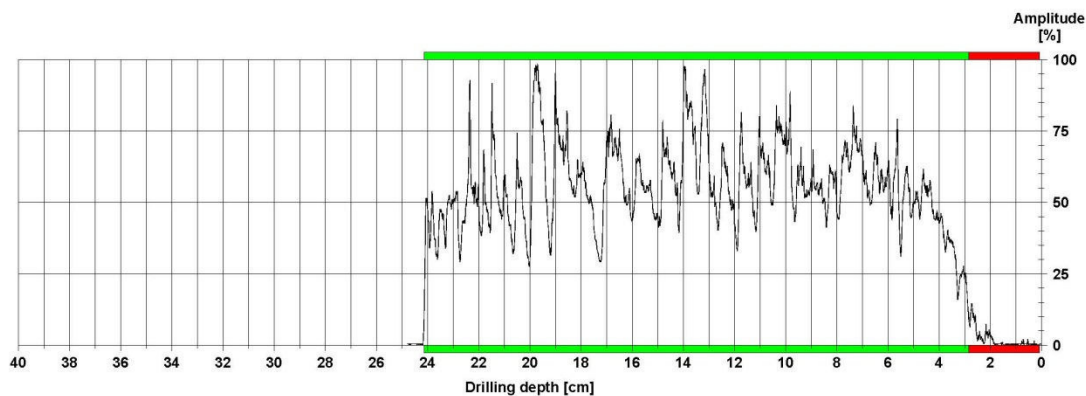
Comment

mezzeria

STD, 16129
9 C mezzeria verticale 32 V Measurement013

Measuring / object data

| | | |
|---------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Measurement no. : 16 | Time : 15:00:43 | Location : Monasterolo |
| Drilling depth : 24,80 cm | Avg. curve : off | Name : 9 C |
| Wood species : Soft (1) | Diameter : --- | Length of cavities : --- |
| ID number : 100 | Level : --- | Min. width / height : --- |
| Advance : 24,0 cm/min | Direction : orizzontale | Start of detecting : --- |
| Date : 09.04.2015 | Object species : --- | Detect last cavity : --- |



Assessment

| |
|---------------------------------|
| From 0,1 cm to 2,9 cm : Degrado |
| From 2,8 cm to 24,1 cm : buono |
| From 0,0 cm to 0,0 cm : --- |
| From 0,0 cm to 0,0 cm : --- |
| From 0,0 cm to 0,0 cm : --- |
| From 0,0 cm to 0,0 cm : --- |

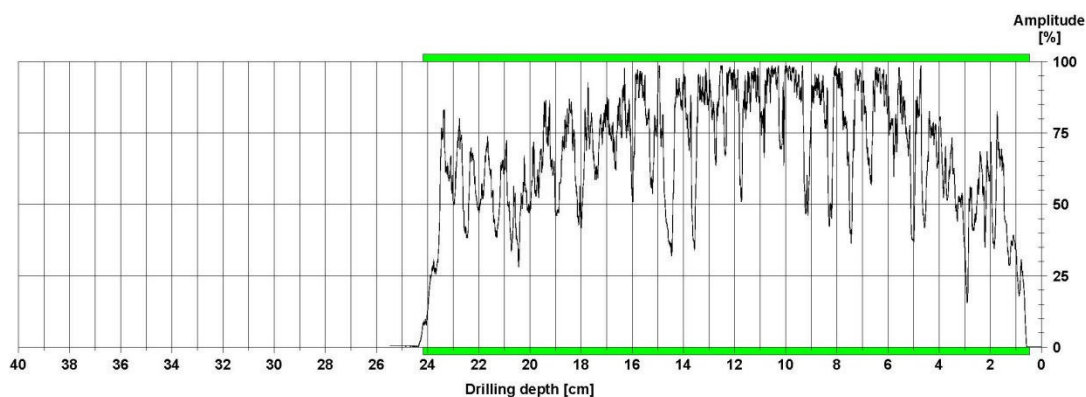
Comment

a 1m da appoggio esterno

STD, 16129
9 C orizzontale 34 O Measurement016

Measuring / object data

| | | | | | |
|-------------------|-------------|------------------|-----------|-----------------------|-------------|
| Measurement no. : | 17 | Time : | 15:08:59 | Location : | Monasterolo |
| Drilling depth : | 25,46 cm | Avg. curve : | off | Name : | 9 C |
| Wood species : | Soft (1) | Diameter : | | Length of cavities : | --- |
| ID number : | 100 | Level : | | Min. width / height : | --- |
| Advance : | 24,0 cm/min | Direction : | verticale | Start of detecting : | --- |
| Date : | 09.04.2015 | Object species : | | Detect last cavity : | --- |



Assessment

| | | |
|-------------------------------------|--------------------------|-------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | From 0,5 cm to 24,2 cm : | buono |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : | |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : | |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : | |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : | |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : | |

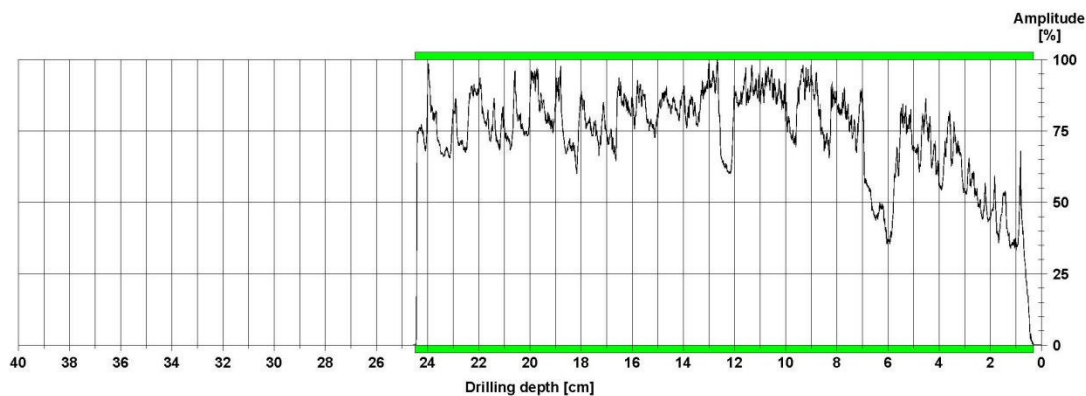
Comment

a 1 m da appoggio interno

STD, 16129
9 C verticale 3.35 V Measurement017

Measuring / object data

| | | | | | |
|-------------------|-------------|------------------|----------|-----------------------|-------------|
| Measurement no. : | 9 | Time : | 13:55:15 | Location : | Monasterolo |
| Drilling depth : | 24,58 cm | Avg. curve : | off | Name : | 10 C |
| Wood species : | Soft (1) | Diameter : | | Length of cavities : | --- |
| ID number : | 100 | Level : | | Min. width / height : | --- |
| Advance : | 24,0 cm/min | Direction : | | Start of detecting : | --- |
| Date : | 09.04.2015 | Object species : | | Detect last cavity : | --- |



Assessment

| | | |
|-------------------------------------|--------------------------|-------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | From 0,3 cm to 24,5 cm : | buono |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : | |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : | |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : | |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : | |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : | |

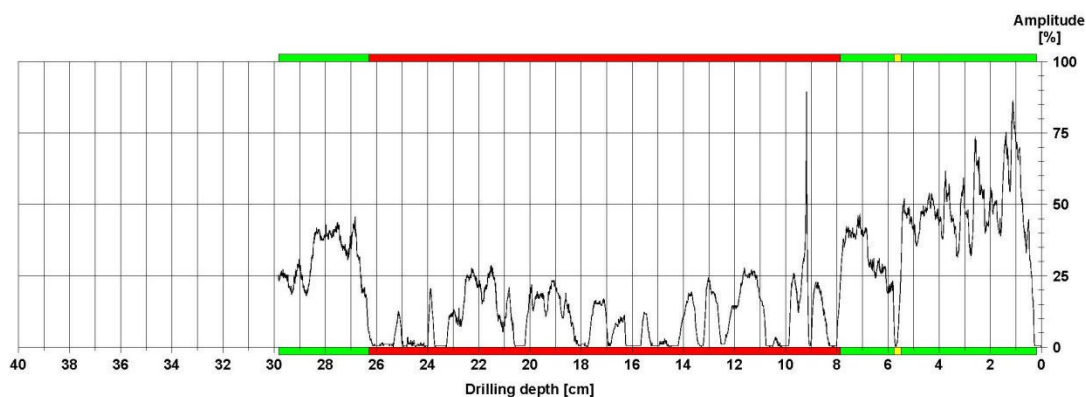
Comment

appoggio esterno

STD, 16129
10 C appoggio 23 Measurement009

Measuring / object data

| | | | | | |
|-------------------|-------------|------------------|----------|-----------------------|-------------|
| Measurement no. : | 10 | Time : | 14:06:14 | Location : | Monasterolo |
| Drilling depth : | 29,84 cm | Avg. curve : | off | Name : | 10 C |
| Wood species : | Soft (1) | Diameter : | | Length of cavities : | --- |
| ID number : | 100 | Level : | | Min. width / height : | --- |
| Advance : | 24,0 cm/min | Direction : | | Start of detecting : | --- |
| Date : | 09.04.2015 | Object species : | | Detect last cavity : | --- |



Assessment

| | | | | | |
|------|---------|----|---------|---|---------|
| From | 0,2 cm | to | 5,5 cm | : | buono |
| From | 5,5 cm | to | 5,8 cm | : | fessura |
| From | 5,8 cm | to | 7,9 cm | : | buono |
| From | 7,9 cm | to | 26,3 cm | : | Degrado |
| From | 26,3 cm | to | 29,8 cm | : | buono |
| From | 0,0 cm | to | 0,0 cm | : | |

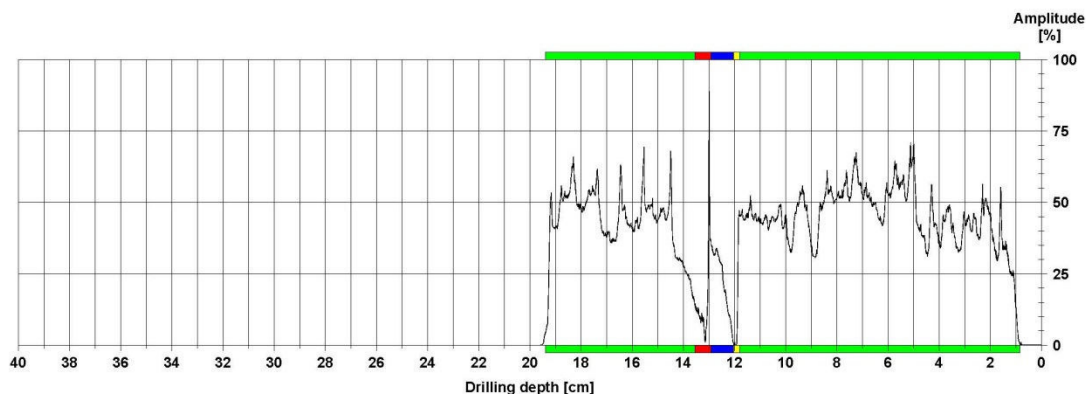
Comment

appoggio interno

STD, 16129
10 C appoggio interno 30 Measurement010

Measuring / object data

| | | | | | |
|-------------------|-------------|------------------|----------|-----------------------|-------------|
| Measurement no. : | 8 | Time : | 13:49:42 | Location : | Monasterolo |
| Drilling depth : | 19,59 cm | Avg. curve : | off | Name : | 11 C |
| Wood species : | Soft (1) | Diameter : | | Length of cavities : | --- |
| ID number : | 100 | Level : | | Min. width / height : | --- |
| Advance : | 24,0 cm/min | Direction : | | Start of detecting : | --- |
| Date : | 09.04.2015 | Object species : | | Detect last cavity : | --- |



Assessment

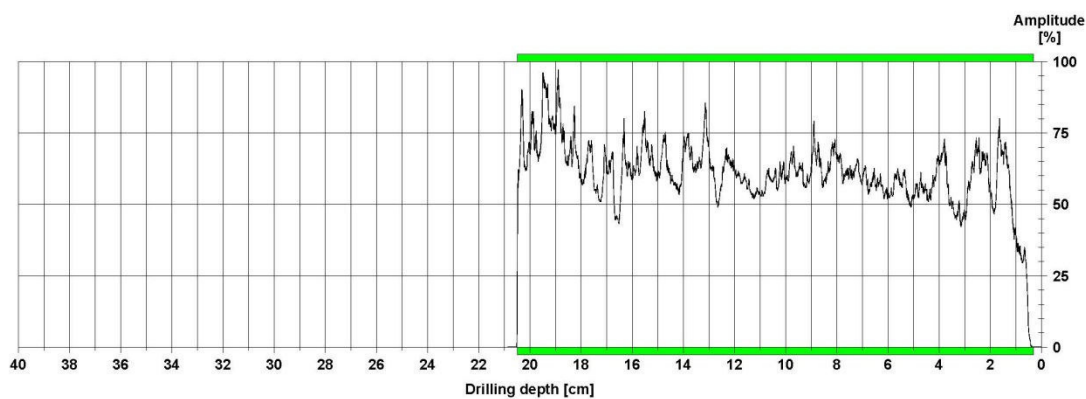
| | | | | | |
|------|---------|----|---------|---|-------------|
| From | 0,8 cm | to | 11,8 cm | : | buono |
| From | 11,8 cm | to | 12,0 cm | : | fessura |
| From | 12,0 cm | to | 13,0 cm | : | sufficiente |
| From | 12,9 cm | to | 13,6 cm | : | Degrado |
| From | 13,5 cm | to | 19,4 cm | : | buono |
| From | 0,0 cm | to | 0,0 cm | : | |

Comment

STD, 16129
11 C appoggio 24 Measurement008

Measuring / object data

| | | | | | |
|-------------------|-------------|------------------|----------|-----------------------|-------------|
| Measurement no. : | 5 | Time : | 13:28:26 | Location : | Monasterolo |
| Drilling depth : | 20,87 cm | Avg. curve : | off | Name : | 14 C |
| Wood species : | Soft (1) | Diameter : | | Length of cavities : | --- |
| ID number : | 100 | Level : | | Min. width / height : | --- |
| Advance : | 22,8 cm/min | Direction : | | Start of detecting : | --- |
| Date : | 09.04.2015 | Object species : | | Detect last cavity : | --- |



Assessment

| | | |
|-------------------------------------|--------------------------|-------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | From 0,3 cm to 20,5 cm : | buono |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : | |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : | |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : | |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : | |
| <input type="checkbox"/> | From 0,0 cm to 0,0 cm : | |

Comment

appoggio

STD, 16129
14 C appoggio 27 Measurement005

6. RESISTIVITÀ ELETTRICA

Con tale metodo si rilevano temperatura e umidità sia ambientali che del materiale in esame.

Lo strumento utilizzato è il Gann Hydromett RTU 600, alimentato da una batteria da 9V e dotato di sonde con differenti funzioni:

- elettrodo attivo RF-T-28 per la misura di temperatura e umidità ambientali (campo di misura: temperatura da -10° C a +80° C - umidità da 7% a 98%);
- portaelettrodi ad infissione M18: è dotato di chiodi che permettono la misurazione in profondità nel legno, tali chiodi possono essere lunghi 4-6-20-30 cm; lo strumento va calibrato sulla temperatura ambiente, misurata con apposita sonda, e sulla specie legnosa analizzata utilizzando i codici presenti sulle tabelle allegate; il valore ottenuto è direttamente la percentuale di umidità presente nel legno;



- sonda di temperatura ET50 per la misura della temperatura in superficie e in profondità nel materiale (campo di misura da -50° C a +300° C);
- elettrodo attivo B 50 : è dotato di elettronica integrata che permette la localizzazione non distruttiva di umidità in materiali da edilizia, funziona generando un campo di alta frequenza concentrato fino ad una in profondità fino a 12 cm; il valore misurato è un indice, per avere la percentuale di umidità si applicano in conversione apposite tabelle.

| PROVA DI RESISTIVITA' ELETTRICA | | | | | | |
|---|--------------------|-------------------------------------|-----------------------|----------------------|-------|----------------------------|
| Località : Castello di Monasterolo | | Rilevatori : Stagno - Costantino | | Data : 09/04/2015 | | |
| Localizzazione punti : Travi copertura | | Materiale : Legno | | Pagina : 1 | | |
| PUNTO | TEMP. ARIA (°C) | UMID. ARIA (%) | TEMP. SUPERF. (°C) | UMID. INTERNA (%) | | UMID. APPOGGIO (indice) |
| | | | | superf. | prof. | |
| T1 appoggio | 13,7 | 45,7 | 10,8 | \ | 15 | |
| T6 mezzeria | 13,7 | 45,7 | 10,8 | \ | 15,7 | |
| T7 appoggio | 13,7 | 45,7 | 10,8 | \ | 17,4 | |
| C9 appoggio | 14 | 46,4 | 10,7 | \ | 17,8 | |
| C10 app. esterno | 14 | 46,4 | 10,7 | \ | 17,9 | |
| C10 app. interno | 14 | 46,4 | 10,7 | \ | 17,4 | |
| C11 app. esterno | 14 | 46,4 | 10,7 | \ | 17,4 | |
| C12 app. esterno | 14 | 46,4 | 10,7 | \ | 17,4 | |
| C13 app. esterno | 14 | 46,4 | 10,7 | \ | 17,5 | |
| C14 app. esterno | 14 | 46,4 | 10,7 | \ | 18,2 | |
| T15 | 14,2 | 46,8 | 10,7 | \ | 18 | |
| C16 app. esterno | 14,5 | 44,8 | 11 | \ | 18,5 | |
| C17 app. esterno | 14,5 | 44,8 | 11 | \ | 15,8 | |
| C17 app. interno | 14,5 | 44,8 | 11 | \ | 16,7 | |
| T19 | 14,3 | 45,9 | 10,9 | \ | 17,9 | |

7. DIAGNOSI ELEMENTI LIGNEI

Dalle indagini eseguite emerge quanto segue.

- Ispezione tecnologica : sono presenti attacchi di insetti anobidi, ma di modeste entità, presenza di carie su vari elementi, nodosità, fessurazioni da ritiro e macchie di umidità, In particolare si rileva che fenomeni di degrado legati all'umidità hanno interessato le teste delle travi catena delle capriate C10, C11, C12, C13 e C14 in appoggio sulla muratura esterna e l'appoggio della capriata C10 sulla muratura interna.
- Indagine xilotomica : i n°4 campioni analizzati sono risultati di castagno che risulta quindi essere la specie predominante, dall'indagine visiva alcuni elementi sono invece ritenuti in abete rosso.
- Indagine sclerometrica : i valori rilevati sono buoni, presentano degrado superficiale gli elementi delle capriate C11 e C12 in appoggio sulla muratura esterna.
- Indagine resistografica : gli elementi appaiono in buono stato, si rilevano fenomeni di degrado per la trave catena della capriata C10 in appoggio sul muro interno e per la trave catena della capriata C9 in mezzzeria.
- Rilievo dell'umidità : tutti gli elementi hanno umidità inferiore al 20% che è da ritenersi una soglia di attenzione oltre la quale potrebbero innescarsi fenomeni di degrado.

Sulla base delle risultanze sopra esposte si ritiene che in fase di calcolo possano essere assunte per gli elementi le sezioni reali, solo per quelli di seguito elencati è necessaria una riduzione :

| ELEMENTO | SEZIONE REALE (b x h cm) | SEZIONE RESIDUA (b x h cm) |
|------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Catena C9 | 20x24 | 16x20 |
| Catena C10 | 24x25 | 22x23 |
| Catena C11 | 20x25 | 18x23 |
| Puntone est. C11 | 12x24 | 11x23 |
| Catena C12 | 20x22 | 18x20 |
| Catena C14 | 20x20 | 18x18 |

Inoltre nelle schede del rilievo tecnologico è indicata per ciascun elemento la sua classificazione come da Norma UNI 11119.

I parametri da adottarsi in fase di calcolo sulla base della classificazione sopra esposta sono indicati nel prospetto 3 della norma UNI 11119.

prospetto 3

Tensioni massime per l'applicazione del metodo delle tensioni ammissibili e moduli medi di elasticità a flessione, per le categorie in opera delle principali specie legnose, applicabili per umidità del legno = 12%

| Specie | Categoria in opera | Tensioni massime (N/mm ²) | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------|---|-----------------------------------|----------------------------------|
| | | compressione | | flessione statica | trazione parallela alla fibratura ¹⁾ | taglio (parallelo alla fibratura) | modulo di elasticità a flessione |
| | | parallela alla fibratura | perpendicolare alla fibratura | | | | |
| Abete bianco (Abies alba Mill.) | I | 11 | 2,0 | 11,5 | 11 | 0,9 | 13 000 |
| | II | 9 | 2,0 | 10 | 9 | 0,8 | 12 000 |
| | III | 7 | 2,0 | 7,5 | 6 | 0,7 | 11 000 |
| Abete rosso (Picea abies Karst.) | I | 10 | 2,0 | 11 | 11 | 1,0 | 12 500 |
| | II | 8 | 2,0 | 9 | 9 | 0,9 | 11 500 |
| | III | 6 | 2,0 | 7 | 6 | 0,8 | 10 500 |
| Larice (Larix spp.) | I | 12 | 2,5 | 13 | 12 | 1,1 | 15 500 |
| | II | 10 | 2,2 | 11 | 9,5 | 1,0 | 14 500 |
| | III | 7,5 | 2,0 | 8,5 | 7 | 0,9 | 13 500 |
| Pini (Pinus spp.) | I | 11 | 2,0 | 12 | 11 | 1,0 | 13 000 |
| | II | 9 | 2,0 | 10 | 9 | 0,9 | 12 000 |
| | III | 7 | 2,0 | 8 | 6 | 0,8 | 11 000 |
| Castagno (Castanea sativa Mill.) | I | 11 | 2,0 | 12 | 11 | 0,8 | 10 000 |
| | II | 9 | 2,0 | 10 | 9 | 0,7 | 9 000 |
| | III | 7 | 2,0 | 8 | 6 | 0,6 | 8 000 |
| Pioppo (Populus spp.) | I | 10 | 1,5 | 10,5 | 9 | 0,6 | 9 000 |
| | II | 8 | 1,5 | 8,5 | 7 | 0,5 | 8 000 |
| | III | 6 | 1,5 | 6,5 | 4,5 | 0,4 | 7 000 |
| Quercia (Quercus spp.) | I | 12 | 3,0 | 13 | 12 | 1,2 | 13 500 |
| | II | 10 | 2,5 | 11 | 10 | 1,0 | 12 500 |
| | III | 7,5 | 2,2 | 8,5 | 7 | 0,9 | 11 500 |

1) La tensione massima a trazione perpendicolare alla fibratura si assume convenzionalmente uguale a zero.

prospetto 5 Valori caratteristici per i tipi di legname considerati nella presente norma

| Proprietà | Abete/Italia | | | Pino laricio/Italia | | | Larice/Nord Italia | | | Douglasia/Italia | | Altre conifere/Italia | | | Castagno/Italia | Querce caducifoglie/Italia | Pioppo e Ontano/Italia | Altre latifoglie/Italia |
|--|---------------|------|------|---------------------|------|------|--------------------|------|------|------------------|-------|-----------------------|------|------|-----------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Corrispondenza con le Classi di resistenza della UNI EN 338 | | C24 | C18 | C40 | C22 | C14 | | C22 | C18 | C35 | C22 | | | | D24 | | | |
| Categorie resistenti | S1 | S2 | S3 | S1 | S2 | S3 | S1 | S2 | S3 | S1 | S2/S3 | S1 | S2 | S3 | S | S | S | S |
| Flessione (5-percentile), N/mm ² | $f_{m,k}$ | 25 | 18 | 40 | 22 | 15 | | 23 | 18 | 35 | 22 | 33 | 26 | 22 | 28 | 42 | 26 | 27 |
| Trazione parallela alla fibratura (5-percentile), N/mm ² | $f_{t,0,k}$ | 15 | 11 | 24 | 13 | 9 | | 14 | 11 | 21 | 13 | 20 | 16 | 13 | 17 | 25 | 16 | 16 |
| Trazione perpendicolare alla fibratura (5-percentile), N/mm ² | $f_{t,90,k}$ | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Compressione parallela alla fibratura (5-percentile), N/mm ² | $f_{c,0,k}$ | 21 | 18 | 26 | 20 | 17 | | 20 | 18 | 25 | 20 | 24 | 22 | 20 | 22 | 27 | 22 | 22 |
| Compressione perpendicolare alla fibratura (5-percentile), N/mm ² | $f_{c,90,k}$ | 2,6 | 2,6 | 3,2 | 3,0 | 3,0 | | 3,6 | 3,6 | 3,2 | 2,9 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 7,3 | 11 | 6,3 | 7,7 |
| Taglio (5-percentile), N/mm ² | $f_{g,k}$ | 4,0 | 3,4 | 4,0 | 3,8 | 3,0 | | 3,8 | 3,4 | 4,0 | 3,8 | 4,0 | 4,0 | 3,8 | 4,0 | 4,0 | 2,7 | 4,0 |
| Modulo di elasticità parallelo alla fibratura (medio), kN/mm ² | $E_{0,mean}$ | 11,8 | 10,5 | 15 | 12 | 11 | | 12,5 | 11,5 | 15,8 | 13 | 12,3 | 11,4 | 10,5 | 12,5 | 12,0 | 8,0 | 11,5 |
| Modulo di elasticità parallelo alla fibratura (5-percentile), kN/mm ² | $E_{0,05}$ | 7,9 | 7,0 | 10 | 8,0 | 7,4 | | 8,4 | 7,7 | 11 | 8,7 | 8,2 | 7,6 | 7,0 | 10,5 | 10,1 | 6,7 | 9,7 |
| Modulo di elasticità perpendicolare alla fibratura (medio), kN/mm ² | $E_{90,mean}$ | 0,39 | 0,35 | 0,50 | 0,40 | 0,37 | | 0,42 | 0,38 | 0,53 | 0,43 | 0,41 | 0,38 | 0,35 | 0,83 | 0,80 | 0,53 | 0,77 |
| Modulo di taglio (medio), kN/mm ² | G_{mean} | 0,74 | 0,66 | 0,94 | 0,75 | 0,69 | | 0,78 | 0,72 | 0,99 | 0,81 | 0,77 | 0,71 | 0,66 | 0,78 | 0,75 | 0,50 | 0,72 |
| Massa volumica (5-percentile), kg/m ³ | ρ_k | 375 | 375 | 455 | 425 | 430 | | 510 | 520 | 450 | 415 | 530 | 530 | 530 | 485 | 760 | 420 | 515 |
| Massa volumica (media), kg/m ³ | ρ_{mean} | 450 | 450 | 550 | 520 | 520 | | 610 | 620 | 540 | 500 | 575 | 575 | 575 | 580 | 825 | 460 | 560 |

Prospetto 5 UNI 11035.2

Per la durabilità del legno si fa riferimento alla norma UNI EN 350 del 1996, alla EN 335 del 2006 e alla UNI EN 460 del 1996. Dalla prima, conoscendo la specie legnosa di cui ci si sta occupando, si può avere un'indicazione sulla durabilità naturale della specie legnosa per i funghi e per gli insetti del legno (divisi tra isotteri o termiti e coleotteri). La tabella riportata in questa norma fornisce anche l'indicazione dell'impregnabilità del durame e dell'alburno, fattore importante per poter decidere se e dove prevedere la stesura di un impregnante.

| Specie | | | | Durabilità naturale | | | | | | Impregnabilità | |
|--------|---------------------|-------------------------------------|---------|---------------------|---------|-------|-----|-----|-------|----------------|---|
| | Nome commerciale | Nome scientifico | Origine | Funghi | Insetti | | | | | D | A |
| | | | | | Hyl. | Hesp. | An. | Ly. | Term. | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | Abete bianco | <i>Abies alba</i> Mill. | EU, USA | 4 | NR | R | NR | R | NR | 2-3 | 2 |
| | Abete rosso | <i>Picea abies</i> L. Karst. | EU | 4 | NR | R | NR | R | NR | 3-4 | 3 |
| | Douglasia | <i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb) | USA | 3 | NR | R | NR | R | NR | 4 | 3 |
| | Larice | <i>Larix decidua</i> Mill. | EU | 3-4 | NR | R | NR | R | NR | 4 | 2 |
| | Pino silvestre | <i>Pinus sylvestris</i> L. | EU | 3-4 | NR | R | NR | R | NR | 3-4 | 1 |
| | Castagno | <i>Castanea sativa</i> Mill. | EU | 2 | R | NR | NR | NR | NR | 4 | 2 |
| | Pioppo | <i>Populus</i> spp. | EU | 5 | R | NR | NR | R | NR | 3 | 1 |
| | Querce caducifoglie | <i>Quercus</i> spp. | EU | 2-4 | R | NR | NR | NR | NR | 4 | 1 |

UNI EN 350

Classi di durabilità naturale ai funghi
1 – molto durabile
2 – durabile
3 – moderatamente durabile
4 – poco durabile
5 – non durabile

Insetti del legno
Hyl. – Hylotrups bajulus
Hesp. – Hesperoohanes cinereus
An. – Anobidi spp.
Ly. – Lyctus spp.
Term. – Termiti spp.

Classi di impregnabilità del legno: A (alburno), D (durame)
1 – impregnabile
2 – moderatamente impregnabile
3 – poco impregnabile
4 – non impregnabile

Classi di durabilità naturale agli insetti isotteri o termiti
R – resistente
MR – moderatamente resistente
NR – non resistente

Classi di durabilità naturale agli insetti coleotteri
R – resistente
NR – non resistente

EN 335 classi di utilizzo

| Classe di utilizzo | Umidità del legno | Agenti biologici | esempio |
|--|---|--|--|
| 1 (interno, coperto) | Sempre < 20% | Insetti | Mobili, parquet, perline ... |
| 2 (interno, coperto) | Occasionalmente > 20% | Insetti, funghi della carie, funghi cromogeni, muffe | Travi, rivestimenti interni .. |
| 3.1 (esterno, non a contatto con il suolo) | Frequentemente > 20% non esposto alla pioggia | | Infissi, rivestimenti esterni, serramenti, arredo urbano ... |
| 3.2 (esterno, non a contatto con il suolo) | Prevalentemente > 20% esposto alla pioggia | | |
| 4 (esterno, a contatto con il suolo) | Permanentemente > 20% | Come 3 e carie soffice | Pali linee aeree, arredo urbano, sponde fluviali ... |
| 5 (immerso in acqua di mare) | Permanentemente > 20% | Carie soffice , organismi marini | Pali da ormeggio, pontili, ... |

Dalle informazioni estratte dalle precedenti norme si può, attraverso la UNI EN 460, vedere se le condizioni a cui l'elemento è sottoposto sono compatibili con la Durabilità naturale della specie legnosa o se deve essere previsto un trattamento preservante.

Funghi xilofagi - Guida delle classi di durabilità di specie legnose per l'uso secondo classi di rischio

| Classe di rischio | Classe di durabilità | | | | |
|-------------------|----------------------|-----|-----|-----------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | (0) | (0) |
| 3 | 0 | 0 | (0) | (0) - (x) | (0) - (x) |
| 4 | 0 | (0) | (x) | x | x |
| 5 | 0 | (x) | (x) | x | x |

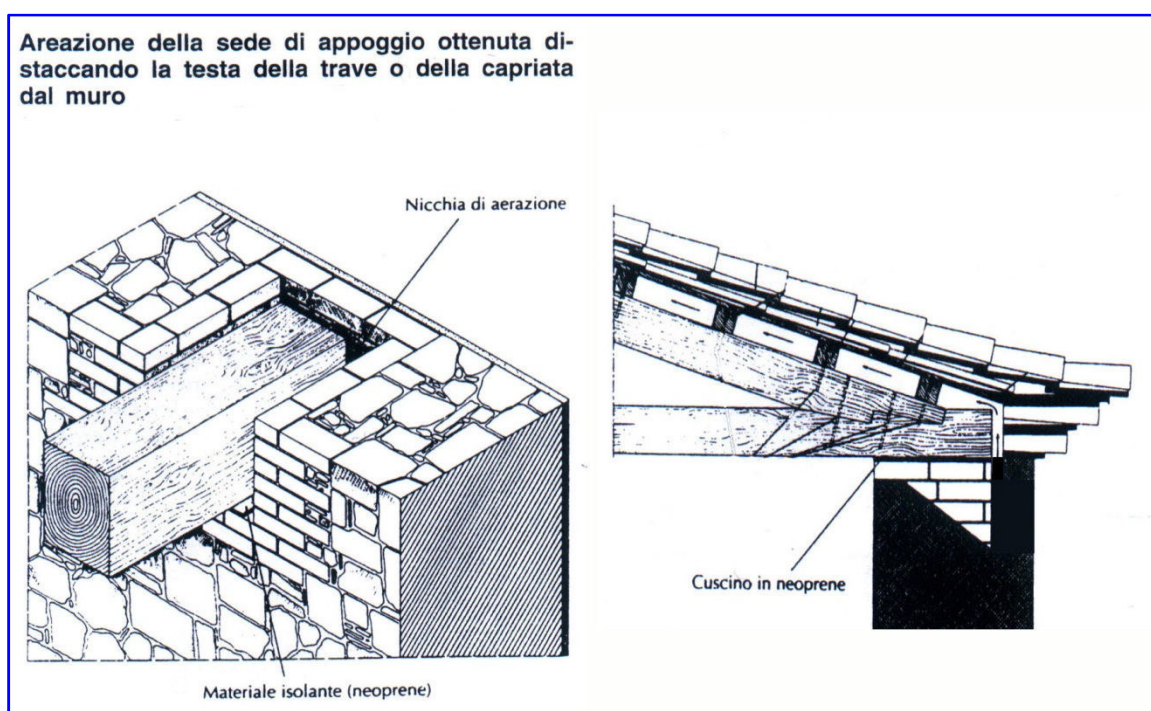
Legenda:

- 0 durabilità naturale sufficiente,
- (0) la durabilità naturale è generalmente sufficiente, ma per certi utilizzi anali può essere raccomandato un trattamento preservante (vedere appendice A),
- (0) - (x) la durabilità naturale può essere sufficiente, ma in funzione della specie legnosa, della sua permeabilità (vedere 6.1) e del suo utilizzo anali (vedere appendice A), può essere necessario un trattamento preservante,
- (x) il trattamento preservante è normalmente raccomandato, ma per certi utilizzi anali la durabilità naturale può essere sufficiente (vedere appendice A),
- x trattamento preservante necessario.

8. INDICAZIONI DI INTERVENTO

I principali interventi che si consiglia di eseguire sono i seguenti :

- ripristino degli elementi mancanti, in particolare inserimento dei saettoni per le capriate C10, C11, C14, C16 e C17;
- revisione di tutti gli appoggi murari delle capriate con eliminazione delle zone di contatto tra la malta e gli elementi lignei, tra le travi e la muratura è da prevedersi la posa di un dormiente o di materiale isolante, posa di presidio metallico per la trave catena (bolzone) e per le capriate C10, C11, C12, C13 e C14 eventuale posa di mensola lignea, opportunamente collegata alla trave catena con viti e fasce metalliche, in appoggio su muratura esterna, in alternativa integrazione con protesi lignee degli elementi gravemente degradati;



- posa di regge metalliche a interasse di 40 cm sugli elementi particolarmente fessurati, come nell'esempio riportato nella fotografia seguente;



- pulitura delle superfici delle travi ove presenti depositi superficiali o muffe;
- trattamento protettivo su tutti gli elementi con prodotto antimicotico e antixilofago;
- inserimento di tavolato scempiato di almeno cm 3 possibilmente in castagno o larice sopra l'orditura secondaria, avendo cura di solidarizzarle con viti agli elementi sottostanti e particolarmente nei nodi di interconnessione fino ai principali; si suggerisce l'uso di vite di produzione appropriata di aziende specializzate.

Tutti i dati riportati nelle tabelle sono stati ricavati dai dati rilevati in sito durante l'esecuzione delle prove.

Torino, 27 aprile 2015

4 EMME Service S.p.A.
il Direttore del Centro di Torino
Arch. Alberto Capussotto



RELAZIONE REVISIONATA DA:
Geom. Diego Doto

