



PROGETTO PILOTA PER L'ATTIVAZIONE DI UNA FILIERA BOSCO – LEGNO – ENERGIA MEDIANTE LA GESTIONE, LA TUTELA E LA VALORIZZAZIONE DEGLI ECOSISTEMI FORESTALI - AMBITO GARGANO

RELAZIONE FINALE

Analisi della qualità degli incollaggi per la
produzione di legno lamellare a partire da abete,
castagno, cerro, faggio e pino d'aleppo

DESCRIPTION

Committente

Consorzio di Bonifica del Gargano

Bari, 1-02-2019

Ai sensi dell'articolo della legge 633/1941 e della direttiva 96/6/CE dell'11/3/1996, è vietato estrarre, riutilizzare, immagazzinare, riprodurre, rappresentare o conservare, direttamente e indirettamente, su qualsiasi supporto, con qualsiasi mezzo e in qualsiasi forma, una parte qualitativamente o quantitativamente rilevante del contenuto della presente pubblicazione, salvo espressa e formale autorizzazione degli autori.

Sono consentite le citazioni in pubblicazioni scientifiche e a titolo di cronaca, studio, critica o recensione, purché accompagnate dal nome dell'autore dell'articolo e dall'indicazione della fonte.





1	PREMESSA	3
2	OBIETTIVI DELLO STUDIO	4
3	DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ SVOLTE	5
4	LAVORAZIONI PRELIMINARI IN FALEGNAMERIA	7
5	SELEZIONE DEGLI ADESIVI	9
6	PROTOCOLLO DI ESECUZIONE LINEE DI COLLA	10
8	PREPARAZIONE DEI CAMPIONI	11
9	TEST SULLE LINEE DI COLLA	21
9.1	ABETE SIKAFORCE-7100L7	22
9.2	ABETE SIKAFORCE-7103L7	23
9.3	CASTAGNO-7100L7	24
9.4	CASTAGNO-7103L7	25
9.5	CERRO-7100L7	26
9.6	CERRO-7103 L7	27
9.7	FAGGIO-7100 L7	28
9.8	FAGGIO-7103 L7	29
9.9	PINO-7100 L7	30
9.10	PINO-7103 L7	31
10	LEGENDA PER I RISULTATI E TIPOLOGIA DI ROTTURA	32
11	RISULTATI	34
12	GRAFICI DEI TEST DI RESISTENZA DELLE LINEE DI COLLA	37
13	CONCLUSIONI	39





1 PREMESSA

L'Accordo di programma per l'attuazione di un progetto pilota per l'attivazione di una filiera bosco-legno-energia mediante la gestione, tutela e valorizzazione degli ecosistemi forestali del Gargano ha come specifico obiettivo la caratterizzazione del legno *'adriatico-garganico'* per la possibile creazione di una filiera del legno, intesa sia per il settore edilizio-strutturale che per quello energetico di piccola scala. Una serie di attività previste dall'accordo di programma sono mirate ad effettuare prove di qualificazione e caratterizzazione del legname ritraibile dalle diverse tipologie di bosco per valutarne il possibile utilizzo strutturale e per arredamento.

In questo ambito, lo studio della **qualità degli incollaggi** di diverse specie legnose autoctone per la produzione di legname ad usi strutturali (legno lamellare ed Xlam), utilizzando adesivi opportunamente selezionati, è determinante per ampliare la gamma di utilizzi finali per il materiale legnoso disponibile nel comprensorio di esame.

In particolare, le colle e le operazioni di incollaggio costituiscono una fra le operazioni più importanti e delicate dal punto di vista operativo e tecnologico per la produzione di legno lamellare, soprattutto nel caso di applicazioni in cui è richiesta una elevata durabilità agli agenti atmosferici (classe di servizio 3). Gli adesivi devono instaurare legami intermolecolari con le sostanze che costituiscono il legno, ovvero le fibre di cellulosa e lignina, oltre che gli estrattivi e tannini presenti nel legno, in modo da garantire una resistenza fisico-meccanica delle superfici di incollaggio, nelle varie condizioni termoigrometriche, almeno eguale a quella del legno, in modo che i piani di incollaggio non siano piani preferenziali di rottura.

La norma UNI EN 301 specifica una classificazione degli adesivi destinati alla produzione di strutture portanti in legno in funzione della loro idoneità all'utilizzo in definite condizioni di esposizione climatica e specifica i requisiti prestazionali applicabili a detti adesivi. Nella norma sono classificati due tipi di adesivo, I e II, in funzione della loro idoneità all'impiego in presenza di determinate condizioni climatiche, ovvero adesivi del Tipo I, in grado di sopportare una piena esposizione alle intemperie e di resistere a temperature superiori a 50° C, ed adesivi del Tipo II, che possono essere usati in edifici riscaldati e ventilati o in applicazioni esterne protette, e che possono sopportare brevi periodi di esposizione alle intemperie o a condizioni atmosferiche sfavorevoli, ma non resistere a temperature di esercizio superiori a 50° C. Le colle più comunemente usate nella pratica costruttiva sono quelle a base di Melamina, Urea e Formaldeide (MUF), ma ultimamente vengono utilizzati anche adesivi poliuretanic, privi di formaldeide (norma di prodotto UNI EN 15425), caratterizzati da una buona resistenza anche se con durabilità agli agenti atmosferici da verificare, soprattutto in funzione della tipologia di specie legnosa.





2 OBIETTIVI DELLO STUDIO

Lo studio proposto ha l'obiettivo di testare la resistenza delle linee di colla di 5 specie legnose, in particolare:

- Abete bianco (*Abies alba Mill.*);
- Castagno (*Castanea sativa Mill.*);
- Cerro (*Quercus cerris L.*);
- Faggio (*Fagus sylvatica L.*);
- Pino d'Aleppo (*Pinus halepensis Mill.*);

I test di resistenza a trazione sono effettuati utilizzando due tipologie di adesivi poliuretanic monocomponente, prodotti dall'azienda Sika, il SIKAFORCE L7100 e Sika Force L7103, comunemente impiegati per l'incollaggio di pannelli tipo sandwich con materiali di rivestimento quali ad esempio acciaio, alluminio pre-trattato o primerizzato, vetroresina poliestere e materiali per "core" quali ad esempio compensato, legno, lana minerale e polistirene.

Al fine di analizzare l'influenza della tipologia di lavorazione delle superfici di incollaggio, i campioni di legno, dopo essiccazione ad umidità normale, sono stati sottoposti a due diversi tipi di lavorazione superficiale, ovvero una piallatura ed una piallatura più carteggiatura, per rendere le superfici di incollaggio meno ruvide ma riducendo al tempo stesso le porosità naturali del legno che favoriscono una buona adesione.

Dopo aver realizzato le linee di colla, con le due tipologie di adesivi e di lavorazioni superficiali, i campioni sono stati testati a trazione misurando la resistenza a rottura. Tali prove di resistenza a rottura sono state effettuate sottoponendo le linee di colla a stress termici secondo delle procedure standardizzate, al fine di individuare l'effetto delle variazioni ripetute di temperatura ed umidità sulla resistenza degli incollaggi.

I risultati ottenuti evidenziano i maggiori valori di resistenza per faggio e pino d'aleppo, mentre i valori più modesti sono ottenuti per l'abete. La resistenza ai cicli termici appare anche molto buona, e le linee di colla sottoposte a sola piallatura, senza carteggiatura, sono mediamente di migliore qualità. Il ridotto numero di prove, e la variabilità dei risultati ottenuti, non consentono di definire con chiarezza la superiorità di un adesivo rispetto all'altro, anche se i valori più elevati di resistenza si sono riscontrati per l'adesivo SIKAFORCE L7100.





3 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ SVOLTE

I campioni di legname, ricevuti presso la sede SIKA di Cerano (NO), sono stati inviati presso una vicina segheria per procedere alla stagionatura, fino al raggiungimento dell'umidità del 12%, richiesta per le prove di incollaggio. Durante la stagionatura, che si è protratta per tutto il periodo estivo, diverse tavole hanno subito delle deformazioni. Si è reso necessario pertanto, al fine di poter realizzare le linee di colla secondo quanto prescritto dalla normativa, tagliare i campioni di legno in modo da ottenere superfici planari che potessero essere successivamente lavorate. I campioni di legname così ottenuti sono stati poi piallati a spessore di 10 mm (rispetto ai 20 mm iniziali), in modo da poter rispettare i requisiti dimensionali richiesti dalla macchina prova materiali disponibile presso il laboratorio Sika. Una parte dei campioni è stata ulteriormente carteggiata, al fine di valutare l'influenza di tale processo di finitura superficiale sul meccanismo di adesione.

I campioni sono stati successivamente segati per ottenere provini di dimensioni elementari al fine di realizzare le linee di colla presso lo stabilimento Sika con gli adesivi selezionati. In particolare, sono stati selezionati due adesivi poliuretanic, ritenuti particolarmente idonei e significativi e largamente utilizzati per la produzione di pannelli sandwich, come descritto nella sezione successiva.

In totale, è stato possibile ottenere **480 campioni** delle dimensioni di 3 cm di larghezza, 8 cm di lunghezza e 1 cm di spessore. In particolare, per ciascuna delle 5 specie legnose, una metà dei provini è stata sottoposta a lavorazione di sola piallatura ed una metà anche a carteggiatura superficiale. Per consentire di realizzare, per ciascuna linea di colla composta da 2 provini incollati (con superficie di incollaggio pari a 3 x 3 cm), almeno 3 prove di resistenza a trazione, è stato possibile testare solo due adesivi. Si è preferito, infatti, sottoporre le linee di colla (in numero totale di 96 per ciascuna specie legnosa) a 4 tipologie di trattamento (condizioni standard, immersione in acqua, stress termici con 2 livelli di severità differenti), al fine di valutare l'influenza del tipo di adesivo, specie legnosa, lavorazione superficiale sulla resistenza della linea di colla.

La lavorazione di finitura superficiale è stata realizzata immediatamente prima di inviare i campioni dalla falegnameria allo stabilimento Sika per la preparazione delle linee di colla, in modo da non far trascorrere più di 24 ore tra piallatura finale ed applicazione dell'adesivo, e i parametri di umidità sono stati controllati e misurati sia in falegnameria che nello stabilimento Sika. La carteggiatura, aggiuntiva alla piallatura, è stata realizzata per ottenere superfici maggiormente lisce, e il confronto tra la resistenza delle due linee di colla così ottenute può fornire utili indicazioni sul processo di adesione, che come noto è migliore con la sola piallatura,





che lascia aperti i pori del legno al fine di favorire un maggior effetto di adesione meccanica, al contrario della carteggiatura che tende a chiuderli peggiorando le prestazioni.

Obiettivo della ricerca era valutare se, e in che misura, che tale effetto di lavorazione superficiale potesse essere influenzato dalla specie legnosa e dal tipo di adesivo.





4 LAVORAZIONI PRELIMINARI IN FALEGNAMERIA

Nelle Figure 1 e 2 si riportano le immagini dei campioni delle varie specie legnose durante i processi di lavorazione in falegnameria. In particolare, è stata eseguita una stagionatura su carrelli per favorire la ventilazione naturale, con durata di circa 70 giorni. Il legname è stato condizionato ad umidità finale compresa tra 8 e 12% .



Figura 1. Stagionatura dei campioni di legno

Dopo la stagionatura, si sono riscontrate delle deformazioni e spaccature dovute a ritiro che hanno determinato la necessità di opportune lavorazioni per ottenere idonei provini per le linee di colla, come riportato in Figura 2.



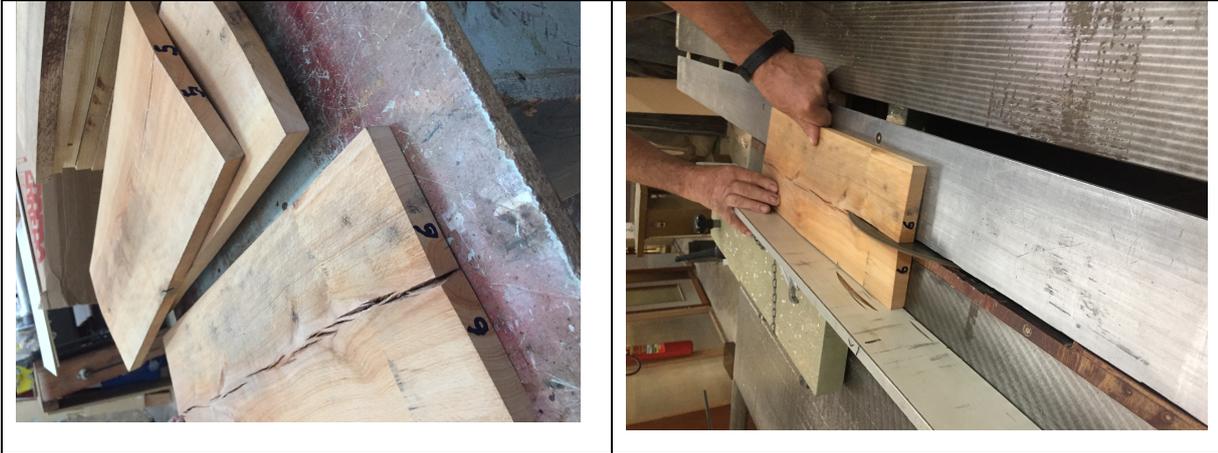


Figura 2. Lavorazioni eseguite a seguito delle deformazioni e spaccature da ritiro





5 SELEZIONE DEGLI ADESIVI

Gli adesivi testati sono il Sika Force 7100 L7 ed il Sika Force 7103 L7. Si tratta di adesivi poliuretani monocomponente, che induriscono per reazione con l'umidità atmosferica e durante il processo di polimerizzazione producono una leggera schiumatura che ha un effetto livellante sulle superfici discontinue, più evidente nel caso del Sika Force 7103. Tali adesivi sono ampiamente utilizzati per la produzione di pannelli sandwich e sono idonei per l'incollaggio di compensati, legno, lana minerale, PS estruso, ma anche acciaio, alluminio pretrattato o polimerizzato e vetroresina.

Tabella 1. Proprietà degli adesivi testati

Proprietà	SikaForce®-7100 L7	SikaForce®-7103 L7
Densità (CQP 001-1) – kg/l circa	1.1	1.1
Contenuto solido - %	100	100
Viscosità a 23 °C e 50% u.r. – Brookfield RVT 4/10 - Pa s circa	7	10
Temperatura di applicazione - °C	15 - 30	15 - 30
Tempo aperto a 23 °C e 50% u.r. – min circa	3	3
Tempo di indurimento a 23 °C e 50% u.r. – min circa	7	7





6 PROTOCOLLO DI ESECUZIONE LINEE DI COLLA

La quantità di adesivo applicato è stata di circa 200 g/m² per una sovrapposizione di incollaggio di 30 x 30 mm. I campioni sono stati assemblati manualmente e posizionati sotto apposita pressa, con una pressione pari a 0.13 MPa per un tempo di 12 minuti.

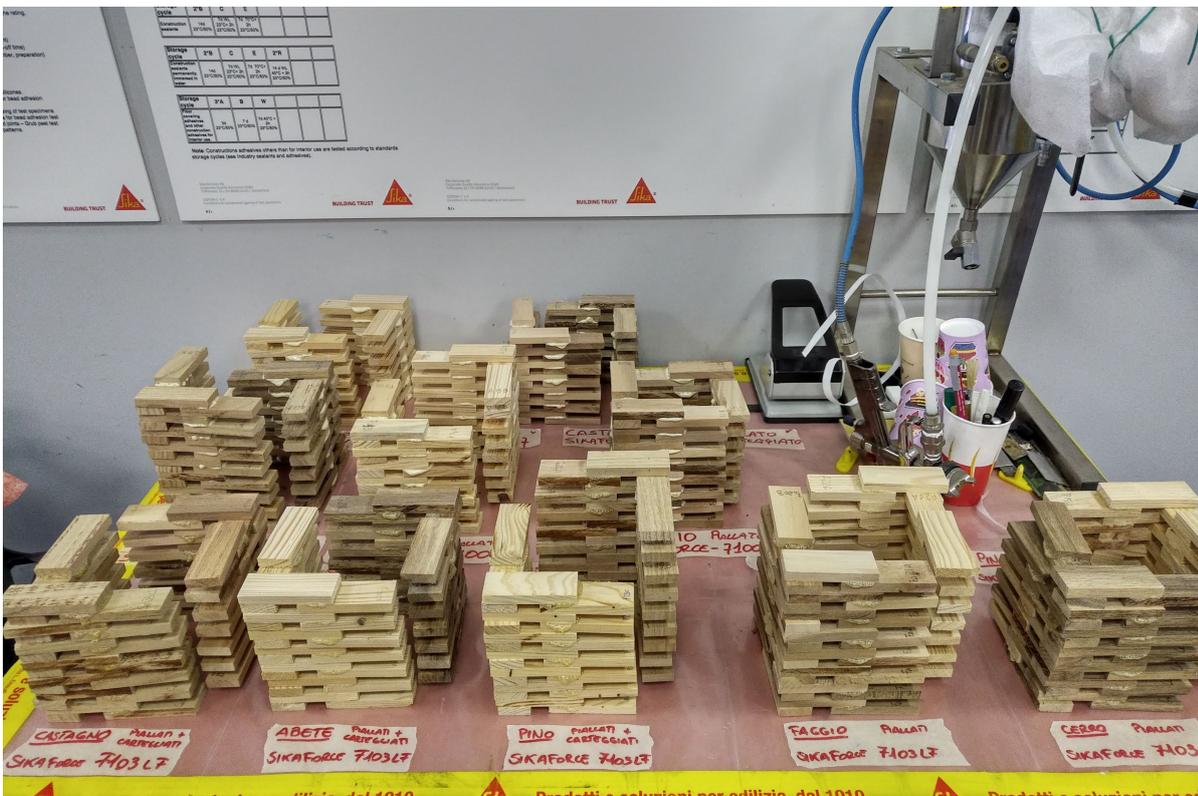


Figura 3. Linee di colla prodotte per le 5 specie legnose, 2 tipologie di lavorazione superficiale, 2 tipologie di adesivi, 4 tipologie di stress termici sulle linee di colla, per un totale di 240 linee di colla e 480 campioni prodotti





8 PREPARAZIONE DEI CAMPIONI

I campioni sono stati essiccati, piallati, carteggiati e tagliati presso la falegnameria. Si sono, poi, misurate dimensioni e umidità dei singoli campioni tagliati, i quali sono stati successivamente incollati per la prova di resistenza a taglio con gli adesivi in esame. Di seguito si riportano le tabelle per ogni tipologia di legno testato. Le lettere finali A,B,C,D riportate nelle tabelle per ciascun campione rappresentano le due facce di ciascuna linea di colla, con riferimento rispettivamente ai campioni piallati e piallati+carteggiati.

Tabella 2. Campioni di abete (sigla A) piallati.

	Lunghezza (mm)	Larghezza (mm)	Spessore (mm)	Umidità (% u.r.)		Lunghezza (mm)	Larghezza (mm)	Spessore (mm)	Umidità (% u.r.)
A1A	79,94	30,05	10,15	13	A1B	79,76	29,97	10,2	13
A2A	79,9	30	10,23	12	A2B	79,97	30,45	10,06	13
A3A	79,91	30	10,15	12	A3B	79,84	29,91	10,15	10
A4A	79,94	29,88	10,15	11	A4B	79,77	30,06	10,05	13
A5A	79,8	29,97	10,19	12	A5B	79,92	30,06	10,29	12
A6A	79,79	29,98	10,13	12	A6B	79,71	29,99	10,06	13
A7A	80	29,98	10,2	12	A7B	79,88	29,95	10,16	13
A8A	79,74	30,1	10,1	13	A8B	80,1	29,97	10,15	13
A9A	79,64	30,03	10,23	11	A9B	79,9	30,11	10,2	13
A10A	79,66	29,68	10,13	12	A10B	80,02	29,86	10,06	12
A11A	79,95	30,06	10,27	13	A11B	80,12	30,03	10,2	12
A12A	79,84	29,93	10,24	12	A12B	79,84	30,03	10,22	13
A13A	79,88	29,92	10,2	13	A13B	80,09	29,92	10,12	13
A14A	79,68	29,96	10,21	12	A14B	79,87	29,97	10,2	13
A15A	79,85	29,93	20,24	11	A15B	79,74	29,96	10,2	13
A16A	79,88	29,99	10,25	12	A16B	80	30,07	10,16	13
A17A	79,96	29,95	10,11	13	A17B	80,01	30,11	10,31	14
A18A	79,84	29,89	10,25	9	A18B	79,75	30,07	10,24	13
A19A	79,88	30,1	10,13	9	A19B	79,72	29,94	10,21	13
A20A	79,84	30,27	10,22	12	A20B	79,64	29,99	10,2	13
A21A	79,53	29,99	10,1	11	A21B	80,04	30,02	10,04	13
A22A	79,95	30	10,21	12	A22B	79,78	30,06	10,15	13
A23A	79,92	29,9	10,1	12	A23B	79,94	30,05	10,21	13
A24A	80,14	29,92	10,18	12	A24B	79,48	30,02	10,17	12
A25A	79,78	30,09	10,26	12	A25B	80,04	30,12	10,15	13
A26A	80	29,93	10,23	11	A26B	80,21	30,06	10,13	13
A27A	79,9	30,02	10,2	12	A27B	79,92	30,1	10,29	13





A28A	79,78	30	10,19	13	A28B	79,65	30,07	10,16	13
A29A	80,08	30,14	10,21	11	A29B	79,9	30,2	10,12	13
A30A	79,8	29,95	10,23	12	A30B	79,94	29,97	10,21	13
A31A	79,82	30,02	10,15	13	A31B	79,79	30,18	10,18	13
A32A	79,86	29,99	10,4	12	A32B	79,75	30,09	10,14	12

Tabella 3. Campioni di abete (sigla A), piallati e carteggiati.

	Lunghezza (mm)	Larghezza (mm)	Spessore (mm)	Umidità (% u.r.)		Lunghezza (mm)	Larghezza (mm)	Spessore (mm)	Umidità (% u.r.)
A1C	79,86	30,02	9,84	13	A1D	79,81	29,94	9,99	13
A2C	80,06	30,02	9,84	12	A2D	79,83	30	9,93	13
A3C	79,83	39,04	9,9	9	A3D	80,02	29,93	9,88	12
A4C	79,96	30,02	9,94	9	A4D	80,21	30,07	9,94	12
A5C	79,85	29,78	9,99	7	A5D	79,62	30,11	9,94	10
A6C	79,93	30,04	9,91	11	A6D	79,93	30	9,95	12
A7C	80,05	30,04	10,06	8	A7D	80,18	30	10,05	13
A8C	79,74	30,1	10,1	13	A8D	79,86	30,08	9,86	13
A9C	79,86	29,87	9,94	13	A9D	79,91	29,98	9,95	13
A10C	79,86	30,14	10	13	A10D	79,88	30,27	9,98	11
A11C	79,8	30,04	9,91	12	A11D	79,79	30,16	10,08	12
A12C	79,99	30,14	10,02	12	A12D	79,94	30,07	10	13
A13C	79,9	29,99	9,94	11	A13D	79,88	30,06	9,73	13
A14C	79,82	30,06	9,84	8	A14D	79,66	29,97	9,97	13
A15C	80,13	30,28	10,15	11	A15D	79,86	29,95	9,94	13
A16C	79,92	29,91	9,94	12	A16D	79,9	30,14	10,02	13
A17C	79,95	30,08	9,82	12	A17D	79,54	30,08	10,01	12
A18C	78,86	30,24	9,9	12	A18D	79,15	30,08	9,96	14
A19C	79,9	30,1	9,94	13	A19D	79,88	30,28	10,01	13
A20C	79,94	30,12	10,03	12	A20D	79,92	30,08	10,05	9
A21C	79,89	30,06	10,02	11	A21D	79,88	30,05	9,86	14
A22C	79,86	30,07	10,02	13	A22D	79,92	30,09	10,12	14
A23C	80,13	30,08	10,01	8	A23D	79,64	30,08	10,09	13
A24C	79,7	30	10,04	11	A24D	79,78	30,06	9,98	13
A25C	79,96	30,09	9,94	13	A25D	79,79	30,08	9,93	11
A26C	79,93	30	10,12	11	A26D	77,94	30,05	9,95	12





A27C	79,63	30,14	9,83	13	A27D	79,77	30,04	10,09	8
A28C	80,03	30	9,95	12	A28D	80,05	29,97	9,8	12

Tabella 4. Campioni di castagno (sigla C) piallati.

	Lunghezza (mm)	Larghezza (mm)	Spessore (mm)	Umidità (% u.r.)		Lunghezza (mm)	Larghezza (mm)	Spessore (mm)	Umidità (% u.r.)
C1A	80,2	30,05	10,27	13	C1B	80,12	30,15	10,35	13
C2A	79,8	30,09	10,1	14	C2B	79,92	30,24	10,16	16
C3A	79,85	30,02	10,08	13	C3B	79,63	30,19	10,31	14
C4A	79,94	29,99	10,36	16	C4B	80,01	30,07	10,28	14
C5A	79,9	29,87	10,19	12	C5B	80,05	30,16	10,18	13
C6A	79,96	30,19	10,27	13	C6B	79,76	29,64	10,18	13
C7A	80,06	29,99	10,41	14	C7B	79,87	30,31	10,18	14
C8A	79,84	30,29	10,2	13	C8B	79,76	30,02	10,27	14
C9A	80,2	30,19	10,32	13	C9B	79,81	30,06	10,17	13
C10A	79,74	30,13	10,22	13	C10B	79,86	30,35	10,24	13
C11A	79,94	30,27	10,31	13	C11B	80,07	30,34	10,23	15
C12A	80,2	30,02	10,3	13	C12B	80,41	30,23	10,29	15
C13A	79,96	30,01	10,24	13	C13B	80,01	29,87	10,21	13
C14A	79,85	30,24	10,28	13	C14B	79,98	29,86	10,03	13
C15A	80,06	30,02	10,17	15	C15B	80,06	29,78	10,18	14
C16A	79,63	30,02	10,2	12	C16B	79,81	30,08	10,22	13
C17A	79,96	29,9	10,2	13	C17B	79,86	29,89	10,15	12
C18A	79,64	29,92	10,17	13	C18B	79,57	30,03	10,09	13
C19A	79,82	29,99	10,22	12	C19B	79,57	29,9	10,02	14
C20A	79,62	29,95	10,15	15	C20B	80,1	29,95	10,41	13
C21A	79,97	29,67	10,15	13	C21B	79,66	29,74	9,84	13
C22A	79,62	29,95	10,06	13	C22B	79,96	29,98	10,06	12
C23A	79,99	30,16	10,09	12	C23B	79,67	29,94	10,12	12
C24A	79,76	30,13	10,16	15	C24B	79,92	29,98	10,1	13
C25A	79,83	30,04	10,17	15	C25B	79,84	29,99	10,13	13
C26A	79,86	30,03	10,12	13	C26B	79,97	30,11	10,07	13
C27A	79,98	30,07	10,14	13	C27B	79,81	30,07	10,11	13
C28A	79,75	29,96	10,1	13	C28B	80,26	29,96	10,07	13
C29A	80,06	30,16	10,08	13	C29B	79,53	30,06	10,07	13





C30A	79,83	30	10,12	15	C30B	80,05	30,18	10,23	13
C31A	79,3	29,52	9,7	15	C31B	79,79	30,5	10,29	13
C32A	79,77	30	10,17	13	C32B	79,71	30,09	10,13	14
C33A	79,75	30,64	10,1	13	C33B	80	30,07	10,06	12
C34A	80,16	30,03	10,13	13	C34B	79,73	30	9,86	13
C35A	79,91	30,04	10,27	12	C35B	79,42	30,11	9,92	15
C36A	79,9	29,75	9,97	13	C36B	79,77	30,01	10,38	14

Tabella 5. Campioni di castagno (C) piallati e carteggiati.

	Lunghezza (mm)	Larghezza (mm)	Spessore (mm)	Umidità (% u.r.)		Lunghezza (mm)	Larghezza (mm)	Spessore (mm)	Umidità (% u.r.)
CA1C	79,56	30,01	10,03	10	CA1D	79,75	30,01	9,96	13
CA2C	80,05	29,99	10,06	10	CA2D	80,12	29,99	9,88	15
CA3C	79,96	30,03	9,99	15	CA3D	79,63	30,33	10,29	12
CA4C	80	30,19	9,86	12	CA4D	79,18	30	10,03	11
CA5C	79,93	30,06	9,98	13	CA5D	79,93	29,97	9,89	15
CA6C	79,9	30,04	9,99	10	CA6D	79,49	30,05	10,03	12
CA7C	79,9	30,13	10,03	14	CA7D	79,96	30	10,11	11
CA8C	79,94	30,09	10,02	15	CA8D	79,84	30,11	10,04	15
CA9C	79,98	30	10,18	12	CA9D	79,87	30	10,07	11
CA10C	79,97	30	10,01	12	CA10D	79,89	29,98	10,04	9
CA11C	79,94	30,07	9,9	13	CA11D	79,98	30,02	9,77	12
CA12C	80	30,25	9,85	11	CA12D	79,9	30,02	9,97	12
CA13C	79,89	30,15	10,08	13	CA13D	79,75	29,98	9,97	13
CA14C	79,9	30,08	10,01	12	CA14D	79,97	29,97	9,83	14
CA15C	79,89	30,04	10,16	14	CA15D	79,91	30,05	9,91	10
CA16C	79,85	30,32	9,91	12	CA16D	79,94	30,07	10,11	12
CA17C	80,08	30,08	9,96	12	CA17D	79,96	30,14	10	11
CA18C	79,95	30,19	10,08	10	CA18D	79,93	30,26	10,08	12
CA19C	79,93	29,88	10,1	8	CA19D	80,02	30	9,84	15
CA20C	80,01	30,14	10,02	13	CA20D	80,03	30,14	10,04	12
CA21C	79,27	29,96	10,01	12	CA21D	80,11	29,77	9,89	13
CA22C	79,79	29,94	10,08	11	CA22D	79,91	30,07	9,99	11
CA23C	80	30,1	10,03	12	CA23D	80,01	30,03	9,97	15
CA24C	79,84	29,93	9,97	11	CA24D	79,91	30,05	10,12	11





CA25C	79,1	29,98	10,08	12	CA25D	79,74	30,07	10,02	13
CA26C	80,07	29,99	9,9	12	CA26D	80,1	30,17	10,09	13
CA27C	79,44	30,03	10,02	15	CA27D	79,92	29,96	10,22	13
CA28C	79,97	29,98	10,08	12	CA28D	80,02	30,06	10,01	12

Tabella 6. Campioni di cerro (sigla CE) piallati.

	Lunghezza (mm)	Larghezza (mm)	Spessore (mm)	Umidità (% u.r.)		Lunghezza (mm)	Larghezza (mm)	Spessore (mm)	Umidità (% u.r.)
CE1A	79,9	29,98	10,11	14	CE1B	79,26	30,29	10,27	14
CE2A	79,39	29,98	10,2	14	CE2B	79,84	30,03	10,23	13
CE3A	79,63	29,81	10,11	15	CE3B	79,87	30	10,13	14
CE4A	79,57	30,08	10,18	13	CE4B	80,09	30,1	10,38	14
CE5A	79,83	30,11	10,02	13	CE5B	79,42	30,13	10,33	14
CE6A	79,71	29,85	10,07	13	CE6B	77,27	30,19	10,03	14
CE7A	79,91	30,05	10,35	14	CE7B	79,71	29,95	10,1	14
CE8A	79,88	30,21	10,17	13	CE8B	79,24	30,15	10,14	15
CE9A	79,88	29,97	10,13	14	CE9B	79,89	30,22	10,09	14
CE10A	79,84	30,1	10,16	14	CE10B	79,93	30,02	10,16	14
CE11A	79,85	30,04	10,19	14	CE11B	80,14	30,11	10,2	14
CE12A	79,94	29,97	10,08	14	CE12B	79,39	30,14	10,13	14
CE13A	79,14	29,85	10,15	13	CE13B	79,83	29,96	10,15	14
CE14A	78,91	30	10,14	14	CE14B	79,69	30,28	10,12	14
CE15A	79,91	30,22	10,4	14	CE15B	79,85	29,87	10,12	14
CE16A	79,36	30,3	10,14	14	CE16B	79,73	30,11	10,19	13
CE17A	80,15	30,26	10,11	13	CE17B	79,91	29	10,12	14
CE18A	80	30,1	10,14	14	CE18B	79,93	29,93	10,3	15
CE19A	78,79	29,71	10,06	13	CE19B	80,03	29,92	10,24	14
CE20A	79,7	30,11	10,12	14	CE20B	79,74	29,94	10,15	14
CE21A	79,92	30,08	10,07	13	CE21B	79,84	30,48	10,12	14
CE22A	79,7	30,2	10,03	13	CE22B	79,46	30,09	10,2	14
CE23A	79,62	29,89	10,02	13	CE23B	79,5	30,01	10,29	14
CE24A	80,22	30,01	10,27	13	CE24B	79,45	30,03	10,22	15
CE25A	79,8	30,1	10,21	14	CE25B	79,89	30	10,18	15
CE26A	79,81	30,06	10,22	14	CE26B	80	30,06	10,02	14
CE27A	79,88	30	10,17	14	CE27B	79,94	30,22	10,09	14





CE28A	79,93	29,95	10,07	14	CE28B	79,92	29,94	10,09	14
-------	-------	-------	-------	----	-------	-------	-------	-------	----

Tabella 7. Campioni di cerro (sigla CE) piallati e carteggiati.

	Lunghezza (mm)	Larghezza (mm)	Spessore (mm)	Umidità (% u.r.)		Lunghezza (mm)	Larghezza (mm)	Spessore (mm)	Umidità (% u.r.)
CE1C	79,88	29,98	10,19	11	CE1D	79,64	30,27	10,18	13
CE2C	79,72	29,99	10,17	12	CE2D	79,92	30,27	10,26	16
CE3C	79,87	30,07	10,17	14	CE3D	80,05	30,01	10,28	15
CE4C	79,71	30,01	9,98	12	CE4D	79,73	30,09	10,08	12
CE5C	79,9	30,09	10,07	12	CE5D	79,43	30	10,05	12
CE6C	80,09	30,08	10,06	12	CE6D	79,88	30,23	10,18	14
CE7C	80,01	30,18	10,21	8	CE7D	80,19	29,98	10,11	15
CE8C	80,13	30,02	10,24	14	CE8D	80,06	30	10,13	15
CE9C	79,92	30,1	10,11	12	CE9D	80,23	30,21	10,24	13
CE10C	79,9	29,8	10,14	12	CE10D	79,67	29,9	10,16	14
CE11C	79,9	30,04	10,13	11	CE11D	79,63	30,12	10,08	14
CE12C	79,9	29,96	10,06	14	CE12D	79,8	30,15	10,1	14
CE13C	79,61	30,09	10,07	12	CE13D	79,89	30,08	10,06	8
CE14C	79,62	30,01	10,02	10	CE14D	79,98	30,06	10,12	14
CE15C	79,61	29,96	10,19	14	CE15D	79,85	29,93	10,19	12
CE16C	79,67	30,03	9,98	13	CE16D	80,14	30,01	10,09	14
CE17C	79,95	29,97	10,06	11	CE17D	80,04	30,05	10,01	13
CE18C	79,62	30,25	10,18	12	CE18D	79,65	30,17	10,16	13
CE19C	79,54	30,04	9,99	14	CE19D	79,86	29,92	9,98	14
CE20C	79,55	29,96	10,1	13	CE20D	79,46	30,1	10,15	14
CE21C	79,74	30,22	10,03	13	CE21D	79,63	29,72	10,16	13
CE22C	79,96	29,83	10,15	12	CE22D	79,79	29,97	10,1	14
CE23C	79,83	29,76	10,06	14	CE23D	79,71	30,01	9,99	14
CE24C	79,78	30,08	10,08	10	CE24D	79,51	30,03	10,02	13
CE25C	80,17	29,97	9,9	14	CE25D	79,78	30,03	10,09	13
CE26C	79,31	29,99	10,23	12	CE26D	80,02	30	10,04	14
CE27C	79,65	29,89	10,03	13	CE27D	79,81	30,26	9,99	11
CE28C	79,73	30,04	10,17	13	CE28D	80,04	29,98	10,14	11





Tabella 8. Campioni di faggio (sigla F) piallati.

	Lunghezza (mm)	Larghezza (mm)	Spessore (mm)	Umidità (% u.r.)		Lunghezza (mm)	Larghezza (mm)	Spessore (mm)	Umidità (% u.r.)
F1A	79,8	30,23	10,23	13	F1B	80,17	30,18	10,26	14
F2A	80,04	29,87	10,21	13	F2B	80,16	30,11	10,27	13
F3A	79,85	30,19	10,42	13	F3B	80,03	30,34	10,37	13
F4A	80,23	30,24	10,3	11	F4B	80,19	30,09	10,26	12
F5A	80,14	30,3	10,32	14	F5B	79,14	30,24	10,05	14
F6A	80,37	30,19	10,37	13	F6B	79,96	30,16	10,31	13
F7A	80,15	30,12	10,34	13	F7B	80,04	30,32	10,39	13
F8A	79,92	30,16	10,24	12	F8B	79,77	30,21	10,48	14
F9A	80,3	30,11	10,11	13	F9B	80,37	30,23	10,33	14
F10A	80,08	30,16	10,33	13	F10B	78,63	30,08	10,45	14
F11A	80,12	30,11	10,31	13	F11B	80,18	30,36	10,4	14
F12A	79,6	30,31	10,36	13	F12B	80,19	30,4	10,36	13
F13A	80,39	30,18	10,39	13	F13B	79,8	30,21	10,35	13
F14A	80,21	30,27	10,42	13	F14B	80,16	30,02	10,28	13
F15A	79,96	30,16	10,29	11	F15B	80,13	30,26	10,11	13
F16A	80,25	30,25	10,3	13	F16B	80,11	30,15	10,28	13
F17A	80,09	30,22	10,28	14	F17B	80,05	30,25	10,23	13
F18A	80,08	30,34	10,25	12	F18B	79,99	30,27	10,3	14
F19A	79,94	30,14	10,3	12	F19B	80,2	30,13	10,24	14
F20A	80,2	30,23	10,36	13	F20B	80,33	30,35	10,32	13
F21A	80,08	30,15	10,26	12	F21B	76,99	30,3	10,3	13
F22A	80,07	30,22	10,2	13	F22B	79,88	30,16	10,4	13
F23A	80,14	29,87	10,34	9	F23B	80,12	30,27	10,24	13
F24A	80,16	30,22	10,29	14	F24B	79,98	30,26	10,32	14
F25A	80,13	30,12	10,4	13	F25B	80,03	30,33	10,34	13
F26A	79,92	30,14	10,28	11	F26B	80,11	30,26	10,31	12
F27A	80,1	30,16	10,37	11	F27B	79,96	30,16	10,4	13
F28A	80,01	30,49	10,45	9	F28B	80,01	29,82	10,06	14
F29A	80,1	30,11	10,29	13	F29B	80,12	30,31	10,22	13
F30A	80,21	30,27	10,33	12	F30B	80,04	30,29	10,29	13
F31A	80,01	30,27	10,42	12	F31B	79,32	30,38	10,29	14
F32A	80,07	30,22	10,26	13	F32B	79,8	30,14	10,3	14





Tabella 9. Campioni di faggio (sigla F) piallati e carteggiati.

	Lunghezza (mm)	Larghezza (mm)	Spessore (mm)	Umidità (% u.r.)		Lunghezza (mm)	Larghezza (mm)	Spessore (mm)	Umidità (% u.r.)
F1C	79,56	30,01	10,03	10	F1D	79,75	30,01	9,96	13
F2C	80,05	29,99	10,06	10	F2D	80,12	29,99	9,88	15
F3C	79,96	30,03	9,99	15	F3D	79,63	30,33	10,29	12
F4C	80	30,19	9,86	12	F4D	79,18	30	10,03	11
F5C	79,93	30,06	9,98	13	F5D	79,93	29,97	9,89	15
F6C	79,9	30,04	9,99	10	F6D	79,49	30,05	10,03	12
F7C	79,9	30,13	10,03	14	F7D	79,96	30	10,11	11
F8C	79,94	30,09	10,02	15	F8D	79,84	30,11	10,04	15
F9C	79,98	30	10,18	12	F9D	79,87	30	10,07	11
F10C	79,97	30	10,01	12	F10D	79,89	29,98	10,04	9
F11C	79,94	30,07	9,9	13	F11D	79,98	30,02	9,77	12
F12C	80	30,25	9,85	11	F12D	79,9	30,02	9,97	12
F13C	79,89	30,15	10,08	13	F13D	79,75	29,98	9,97	13
F14C	79,9	30,08	10,01	12	F14D	79,97	29,97	9,83	14
F15C	79,89	30,04	10,16	14	F15D	79,91	30,05	9,91	10
F16C	79,85	30,32	9,91	12	F16D	79,94	30,07	10,11	12
F17C	80,08	30,08	9,96	12	F17D	79,96	30,14	10	11
F18C	79,95	30,19	10,08	10	F18D	79,93	30,26	10,08	12
F19C	79,93	29,88	10,1	8	F19D	80,02	30	9,84	15
F20C	80,01	30,14	10,02	13	F20D	80,03	30,14	10,04	12
F21C	79,27	29,96	10,01	12	F21D	80,11	29,77	9,89	13
F22C	79,79	29,94	10,08	11	F22D	79,91	30,07	9,99	11
F23C	80	30,1	10,03	12	F23D	80,01	30,03	9,97	15
F24C	79,84	29,93	9,97	11	F24D	79,91	30,05	10,12	11
F25C	79,1	29,98	10,08	12	F25D	79,74	30,07	10,02	13
F26C	80,07	29,99	9,9	12	F26D	80,1	30,17	10,09	13
F27C	79,44	30,03	10,02	15	F27D	79,92	29,96	10,22	13
F28C	79,97	29,98	10,08	12	F28D	80,02	30,06	10,01	12





Tabella 10. Campioni di pino d'Aleppo (sigla P) piallati.

	Lunghezza (mm)	Larghezza (mm)	Spessore (mm)	Umidità (% u.r.)		Lunghezza (mm)	Larghezza (mm)	Spessore (mm)	Umidità (% u.r.)
P1A	79,71	30,05	10,24	9	P1B	79,86	30,09	10,21	12
P2A	79,99	30,04	10,13	8	P2B	79,91	29,87	10,06	9
P3A	79,84	29,93	10	8	P3B	79,9	30	10	10
P4A	80,04	30,09	10,24	10	P4B	79,9	29,88	10,19	11
P5A	79,94	29,98	10,2	9	P5B	79,87	30,1	10,1	9
P6A	79,36	30,02	10,2	7	P6B	79,81	30,13	10,23	10
P7A	79,72	30,11	10,19	9	P7B	79,85	30,11	10,31	11
P8A	79,94	29,98	10,15	11	P8B	79,85	30,1	10,2	12
P9A	79,91	30,06	10,25	10	P9B	79,91	30,13	10,26	8
P10A	79,77	29,97	10,19	8	P10B	80,06	30,08	10,16	12
P11A	79,59	30,04	10,29	9	P11B	79,58	30,03	10,26	11
P12A	79,8	30,07	10,26	9	P12B	80,01	30,1	10,26	10
P13A	79,92	30,02	10,16	6	P13B	79,76	30,04	10,16	11
P14A	79,81	29,99	10,06	10	P14B	79,89	30,07	10,16	10
P15A	80,02	29,9	9,85	11	P15B	80,04	29,91	10,05	13
P16A	79,93	29,77	10,11	11	P16B	80,1	30,39	10,09	12
P17A	79,71	30,06	10,08	10	P17B	79,56	30,1	10,21	13
P18A	79,89	30,07	10,21	12	P18B	80,46	29,81	10,02	13
P19A	79,82	29,98	10,23	10	P19B	79,78	29,95	10,11	13
P20A	79,68	29,73	10	8	P20B	79,7	29,9	10	13
P21A	79,91	29,95	10,1	10	P21B	79,78	29,94	10,18	13
P22A	79,82	30,03	10,18	9	P22B	79,51	29,9	10,22	13
P23A	79,7	29,91	10,06	11	P23B	79,44	29,87	10,06	13
P24A	79,79	29,81	10,21	11	P24B	80,11	10,03	10,1	12
P25A	70,95	29,98	10,03	11	P25B	80	29,86	10,18	13
P26A	79,88	29,78	10,13	8	P26B	79,96	29,96	10	13
P27A	79,91	29,83	10,01	13	P27B	79,92	29,81	10,01	13
P28A	80,06	29,86	10,19	10	P28B	79,76	30,29	10,27	12





Tabella 11. Campioni di pino d'Aleppo (sigla P) piallati e carteggiati.

	Lunghezza (mm)	Larghezza (mm)	Spessore (mm)	Umidità (% u.r.)		Lunghezza (mm)	Larghezza (mm)	Spessore (mm)	Umidità (% u.r.)
P1C	79,92	30,08	10,06	9	P1D	80,07	29,91	9,96	12
P2C	80,33	30,05	9,85	12	P2D	79,99	30,22	9,99	8
P3C	80,13	30,04	9,95	11	P3D	79,46	30,11	10	11
P4C	80,04	30,02	10,04	12	P4D	80,04	30,07	10	13
P5C	80,1	30,05	10,01	12	P5D	79,58	30,05	10,14	13
P6C	79,9	29,9	9,99	12	P6D	80	29,89	10,1	12
P7C	79,82	30,03	9,98	13	P7D	79,54	30,14	9,92	13
P8C	79,97	29,94	10,06	13	P8D	80,02	29,96	10	13
P9C	80,13	30,11	10,1	10	P9D	79,94	30,13	9,87	12
P10C	80,34	29,75	10,06	10	P10D	79,94	30,16	10,03	11
P11C	79,97	29,99	10,06	10	P11D	80,04	30,03	9,95	11
P12C	80,04	30,04	10,09	10	P12D	80,26	30	9,97	9
P13C	80,07	30,03	10	12	P13D	80,13	30,12	9,9	13
P14C	79,53	29,9	10,05	12	P14D	79,82	29,98	9,95	11
P15C	79,52	29,86	10,26	10	P15D	79,94	29,91	9,97	13
P16C	79,72	29,89	9,94	13	P16D	79,83	30,38	10,3	12
P17C	79,56	29,79	9,84	11	P17D	79,51	30,07	9,97	13
P18C	79,41	30,44	10,16	13	P18D	79,7	29,97	10	11
P19C	79,84	29,94	9,97	13	P19D	79,86	30	9,91	13
P20C	79,87	30,05	9,82	10	P20D	79,97	30,05	10,17	8
P21C	79,81	29,96	10,15	9	P21D	79,55	30,09	10	12
P22C	79,87	30,03	9,96	11	P22D	79,65	30,18	10,03	12
P23C	80,01	30,31	9,99	11	P23D	79,52	30,12	10,08	12
P24C	79,43	29,88	9,85	13	P24D	80,03	30,1	9,9	11
P25C	79,7	30,21	10,07	11	P25D	79,86	30,02	9,97	12
P26C	79,88	30,4	10,08	11	P26D	79,57	30,05	9,92	12
P27C	79,9	30,3	10,07	10	P27D	80,01	29,94	10,01	12
P28C	79,9	30,02	10,07	12	P28D	79,58	30,01	9,95	12





9 TEST SULLE LINEE DI COLLA

I campioni sono stati testati mediante prova di resistenza a taglio per trazione utilizzando una macchina prova materiali Zwick da 20 kN ed applicando una velocità di avanzamento della traversa di 10 mm/min.

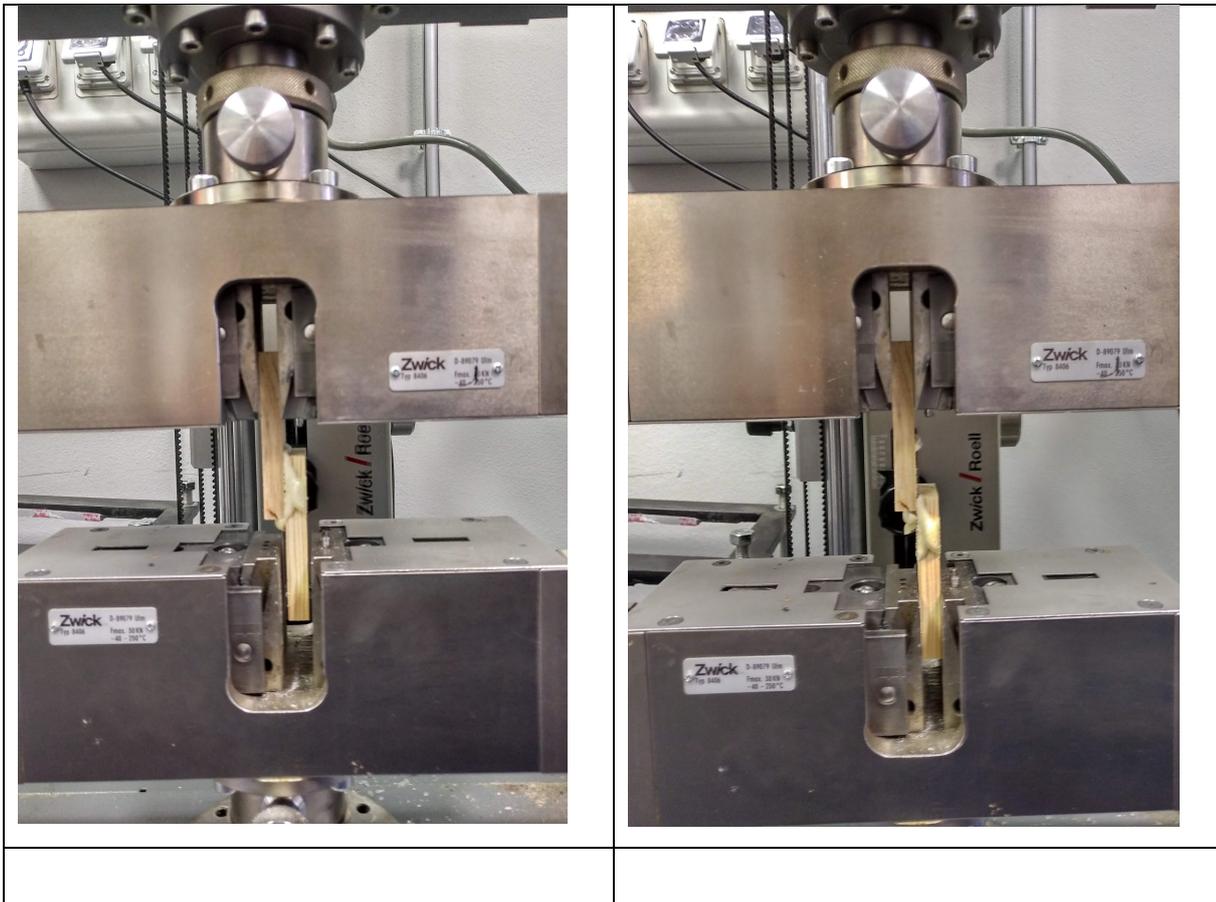


Figura 3. Esecuzione delle prove di resistenza a trazione delle linee di colla

Il metodo di test adottato è: CQP 046-9 – Resistenza a taglio per adesivi rigidi (spessore di adesivo circa 0.2 – 0.3 mm), utilizzando un dinamometro Zwick 20 KN Modello TMT1-FR020TH.A50 (serial nr. 160750).

Nel seguito, sono riportati i risultati delle prove con riferimento a ciascuna specie legnosa, adesivo, finitura superficiale e stress termici sulle linee di colla. Sono riportati, in particolare, la resistenza a rottura, il tipo di rottura e la durata della prova.





9.1 ABETE SIKAFORCE-7100L7

Metodo di test: CQP 046-1 - Resistenza a taglio sovrapposto; CQP 046-9 – Resistenza a taglio per adesivi rigidi

Substrato 1: Lamella di abete

Substrato 2: Lamella di abete

Pretrattamento sub. 1	Pretrattamento sub. 2	Adesivo	Risultato											
			RT			Acqua Calda			Cicli Termici			Cataplasma		
			Carico [MPa]	Tempo [s]	Rottura									
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7100 L7	3,51	39,52	S	3,74	58,13	S	4,24	29,36	S	3,87	54,27	S
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7100 L7	3,73	33,29	S	4,68	43,00	S	4,57	45,53	S	3,79	38,69	S
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7100 L7	3,87	20,45	S	4,03	61,47	S	3,72	30,24	S	3,34	44,33	S
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7100 L7	3,07	28,70	90% S-C	1,46	8,36	C	3,46	25,76	60% S-A	3,36	33,43	90% S-A
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7100 L7	3,93	35,17	90% S-C	2,66	34,55	40% S-C	2,64	21,65	40% S-A	3,09	22,82	50% S-A
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7100 L7	3,13	37,39	30% S-C	2,31	18,45	10% S-C	3,77	34,58	30% S-A	2,33	27,61	60% S-A



9.2 ABETE SIKAFORCE-7103L7



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRO AMBIENTALI E TERRITORIALI
LABORATORIO DI TECNOLOGIA DEL LEGNO

Metodo di test: CQP 046-1 - Resistenza a taglio sovrapposto; CQP 046-9 – Resistenza a taglio per adesivi rigidi

Substrato 1: Lamella di abete

Substrato 2: Lamella di abete

Pretrattamento sub. 1	Pretrattamento sub. 2	Adesivo	Risultato											
			RT			Acqua Calda			Cicli Termici			Cataplasma		
			Carico [MPa]	Tempo [s]	Rottura									
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7103 L7	3,48	31,72	S	3,42	45,45	S	3,80	34,83	S	4,32	52,05	S
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7103 L7	3,59	33,56	S	4,41	74,53	95% S-C	4,78	66,20	S	3,98	58,44	20% S-C
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7103 L7	2,44	19,48	S	4,19	52,26	S	4,41	42,19	S	2,95	32,49	S
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7103 L7	3,69	33,39	C	3,60	46,59	90% S-C	4,01	31,07	S	2,99	25,07	40% S-C
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7103 L7	3,90	70,63	S	3,79	50,51	95% S-C	3,43	25,88	S	3,08	29,98	40% S-C
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7103 L7	4,69	64,53	C	3,71	57,76	90% S-C	4,42	47,28	S	3,56	39,12	90% S-C



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO

9.3 CASTAGNO-7100L7



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRO AMBIENTALI E TERRITORIALI
LABORATORIO DI TECNOLOGIA DEL LEGNO

Metodo di test: CQP 046-1 - Resistenza a taglio sovrapposto; CQP 046-9 – Resistenza a taglio per adesivi rigidi

Substrato 1: Lamella di castagno

Substrato 2: Lamella di castagno

Pretrattamento sub. 1	Pretrattamento sub. 2	Adesivo	Risultato											
			RT			Acqua Calda			Cicli Termici			Cataplasma		
			Carico [MPa]	Tempo [s]	Rottura									
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7100 L7	3,15	9,60	C	3,10	16,79	40% S-C	4,43	24,98	S	4,10	16,77	S
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7100 L7	4,83	19,36	S	4,40	39,71	95% S-C	4,82	15,88	S	4,40	16,79	S
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7100 L7	3,98	13,26	S	3,66	24,37	60% S-C	4,31	13,03	S	2,12	8,05	C
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7100 L7	2,72	3,12	C	1,68	6,76	C	4,81	12,06	90% S-C	1,84	8,55	80% S-C
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7100 L7	3,44	11,93	15% S-C	2,51	10,85	30% S-C	4,18	12,33	70% S-C	2,66	11,71	90% S-C
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7100 L7	4,24	13,53	15% S-C	2,83	12,72	60% S-C	4,10	14,06	90% S-C	3,57	14,56	90% S-C



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO

9.4 CASTAGNO-7103L7



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRO AMBIENTALI E TERRITORIALI
LABORATORIO DI TECNOLOGIA DEL LEGNO

Metodo di test: CQP 046-1 - Resistenza a taglio sovrapposto; CQP 046-9 – Resistenza a taglio per adesivi rigidi

Substrato 1: Lamella di castagno

Substrato 2: Lamella di castagno

Pretrattamento sub. 1	Pretrattamento sub. 2	Adesivo	Risultato											
			RT			Acqua Calda			Cicli Termici			Cataplasma		
			Carico [MPa]	Tempo [s]	Rottura									
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7103 L7	5,81	37,64	S	4,69	28,87	20% S-C	5,45	19,68	S	3,46	13,34	S
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7103 L7	5,48	25,97	S	4,35	41,17	95% S-C	3,96	12,99	S	2,56	10,90	C
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7103 L7	4,36	14,15	S	4,74	44,89	S	5,15	16,39	S	4,06	14,29	90% S-C
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7103 L7	3,58	11,19	C	1,77	6,76	5% S-C	4,69	13,36	90% S-C	3,74	11,05	90% S-C
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7103 L7	4,42	18,68	C	3,44	13,19	20% S-A	4,09	12,96	90% S-C	3,12	10,64	90% C-A
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7103 L7	4,27	11,93	C	2,65	10,31	10% S-A	4,31	14,95	80% S-C	3,43	13,04	80% S-C



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO

9.5 CERRO-7100L7



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRO AMBIENTALI E TERRITORIALI
LABORATORIO DI TECNOLOGIA DEL LEGNO

Metodo di test: CQP 046-1 - Resistenza a taglio sovrapposto; CQP 046-9 – Resistenza a taglio per adesivi rigidi

Substrato 1: Lamella di cerro

Substrato 2: Lamella di cerro

Pretrattamento sub. 1	Pretrattamento sub. 2	Adesivo	Risultato											
			RT			Acqua Calda			Cicli Termici			Cataplasma		
			Carico [MPa]	Tempo [s]	Rottura									
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7100 L7	3,55	9,44	C	0,76	4,36	C	4,09	10,92	C	1,24	5,43	90% C-A
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7100 L7	4,10	7,64	C	0,13	19,46	C	4,03	10,30	C	1,69	5,89	80% C-A
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7100 L7	2,55	7,87	S	1,46	7,02	C	2,05	6,77	C	1,51	10,04	90% C-A
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7100 L7	2,96	8,32	C	0,10	21,93	C	3,32	10,53	C	0,10	23,89	70% S-C
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7100 L7	4,43	10,47	C	0,15	15,66	C	2,80	8,88	C	0,13	24,12	30% S-C
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7100 L7	5,68	13,82	C	0,11	20,69	C	3,27	8,79	C	0,13	18,94	80% S-C



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO

9.6 CERRO-7103 L7



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRO AMBIENTALI E TERRITORIALI
LABORATORIO DI TECNOLOGIA DEL LEGNO

Metodo di test: CQP 046-1 - Resistenza a taglio sovrapposto; CQP 046-9 – Resistenza a taglio per adesivi rigidi

Substrato 1: Lamella di cerro

Substrato 2: Lamella di cerro

Pretrattamento sub. 1	Pretrattamento sub. 2	Adesivo	Risultato											
			RT			Acqua Calda			Cicli Termici			Cataplasma		
			Carico [MPa]	Tempo [s]	Rottura									
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7103 L7	6,95	13,90	C	1,49	6,05	S	4,06	10,34	C	0,09	12,54	80% S-C
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7103 L7	4,71	12,36	C	0,13	22,89	S	5,62	14,12	C	0,11*	9,81*	C*
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7103 L7	2,85	8,95	C	0,06	33,35	S	4,79	13,84	C	0,50*	11,36*	90% S-C*
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7103 L7	4,78	12,17	C	1,35	5,90	80% S-C	4,51	12,13	C	0,20	11,84	C
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7103 L7	4,86	13,13	C	0,12	14,07	90% S-A	3,18	8,72	C	0,31*	21,10*	C*
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7103 L7	4,96	12,10	C	0,36	8,18	30% C-A	3,60	10,26	C	2,06	11,98	10% S-A

* Campione trovato parzialmente aperto dopo l'invecchiamento in Cataplasma.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO

9.7 FAGGIO-7100 L7



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRO AMBIENTALI E TERRITORIALI
LABORATORIO DI TECNOLOGIA DEL LEGNO

Metodo di test: CQP 046-1 - Resistenza a taglio sovrapposto; CQP 046-9 – Resistenza a taglio per adesivi rigidi

Substrato 1: Lamella di faggio

Substrato 2: Lamella di faggio

Pretrattamento sub. 1	Pretrattamento sub. 2	Adesivo	Risultato											
			RT			Acqua Calda			Cicli Termici			Cataplasma		
			Carico [MPa]	Tempo [s]	Rottura									
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7100 L7	7,15	-	10% S-C	2,04	8,24	C	4,80	17,87	C	2,76	14,04	C
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7100 L7	7,36	-	C	0,59	6,33	C	6,42	15,16	C	4,05	13,94	C
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7100 L7	5,93	-	C	2,08	7,13	C	4,97	14,68	C	0,56*	15,95*	C*
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7100 L7	3,66	-	C	0,12	17,03	C	2,97	8,72	C	0,09	15,96	C
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7100 L7	2,96	-	C	0,15	18,67	C	3,86	10,45	10% S-C	0,10	14,54	C
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7100 L7	3,82	-	C	0,12	14,61	C	3,10	8,80	C	0,12	16,42	10% S-C



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO

9.8 FAGGIO-7103 L7



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRO AMBIENTALI E TERRITORIALI
LABORATORIO DI TECNOLOGIA DEL LEGNO

Metodo di test: CQP 046-1 - Resistenza a taglio sovrapposto; CQP 046-9 – Resistenza a taglio per adesivi rigidi

Substrato 1: Lamella di faggio

Substrato 2: Lamella di faggio

Pretrattamento sub. 1	Pretrattamento sub. 2	Adesivo	Risultato											
			RT			Acqua Calda			Cicli Termici			Cataplasma		
			Carico [MPa]	Tempo [s]	Rottura									
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7103 L7	4,43	-	C	2,24	7,90	5% S-C	5,84	14,22	C	7,15	19,37	5% S-C
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7103 L7	4,77	-	C	1,13	6,34	C	6,49	13,81	C	5,51	25,17	10% S-C
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7103 L7	2,75	-	C	1,79	6,83	C	1,92	7,65	C	5,88	17,99	10% S-C
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7103 L7	4,72	-	C	0,12	28,86	C	4,16	9,99	C	0,43	9,52	20% C-A
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7103 L7	4,29	-	C	0,08	24,53	C	3,50	9,04	C	0,16	22,91	40% C-A
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7103 L7	4,77	-	C	0,04	22,07	C	4,09	10,08	C	0,12	12,95	10% C-A



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO

9.9 PINO-7100 L7



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRO AMBIENTALI E TERRITORIALI
LABORATORIO DI TECNOLOGIA DEL LEGNO

Metodo di test: CQP 046-1 - Resistenza a taglio sovrapposto; CQP 046-9 – Resistenza a taglio per adesivi rigidi

Substrato 1: Lamella di pino d'Aleppo

Substrato 2: Lamella di pino d'Aleppo

Pretrattamento sub. 1	Pretrattamento sub. 2	Adesivo	Risultato											
			RT			Acqua Calda			Cicli Termici			Cataplasma		
			Carico [MPa]	Tempo [s]	Rottura									
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7100 L7	5,32	-	20% S-C	5,44	16,27	10% S-C	3,53	9,74	C	5,32	21,52	5% S-C
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7100 L7	6,56	-	C	5,75	19,84	15% S-C	6,28	15,47	C	5,64	20,26	40% S-C
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7100 L7	4,16	-	C	5,52	14,76	5% S-C	5,80	14,21	C	6,26	20,75	5% S-C
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7100 L7	1,68	-	C	0,96	5,53	40% C-A	4,44	13,04	C	1,74	9,28	A
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7100 L7	3,88	-	C	2,32	8,43	20% S-C	3,40	10,06	C	0,28	14,78	C
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7100 L7	3,08	-	C	2,63	9,21	10% S-C	2,63	8,31	C	0,74	4,47	40% C-A



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO

9.10 PINO-7103 L7



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRO AMBIENTALI E TERRITORIALI
LABORATORIO DI TECNOLOGIA DEL LEGNO

Metodo di test: CQP 046-1 - Resistenza a taglio sovrapposto; CQP 046-9 – Resistenza a taglio per adesivi rigidi

Substrato 1: Lamella di pino d'Aleppo

Substrato 2: Lamella di pino d'Aleppo

Pretrattamento sub. 1	Pretrattamento sub. 2	Adesivo	Risultato											
			RT			Acqua Calda			Cicli Termici			Cataplasma		
			Carico [MPa]	Tempo [s]	Rottura									
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7103 L7	2,53	-	C	0,30	9,87	C	5,81	16,18	C	4,92	15,53	50% S-C
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7103 L7	4,41	-	80% S-C	6,57	20,07	C	4,89	12,39	C	2,55	12,66	95% C-A
Piallatura	Piallatura	SikaForce® -7103 L7	4,03	-	C	1,70	7,44	C	4,31	13,23	C	4,85	16,66	30% S-C
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7103 L7	4,12	-	C	1,32	6,45	80% S-C	3,88	13,47	C	0,82	6,41	C
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7103 L7	4,69	-	10% S-C	3,62	18,43	80% S-C	3,53	11,47	10% S-C	3,82	17,27	80% C-A
Piallatura + carteggiatura	Piallatura + carteggiatura	SikaForce® -7103 L7	4,21	-	C	1,02	4,91	A	4,49	14,46	10% S-C	4,15	20,38	90% C-A



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO



10 LEGENDA PER I RISULTATI E TIPOLOGIA DI ROTTURA

Legenda	Significato
C	Rottura 100 % coesiva
A	Rottura 100 % adesiva
S	Rottura 100 % substrato
X% S – A	X% rottura substrato e rimanente parte rottura adesiva
X% S – C	X% rottura substrato e rimanente parte rottura coesiva
X% C – A	X% rottura coesiva e rimanente parte rottura adesiva
KLR	Esposizione a 23°C/50%ur in accordo alla DIN 50 014
WL	Esposizione ad acqua deionizzata a 23°C
Cataplasma	Cataplasma a 70°C/100%ur
VDA	Cicli di test in accordo alla VDA 621-415
xh	x ore
xg	x giorno(giorni)
Acqua Calda	Immersione in acqua deionizzata a 55°C per 2 settimane
Cicli Termici	Esposizioni a 80°C per 4 h, poi a -28°C per 4h, per un totale di 2 settimane

Nota:

In assenza di ulteriori dettagli, per rottura del provino si intende distacco dalla superficie di adesione.

In Figura 4 sono riportati alcuni esempi di tipologia di rottura



Figura 4. Esempi di tipologia di rottura





11 RISULTATI

Nelle Figure 5-9 sono riportati i valori di resistenza media (MPa) nelle prove di resistenza a trazione delle linee di colla per le 5 specie legnose.

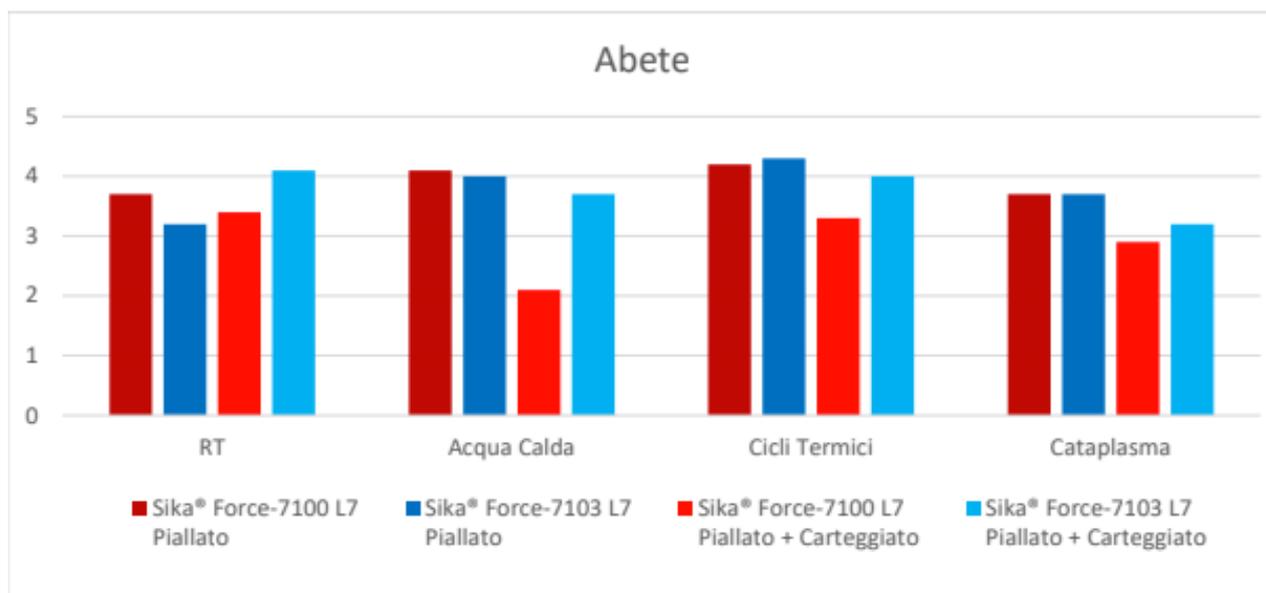


Figura 5. Resistenza a trazione per abete

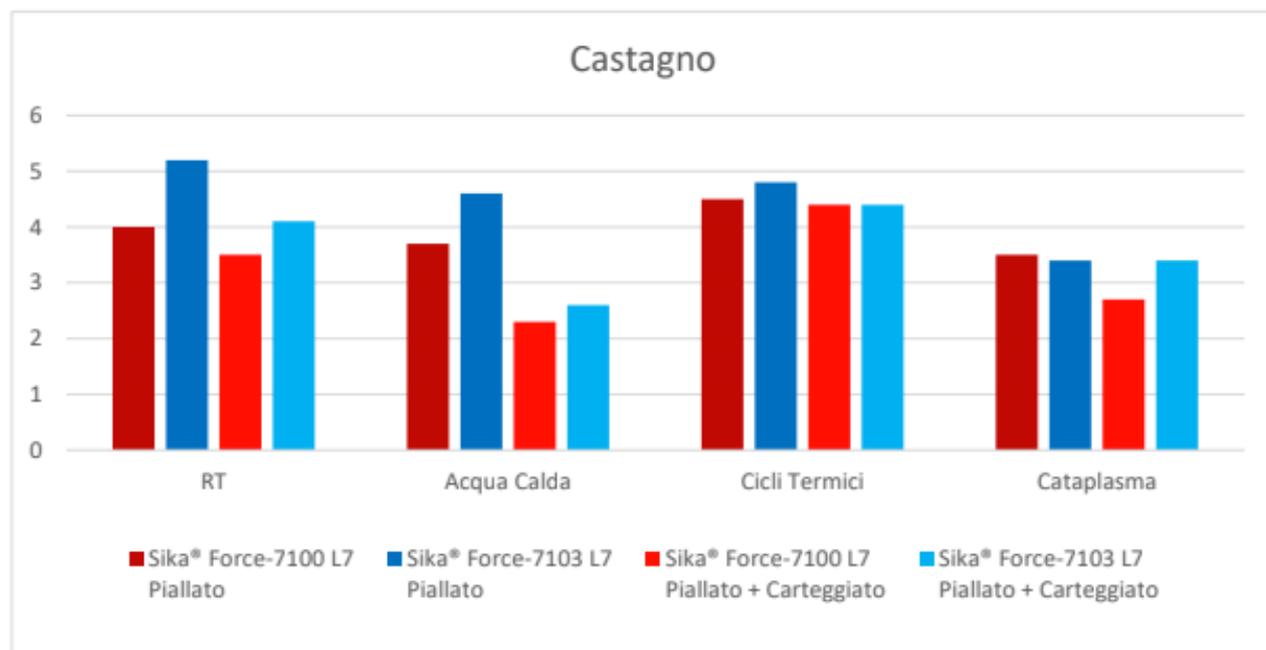


Figura 6. Resistenza a trazione per castagno

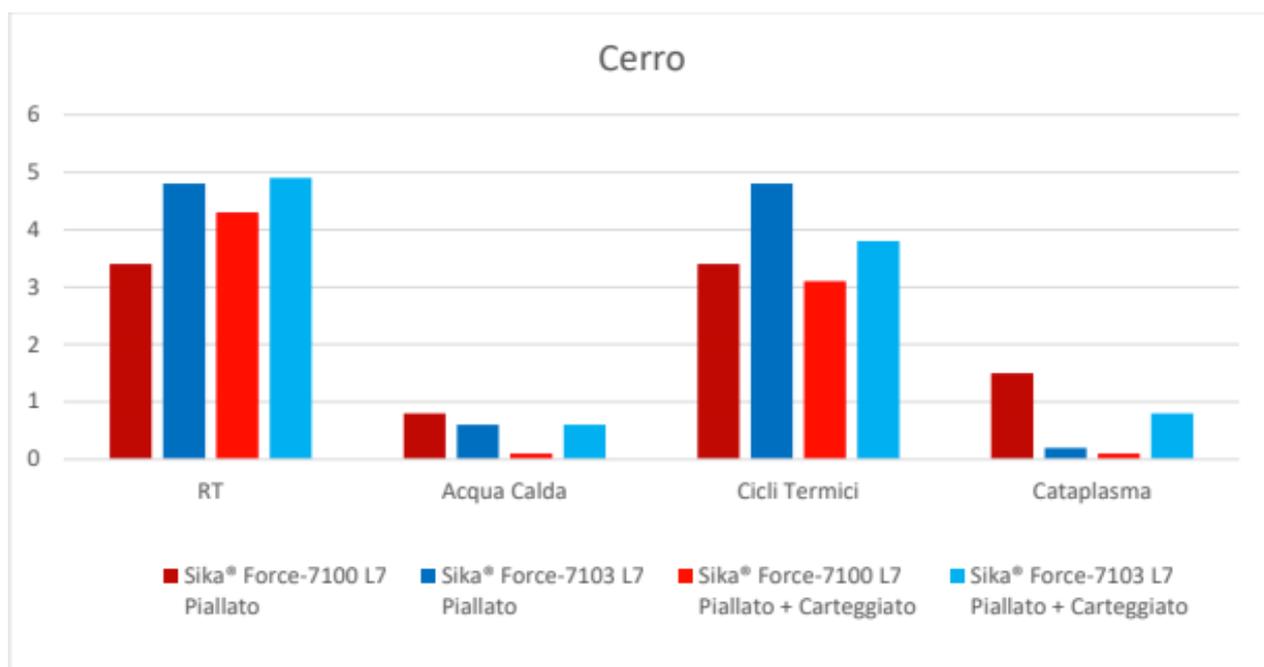


Figura 7. Resistenza a trazione per cerro

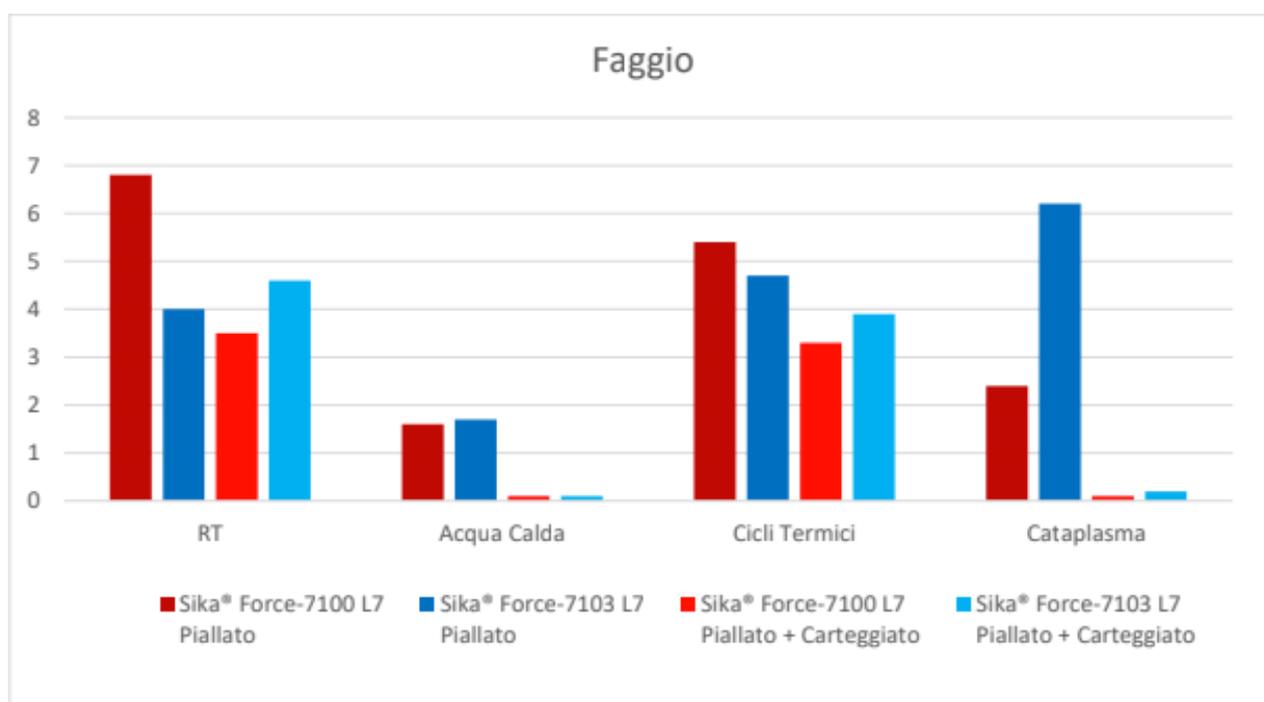


Figura 8. Resistenza a trazione per faggio



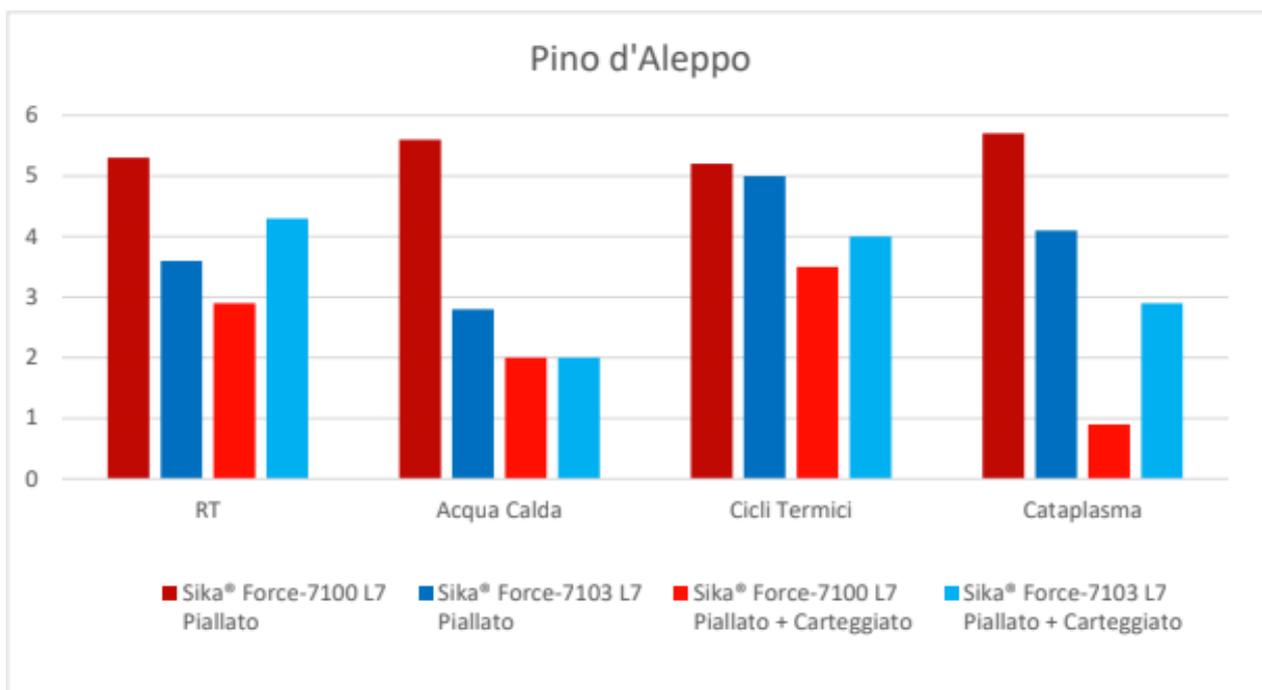


Figura 9. Resistenza a trazione per pino d'aleppo





12 GRAFICI DEI TEST DI RESISTENZA DELLE LINEE DI COLLA

Nelle figure 10-15 sono riportati i grafici forza-deformazione durante i test di resistenza a trazione per alcune linee di colla. Come si può notare, i valori più elevati si ottengono con faggio e pino d'aleppo, attestandosi intorno a valori tra 3 e 6 N/mm², con deformazioni percentuali in corrispondenza della rottura variabili tra il 2% e il 10%.

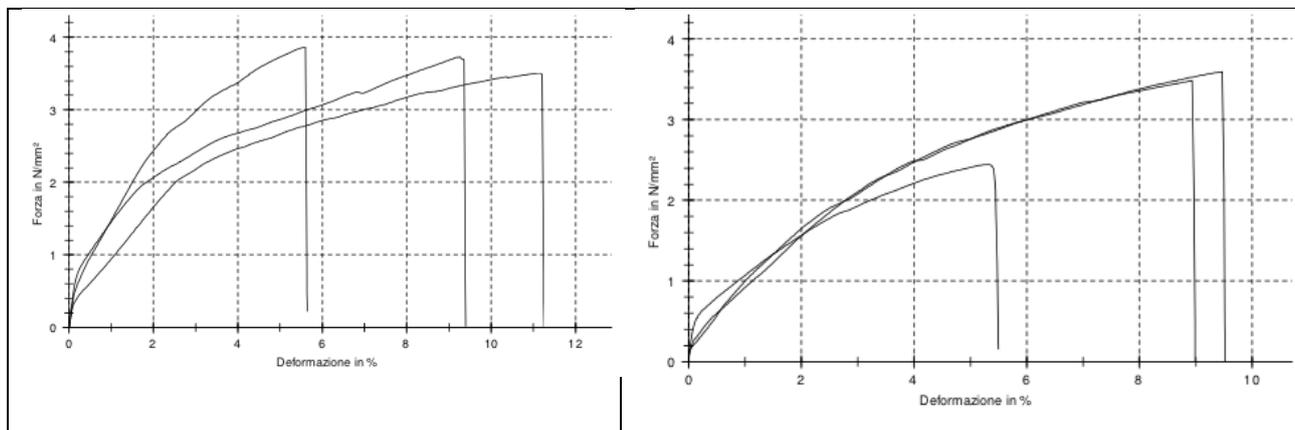


Figura 10. Test di resistenza per abete piallato, con adesivo SIKA Force 7100 (sinistra) e 7103 (destra), senza trattamenti termici

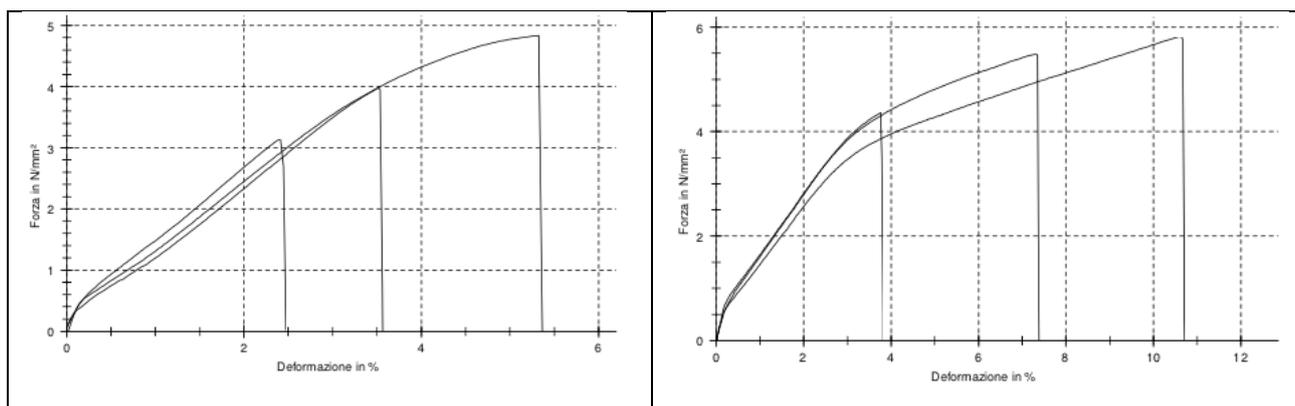


Figura 11. Test di resistenza per castagno piallato, con adesivo SIKA Force 7100 (sinistra) e 7103 (destra), senza trattamenti termici

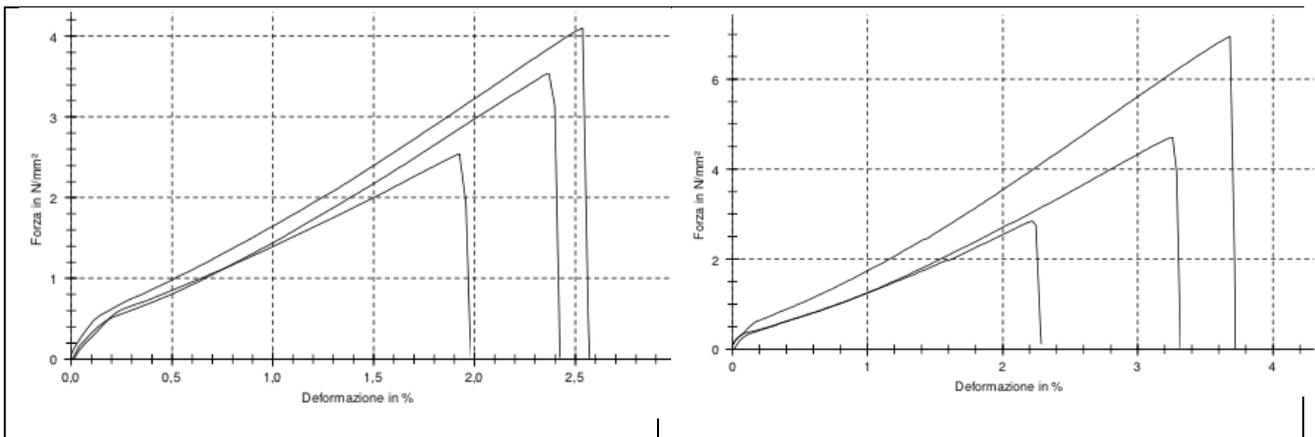


Figura 12. Test di resistenza per cerro piallato, con adesivo SIKA Force 7100 (sinistra) e 7103 (destra), senza trattamenti termici

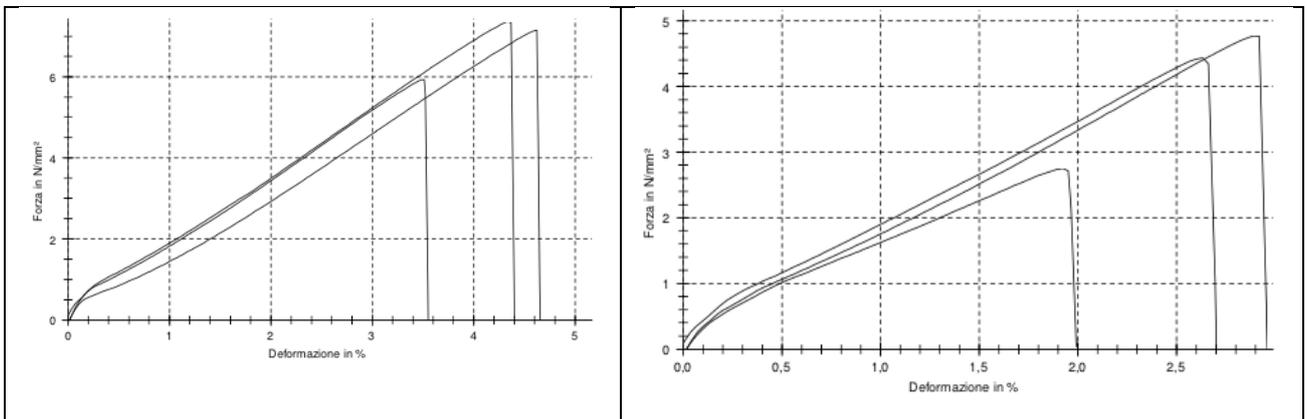


Figura 13. Test di resistenza per faggio piallato, con adesivo SIKA Force 7100 (sinistra) e 7103

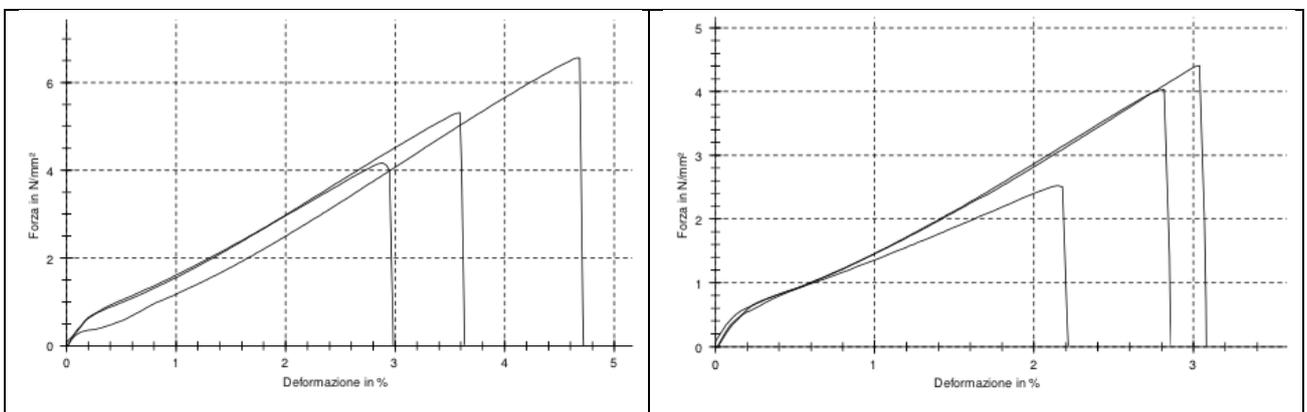


Figura 14. Test di resistenza per pino d'aleppo piallato, con adesivo SIKA Force 7100 (sinistra) e 7103





13 CONCLUSIONI

Il presente studio ha l'obiettivo di testare la resistenza delle linee di colla di 5 specie legnose, in particolare Abete bianco (*Abies alba Mill.*), Castagno (*Castanea sativa Mill.*), Cerro (*Quercus cerris L.*), Faggio (*Fagus sylvatica L.*) e Pino d'Aleppo (*Pinus halepensis Mill.*).

I test di resistenza a trazione, effettuati utilizzando due tipologie di adesivi poliuretani monocomponente prodotti dall'azienda Sika, due diversi tipi di lavorazione superficiale, ovvero una piallatura ed una piallatura più carteggiatura, e quattro tipologie di stress termici secondo delle procedure standardizzate, evidenziano i maggiori valori di resistenza per faggio e pino d'aleppo, mentre i valori più modesti nel caso dell'abete.

In generale, i valori di resistenza delle linee di colla si attestano nel range di 3-4 N/mm² per l'abete, di 3.5-5 N/mm² per il castagno ed il cerro, e di 3.5-7 N/mm² per il faggio ed il pino d'aleppo. A titolo di riferimento, il valore di resistenza a trazione per gli adesivi utilizzati è di circa 13 N/mm² con un allungamento percentuale massimo dell'8%. Inoltre, i valori di resistenza minima delle linee di colla previsti dalla UNI EN 386 per legno lamellare incollato, secondo le procedure di test descritte nella UNI EN 386, sono di 6 N/mm². Tuttavia questi valori non sono significativi della qualità delle linee di colla analizzate, dato che l'adesivo utilizzato non è quello idoneo per legno lamellare, ma piuttosto è idoneo per la preparazione di pannelli sandwich, giunti di infissi in legno, o altre applicazioni dove non sono richieste le prestazioni della UNI EN 386. L'obiettivo dello studio è fornire prime indicazioni sul differente comportamento delle varie specie legnose, sull'influenza dei processi di lavorazione superficiale e dei diversi trattamenti termici.

Per quanto riguarda l'influenza del tipo di adesivo, il SIKA 7100 risulta più idoneo per pino e faggio, mentre il Sika 7103 è mediamente superiore per castagno e cerro. Non si registrano invece significative variazioni nel caso dell'abete.

Con riferimento alla tipologia di finitura superficiale, l'effetto negativo della carteggiatura, che determina una chiusura dei pori ed una più scadente qualità dell'incollaggio, è evidente nel caso del pino, mentre risulta poco chiara nelle altre specie legnose, in cui si registrano risultati poco significativi.

Per quanto riguarda l'influenza degli stress termici, il cerro ed il faggio carteggiato hanno registrato una resistenza molto bassa (in particolare ai trattamenti con acqua calda e cataplasma) mentre abete, castagno e pino hanno registrato una ottima resistenza.

Tali risultati preliminari, che andrebbero approfonditi con un maggior numero di prove, indicano che non ci sono particolari difficoltà nell'incollaggio delle specie legnose selezionate attraverso l'utilizzo di adesivi poliuretani monocomponenti, e che i trattamenti di stress





DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRO AMBIENTALI E TERRITORIALI
LABORATORIO DI TECNOLOGIA DEL LEGNO

termico sulle linee di colla non influenzano in modo determinante la qualità degli incollaggi, facendo prevedere la possibilità di applicazioni anche in classi di servizio all'aperto.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO

TECHNICAL SERVICE REPORT

00781-IT-00001-AB

Errore. L'origine riferimento non è stata trovata. Università di Bari

Sika Italia S.p.A. / Industry

Via L. Einaudi 6, 20068 Peschiera Borromeo (MI)

Italia

www.sika.it

BUILDING TRUST

