



FEDERCHIMICA
AVISA
GRUPPO ADESIVI E SIGILLANTI

CATAS
Testing Certification Research

MANUALE L'INCOLLAGGIO DEI BORDI

AVISA è una delle 17 Associazioni di Settore di Federchimica, la Federazione Nazionale dell'Industria Chimica, facente parte di Confindustria e aderente al CEFIC (European Chemical Industry Council). AVISA rappresenta le imprese produttrici di adesivi e sigillanti, inchiostri da stampa, pitture e vernici. All'Associazione è affidata, in forma esclusiva, la rappresentanza e la salvaguardia degli interessi delle imprese associate, la competenza e la trattazione dei problemi di specifico interesse del settore, l'assistenza sul piano tecnico-economico delle imprese aderenti e la tutela dell'immagine.

CATAS è il più importante laboratorio italiano per le prove, la certificazione e la ricerca nel settore del legno e dell'arredo.

Con oltre cinquant'anni di esperienza CATAS si pone a fianco delle aziende nello sviluppo dei prodotti, nel controllo della loro sicurezza e nella verifica che le loro prestazioni soddisfino le esigenze del mercato e quelle imposte dalla normativa tecnica. La formazione delle aziende su questi temi, perseguita con una propria sezione dedicata la CATAS Academy, unita alle attività di analisi e di prova formano la mission del Catas ovvero contribuire a rendere più sicuri e durevoli i prodotti di questo settore.

MANUALE

L'INCOLLAGGIO

DEI BORDI

Note legali

Il presente manuale non è stato redatto allo scopo di esaminare e risolvere tutte le criticità che le imprese possono incontrare durante le attività relative all'incollaggio dei bordi, ma si prefigge di fornire indicazioni operative di supporto.

E' stato redatto sulla base delle attuali conoscenze, pertanto potrà essere oggetto di revisione.

I contenuti della presente pubblicazione hanno uno scopo meramente informativo e pertanto forniscono mere indicazioni di carattere generale che andranno, poi, contestualizzate nella singola realtà aziendale.

Nel 2014 l'Associazione dei produttori di adesivi per legno e arredamento organizza una tavola rotonda dal titolo provocatorio "Gli adesivi per legno non incollano?", chiamando a discuterne tutti gli attori della filiera. Si confrontano sul tema esperti provenienti dalle imprese produttrici di adesivi, vernici, materiali e impianti per la produzione del mobile e dei complementi d'arredo. Ne scaturisce un simposio su casi di incollaggio non riuscito, raccolti dal Catas nell'arco di un decennio, per i quali vengono proposte soluzioni appropriate. Il successo dell'iniziativa spinge gli stessi attori della filiera a trasferire in un manuale quanto è stato oggetto di discussione durante quel convegno.

Al tavolo di lavoro emerge in modo chiaro e inequivocabile quanto sia importante il contributo delle esperienze dei singoli per la buona riuscita del manufatto finale; ogni azienda si mette in discussione e cerca di fornire tutti gli elementi utili alla produzione di un manufatto finale di qualità controllata.

Il settore adesivi per legno e arredamento di Avisia Federchimica, in collaborazione con il Catas e con tutta la filiera, affida alle stampe questa nuova pubblicazione che testimonia un costante impegno a favore dello sviluppo dell'industria. Il dialogo tra le parti è garanzia di successo ed il manuale ne è la prova evidente.

Fabio Chiozza
Coordinatore del settore
adesivi per legno e arredamento
Gruppo adesivi e sigillanti
Avisia Federchimica

INDICE

<i>Introduzione (obiettivi)</i>	8
1. <i>Campo di applicazione</i>	9
2. <i>Descrizione dei materiali</i>	10
2.1 <i>Bordi</i>	10
2.1.1 <i>Legno e derivati</i>	10
2.1.2 <i>Carte impregnate e laminati (HPL e CPL)</i>	13
2.1.3 <i>Plastica (PP, PET, ABS, ABS-PMMA, PS e PVC)</i>	16
2.1.4 <i>Bordi riattivabili: laser, aria calda e simili</i>	18
2.1.5 <i>Alluminio</i>	19
2.1.6 <i>Bordi per applicazioni speciali</i>	19
2.2 <i>Pannelli</i>	20
2.2.1 <i>Pannelli di particelle (truciolari)</i>	20
2.2.2 <i>MDF</i>	22
2.2.3 <i>Pannelli compensati</i>	23
2.2.4 <i>Pannelli compositi (tamburati)</i>	24
2.2.5 <i>Pannelli a base legno</i>	27
2.3 <i>Adesivi</i>	27
2.3.1 <i>EVA</i>	28
2.3.2 <i>PO</i>	28
2.3.3 <i>HMPUR</i>	28
2.3.4 <i>Caratteristiche degli adesivi</i>	29
3. <i>Trasporto, scadenza, stoccaggio dei materiali</i>	36
3.1 <i>Bordi</i>	36
3.1.1 <i>Legno e derivati</i>	36
3.1.2 <i>Carta e derivati</i>	36
3.1.3 <i>Plastica (PP, PET, ABS, ABS-PMMA, PS e PVC)</i>	36
3.1.4 <i>Alluminio</i>	36
3.2 <i>Pannelli</i>	37
3.3 <i>Adesivi</i>	37
3.3.1 <i>EVA</i>	37
3.3.2 <i>PO</i>	38
3.3.3 <i>HMPUR</i>	38

4. Preparazione dei materiali	39
4.1 Bordi.....	39
4.2 Pannelli	39
4.3 Adesivi.....	39
5. Processo di bordatura.....	40
5.1 Bordatura lineare di pannelli diritti	40
5.2 Bordatura lineare di superfici sagomate (soft forming)	41
5.3 Bordatura di elementi curvi con sistemi manuali	42
5.4 Bordatura di pannelli sagomati con centri di lavoro (CNC).....	42
5.5 Liquidi per il trattamento delle superfici e manutenzione delle bordatrici.....	43
5.5.1 Ugelli	44
5.5.2 Liquidi.....	44
5.6 Classificazione delle bordatrici lineari.....	47
5.6.1 Gruppi operatori.....	49
5.6.1.1. Doppio truciolatore	50
5.6.1.2 Rettifica.....	51
5.6.1.3 Incollatore	55
5.6.1.4 Intestatore	60
5.6.1.5 Refilatore sovrapposto (sgrossatore)	61
5.6.1.6 Spigolatore	61
5.6.1.7 Arrotondatore.....	63
5.6.1.8 Raschiabordo	64
5.6.1.9 Raschiacolla	65
5.6.1.10 Spazzole.....	65
5.6.1.11 Riscaldatori ad aria (Phon)	66
5.6.1.12 Levigatore	66
6. Controllo qualità su pannelli bordati	66
6.1 Valutazione dell'incollaggio a fine linea.....	67
6.2 Valutazione dell'incollaggio con prove di laboratorio.....	69
6.2.1 Prova di adesione (UNI 9240).....	69
6.2.2 Prova di peeling.....	70
6.2.3 Resistenza dei bordi al calore secondo norma UNI 9242.....	71
6.2.4 Resistenza dei bordi all'acqua secondo la norma UNI 10460.....	72
6.2.5 Resistenza dei bordi al vapore AMK-MB-005 Mod. 1.....	73

6.2.6 Resistenza dei bordi a variazioni climatiche AMK-MB-005 Mod. 5.....	73
7. Problematiche associate al processo di bordatura	74
7.1 Sistema tradizionale di incollaggio	74
7.1.1 Pulizia e revisione del gruppo incollaggio	74
7.1.2 Altre problematiche associate.....	82
7.1.2.1 Squadro del rullo applicatore.....	82
7.1.2.2. Regolazione della quantità di adesivo.....	83
7.1.2.3. Regolazione della pressione dei rulli pressori	83
7.1.2.4 Stabilità dell'adesivo dopo lunghi periodi di inattività.....	83
7.2. Sistema di incollaggio a trasferimento energetico	85
7.2.1 Energia troppo bassa	85
7.2.2 Energia troppo alta.....	85
7.3 Processi correlati.....	86
7.3.1 Truciolatore e rettifica.....	86
7.3.2 Gruppi di finitura (spigolatore, arrotondatore e raschiabordo).....	91
7.3.3 Aspirazione non idonea	93
7.3.4 Materiali con finitura lucida (high gloss).....	93
Allegato 1	95
Allegato 2	96
Allegato 3	97
Allegato 4.....	99
GLOSSARIO.....	102

MANUALE

L'INCOLLAGGIO DEI BORDI

Introduzione (obiettivi)

Il manuale è lo strumento ideato dalle imprese produttrici di adesivi per legno e arredamento aderenti a Federchimica – AVISA insieme al Catas a beneficio di chi effettua operazioni di bordatura nel campo del mobile per la produzione, ad esempio, di ante, ripiani, fianchi eccetera.

La bordatura è l'operazione di rivestimento/nobilitazione delle superfici laterali dei pannelli. Viene eseguita, a livello industriale, con impianti automatici e semiautomatici, denominati bordatrici, con bordi di varie tipologie di materiali (plastici, legnosi, cellulosici, metallici) incollati con adesivi termofusibili.

Il processo di bordatura completa la nobilitazione del pannello, conferendogli la caratteristica estetica finale.

La varietà dei materiali (pannelli, bordi, adesivi), la complessità e molteplicità degli impianti, la crescente attenzione verso i requisiti estetici e prestazionali richiedono un attento controllo del processo di bordatura, dei suoi parametri, delle variabili e delle caratteristiche dei materiali.

Di qui la necessità di scrivere un manuale, condiviso dai vari attori della filiera e destinato agli operatori del settore.

La definizione delle buone pratiche è fondamentale nella gestione di tutte le fasi del processo (dall'acquisto della materia prima allo stoccaggio del materiale bordato, attraverso i controlli qualitativi di processi e materiali), per garantire un prodotto affidabile, durevole e qualitativamente costante a tutela sia del produttore, sia del consumatore finale. Il manuale fornisce gli elementi per raccogliere tutta la documentazione necessaria per garantire il controllo del processo produttivo e la sua tracciabilità.

Si ringraziano tutte le imprese della filiera che hanno collaborato alla stesura del presente manuale e condiviso conoscenza, competenza e professionalità, con l'obiettivo di contribuire al miglioramento qualitativo del processo di bordatura.

Un ringraziamento anche a FSC[®] (Forest Stewardship Council[®]) e a PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification) per la cortese collaborazione.

1. Campo di applicazione

L'incollaggio dei bordi consiste nel rivestimento delle superfici laterali dei pannelli. L'operazione ha lo scopo di completarne la finitura dopo che le loro facce sono state nobilitate mediante processi di verniciatura o laminazione.

I materiali con cui si realizza quest'operazione si chiamano "bordi" e il processo è chiamato "bordatura".

La bordatura è una lavorazione realizzata in continuo su superfici che hanno una limitata larghezza, ma con un notevole sviluppo in lunghezza.

Per l'applicazione dei bordi, solitamente costituiti da strisce lunghe e sottili di vari materiali, sono impiegate diverse tipologie di macchine automatiche o semiautomatiche con l'impiego quasi esclusivo di adesivi termofusibili.

L'applicazione di bordi sottili mediante l'impiego di adesivi termofusibili rappresenta la soluzione maggiormente adottata dalle industrie mobiliere per la finitura delle superfici laterali dei pannelli.

Questa lavorazione risulta, infatti, assai efficace in termini di produttività garantendo inoltre dei risultati apprezzabili, sia dal punto di vista estetico, sia per le prestazioni offerte dal prodotto finito.

Le tecniche d'incollaggio dei bordi variano a seconda della morfologia del supporto e possono essere classificate come:

- bordatura di superfici lineari e squadrate



- bordatura di superfici curve e squadrate



- bordatura di superfici sagomate lineari o curve (soft forming).



2. Descrizione dei materiali

I supporti sottoposti alle operazioni di bordatura sono rappresentati da tutte le tipologie di pannelli impiegati dall'industria del mobile (pannelli di particelle, MDF, compensati, pannelli di legno massiccio e tamburati).

Gli adesivi termofusibili impiegati nei processi di bordatura comprendono tutte le tipologie esistenti: EVA, PO, HMPUR.

I bordi sono solitamente strisce lunghe e sottili, di varia natura (plastici, legnosi, cellulosici, metallici) generalmente in rotoli.

2.1 Bordi

2.1.1 Legno e derivati

Questa tipologia di bordi è costituita da sottili fogli di legno anche di tipo multilaminare (precomposto) con spessori che variano solitamente da 0,3 mm fino a circa 3 mm per bordi in bobina e fino a 25 mm per bordi in massello. Considerando che il legno è sensibile alle variazioni climatiche, i bordi realizzati con questi materiali devono avere un contenuto di umidità compreso tra l'8% e il 12% in modo da garantire un incollaggio adeguato. Queste condizioni si raggiungono abitualmente condizionando i bordi in un intervallo di temperatura compreso tra 15°C e 35°C e un'umidità relativa compresa tra 40% e 65%.

Per migliorare la flessibilità e prevenire le fessurazioni, i bordi realizzati con piallacci di legno sono spesso prodotti incollando più strati l'uno sull'altro. A volte sono anche supportati sul retro con un tessuto-non-tessuto (TNT) di varia natura, materiali plastici (ad esempio ABS) o carte impregnate incollati mediante adesivi vinilici o poliuretanic termofusibili.

All'occorrenza i bordi di legno possono essere tinti e verniciati. Esistono anche bordi particolarmente flessibili per applicazioni soft forming. Per determinate applicazioni o per preservarne la superficie è anche possibile la fornitura con pellicola protettiva asportabile.



Figura 1. Bordo in vero legno

PARAMETRI CRITICI PER L'INCOLLAGGIO

Tabella 1

Parametro	Metodo di prova	Requisito
Contenuto di umidità	UNI EN 13183	8%-12%
Tempo di attesa per l'incollaggio del bordo al pannello dopo l'applicazione del supporto (TNT o altro materiale) al bordo		5÷7 giorni per incollaggi vinilici 3÷5 giorni per incollaggi HM PUR

Tabella 2

Parametro	Metodo di prova		Requisito				
Spessore	Vedi allegato 1	Intervallo in mm	0,30÷0,60	0,61÷0,80	0,81÷1,20	1,21÷2,00	2,01÷-3,00
		Tolleranza in mm	±0,05	± 0,10	± 0,15	± 0,25	± 0,30
Altezza	Vedi allegato 2	±0,3 mm					

ALTRI PARAMETRI

Emissione di formaldeide

I bordi realizzati con materiali derivati dal legno possono rilasciare formaldeide nell'aria per effetto di fenomeni di idrolisi che coinvolgono determinate resine e adesivi impiegati per la loro produzione.

Non esistono attualmente metodi di prova e limiti specifici per il controllo di questi materiali, sebbene siano stati compiuti degli studi che hanno portato alla definizione di riferimenti ufficiosi.

Tali parametri ufficiosi sono attualmente adottati da alcuni produttori di bordi di legno e derivati, da produttori di mobili e da distributori al fine di utilizzare materie prime che consentano di raggiungere i valori di emissione previsti per il prodotto finito.

Tabella 3

Parametro	Metodo di prova	Requisito
Emissione di formaldeide	EN ISO 12460-3	1,3 mg/m ² • h

Certificazioni FSC® e PEFC

Le certificazioni FSC (Forest Stewardship Council®) e PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification) distinguono materiali a base legnosa e derivati provenienti da gestioni forestali responsabili e controllate. Capitolati pubblici e privati richiedono spesso la certificazione di tutti i materiali legnosi (bordi compresi) che costituiscono un prodotto finito secondo questi schemi.

2.1.2 Carte impregnate e laminati (HPL e CPL)

I bordi di carta impregnata e di laminato sono realizzati come monocolori o con stampe a imitazione del legno.

Nel caso delle carte impregnate per la realizzazione di bordi le grammature sono significativamente più elevate rispetto a quelle di altri tipi di carte impiegate per la nobilitazione delle facce dei pannelli. Questa differenza deriva dall'esigenza di impiegare un materiale particolarmente resistente alle sollecitazioni meccaniche e, in particolare, agli urti.

I bordi di carta monostrato sono, a volte, accoppiati con carte di preparazione (solo impregnate) al fine di produrre materiali più spessi e quindi non solo più resistenti, ma anche in grado di produrre una superficie maggiormente omogenea e meno sensibile alle irregolarità del supporto (vedi in particolare i pannelli di particelle). Con particolari impregnazioni i bordi in carta monostrato sono utilizzati per applicazioni in softforming.



Figura 2. Applicazione in softforming di bordo in carta

I bordi a base di carte impregnate e di laminati devono essere conservati all'asciutto dentro sacchi di plastica che li isolino dall'ambiente.

Normalmente i bordi in HPL si presentano in forma di strisce a causa della loro rigidità.

I bordi realizzati con laminati CPL o HPL hanno una resistenza superficiale maggiore rispetto ai bordi monostrato che risultano, invece, di più semplice applicazione.

PARAMETRI CRITICI PER L'INCOLLAGGIO

Tabella 4

Parametro	Requisito
Tempo di vita (scadenza)	6-12 mesi a seconda della composizione (vedere scheda tecnica del fornitore)

Tabella 5

Parametro	Metodo di prova		Requisito				
Spessore	Vedi allegato 1	Intervallo in mm	0,30÷0,40	0,41÷0,80	0,81÷1,20	1,21÷2,00	2,01÷3,00
		Tolleranza in mm	±0,03	± 0,05	± 0,10	± 0,15	± 0,20
Altezza	Vedi allegato 2	±0,3 mm					

ALTRI PARAMETRI

Emissione di formaldeide

I bordi di carta possono essere impregnati con resine amminiche che determinano il rilascio di formaldeide nell'aria in seguito a fenomeni di idrolisi della resina stessa.

Non esistono attualmente metodi di prova e limiti specifici per il controllo di questi materiali sebbene siano stati compiuti studi che hanno portato alla definizione di riferimenti ufficiosi.

Tali parametri ufficiosi sono attualmente adottati da alcuni produttori di bordi di carta, da produttori di mobili e da distributori al fine di utilizzare materie prime che consentano di raggiungere i valori di emissione previsti per il prodotto finito.

Tabella 6

Parametro	Metodo di prova	Requisito
Emissione di formaldeide	EN ISO 12460-3	1,3 mg/m ² • h

Resistenza alla luce

La resistenza alla luce è una caratteristica associata alla qualità estetica del prodotto. Il colore del bordo non deve, infatti, alterarsi nel tempo evidenziando sbiadimenti o cambiamenti di colore che potrebbero anche portare a differenze significative rispetto alle facce del pannello con le quali è abbinato.

Tabella 7

Parametro	Metodo di prova	Requisito
Resistenza alla luce	EN 15187	≥ 6 scala lana blu

Certificazioni FSC® e PEFC

Le certificazioni FSC (Forest Stewardship Council®) e PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification) distinguono materiali a base legnosa e derivati provenienti da gestioni forestali responsabili e controllate. Capitolati pubblici e privati richiedono spesso la certificazione di tutti i materiali legnosi (bordi compresi) che costituiscono un prodotto finito secondo questi schemi.

2.1.3 Plastica (PP, PET, ABS, ABS-PMMA, PS e PVC)

L'impiego di bordi di plastica è molto diffuso nel settore del mobile, soprattutto per il rapporto tra i costi e le buone prestazioni conferite al prodotto finito. La produzione di bordi di materiale plastico prevede l'esclusivo impiego di polimeri di tipo termoplastico che, con processi di estrusione a caldo, vengono ridotti in strisce sottili e spessore variabile da pochi decimi a qualche millimetro. Per la realizzazione di bordi di materiale plastico si utilizzano diverse tipologie di polimeri in abbinamento con opportuni additivi e sostanze coloranti. La superficie interna viene solitamente rivestita da un "primer" per consentire l'incollaggio al pannello. Per applicazioni particolari o per la necessità di proteggere la superficie a vista in fase di lavorazione è possibile prevedere l'utilizzo di pellicola protettiva asportabile.



Figura 3. Bordi ABS vari colori

PARAMETRI CRITICI PER L'INCOLLAGGIO

Tabella 8

Parametro	Requisito
Tempo di vita (scadenza) bordo e primer	12 mesi, salvo diversa indicazione della scheda tecnica del fornitore
Tempo di vita dell'eventuale trattamento fisico (plasma o corona)	Vedi scheda tecnica del fornitore
Primer: presenza, natura (acqua, solvente, etc.), compatibilità con l'adesivo, quantità, omogeneità	Vedi scheda tecnica del fornitore
Scelta dell'adesivo	Vedi scheda tecnica del fornitore

Tabella 9

Parametro	Metodo di prova		Requisito				
Spessore	Vedi allegato 1	Intervallo in mm	0,20÷0,70	0,71÷1,40	1,41÷2,50	2,51÷3,00	
		Tolleranza in mm	± 0,05	± 0,10	± 0,15	± 0,20	
Altezza	Vedi allegato 2	±0,3 mm					
Distorsione longitudinale	Vedi allegato 3	max 3 mm/m					
Convessità	Vedi allegato 4	max 0,2 mm					

ALTRI PARAMETRI

Resistenza alla luce

La resistenza alla luce è una caratteristica associata alla qualità estetica del prodotto. Il colore del bordo non deve, infatti, alterarsi nel tempo evidenziando sbiadimenti o cambiamenti di colore che potrebbero anche portare a differenze significative rispetto alle facce del pannello con le quali è abbinato.

Tabella 10

Parametro	Metodo di prova	Requisito
Resistenza alla luce	EN 15187	≥ 6 scala lana blu

2.1.4 Bordi riattivabili: laser, aria calda e simili

I sistemi di applicazione dei bordi a trasferimento energetico permettono l'incollaggio senza l'impiego di adesivi ed il risultato estetico viene definito a "fuga zero".

I bordi utilizzati con questa tecnologia sono caratterizzati da uno strato detto "layer funzionale" che viene fuso da una fonte energetica (ad esempio laser o aria calda) e successivamente pressato al pannello.

Lo strato funzionale adesivo (layer funzionale) può essere generalmente classificato in due tipologie:

- Spalmato
Un adesivo termofusibile a base poliolefinica viene spalmato sul retro di un bordo primerizzato. L'adesivo viene poi riattivato mediante riscaldamento, indotto da una fonte energetica.
- Coestruso
Un polimero di idonee caratteristiche viene coestruso insieme al bordo, andando a costituire il suo strato interno. Tale polimero viene fluidificato (riattivato) in fase di applicazione, mediante il riscaldamento del retro del bordo effettuato mediante un'apposita fonte energetica.

Per quanto riguarda i requisiti, si fa riferimento per analogia a quelli dei bordi in plastica.

2.1.5 Alluminio

Un'altra categoria di bordi è quella in alluminio, particolarmente apprezzata per la particolarità della finitura di superficie. Sono bordi in ABS o a base carta con un sottile strato superficiale in alluminio, generalmente di 0,1 – 0,2 mm. Lo spessore totale del prodotto è compreso tra 0,4 e 2,0 mm.

L'accoppiamento del film metallico è ottenuto mediante processo di coestrusione o incollaggio.

Generalmente tali prodotti vengono forniti con pellicola protettiva asportabile per preservare la particolare superficie a vista in fase di applicazione.

Tecnicamente l'applicazione non differisce in modo sostanziale da quella impiegata per i bordi in ABS e carta.



Figura 4. Bordo in alluminio

2.1.6 Bordi per applicazioni speciali

I bordi utilizzati per la bordatura soft-forming e per i centri di lavoro (sia che si tratti di spalmare l'adesivo sul bordo o sul pannello) devono garantire un'adeguata flessibilità per poter essere curvati su pannelli non dritti e per essere applicati su superfici sagomate. Gli spessori sono generalmente compresi tra 0,3 e 0,5 mm per i bordi soft-forming e tra 0,4 e 2 mm per quelli adatti a lavorazioni con centri di lavoro.

Bordi troppo rigidi e poco flessibili potrebbero non garantire un perfetto

incollaggio (fessurazioni), così come potrebbero dar luogo alla comparsa di spiacevoli crepe oltre che antiestetiche sbiancature. Per queste lavorazioni esistono bordi in carta impregnata, legno, alluminio e materiale plastico (ABS, PVC, PP). Per quanto riguarda i requisiti si fa riferimento alla categoria del materiale di cui sono costituiti (carta, plastica, legno).

2.2 Pannelli

2.2.1 Pannelli di particelle (truciolari)

I pannelli di particelle sono ottenuti mediante pressatura a caldo di particelle di legno a diversa granulometria, utilizzando prevalentemente resine ottenute dalla condensazione dell'urea con la formaldeide (resine ureiche).

Solitamente per i pannelli impiegati nel settore del mobile, le particelle di dimensioni maggiori sono concentrate nella parte centrale, mentre quelle più fini vanno a costituire gli strati esterni (cosiddetta “distribuzione a strati”). Lo strato centrale consente di migliorare le resistenze meccaniche e di ridurre la densità del pannello. Gli strati esterni creano una superficie omogenea e liscia, ideale per l'incollaggio di rivestimenti o per la verniciatura diretta.



Figura 5. Pannelli di particelle (truciolari)

Per ciò che riguarda i processi di bordatura, occorre tenere conto di tre parametri fondamentali relativi al pannello: il suo contenuto di umidità, le tolleranze dimensionali e la granulometria della parte interna del pannello.

Rispetto a quest'ultima, più grossolana risulta la composizione del pannello, maggiore deve essere la capacità “riempitiva” dell'adesivo, soprattutto

quando si impiegano bordi particolarmente sottili (ad esempio quelli con spessore inferiore a 0,5 mm).

La “costanza” del profilo di densità tra i vari pannelli di un lotto o tra pannelli di lotti differenti è dunque una caratteristica fondamentale per garantire che la quantità di adesivo applicata sia sempre adeguata.

In relazione al contenuto di umidità, risulta di fondamentale importanza l’immagazzinamento a condizioni climatiche adeguate.

Inoltre, un ambiente di immagazzinamento freddo può ridurre eccessivamente la temperatura del pannello con effetti negativi sul processo di bordatura (raffreddamento immediato dell’adesivo termofusibile applicato sul pannello).

Anche lo stoccaggio in condizioni di non planarità può compromettere il risultato finale della bordatura, per effetto di deformazioni subite dal pannello.

Una caratteristica importante dei pannelli di particelle è la loro marcata tendenza a rigonfiarsi in modo irreversibile quando vengono a contatto con l’acqua.

Tale rigonfiamento può essere particolarmente marcato nel caso di mobili collocati in ambienti umidi o vicino a fonti di vapore, laddove una bordatura imperfetta determina fessurazioni che veicolano l’infiltrazione dell’acqua, con conseguente rigonfiamento del pannello.

È utile segnalare che esistono pannelli specificatamente prodotti per ambienti umidi e classificati come P3 rispetto a quelli classificati P2, destinati ad ambienti secchi. Per tali pannelli l’entità del rigonfiamento indotto dall’assorbimento d’acqua è inferiore rispetto ai pannelli per ambienti secchi.

Al fine di rendere più efficace l’incollaggio è opportuno procedere a una rifilatura preliminare del pannello dato che la sua parte perimetrale presenta normalmente una struttura più sgranata.

PARAMETRI CRITICI PER L'INCOLLAGGIO

Tabella 11

Parametro	Metodo di prova	Requisito
Massa volumica	UNI EN 323	± 10 % rispetto al dato medio della scheda tecnica
Contenuto di umidità	EN 322	5 ÷ 13 %
Ortogonalità	EN 342-2	Max 2 mm/m
Resistenza alla trazione - coesione	UNI EN 319	Vedi EN 312 tab. 3

ALTRI PARAMETRI

Tabella 12

Rigonfiamento	EN 317	P2: nessun requisito
		P3: vedi EN 322 tab. 4

2.2.2 MDF

I pannelli di fibre sono ottenuti mediante pressatura a caldo di fibre di legno. Per la produzione dei pannelli di fibra vengono utilizzate sia conifere, sia latifoglie.

Il processo produttivo più utilizzato per la produzione di pannelli di fibre è quello per via secca che, mediante l'impiego di adesivi a prevalente base ureica, può portare alla realizzazione di pannelli in differenti spessori e densità. Questi pannelli sono chiamati MDF (Medium Density Fibreboard) e rappresentano la classe di pannelli di fibra più impiegata nel settore del mobile.

La densità non è omogenea nello spessore, risultando maggiore per gli strati superficiali e inferiore per quelli interni. La mancanza di simmetria del profilo di densità può portare all'incurvamento del pannello.

Per ciò che riguarda lo stoccaggio e il rigonfiamento provocato dall'acqua, per i pannelli MDF valgono le stesse considerazioni già espresse per i pannelli di particelle.

PARAMETRI CRITICI PER L'INCOLLAGGIO

Tabella 13

Parametro	Metodo di prova	Requisito
Massa volumica	UNI EN 323	± 10 % rispetto al dato medio della scheda tecnica
Ortogonalità	EN 342-2	Max 2 mm/m
Contenuto di umidità	EN 322	4 ÷ 14 %
Resistenza alla trazione - coesione	UNI EN 319	Vedi norma EN 622-5 tab. 3

ALTRI PARAMETRI

Tabella 14

Parametro	Metodo di prova	Requisito
Rigonfiamento	EN 317	MDF Vedi norma EN 622-5 tab. 3
		MDF H Vedi norma EN 622-5 tab. 4

2.2.3 Pannelli compensati

I pannelli compensati sono ottenuti mediante pressatura a caldo di strati di sfogliato di legno in numero dispari, utilizzando generalmente collanti ureici. Le fibre del legno degli strati adiacenti sono solitamente incrociate influenzando positivamente sia le caratteristiche meccaniche, sia la stabilità dimensionale di questi pannelli.



Figura 6. Pannelli compensati

PARAMETRI CRITICI PER L'INCOLLAGGIO

Tabella 15

Parametro	Metodo di prova	Requisito
Contenuto di umidità	EN 322	8 ÷ 12 % (EN 315)
Ortogonalità	EN 324-2	Max 1 mm/m (EN 315)

ALTRI PARAMETRI

Tabella 16

Parametro	Metodo di prova	Requisito
Tolleranze di spessore	EN 324-1	Vedi UNI EN 315:2002

2.2.4 Pannelli compositi (tamburati)

La caratteristica principale dei pannelli tamburati è la particolare leggerezza, pur presentando elevati spessori.

Essi sono costituiti da due copertine o facce, normalmente di basso spessore, un telaio e del materiale da riempimento reciprocamente incollati. Le due copertine sono costituite da pannelli sottili a base di legno (normalmente truciolari o MDF).

Il telaio è realizzato con elementi di legno massiccio, pannelli truciolari o MDF. Il riempimento è quasi sempre realizzato con del cartoncino a nido d'ape (alveolare), schiume poliuretatiche, polistirolo o alluminio.

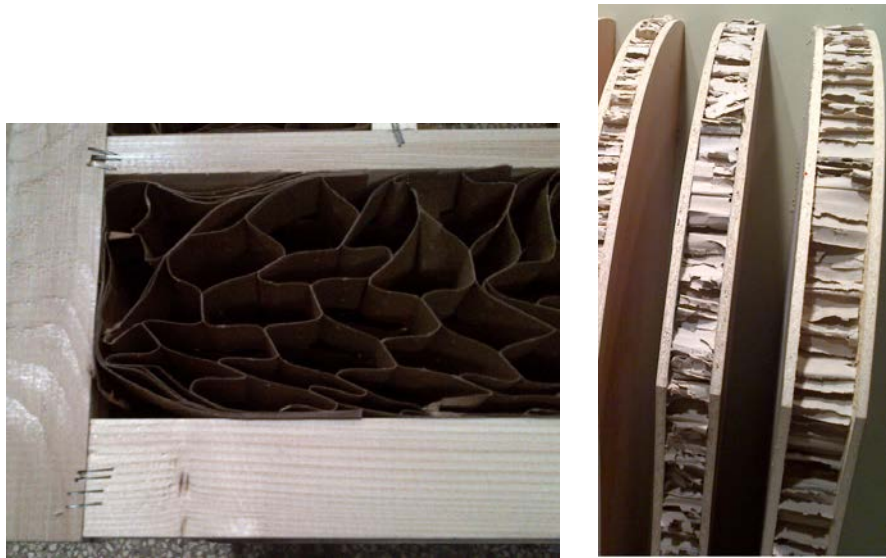


Figura 7. Pannelli compositi (tamburati)

Per ciò che riguarda, invece, il rivestimento delle superfici laterali, bisogna ricordare che i pannelli tamburati possono essere prodotti “a misura” con l’impiego di cornici o privi di queste delimitazioni laterali, i cosiddetti tamburati “frameless”. In questo secondo caso le superfici laterali sono aperte e devono essere opportunamente sigillate e rifinite. Quest’operazione è realizzata mediante l’inserzione di listelli, con successiva applicazione dei bordi.

Nel primo caso si rimanda ai materiali di cui sono costituiti i listelli.

Nel secondo caso, a causa della molteplicità e varietà di tecnologie esistenti, si rimanda al produttore delle macchine di bordatura.

In ogni caso, si può dire che:

- per pannelli costituiti da copertine con spessori elevati, tipicamente uguali o superiori a 8 mm, si può operare con una bordatura tradizionale, impiegando bordi di elevato spessore che consentano l'ottenimento di una superficie con adeguate resistenze meccaniche;
- per tamburati con copertine più sottili si possono utilizzare le seguenti opzioni:
 - inserire dei listelli a incastro realizzati con pannelli di fibre o con truciolari, che seguono il profilo del pannello. Si procede, poi, alla bordatura con sistemi tradizionali;
 - impiegare bordi chiamati “di supporto” applicati prima di quello decorativo. Questi bordi realizzano una base solida per l'applicazione successiva del bordo decorativo.

Per l'incollaggio dei bordi sui pannelli tamburati bisogna fare riferimento alla tipologia dei materiali presenti sulla superficie da bordare. Si userà, ad esempio, una quantità di adesivo maggiore in presenza di un telaio in truciolare ed inferiore in presenza di un telaio in MDF.

Una spinta eccessiva dei rulli pressori può provocare il leggero sollevamento delle copertine, causando problemi in fase di rifilatura.

Nel caso di pannelli senza telaio, la tenuta è data solo dalla parte che si incolla sulle due copertine. In questo caso occorre impiegare bordi di spessore elevato.

Bisogna porre attenzione, nel caso di telaio in legno, al suo contenuto di umidità.

PARAMETRI CRITICI PER L'INCOLLAGGIO

Da riferirsi ai valori dei relativi materiali costituenti il tamburato.

2.2.5 Pannelli a base legno

I pannelli di legno massiccio sono realizzati utilizzando elementi di legno (segati di legno), incollati tra loro in modo da formare ampie superfici.

I più comuni nel settore del mobile sono i pannelli listellari, utilizzati per produrre elementi quali i piani dei tavoli, i sedili e le “anime“ per i paniforti.

PARAMETRI CRITICI PER L'INCOLLAGGIO (UNI EN 13353)

Tabella 17

Parametro	Metodo di prova	Requisito
Contenuto di umidità	EN 322	8 ± 2 %
Rettilineità dei bordi	EN 324-2	1,0 mm/m
Ortogonalità	EN 324-2	1,0 mm/m

ALTRI PARAMETRI

Tabella 18

Parametro	Metodo di prova	Requisito
Emissione di formaldeide	EN ISO 12460-3	Classe E1

2.3 Adesivi

Gli adesivi impiegati per l'incollaggio dei bordi sono termofusibili che hanno come caratteristica principale di essere forniti in forma solida, sono cioè privi di solventi o di acqua.

Per essere impiegati questi adesivi vengono fusi ed applicati a caldo. Successivamente il raffreddamento porta alla loro solidificazione.

Per una particolare tipologia di adesivi termofusibili (chiamati isocianici o poliuretanic) l'indurimento fisico è accompagnato da quello chimico. Nell'incollaggio dei bordi, l'adesivo termofusibile viene applicato mediante rulli o ugelli ("slot nozzle") e l'accoppiamento con il bordo viene eseguito subito dopo l'applicazione.

2.3.1 EVA

Le resine EVA derivano dalla polimerizzazione di due monomeri, l'etilene ed il vinile acetato.

I copolimeri impiegati per la produzione degli adesivi sono caratterizzati dal diverso rapporto tra i due monomeri da cui dipendono le caratteristiche principali di questa tipologia di adesivi (adesione, tempo aperto, temperatura di rammollimento).

Gli adesivi termofusibili a base EVA sono quindi una famiglia di prodotti con differenti caratteristiche che possono essere selezionati in funzione delle esigenze applicative o delle prestazioni richieste dal prodotto finito. In ogni caso, gli adesivi termofusibili a base EVA hanno natura termoplastica e caratteristiche meccaniche tali da non essere particolarmente resistenti a sollecitazioni provocate da solventi, calore, vapore o umidità.

2.3.2 PO

Un ulteriore gruppo di adesivi termofusibili impiegato per l'incollaggio dei bordi è quello dei collanti a base poliolefinica. Questi polimeri sono prodotti con vari monomeri quali l'etilene, il propilene, il butene ed omologhi. Rispetto a quelli a base EVA, gli adesivi poliolefinici sono caratterizzati da un intervallo di fusione più stretto e presentano, inoltre, un buon potere collante iniziale. Inoltre, sono generalmente più resistenti al calore ed ai solventi rispetto a quelli a base EVA.

2.3.3 HMPUR

Gli adesivi termofusibili isocianici (detti anche poliuretanic reattivi) si differenziano dai precedenti in quanto il loro indurimento dipende sia da un processo fisico (raffreddamento del collante), sia chimico (reticolazione).

La reazione chimica è innescata dall'umidità. L'indurimento di tipo fisico, relativamente veloce, consente l'attivazione di una forza adesiva iniziale. I substrati possono essere fissati velocemente. Lo sviluppo della forza adesiva finale viene raggiunto successivamente, per effetto della progressiva reticolazione.

La reticolazione chimica dell'adesivo permette di raggiungere elevate resistenze all'acqua, all'umidità, ai solventi ed al calore, superiori alle altre famiglie di adesivi sopra citate.

2.3.4 Caratteristiche degli adesivi

Proprietà chimico-fisiche

Viscosità

La viscosità è una grandezza fisica che indica la resistenza di un fluido allo scorrimento e si può intendere come la forza di attrito che si esercita tra due lamine di fluido che scorrono l'una sull'altra.

La viscosità è misurata attraverso uno specifico strumento (viscosimetro Brookfield) a cui viene associata un'apparecchiatura in grado di fondere il prodotto e di mantenerlo stabilmente ad una determinata temperatura (ad esempio 200°C per EVA e PO e 140°C per HMPUR).

Essa fa riferimento al metodo UNI EN ISO 2555 “Materie plastiche – Resine allo stato liquido o in emulsioni o in dispersioni – Determinazione della viscosità apparente secondo il metodo Brookfield”.

Tale grandezza fornisce un'indicazione di come il prodotto fluisce in macchina, di come viene applicato dal rullo spalmatore (quantità), di come si spalma e penetra nel pannello in funzione della pressione esercitata.

In generale gli adesivi caratterizzati da elevati valori di viscosità sono più adatti per pannelli poco compatti (minore penetrazione tra le scaglie grossolane del pannello).



Figura 8. Viscosimetro rotazionale Brookfield con unità riscaldante

PARAMETRI CRITICI

Tabella 19

Parametro	Metodo di prova	Requisito
Viscosità	UNI EN ISO 2555	Valore dichiarato $\pm 25\%^*$

*Salvo differenti indicazioni riportate nella scheda tecnica del produttore

Temperatura di rammollimento (Ring & Ball)

La temperatura di rammollimento è la temperatura alla quale un adesivo termofusibile sottoposto a riscaldamento, nelle condizioni specificate, raggiunge un punto critico di fluidità.

Per misurarla, una biglia d'acciaio di massa specificata viene posizionata su un campione di adesivo solido contenuto in un anello metallico di dimensioni specificate. La temperatura alla quale il campione è sufficientemente rammollito da permettere alla biglia di passare attraverso l'anello e raggiungere una distanza prefissata è indicata come "punto di rammollimento". Il metodo di riferimento è l'UNI EN 1238 "Adesivi – Determinazione del punto di rammollimento di adesivi termoplastici (metodo biglia e anello)".

La temperatura di rammollimento è correlata al tempo aperto dell'adesivo e alla resistenza alla temperatura della linea collante.

In generale gli adesivi caratterizzati da valori di Ring & Ball elevati presentano tempo aperto corto e maggiore resistenza alla temperatura, mentre quelli con valori di Ring & Ball bassi presentano tempo aperto lungo e minore resistenza alla temperatura.



Figura 9. Dispositivo per la prova della temperatura di rammollimento (Ring & Ball)



Figura 10. Esecuzione della prova per la determinazione della temperatura di rammollimento

Fase 1: inizio della prova. Le due biglie di acciaio sono appoggiate sui dischi di adesivo solido.

Fase 2: fase intermedia. Il riscaldamento provoca il rammollimento dell'adesivo e le biglie iniziano a passare attraverso i dischi.

Fase 3: termine della prova. Entrambe le biglie toccano la piastra sottostante; a questo punto si registra la temperatura raggiunta.

PARAMETRI CRITICI PER L'INCOLLAGGIO

Tabella 20

Parametro	Metodo di prova	Requisito
Temperatura di rammollimento	UNI EN 1238	Valore dichiarato $\pm 10 \%$

Densità

La densità è definita come massa volumica: massa per unità di volume.

È misurata a 23°C, calcolando il rapporto tra la massa di un determinato volume di adesivo e la massa dello stesso volume di un liquido di riferimento, di densità nota, moltiplicato per la sua massa volumica. Il metodo di riferimento è la norma UNI EN 542 “Adesivi – Determinazione della massa volumica”.

La densità è indice della composizione dell'adesivo: polimeri di diversa natura hanno densità diverse ed i rispettivi adesivi formulati con cariche minerali hanno densità maggiore rispetto a quelli che non le contengono.

Gli adesivi formulati con l'aggiunta di cariche minerali sono caratterizzati da migliori proprietà riempitive che risultano utili soprattutto nel caso della bordatura di pannelli particolarmente sgranati.

Un'eccessiva presenza di cariche minerali, resa normalmente evidente da un elevato valore di densità, può tuttavia compromettere le caratteristiche adesive e coesive del prodotto.

Infine, è opportuno segnalare che la presenza di cariche minerali tende a ridurre il valore economico dell'adesivo.

PARAMETRI CRITICI PER L'INCOLLAGGIO

Tabella 21

Parametro	Metodo di prova	Requisito
Densità	UNI EN 542	Valore dichiarato $\pm 10 \%$

Tempo aperto

Il tempo aperto è definito come il tempo massimo che può intercorrere tra l'applicazione dell'adesivo e l'accoppiamento tra i materiali che devono essere incollati.

Nel caso di un adesivo termofusibile, il tempo aperto dipende dal raffreddamento dell'adesivo e dal conseguente incremento della sua viscosità fino a valori tali da non riuscire più a “bagnare” adeguatamente le superfici da incollare.

Gli adesivi termofusibili con un tempo aperto lungo sono pertanto quelli per i quali il raffreddamento provoca un lento aumento della loro viscosità, consentendo pertanto di effettuare l'incollaggio in un intervallo temporale relativamente ampio. Gli adesivi termofusibili con un tempo aperto corto sono, invece, caratterizzati da un rapido incremento della viscosità conseguente al loro progressivo raffreddamento dopo l'applicazione. L'intervallo temporale entro il quale poter eseguire l'incollaggio sarà, pertanto, ridotto. Non esiste attualmente un criterio per oggettivare tale parametro e pertanto in questo manuale si possono solamente esprimere dei concetti molto generali, basati sull'esperienza dei formulatori.

Parametri applicativi e criteri di scelta

Temperatura di applicazione

Riguardo alla temperatura di applicazione si suggerisce di riferirsi alla scheda tecnica dell'adesivo. È opportuno verificare nel tempo la corrispondenza della temperatura dell'adesivo sul rullo spalmatore con quella misurata dalla macchina. Qualora i due valori differissero più di 10°C, si suggerisce la taratura della macchina.

Per la misurazione della temperatura dell'adesivo sul rullo spalmatore, fare riferimento al paragrafo 7.1.1.

In generale i valori letti per l'adesivo presente nella vasca, nel fusore e nell'applicatore (rullo/slot) dovrebbero variare all'interno dei seguenti intervalli, in funzione della tipologia di adesivo impiegato:

PUR	120-150°C
PO	190-210°C
EVA	180-210°C

Temperatura di accoppiamento

È la temperatura dell'adesivo, misurata sul pannello prima dell'accoppiamento con il bordo (in corrispondenza del primo rullo di pressione).

Per un corretto incollaggio si consiglia che la temperatura di accoppiamento sia maggiore di 15°C rispetto al valore di Ring & Ball dell'adesivo utilizzato.

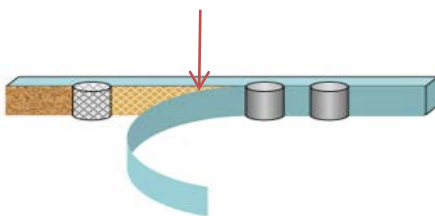


Figura 11. Misurazione della temperatura dell'adesivo sul pannello

Destinazione d'uso

Nella tabella che segue sono riportate alcune delle caratteristiche generali delle varie tipologie di adesivi termofusibili. Le resistenze all'acqua e al calore risultano determinanti nel caso di prodotti finiti destinati ad ambienti quali bagni e cucine. La resistenza al calore dipende anche dalle caratteristiche del bordo applicato ed in particolare dal suo spessore.

La resistenza al freddo può rappresentare un criterio di scelta, soprattutto laddove si prevedano delle lavorazioni su pannelli già bordati, effettuate in climi rigidi. La resistenza ai solventi è una caratteristica rilevante laddove il pannello bordato sia eventualmente soggetto a verniciatura o al contatto con tali sostanze nel corso del normale impiego (ad esempio banchi da laboratorio).

Tabella 22

Tipo di adesivo	Resistenza all'acqua	Resistenza al calore	Resistenza al freddo	Resistenza ai solventi
PUR	Alta	Alta	Alta	Alta
PO	Media	Medio-alta	Media	Medio-alta
EVA	Bassa	Medio-bassa	Alta	Medio-bassa

Tabella 23

Tipo di adesivo	Spessore bordo			
	>2 mm	1÷2 mm	0,5÷1 mm	< 0,5 mm
Resistenza al calore				
PUR	Alta	Alta	Alta	Alta
PO	Medio-alta	Medio-alta	Alta	Alta
EVA	Bassa	Medio-bassa	Media	Medio-alta

Caratteristiche della bordatrice

La seguente tabella riporta quali debbano essere le caratteristiche della bordatrice per poter impiegare le varie tipologie di adesivi termofusibili.

Tabella 24

Tipo di adesivo	Preriscaldamento del pannello	Serbatoio d'azoto (per vasca o testina)	Prefusore	Velocità della bordatrice (metri al minuto)	Bordatrice manuale per curvi
PUR	Raccomandato	Raccomandato	Raccomandato	3 ÷ 80	SI
PO	Raccomandato	Non necessario	Necessario	15 ÷ 80	NO
EVA	Raccomandato	Non necessario	Non necessario	3 ÷ 80	SI

3. Trasporto, scadenza, stoccaggio dei materiali

3.1 Bordi

3.1.1 Legno e derivati

Considerando che il legno è sensibile alle variazioni climatiche, i bordi realizzati con questo materiale devono essere conservati in modo tale che il loro contenuto di umidità sia compreso tra l'8% e il 12%. Queste condizioni si raggiungono abitualmente condizionando i bordi in un intervallo di temperatura compreso tra 15°C e 35°C e umidità relativa compresa tra 40% e 65%. Particolare attenzione va prestata ai bordi con pellicola protettiva applicata. Il mancato rispetto delle temperature di stoccaggio consigliate ed eventuali esposizioni ai raggi solari possono degradare il manufatto.

3.1.2 Carta e derivati

I prodotti base carta sono sensibili all'umidità ed è necessario che l'imballo preveda un film o un sacchetto in materiale plastico. Lo stoccaggio deve essere in scatola a temperatura ambiente al riparo da fonti solari dirette. L'utilizzo è garantito per 12 mesi.

3.1.3 Plastica (PP, PET, ABS, ABS-PMMA, PS e PVC)

Lo stoccaggio dei bordi in materiale plastico deve essere compreso tra i 15°C e 35°C al riparo da fonti solari dirette che potrebbero degradare il prodotto. La conservazione a temperature al di fuori degli intervalli indicati potrebbe compromettere la funzionalità del primer, le proprietà meccaniche del bordo ed evidenziare problematiche nel caso di pellicola protettiva applicata. L'utilizzo è normalmente garantito per 12 mesi dalla data di produzione.

3.1.4 Alluminio

Per tale categoria vale quanto già esposto al punto 3.1.3.

3.2 Pannelli

Considerando che il legno è sensibile alle variazioni climatiche, i pannelli realizzati con questo materiale devono essere conservati in modo tale che il loro contenuto di umidità sia compreso entro gli intervalli specificati dalle relative norme di riferimento e inseriti nelle tabelle presenti in ciascun paragrafo dedicato a questi materiali. Queste condizioni si raggiungono abitualmente condizionando i pannelli in un intervallo di temperatura compreso tra 15°C e 35°C e umidità relativa compresa tra 40% e 65%.

3.3 Adesivi

3.3.1 EVA

Tabella 25

Trasporto	Scadenza	Stoccaggio	Controlli prima dell'uso
Evitare l'esposizione a condizioni di elevata umidità	Riferirsi alla Scheda Tecnica	Luogo fresco e asciutto	Assenza di impaccamento e/o condensa



Figura 12. Adesivi EVA bianchi



Figura 13. Adesivi EVA marroni

3.3.2 PO

Tabella 26

Trasporto	Scadenza	Stoccaggio	Controlli prima dell'uso
Evitare l'esposizione a condizioni di elevata umidità	Riferirsi alla Scheda Tecnica	Luogo fresco e asciutto	Assenza di impaccamento e/o condensa



Figura 14. Adesivi poliolefinici

3.3.3 HMPUR

Tabella 27

Trasporto	Scadenza	Stoccaggio	Controlli prima dell'uso
Evitare l'esposizione a condizioni di elevata umidità; la confezione deve essere a tenuta ermetica	Riferirsi a Scheda Tecnica	Luogo fresco e asciutto	Integrità della confezione



Figura 15. Adesivi Poliuretanicì Reattivi

4. Preparazione dei materiali

4.1 Bordi

Il bordo così come fornito è pronto all'applicazione, fatto salvo che lo stoccaggio del medesimo rispetti le condizioni di cui al punto 3.1. Prima dell'utilizzo è opportuno verificare che la temperatura e l'umidità siano negli intervalli specificati al punto 2.1.

In caso contrario, procedere a condizionamento in ambiente idoneo, per almeno 24 ore.

4.2 Pannelli

Prima dell'utilizzo è opportuno verificare che i pannelli siano stati condizionati in un intervallo di temperatura compreso tra 15°C e 35°C e un'umidità relativa compresa tra 40% e 65% .

A tal proposito bisogna tenere presente che i primi pannelli di una catasta sono a diretto contatto con l'ambiente mentre quelli più interni rimangono più isolati specie per ciò che riguarda il loro scambio di umidità e temperatura con l'ambiente.

4.3 Adesivi

L'adesivo così come fornito è pronto per l'utilizzo nel processo di bordatura, fatto salvo che lo stoccaggio ed il controllo del medesimo rispettino le condizioni di cui al punto 3.3. Prima dell'utilizzo è opportuno

verificare i parametri operativi del processo, specificati al punto 2.3.4.

5. Processo di bordatura

La bordatura ha lo scopo di nobilitare la superficie laterale di un pannello con materiali di varia natura denominati “bordi”.

Come già accennato nel paragrafo 1, la bordatura può essere tendenzialmente suddivisa nelle seguenti tipologie:

5.1 Bordatura lineare di pannelli diritti

La bordatura automatica di superfici lineari e squadrate viene effettuata con macchine chiamate bordatrici lineari.

Queste macchine sono realizzate con diversi gradi di complessità, in funzione delle lavorazioni e delle tipologie di aziende a cui sono destinate. L'applicazione dell'adesivo termofusibile viene normalmente eseguita sul pannello la cui superficie deve risultare perfettamente parallela rispetto al rullo spalmacolla. Successivamente, il bordo viene accoppiato al pannello e pressato mediante appositi rulli pressori.



Figura 16. Bordatura lineare di pannelli diritti e squadrate

La Post formatura (post-forming)

Il termine ‘postformatura’ descrive un processo di piegatura dei materiali di rivestimento, specie dei laminati (HPL) al fine di ottenere la copertura delle superfici laterali dei pannelli, mantenendo la continuità con le loro facce. Si tratta pertanto di una tecnica di bordatura particolare che consente di ottenere prodotti esteticamente gradevoli, evitando la creazione di punti vulnerabili rappresentati dalle linee di giunzione tra il rivestimento delle

facce e quello dei bordi che potrebbero facilitare l'ingresso di acqua, di umidità o l'accumulo di sporcizia.

Per effettuare questa lavorazione esistono macchine particolari, le postformatrici, di diversa complessità in funzione delle lavorazioni che devono effettuare sul pannello. Il processo di postformatura riguarda uno o due lati del pannello. I restanti lati diritti vengono bordati attraverso il processo di bordatura lineare.

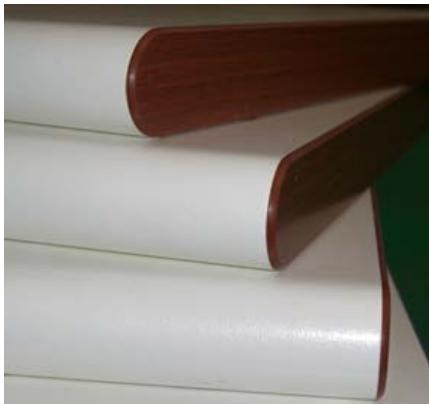


Figura 17. Bordatura post-forming

5.2 Bordatura lineare di superfici sagomate (soft forming)

La tecnica chiamata soft forming è impiegata per l'applicazione in continuo di bordi su supporti aventi un profilo sagomato.

I bordi, che per queste applicazioni devono essere caratterizzati da una certa flessibilità e da una buona resistenza meccanica, sono normalmente costituiti da tranciati supportati, da carte impregnate o da materiali plastici a basso spessore.

Il processo prevede normalmente l'applicazione dell'adesivo termofusibile sul retro del bordo da incollare o, in alternativa, è possibile anche l'impiego di bordi prespalmati.

La pressione è esercitata mediante una serie di rulli/sagome, disposti sequenzialmente con posizioni e orientamenti differenti, in modo tale da seguire il profilo lungo tutto il suo disegno.



Figura 18. Pannello MDF sagomato (Tipologia JPull) per applicazione soft-forming

5.3 Bordatura di elementi curvi con sistemi manuali

In questo caso l'applicazione del bordo sul pannello sagomato viene eseguita con pressione e avanzamento manuale del pannello.

5.4 Bordatura di pannelli sagomati con centri di lavoro (CNC)

Le bordatrici per elementi sagomati sono chiamate centri di lavoro, essendo controllate da sistemi computerizzati (computer numerical control) in grado di gestire in modo automatico tutte le fasi della lavorazione.

Questi sistemi sono costituiti da un piano di lavoro fisso, sul quale è collocato l'elemento da bordare, e da una testa mobile dotata dei vari utensili e dispositivi che svolgono le varie funzioni previste dal processo di bordatura.



Figura 19. Pannelli sagomati

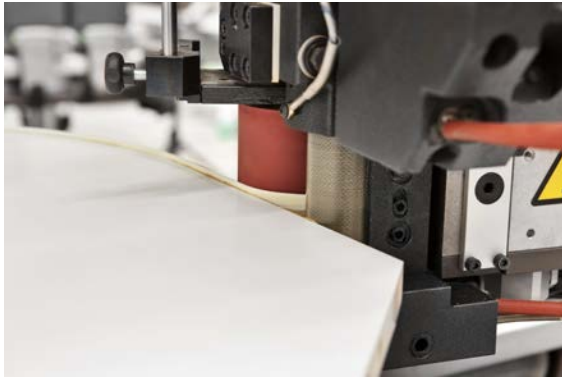


Figura 20. Bordatura con Centro di Lavoro (CNC)

5.5 Liquidi per il trattamento delle superfici e manutenzione delle bordatrici

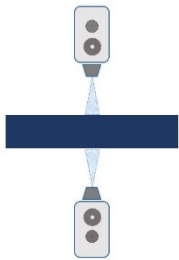


Figura 21. Bordo adeguatamente incollato

Il processo di bordatura può definirsi di alta qualità, quando al suo termine il bordo è perfettamente incollato al pannello, il manufatto è completamente pulito, privo di residui di adesivo e, quindi, pronto per le operazioni successive, senza ulteriori lavorazioni. La fuoriuscita dell'adesivo in eccesso dalla linea collante, oltre ad essere esteticamente sgradevole, è causa dell'incollaggio dei pannelli tra di loro una volta impilati a fine macchina, con conseguente perdita di tempo e di denaro per il loro rimaneggiamento e conseguente pulizia (rigorosamente manuale). Nel caso si tratti di normali adesivi termoplastici, possono essere rimossi facilmente con adeguati pulitori, mentre nel caso di HM-PUR la pulizia manuale potrebbe non essere sufficiente. Inoltre, i residui di adesivo non permettono agli utensili posizionati lungo la macchina di lavorare in modo corretto ed efficace. La soluzione a questo problema è rappresentata

dall'installazione di un sistema integrato alla macchina bordatrice.

Attraverso ugelli vengono erogati speciali liquidi, ognuno con specifiche caratteristiche tecniche e con determinate funzionalità (Agente Distaccante, Scivolante, Raffreddante/Antistatico e Pulente) che, combinati tra loro, permettono di ottenere una bordatura di alta qualità garantendo una totale ed efficace pulizia del pannello. Contestualmente alle loro naturali funzionalità, mantengono in perfetta efficienza tutte le parti della macchina a contatto con il pannello (copiatori, frese, eccetera), preservandoli dall'usura e dal deterioramento.



5.5.1 Ugelli

Sono sistemi di erogazione specificatamente ingegnerizzati che garantiscono una corretta applicazione dei liquidi e ne ottimizzano il consumo.

È fondamentale scegliere ugelli compatti, in grado di nebulizzare una minima e quasi impercettibile quantità di prodotto, costruiti con materiali durevoli e di alta qualità, di semplice manutenzione e che non temano polvere e sporco.

5.5.2 Liquidi

È doveroso puntualizzare che, a garanzia dell'efficacia prestazionale, oltre che a tutela e salvaguardia degli operatori, dei materiali, delle macchine, è necessario che i liquidi siano formulati con materie prime di qualità e siano rapidi nell'asciugatura, al fine di evitare residui di liquidi sul pannello. Inoltre, è molto importante che non contengano sostanze che compromettono la sicurezza degli ambienti di lavoro e l'integrità degli impianti.

Di seguito si riportano le caratteristiche delle varie tipologie di liquidi:

1. Agente **DISTACCANTE**: viene spruzzato prima della rettifica sul lato superiore e inferiore del pannello in prossimità della zona da bordare. Crea un film impercettibile, evitando che l'adesivo fuoriuscito dal giunto entri in contatto con il pannello.

2. Agente **SCIVOLANTE**: è utilizzato soprattutto per bordi con pellicola protettiva, oltre che per prevenire indesiderate graffiature sui bordi delicati. Mantiene gli utensili lubrificati e in perfetto stato. Se spruzzato sul primo rullo pressore, ad intervalli regolari, evita l'adesione dell'adesivo al rullo. Inoltre, l'agente scivolante viene trasferito, grazie all'avanzamento del bordo, su tutti i rulli pressori, mantenendoli puliti da eventuali residui di adesivo.

3. Agente **ANTISTATICO-RAFFREDDANTE**: viene spruzzato subito dopo l'ultimo rullo pressore e poco prima degli intestatori o dei rifilatori, direttamente sul filo adesivo e sul bordo. Ha la capacità di raffreddarli rapidamente e drasticamente, permettendo a frese e copiatori di lavorare senza il rischio di "impastarsi". La componente antistatica toglie la carica elettrostatica dai trucioli di bordo in fase di fresatura, cosicché non si attaccheranno più al pannello o ai copiatori.

4. Agente **PULENTE**: viene spruzzato prima del raschia-colla sul lato superiore e inferiore del pannello. Coadiuvato dal disco-panno aiuta ad asportare tutto ciò che resta dei liquidi spruzzati in precedenza ed eventuali minimi residui di adesivo ancora presenti sul pannello. Mantiene lubrificato il coltellino del raschia-colla e lucida il raggio del bordo uniformandolo alla superficie.

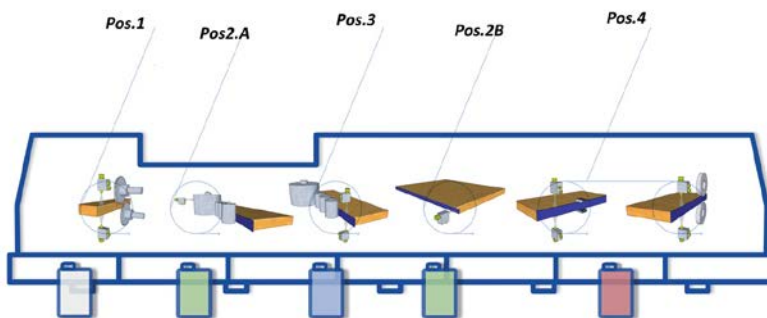


Figura 22. Posizionamento e funzione dei principali liquidi

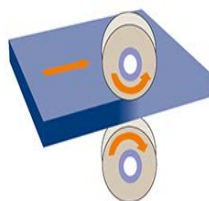
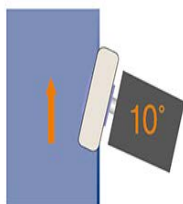
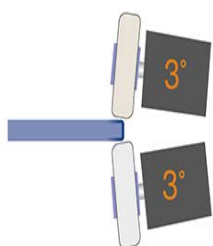
	Agente Distaccante Posizione nr. 1	Agente Scivolante Posizione nr. 2A + 2B	Agente Antistatico Posizione nr. 3	Agente Pulente Posizione nr. 4
Punto macchina	Prima della rettifica del pannello	2A: In corrispondenza dei rulli pressori 2B: come terzo ugello prima degli intestatori	subito dopo la zona di pressione e poco prima degli intestatori	Prima dei dischi panno/fibra e prima dei raschia colla (o raschietto piano)
Area di applicazione del liquido	Applicazione e in continuo di una minima quantità di prodotto nella parte superiore ed inferiore del pannello in prossimità della zona di bordatura	2A: Applicazione ad intervalli regolari su rullo pressore, scarpette, utensili 2B: lateralmente al bordo	Applicazione in continuo di una minima quantità di prodotto nella parte superiore ed inferiore del pannello, direttamente sul filo adesivo	Applicazione in continuo di una minima quantità di prodotto nella parte superiore ed inferiore del pannello, nell'area bordata
Proprietà	Evita che l'adesivo fuoriuscito dal giunto collante si attacchi al pannello	2A: Evita l'adesione dell'adesivo al rullo pressore e viene trasferito, grazie all'avanzamento del bordo, sui rulli, sulle scarpette e sugli utensili mantenendoli puliti e lubrificati ed evitando successive azioni di pulizia. 2B: Particolarmente indicato in presenza di bordi	Rapida e drastica riduzione della temperatura dell'adesivo evitando che le frese, i copiatori ed i tastatori si 'impastino'. La componente antistatica annulla la carica elettrostatica del bordo in fase di fresatura mantenendo rulli, copiatori e manufatti liberi da residui	Coadiuvato dalla successiva attività dei dischi panno, consente la totale asportazione di qualsiasi prodotto precedentemente applicato ed elimina gli eventuali residui di adesivo più persistenti. Permette, inoltre, la lucidatura del bordo, uniformandolo alla superficie

		delicati o con pellicola protettiva poiché ne evita il danneggiamento ed il distacco dovuti al contatto con copiatori tastatori ecc.		
--	--	--	--	--

DISCHI IN PANNO

I dischi di lucidatura in panno o in fibra, in **combinazione con l'agente pulente**, lucidano il raggio del bordo, così da renderlo omogeneo con la superficie e asportano qualsiasi residuo di adesivo, se ancora presente sul pannello.

Figura 23. Regolazione dei dischi panno/fibra per garantire la migliore efficacia



- Inclinati di circa 3° rispetto al piano (verticale)
- Inclinati di circa 10° rispetto alla linea del pannello
- 1400 giri/minuto (se possibile)
- Nessun brandeggio
- Senso di rotazione sincrono con l'avanzamento del pannello

5.6 Classificazione delle bordatrici lineari

Le bordatrici lineari rappresentano di gran lunga i sistemi più utilizzati nel settore dell'arredo, dato che le superfici laterali dei pannelli sono quasi sempre diritte e squadrate. Per tale motivo si sono sviluppati diversi sistemi più o meno complessi che possono in tal modo soddisfare le diverse esigenze produttive delle aziende di questo settore.

In linea di massima le bordatrici lineari si possono suddividere in:

- Bordatrici manuali
- Bordatrici automatiche:

- Per produzione continua di lotti (bordatura di lotti di pannelli di uguali dimensioni)

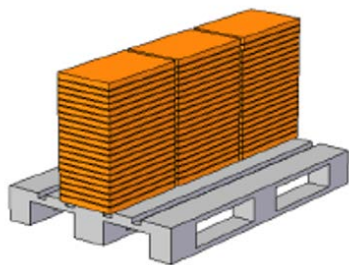


Figura 24. Bordatura di pannelli di dimensioni uguali

- Bordatrici doppie (doppia spalla)
- Squadrabordatrici doppie (doppia spalla)

Le differenze sostanziali tra una bordatrice doppia e una squadrabordatrice sono legate al modulo di squadro e alle velocità di lavoro:

- Squadrabordatrice:
Macchine ad alte velocità di lavoro e ad alta asportazione di materiale.
Il modulo di squadro comprende sia il doppio truciolatore che la rettifica, per garantire elevate asportazioni di materiale
- Bordatrice doppia
Macchina a velocità di lavoro più bassa e a bassa asportazione di materiale.
Il modulo di squadro comprende solo la rettifica

- Per produzione flessibile “ LOTTO UNO” per bordatura di pannelli con dimensioni differenti.

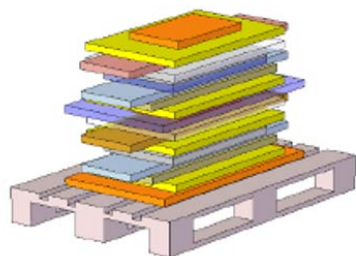


Figura 25. Bordatura di pannelli di dimensioni differenti

- Bordatrici monolaterali flessibili (monospalla)
- Squadrabordatrici monolaterali flessibili (monospalla)

Se alla bordatrice monolaterale viene aggiunto il modulo di squadra, si ha la squadrabordatrice monolaterale flessibile.

- Il Modulo di Squadro è un sistema costituito principalmente da:
 - Banco di introduzione con nottolini
 - Gruppi di asportazione materiale:
 - Doppio truciolatore
 - Rettifica

Una bordatrice “monospalla” è in grado di bordare un lato del pannello per ogni passaggio.

Per completare la lavorazione su quattro lati, la macchina necessita dunque di quattro passaggi. Una bordatrice “a doppia spalla” è, invece, in grado di bordare due lati del pannello per ogni passaggio. Per completare la lavorazione, la macchina necessita di due passaggi.

Le macchine “a doppia spalla” possono essere messe in linea per poter completare la lavorazione del pannello su quattro lati in un unico passaggio. In questi casi gli impianti sono costituiti da due stazioni di bordatura chiamate rispettivamente:

- Prima di linea: lavora solitamente il lato longitudinale del pannello
- Seconda di linea: lavora solitamente il lato trasversale del pannello.

Le bordatrici lineari sono corredate di un banco di introduzione del pannello dotato di un sistema di avanzamento del pannello (nottolini).

Mano a mano che il pannello avanza nella linea di bordatura, incontra una serie di gruppi operatori che vengono di seguito descritti.

5.6.1 Gruppi operatori

Affinché i gruppi operatori possano effettuare la lavorazione richiesta indipendentemente dalle variazioni dimensionali del pannello e del bordo, è necessario che essi siano dotati di un sistema di copiatura detto “brandeggio”, costituito da appositi meccanismi di movimento del gruppo che permettono di seguire il profilo dimensionale del pannello e del bordo.

Il brandeggio può essere definito come lo spostamento massimo nominale

che ciascun gruppo operatore è in grado di sostenere per rimanere aderente al sistema pannello/bordo. Il valore del brandeggio deve essere, pertanto, superiore alla tolleranza dimensionale dello spessore del bordo e di quello del pannello.

Ne consegue che quando le variazioni dimensionali del pannello o del bordo sono superiori al brandeggio, il gruppo non è in grado di spostarsi e di adattarsi ad esse (copiare) ed effettuare la lavorazione correttamente per tutta la lunghezza del pannello.

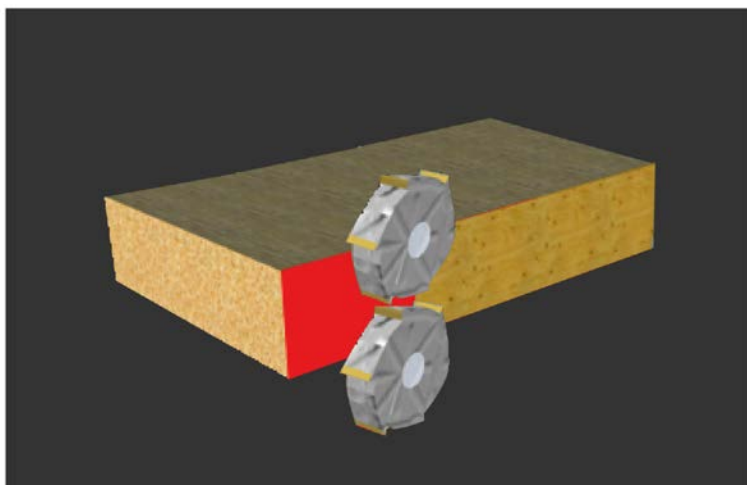
La forza di brandeggio è la forza con cui i copiatori spingono verso il pannello/bordo.

PARAMETRI CARATTERISTICI DEL SISTEMA DI COPIATURA

Tabella 28

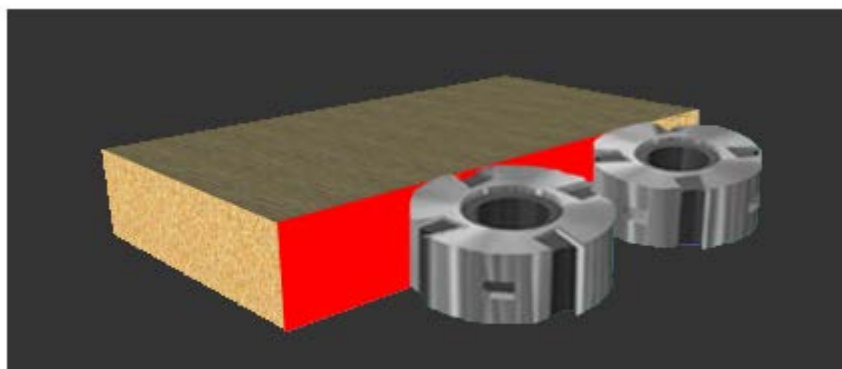
Parametro	Proprietà	Valore nominale di riferimento
Brandeggio	Deve poter compensare le tolleranze dimensionali di bordo e pannello	0,5 mm
Forza di brandeggio	Deve garantire il contatto dei copiatori su pannello/bordo	7-12 kg

5.6.1.1. Doppio truciolatore



Il doppio truciolatore è costituito da due motori orizzontali, ai quali sono agganciati degli utensili specifici in grado di asportare grandi quantità di materiale della superficie laterale del pannello in fase di squadratura.

5.6.1.2 Rettifica



La rettifica è costituita da due motori verticali con frese specifiche per piccole asportazioni di materiale della superficie laterale del pannello. La lavorazione della rettifica serve a rendere la superficie del pannello perfettamente liscia, in preparazione della successiva fase di incollaggio. Le rettifiche generalmente sono di 2 tipi:

- Senza copiatori



Figura 26. Rettifiche senza copiatori

Servono per la realizzazione dello squadro del pannello; non sono in grado di copiare il profilo del pannello.

- Con copiatori

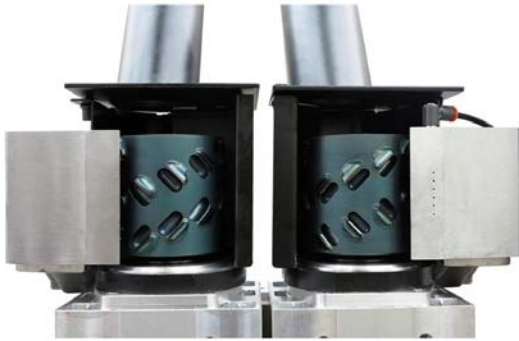


Figura 27. Rettifiche con copiatori

Non possono realizzare lo squadro del pannello, ma sono in grado di copiare il profilo del pannello.

La scelta della rettifica avviene in base al processo di lavorazione del mobile e alla tipologia di macchina.

Esempio:

- Nesting → pannello squadrato → bordatrice monolaterale flessibile → rettifica con copiatori (per asportare materiale copiando lo squadro del pannello)
- Sezionatura → pannello non squadrato → Squadrabordatrice monolaterale flessibile → rettifica senza copiatori (per asportare materiale e realizzare lo squadro)

Anche gli utensili generalmente sono di due tipi:

- Simmetrici

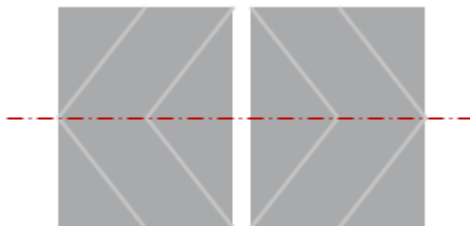


Figura 28. Utensili simmetrici

Questi utensili hanno l'orientamento dei coltelli speculare e l'asse che identifica l'inversione di inclinazione dei taglienti è un asse di

simmetria (nel centro della fresa).

L'asse di simmetria deve coincidere con il centro del pannello.

La regolazione della posizione dell'asse di simmetria va eseguita ogni volta che cambia l'altezza del pannello.

Questi utensili sono particolarmente consigliati per lavorazioni di pannelli postformati perché permettono di avere, per qualsiasi altezza del pannello stesso, le forze di taglio in direzione "entrante", evitando così problemi di scheggiatura nella zona postformata.

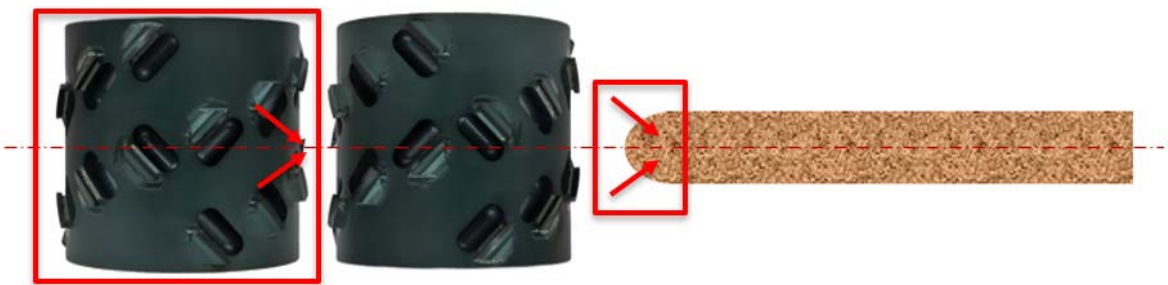


Figura 29. Utensili simmetrici per la lavorazione dei pannelli postformati

- Asimmetrici



Figura 30. Utensili asimmetrici

A differenza degli utensili simmetrici, l'asse che identifica l'inversione di inclinazione dei taglienti non è nel centro della fresa, ma molto più in basso.

Normalmente una fila di taglienti si trova sotto l'asse e tutti gli altri sono sopra.

Questi utensili non hanno bisogno della regolazione della posizione

dell'asse di simmetria (posizione fissa).

La durata dell'utensile è maggiore (usura minore nel tempo), ma hanno limitazioni di altezza dei pannelli postformati lavorabili.

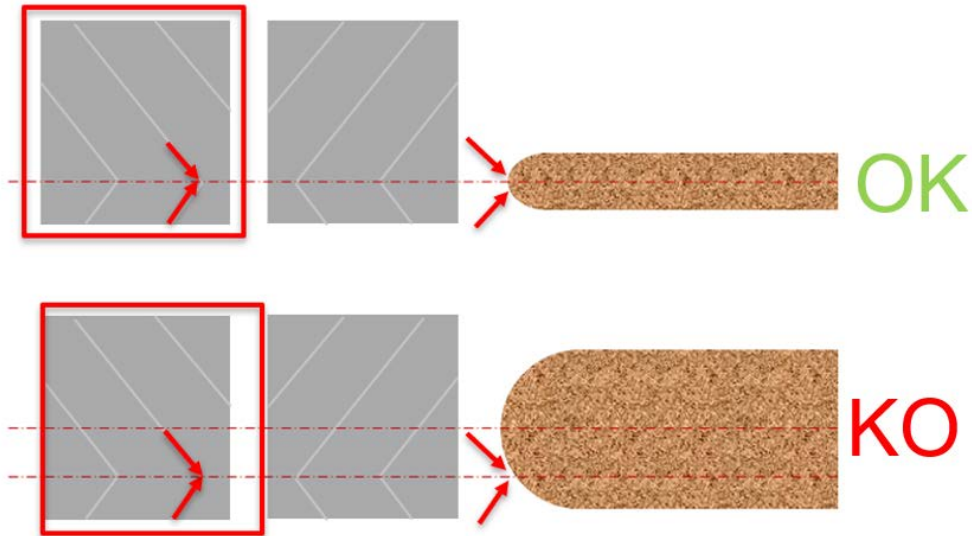


Figura 31. Utensili asimmetrici su pannelli postformati

PARAMETRI CARATTERISTICI DEL PROCESSO DI RETTIFICA DEL PANNELLO

Tabella 29

Parametro	Proprietà	Valore nominale di riferimento
Numero di taglienti dell'utensile (Z)	Devono garantire la linea di taglio perfettamente dritta	Z2 per velocità avanzamento ≤ 20 m/min Z3 per velocità avanzamento $20 < v \leq 30$ m/min Z4/Z6 per velocità avanzamento > 30 m/min

Il materiale con cui sono realizzati i taglienti è solitamente il diamante che può essere riaffilato più di una volta. Il numero di volte che una fresa può essere affilata dipende dalla sua composizione e dalla percentuale di polvere di diamante presente.

5.6.1.3 Incollatore

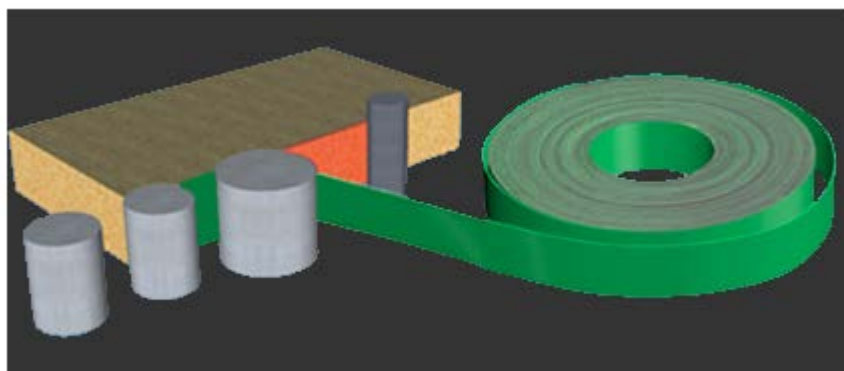


Figura 32. Gruppo incollatore

Il gruppo incollatore che comprende la zona di carico del bordo, l'applicazione dell'adesivo e la pressatura è il vero cuore della bordatrice, in quanto rappresenta il gruppo funzionale che permette l'incollaggio del bordo sul pannello.

Zona di carico bordo

La zona di carico del bordo può essere "singola", ovvero costituita da un piano portarotolo (bobina) e una pista di carico bordo oppure "multipla", quando è costituita da un magazzino portarotoli e molteplici piste di carico bordi (2 – 6 -12 – 24 – 48 – 96 posizioni). Questa seconda opzione consente sia di non interrompere la bordatura per il cambio della bobina qualora risultasse esaurita, sia di cambiare rapidamente la produzione (ad esempio il colore del bordo).

Dispositivo di applicazione dell'adesivo

Per ciò che riguarda il sistema di incollaggio, il gruppo incollatore può essere dotato di uno dei seguenti dispositivi per l'applicazione dell'adesivo:

- a. Rullo spalmatore



Figura 33. Rullo spalmatore alimentato da vasca (dal basso)



Figura 34. Rullo spalmatore alimentato dall'alto

- Il rullo può essere liscio o godronato (zigrinato).
 La profondità della godronatura è variabile ed è scelta in funzione dell'adesivo da applicare e della velocità di lavoro della macchina.
 Per gli adesivi poliuretanici la godronatura è normalmente meno profonda rispetto a quella adottata per adesivi EVA e PO, in quanto la quantità applicata è inferiore.
 Possono essere indicati i seguenti valori:
- o la godronatura per adesivi HMPUR permette di applicare quantità comprese tra i 90 e i 150 g/m²
 - o la godronatura per adesivi EVA/PO permette di applicare quantità

comprese tra i 150 e i 300 g/m².

La quantità di adesivo da spalmare sul pannello è regolata dall'apertura di un dispositivo chiamato "racla" che può essere regolato manualmente o automaticamente (controllo numerico).

b. Slot

Lo slot è un sistema di spalmatura dell'adesivo "on demand" dotato di una racla regolabile e alimentato da un fusore esterno.

Il sistema slot viene principalmente utilizzato con gli adesivi HMPUR e garantisce una spalmatura di uno strato di adesivo sottile e omogeneo.

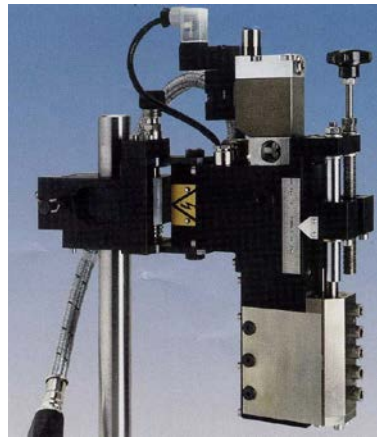


Figura 35. Slot

I sistemi di incollaggio tradizionali sia con rullo, sia con slot possono essere provvisti di un prefusore, con lo scopo di disporre sempre dell'adesivo pronto alla temperatura di utilizzo.

I prefusori possono essere applicati direttamente sopra la vasca/testina contenente l'adesivo, oppure possono essere sistemi esterni alla macchina.

Nell'ultimo caso l'adesivo arriva alla vasca/testina tramite tubi riscaldati.

Sistema di incollaggio a trasferimento energetico

Gli incollatori a trasferimento energetico permettono l'incollaggio senza l'aggiunta di adesivo in fase di applicazione del bordo e il risultato estetico è a "fuga zero".

I bordi utilizzati con questa tecnologia sono caratterizzati da uno strato funzionale adesivo, detto "Layer Funzionale", che viene fuso da una fonte energetica e, successivamente, pressato al pannello.

Le fonti energetiche utilizzate possono essere molteplici.

Le più comuni sono:

- Laser (diodi)

Il principio fisico richiama le leggi dell'ottica, in cui il raggio di luce incidente sul retro del bordo è costituito da un fascio di luce laser coerente. Una parte del raggio viene riflessa e diffusa, una parte attraversa la materia e una parte viene "assorbita", trasformandosi in calore, consentendo in tal modo la fusione istantanea del polimero. Essendo il polimero trasparente, per il laser si utilizzano degli assorbitori che consentono di limitare le potenze necessarie al processo.

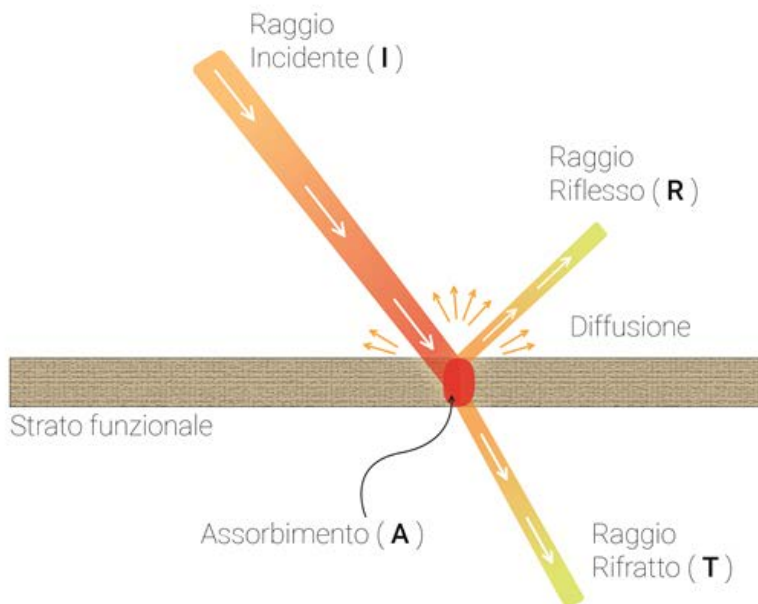


Figura 36. Schematizzazione dell'interazione tra raggio laser e bordo

- **Aria Calda**

Le bordatrici ad aria calda hanno lo stesso funzionamento di quelle con il laser, con la differenza che il retro del bordo viene fuso attraverso soffiatori ad aria calda. Per questo motivo nel bordo non è necessaria la presenza di attivatori come per la tecnologia laser.

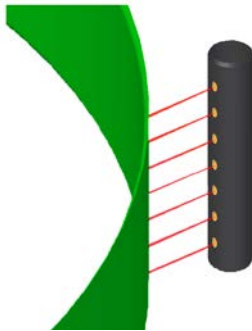


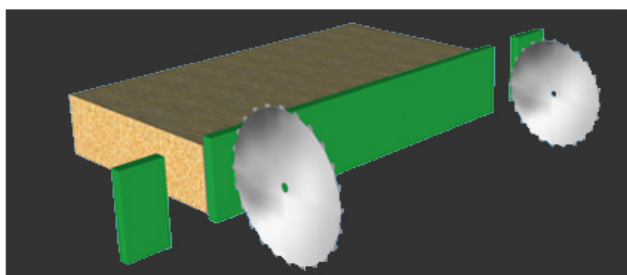
Figura 37. Schematizzazione del funzionamento del soffiatore ad aria calda

Rulli pressori

Nella bordatura di pannelli dritti, nella zona dei rulli pressori, è sempre presente un primo rullo cilindrico di grosse dimensioni seguito da rulli conici di diametro ridotto che pressano il bordo al pannello. La pressione esercitata dai rulli può essere a molla o pneumatica, regolata sulla base dello spessore del bordo. Per bordi fino ad 1 mm si esercita una pressione indicativa di circa 3 bar, mentre per bordi con spessore maggiore di 2 mm la pressione indicativa è di circa 5 ÷ 6 bar. Anche con i masselli di legno si applica una pressione superiore ai 5 bar.

La pressione per i bordi di alto spessore (maggiore di 1.5 mm) può essere ridotta a 3,5 ÷ 4 bar se la temperatura della linea collante immediatamente prima del rullo pressore è superiore di almeno 20 °C rispetto al punto di rammollimento (Ring & Ball) dell'adesivo impiegato. In caso di macchine a doppia spalla possono essere impiegate pressioni anche maggiori dei 5 bar nominali.

5.6.1.4 Intestatore



È un gruppo costituito da uno o due motori, con rispettive lame per il taglio dell'eccedenza di bordo anteriore e posteriore. Le lame sono in grado di tagliare sia i bordi in rotolo che i masselli di vario spessore.

PARAMETRI CARATTERISTICI DEL PROCESSO DI INTESTATURA

Tabella 30

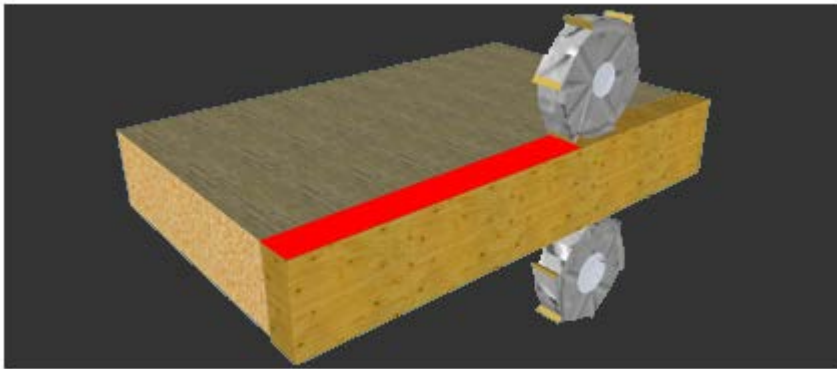
Lato del pannello	Bordo		
	Sottile	Spessore	Massello
Longitudinale	Angolo inclinazione lame = 1° circa Taglio a filo pannello (no eccedenza di bordo)	Angolo inclinazione lame = 1° circa Taglio a filo pannello (no eccedenza di bordo)	Angolo inclinazione lame pari a 1° circa Taglio a filo pannello (no eccedenza di bordo)
Trasversale	Angolo inclinazione lame = 15° circa Taglio a filo pannello (no eccedenza di bordo)	Angolo inclinazione lame indifferente Taglio con Eccedenza di bordo (serve materiale alla successiva lavorazione con arrotondatore)	Angolo inclinazione lame pari a 1° circa Taglio a filo pannello (no eccedenza di bordo)

5.6.1.5 Refilatore sovrapposto (sgrossatore)

Il gruppo effettua una lavorazione di sgrossatura nel caso dell'applicazione di bordi in rotolo e una lavorazione di finitura nel caso di bordi di legno massello. Il gruppo rifilatore è costituito da due motori orizzontali dotati di utensili specifici in grado di asportare l'eccedenza di bordo superiore e inferiore.

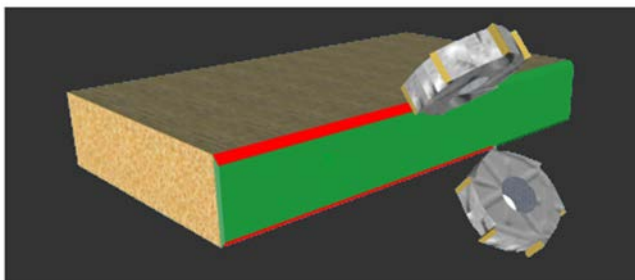
La quantità di materiale residuo è funzione del bordo:

- Bordo in legno massello: lavorazione a filo pannello → eccedenza di bordo superiore = eccedenza di bordo inferiore = 0 mm (praticamente nulla)
- Bordo in rotolo: lavorazione con eccedenza → eccedenza di bordo superiore = eccedenza di bordo inferiore = circa 2 mm



Un'eccedenza di 2 mm può essere considerata valore ottimale per la lavorazione successiva effettuata dallo spigolatore.

5.6.1.6 Spigolatore



Questo gruppo, posto immediatamente dopo il rifilatore, effettua una lavorazione di finitura nel caso di bordi sottili (normalmente fino a 0,5 mm di spessore) mentre con bordi di spessore maggiore (normalmente da 0,6 mm a 3 mm) la lavorazione di finitura viene eseguita successivamente dal

gruppo raschiabordo.

Il gruppo spigolatore è costituito da due motori orizzontali con utensili specifici in grado di asportare l'eccedenza di bordo superiore e inferiore. La quantità di materiale residuo deve essere quella ottimale, ovvero 0,2 mm, per la lavorazione successiva effettuata dal gruppo raschiabordo.

PARAMETRI CARATTERISTICI DEL PROCESSO DI SPIGOLATURA DEL PANNELLO

Tabella 31

Parametro	Proprietà	Valore Nominale di Riferimento
Numero di taglienti dell'utensile (Z)	Minimizzare la dimensione dell'effetto di martellatura provocato dal taglio dell'utensile. Le martellature in bordatura sono comunemente dette "battute"	Z3 per velocità avanzamento ≤ 12 m/min Z3/Z4 per velocità avanzamento $12 < v \leq 25$ m/min Z6 per velocità avanzamento > 25 m/min

Il materiale con cui sono realizzati i taglienti può essere Widia (Wie Diamant) che consiste in particelle dure di carburo di tungsteno inglobate in una matrice metallica o Diamante.

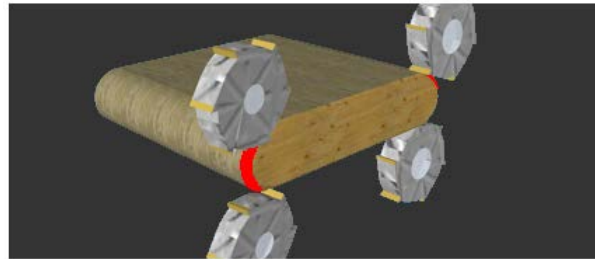
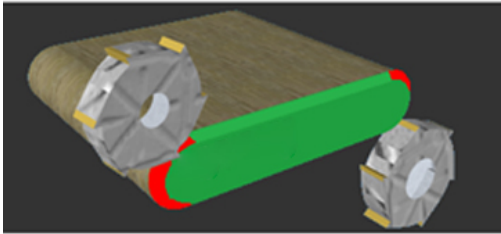
Solitamente i taglienti al Widia sono ad inserti. Quando sono usurati, i taglienti vengono sostituiti con nuovi, utilizzando sempre lo stesso corpo fresa. I taglienti al diamante sono saldobrasati e, quando usurati, possono essere riaffilati dall'utensiliere.

Il numero di volte che una fresa può essere affilata dipende dalla quantità di diamante in essa contenuta.

Normalmente la qualità di spigolatura di un utensile con taglienti saldobrasati al diamante è migliore rispetto ad un utensile con taglienti ad inserti al widia.

Anche la durata dell'affilatura di un utensile al diamante è maggiore rispetto a quella dell'utensile al widia.

5.6.1.7 Arrotondatore



Il gruppo effettua una lavorazione di finitura con bordi in rotolo. L'arrotondatore può essere costituito da uno, due o quattro motori con frese dedicate che vanno ad asportare materiale ai quattro angoli del pannello, nella zona dello spigolo vivo del bordo che risulta, pertanto, arrotondato al termine della lavorazione.

Tutti i bordi polimerici possono essere lavorati con uno o due motori. Per non scheggiare il materiale, i bordi in legno necessitano di essere invece lavorati con quattro motori, uno per ogni angolo ed il senso di rotazione è quello che tende a spingere il materiale verso il pannello.

PARAMETRI CARATTERISTICI DEL PROCESSO DI ARROTONDATURA DEL PANNELLO

Tabella 32

Parametro	Proprietà	Valore Nominale di Riferimento
Numero di taglienti dell'utensile (Z)	Minimizzare la dimensione dell'effetto di martellatura provocato dal taglio dell'utensile. Le martellature in bordatura sono comunemente dette "battute"	Z3 per velocità avanzamento ≤ 12 m/min Z3/Z4 per velocità avanzamento $12 < v \leq 25$ m/min Z6 per velocità avanzamento > 25 m/min

Il materiale dei taglienti può essere Widia o Diamante.

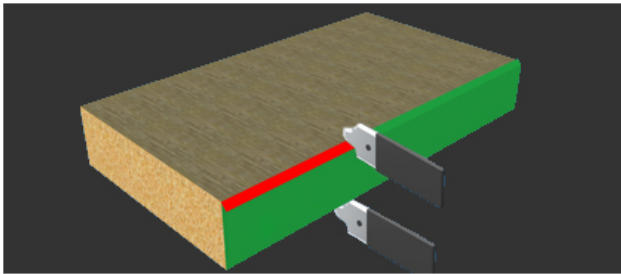
Solitamente i taglienti al Widia sono ad inserti. Quando sono usurati, i taglienti vengono sostituiti con nuovi, utilizzando sempre lo stesso corpo fresa.

I taglienti al diamante sono saldobrasati e, quando usurati, possono essere riaffilati dall'utensiliere. Il numero di volte che una fresa può essere affilata dipende dalla quantità di diamante in essa contenuta.

Normalmente la qualità di spigolatura di un utensile con taglienti saldobrasati al diamante è migliore rispetto ad un utensile con taglienti ad inserti al widia.

Anche la durata dell'affilatura di un utensile al diamante è maggiore rispetto a quella dell'utensile al widia.

5.6.1.8 Raschiabordo



Il gruppo raschiabordo effettua una lavorazione di finitura, nel caso di bordi in rotolo. È costituito da due coltellini in grado di raschiare l'eccedenza di bordo superiore e inferiore lasciata in precedenza dallo spigolatore. Al termine della lavorazione, la superficie del bordo raschiato risulterà raggiata e perfettamente liscia e non si avrà più eccedenza di bordo rispetto al pannello.

Come effetto negativo, il coltellino del raschiabordo tende a “sbiancare” il bordo durante il taglio (lavorazione a filo pannello).

La “raggiatura” è il profilo che il coltello realizza sul bordo.

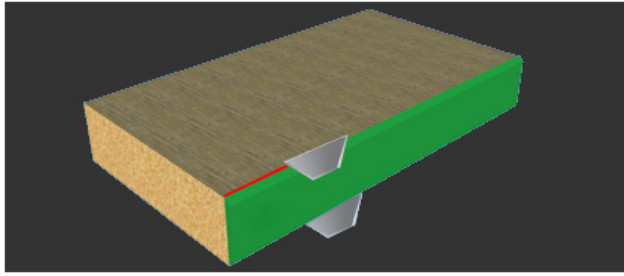
La raggiatura è il risultato della posizione relativa tra il copiatore laterale e l'utensile.

Muovendo la posizione del copiatore laterale, si possono quindi realizzare

raggiature più o meno ampie.

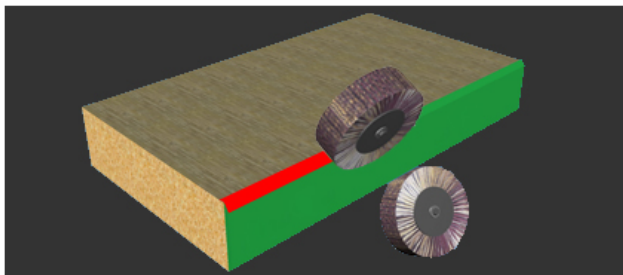
Il materiale con cui sono realizzati i taglienti può essere Widia o Diamante. La durata dell'affilatura di un utensile al diamante è maggiore rispetto a quella dell'utensile al widia.

5.6.1.9 Raschiacolla



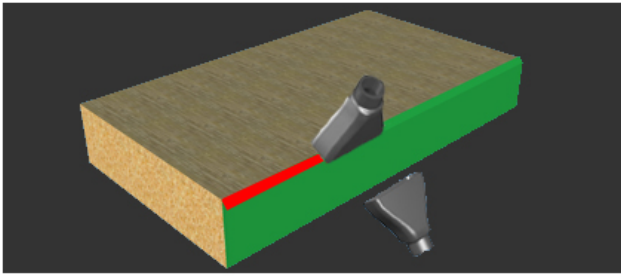
Il gruppo effettua una lavorazione di finitura nel caso di applicazione di bordi in rotolo. È costituito da due lamelle in grado di asportare l'adesivo in eccesso presente alle estremità superiore ed inferiore del bordo.

5.6.1.10 Spazzole



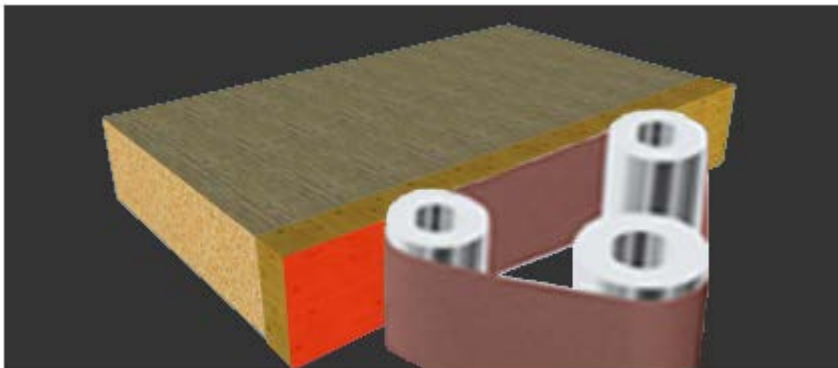
Il gruppo effettua una lavorazione di finitura, nel caso dell'applicazione di bordi in rotolo. È costituito da due motori dotati di apposite spazzole che, unite al liquido pulente, effettuano la pulizia e la lucidatura delle superfici lavorate dai precedenti gruppi funzionali.

5.6.1.11 Riscaldatori ad aria (Phon)



Il gruppo effettua una lavorazione di finitura nel caso di bordi in rotolo costituiti da materiale polimerico. È caratterizzato da due elementi riscaldanti, tipicamente ad aria calda, che tramite il calore ravvivano il colore del bordo e tendono ad annullare l'effetto di sbiancamento eventualmente causato dal raschiabordo.

5.6.1.12 Levigatore



Il gruppo effettua una lavorazione di finitura dei bordi di legno. Il gruppo è costituito da più motori e carta abrasiva per effettuare la levigatura della superficie frontale del bordo.

6. Controllo qualità su pannelli bordati

Di seguito vengono elencati i metodi di prova e i relativi requisiti prescritti per la valutazione dell'incollaggio del manufatto finito. Sono stati separatamente considerati i metodi utilizzabili in produzione e quelli eseguibili in laboratorio.

6.1 Valutazione dell'incollaggio a fine linea

Non esiste un metodo normato per la valutazione dell'incollaggio dei bordi a fine linea.

Il metodo più utilizzato, anche se empirico, è di tipo visivo e permette, in alcuni casi, di dare una valutazione indicativa della bontà dell'incollaggio dopo aver forzatamente rimosso il bordo dal pannello.

Come detto, la valutazione è di tipo visivo e si basa sulla quantità di asportato.

Ovviamente la valutazione è possibile solo con alcune tipologie di supporti (ad esempio pannelli di particelle) e di bordi (ad esempio i bordi plastici).

A titolo di esempio, nella foto qui riportata vengono rappresentati tre differenti casi conseguenti all'impiego di questa metodologia. A sinistra si evidenzia un incollaggio non sufficiente, al centro un incollaggio sufficiente e a destra un incollaggio adeguato.



Figura 38. Valutazione dell'incollaggio: non sufficiente (sinistra), sufficiente (centro), adeguato (destra)

Nel caso degli adesivi termofusibili non reattivi e di bordi riattivabili con tecnologia laser/aria calda, la valutazione viene effettuata generalmente condizionando preventivamente i provini a 23°C, 50 % di umidità relativa per 24 h.

Nel caso, invece, degli adesivi termofusibili reattivi è consigliabile effettuare un primo test a fine linea, per avere una stima della presa iniziale, e un

secondo test al termine della reticolazione (generalmente dopo 3 - 7 giorni), condizionando i provini a temperatura e umidità costante (23°C , 50 % di umidità relativa).

Una seconda metodica utilizzata in produzione fornisce risultati quantitativi impiegando un dinamometro portatile, come raffigurato nella successiva immagine. Si misura la resistenza dell'incollaggio, ad una forza di progressiva intensità applicata su un lembo del bordo preventivamente staccato e posizionato a 90° rispetto al pannello. Non esiste attualmente alcun valore di riferimento, anche perché questo dato dipende molto dalla tipologia e dalle caratteristiche del pannello, oltre che dalla tipologia del bordo. Il metodo può servire come controllo qualità, o per la selezione delle materie prime e dei processi produttivi. In tal caso è possibile procedere ad un confronto dei risultati derivanti dalla prova, variando un parametro alla volta tra i materiali (ad esempio: bordi, adesivi o pannelli) o i processi.



Figura 39. Dinamometro portatile per la determinazione della forza di peeling sul bordo

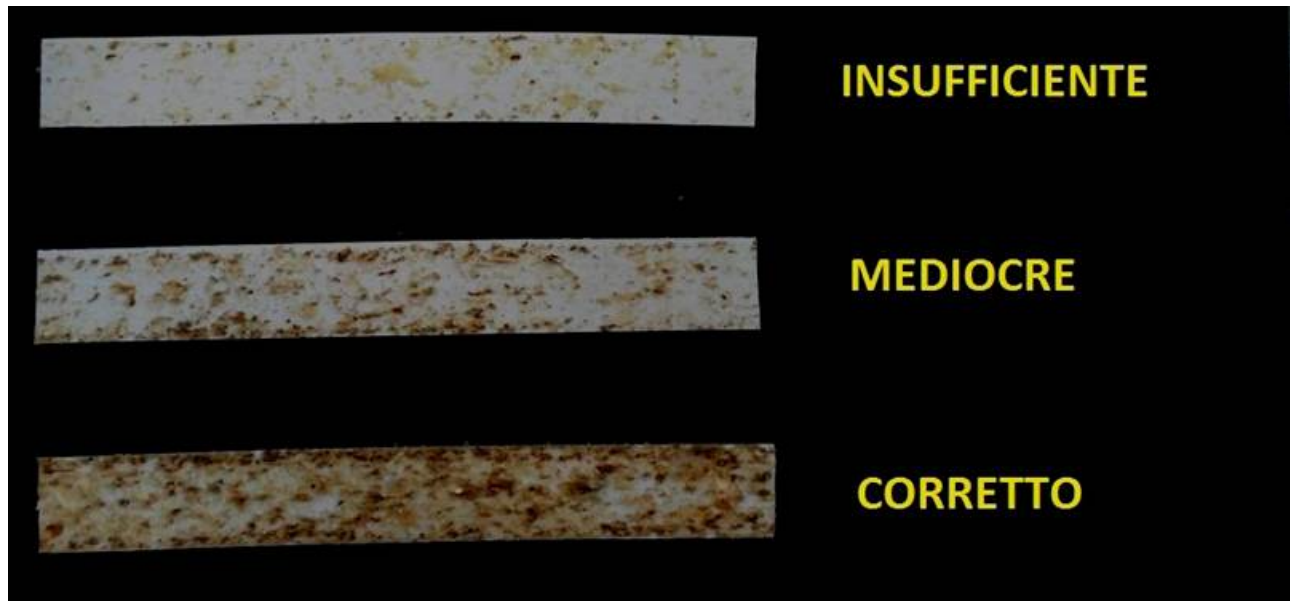


Figura 40. Valutazione visiva dell'asportato dopo la prova di peeling

6.2 Valutazione dell'incollaggio con prove di laboratorio

6.2.1 Prova di adesione (UNI 9240)

Per verificare la tenuta del bordo al pannello, ovvero la forza adesiva e coesiva dell'incollaggio eseguito, può essere eseguita la prova di strappo verificando la forza necessaria per scollare il bordo dal pannello.

La prova viene eseguita facendo inizialmente aderire dei cilindri metallici sulla superficie in prova.

Successivamente questi cilindri sono sottoposti ad uno sforzo di trazione con un dinamometro, fino al loro strappo dal supporto.

Non esistono valori ufficiali di riferimento ma, generalmente, il risultato è considerato positivo con valori di carico di almeno $1,2 \text{ N/mm}^2$. Oltre alla forza necessaria, si valuta anche l'effetto provocato da tale sollecitazione sull'incollaggio. Laddove l'adesivo si distacchi completamente da una delle due superfici, l'effettiva efficacia dell'adesione va attentamente considerata.

La presenza di asportato, seppur minima, è normalmente considerata come un risultato positivo, specie nel caso dei pannelli di particelle.

Questo tipo di prova può anche essere abbinata ad un preventivo ciclo d'invecchiamento (condizionamento in ambienti caldi e freddi) dei provini.

UNI 9240:1987

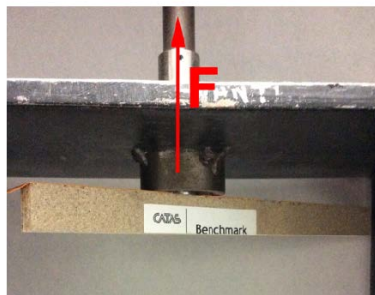


Figura 41. Prova di adesione – norma UNI 9240



Figura 42. Prova di adesione

6.2.2 Prova di peeling

Per valutare l'incollaggio di un bordo al pannello, è possibile ricorrere alla prova di peeling, anche se non esiste una norma tecnica specifica per la bordatura. Si può fare ricorso, per analogia, al metodo descritto dalla norma EN 28510 “Adhesives. Peel test for a flexible-bonded-to-rigid test specimen assembly. 90°”.

La prova di peeling può risultare efficace, soprattutto nel caso di bordi in materiale plastico.

La metodologia è analoga a quella già descritta al punto 6.1, a condizione di disporre di adeguati strumenti di laboratorio.

Ovviamente la prova deve essere eseguita solo dopo il completo indurimento dell'adesivo che, nel caso di quelli a base isocianica, può richiedere più giorni.

Il risultato della prova di peeling può essere considerato positivo con un valore di almeno 1 N/mm. Come per la prova precedente, la presenza di

asportato sul retro del bordo che viene strappato nel corso della prova è considerato un indice positivo nel caso dei pannelli di particelle.

Prova di distacco, peeling a 90°

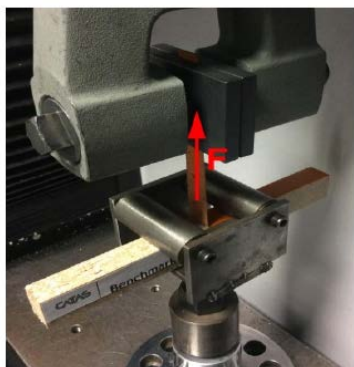


Figura 43. Esecuzione della prova di peeling a 90°

Prova di distacco, peeling a 90



Figura 44. Bordi dopo la prova di peeling a 90°

6.2.3 Resistenza dei bordi al calore secondo norma UNI 9242

Il metodo prevede di inserire inizialmente il campione in prova all'interno di una stufa ventilata a 40°C per 4 ore. Al termine di questo periodo l'incollaggio è esaminato e, in caso non vi siano alterazioni, la prova prosegue innalzando la temperatura della stufa di 10 gradi.

La procedura stabilisce di procedere sino alla temperatura massima di 90°C o di interromperla alla temperatura a cui si osserva, comunque, un difetto d'incollaggio.

Il presente manuale stabilisce che la verifica dell'incollaggio è soddisfatta se si raggiungono almeno i 70°C senza osservare alcun difetto nell'incollaggio del bordo al pannello (valutazione 5 a 70°C).



Figura 45. Prova di resistenza dei bordi al calore

6.2.4 Resistenza dei bordi all'acqua secondo la norma UNI 10460

Tale metodo stabilisce come valutare l'effetto del contatto occasionale dell'acqua con i bordi applicati ai pannelli. La procedura prevede che la superficie bordata di un pannello sfiori delle spugne imbevute di acqua per un certo tempo. Al termine del periodo di prova previsto, si valutano eventuali alterazioni del campione quali rigonfiamenti e distacchi.

Il presente manuale prescrive che il campione provato debba raggiungere, o superare, i 60 minuti di prova senza evidenziare alcun difetto (livello 3).



Figura 46. Prova di resistenza dei bordi all'acqua

6.2.5 Resistenza dei bordi al vapore AMK-MB-005 Mod. 1

Salvo specifici metodi stabiliti da capitolati di aziende, non esistono attualmente norme specifiche che prevedano questo tipo di sollecitazione. Il presente manuale prende quindi come riferimento il capitolato dell'associazione tedesca AMK (Arbeitsgemeinschaft Die Moderne Küche) riguardante le antine per cucine.

Il metodo AMK-MB-005 Mod. 1 prevede l'esposizione al vapore acqueo dei campioni bordati in determinate condizioni di prova.

Il presente manuale stabilisce che, per mobili da destinare ad ambienti umidi come bagni e cucine, è opportuno effettuare una prova che comprenda 3 cicli consecutivi da 30 minuti ciascuno, secondo la procedura prevista dal capitolato, senza l'evidenza di alcun genere di difetto al termine della prova.

6.2.6 Resistenza dei bordi a variazioni climatiche AMK-MB-005 Mod. 5

Non esistendo, attualmente, norme specifiche che prevedano questo tipo di sollecitazione, il presente manuale prende come riferimento il capitolato dell'associazione tedesca AMK (Arbeitsgemeinschaft Die Moderne Küche) riguardante le antine per cucine. Il metodo AMK-MB-005 Mod. 5 stabilisce di esporre i campioni bordati a un determinato ciclo igrotermico all'interno di una camera climatica definendo, per ciascuno dei 3 step previsti da ogni ciclo, i tempi, le temperature e le umidità relative all'interno dell'ambiente di prova.

Il presente manuale stabilisce che, per mobili da destinare ad ambienti umidi come bagni e cucine, è opportuno effettuare una prova che comprenda 10 cicli consecutivi, senza l'evidenza di difetti al termine della prova.

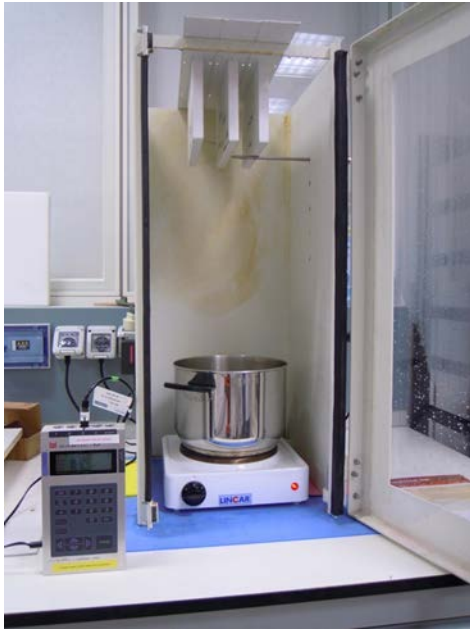


Figura 47. Metodo AMK



Figura 48. Metodo secondo capitolato di un produttore di mobili

7. Problematiche associate al processo di bordatura

Le problematiche associate ai processi di bordatura possono essere molteplici. Sia i sistemi tradizionali, sia i più innovativi sistemi di incollaggio a trasferimento energetico possono essere oggetto di problematiche a causa di un non corretto utilizzo e/o manutenzione.

7.1 Sistema tradizionale di incollaggio

7.1.1 Pulizia e revisione del gruppo incollaggio

I sistemi tradizionali di incollaggio sono costituiti generalmente da un prefusore e/o da una vasca/testina adesivo.

Prefusore

Il prefusore solitamente può essere oggetto delle seguenti problematiche:

- Incrostazioni di adesivo

- Possibilità di inclusione di truciolo asportato dalla rettifica
- Adesivo esausto o bruciato
- Trattamento antiaderente esausto per i prefusori con adesivo HM PUR



Figura 49. Esempio di prefusore non pulito

Cosa controllare dopo la revisione

Dopo aver revisionato il prefusore è buona norma verificare la reale temperatura di fusione dell'adesivo, mediante l'utilizzo delle sonde ad immersione.



Figura 50. Sonda ad immersione



Figura 51. Pannello di controllo del fusore

La temperatura dell'adesivo misurata dalla sonda deve corrispondere ai parametri software visualizzabili sul pannello di controllo del fusore e/o sull'interfaccia di controllo della macchina.



Figura 52. Parametri di fusione sul controllo della bordatrice

In alternativa alla sonda ad immersione, si possono utilizzare appositi termometri ad infrarossi o le più sofisticate termocamere.

Con tali strumenti non si misura, però, la temperatura reale dell'adesivo, ma la temperatura delle zone del fusore dove avviene la fusione (griglia di fusione, resistenze).



Figura 53. Termometro ad infrarossi su testina dell'adesivo

Di seguito è riportata la procedura per l'utilizzo di un termometro con puntatore laser

Il termometro ad infrarossi rileva la temperatura su una media della superficie a seconda della distanza del sensore (25@100 significa che a una

distanza di 100 mm rilevo la temperatura di una zona circolare di diametro di 25 mm) dalla superficie da rilevare.

Il termometro è corredato anche da un indicatore laser, che non sempre corrisponde alla zona di rilevamento (leggere le istruzioni per un corretto utilizzo).

Come usare il termometro a infrarossi

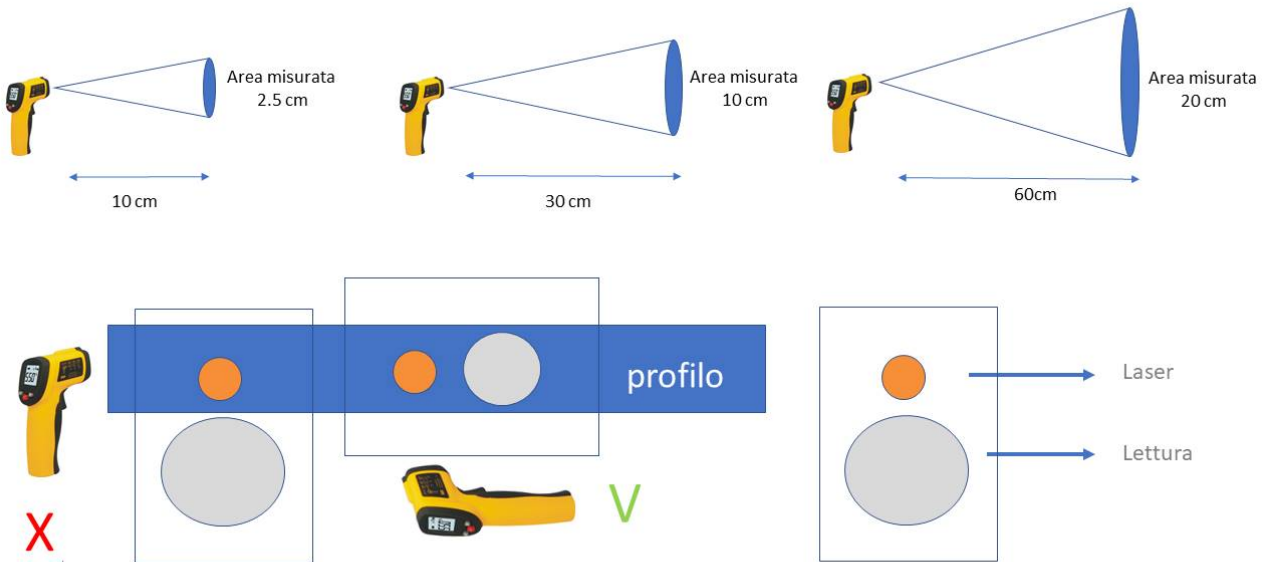


Figura 54. Procedura per l'utilizzo di un termometro con puntatore laser

Se la temperatura dell'adesivo all'interno del prefusore è troppo alta si rischia di modificare le proprietà di incollaggio dell'adesivo, fino alla bruciatura dello stesso.

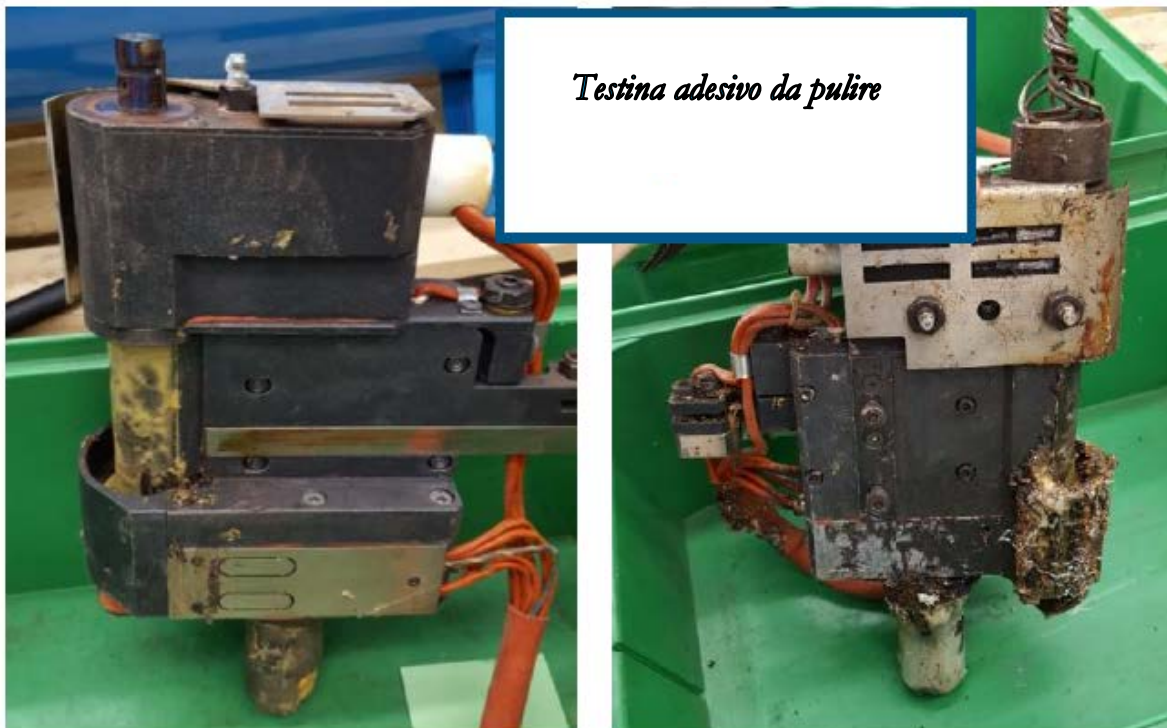
Se la temperatura dell'adesivo invece è troppo bassa, si rischia che il fusore non riesca ad alimentare sufficientemente il rullo della vasca/testina.

Vasca/Testina

La vasca/testina solitamente può essere oggetto delle seguenti problematiche:

- Incrostazioni di adesivo

- Inclusioni di truciolo asportato dalla rettifica
- Adesivo esausto o bruciato
- Trattamento antiaderente esausto



Cosa controllare dopo la revisione

Dopo aver revisionato la vasca/testina è buona norma verificare la reale temperatura di fusione dell'adesivo.

Si può fare utilizzando delle sonde ad immersione.

La temperatura dell'adesivo misurata dalla sonda deve corrispondere ai valori software visualizzabili sull'interfaccia di controllo della macchina.



Figura 55. Termometro ad immersione per controllo temperatura dell'adesivo fuso

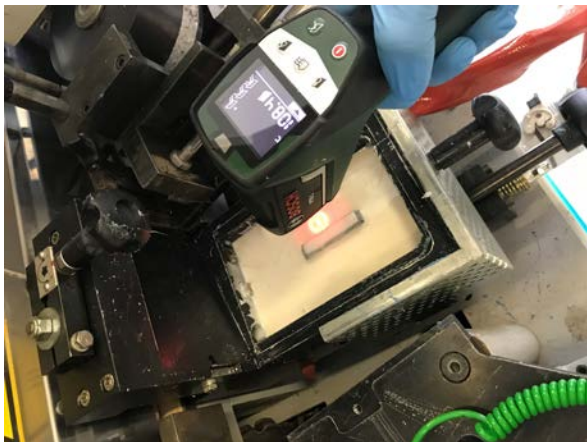


Figura 56. Termometro a infrarossi per controllo della temperatura in superficie (non idoneo per controlli in profondità)



Figura 57. Temperatura impostata



Figura 58. Temperatura rilevata: differenza tra termometro a immersione e termometro a infrarossi



Figura 59. Pannello operativo di una bordatrice

Se non si ha a disposizione una sonda ad immersione, si possono utilizzare appositi termometri ad infrarossi, o le più sofisticate termocamere. Con tali strumenti si riescono a misurare solo la temperatura superficiale dell'adesivo all'interno della vasca/testina e la temperatura dell'adesivo sul rullo applicatore.

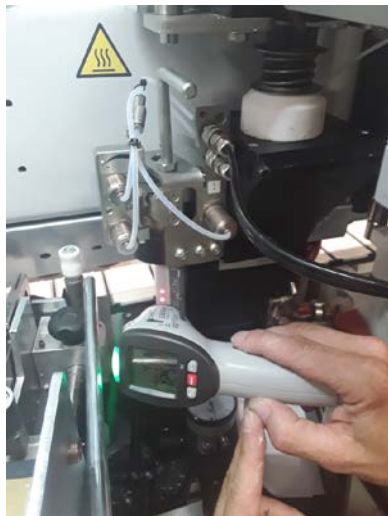


Figura 60. Termometro a infrarossi sul rullo applicatore

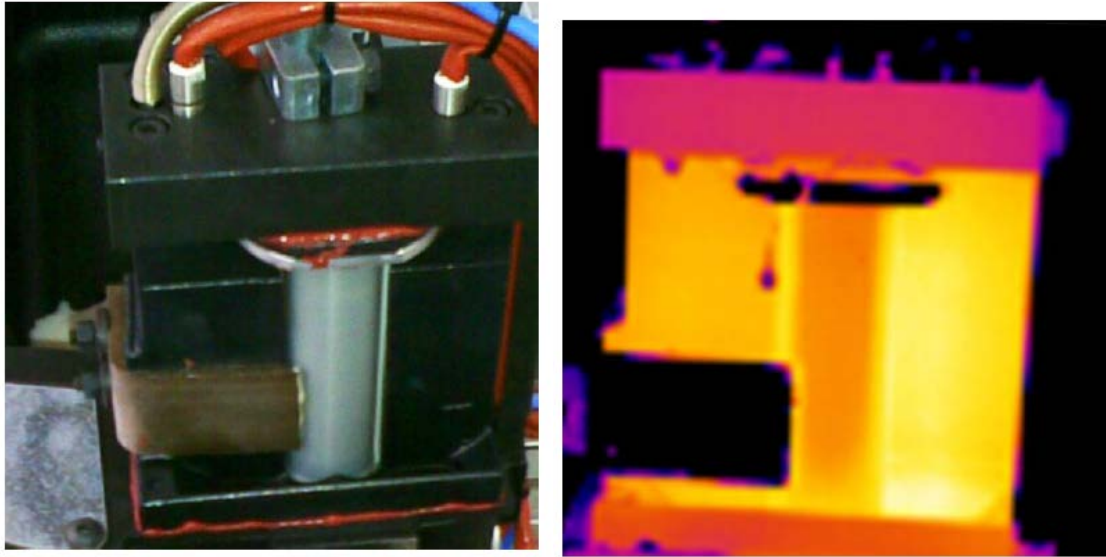


Figura 61. Immagine del rullo: a sinistra in scala di grigi; a destra termografica

Se la temperatura dell'adesivo all'interno della vasca/testina è troppo alta, si rischia di modificare le proprietà di incollaggio dell'adesivo fino alla bruciatura dello stesso.

Se la temperatura invece è troppo bassa, si rischia che il rullo non riesca a trasferire l'adesivo sul pannello per tutta la sua altezza e lunghezza, con conseguente distacco del bordo.



Figura 62. Rullo applicatore correttamente alimentato

Di seguito due immagini termografiche relative a due rulli applicatori, uno perfettamente funzionante e uno no.

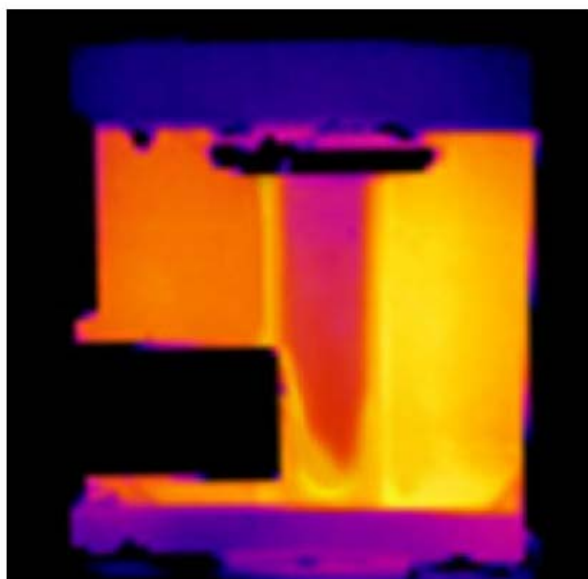


Figura 63. Immagine termografica di un rullo applicatore con i parametri software errati o una resistenza non funzionante

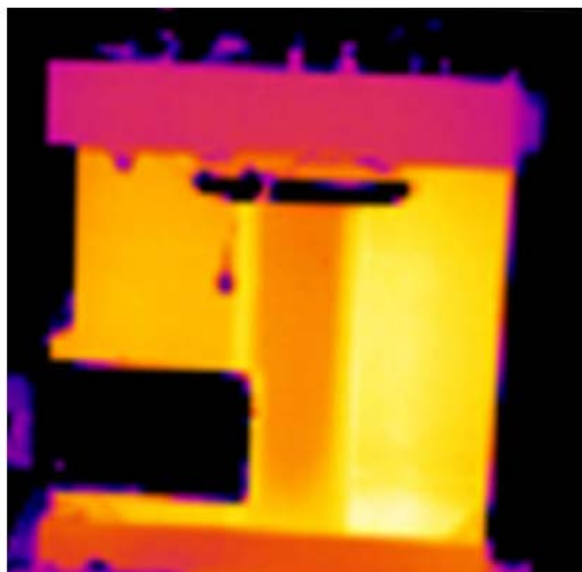


Figura 64. Immagine termografica di un rullo applicatore funzionante correttamente

7.1.2 Altre problematiche associate

7.1.2.1 Squadro del rullo applicatore

Per applicare l'adesivo correttamente su tutta l'altezza del pannello, il rullo deve essere perfettamente in squadro con il pannello stesso.

È buona norma fare il controllo con pannelli alti 40 o 60 mm.



Figura 65. Esempio di incollaggio con rullo applicatore non in squadro

7.1.2.2. Regolazione della quantità di adesivo

La quantità di adesivo spalmata sul pannello è importante per avere un corretto incollaggio.

Una quantità eccessiva o insufficiente possono compromettere la tenuta dell'incollaggio e creare problemi di natura estetica (linea adesivo troppo evidente sul manufatto).

Per minimizzare lo spessore della linea adesivo, si tende ad utilizzare la minore quantità di adesivo possibile, senza compromettere la tenuta dell'incollaggio.

Per ottimizzare la quantità di adesivo è buona norma fare riferimento alle schede tecniche e seguire quanto scritto nel paragrafo 6.1 del presente manuale.

7.1.2.3. Regolazione della pressione dei rulli pressori

La pressione dei rulli pressori deve essere correttamente regolata per assicurare quella che, in gergo tecnico, viene definita la “chiusura dell'incollaggio”. Se la pressione è troppo bassa, la chiusura dell'incollaggio non è sufficiente e si vedrà il bordo staccarsi dal pannello.

Se la pressione è troppo alta la chiusura dell'incollaggio è garantita, ma il bordo viene schiacciato eccessivamente con conseguente deformazione plastica.

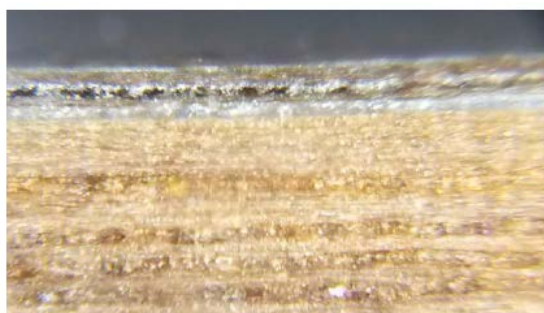


Figura 66. Pressione non sufficiente, linea adesivo non chiusa

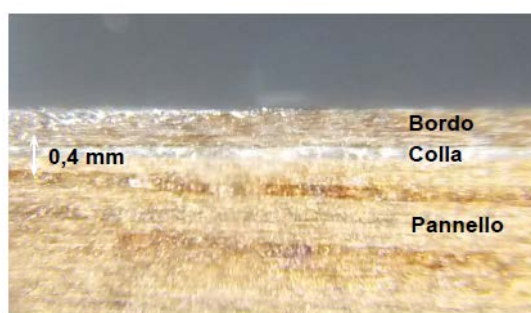


Figura 67. Pressione corretta, linea adesivo chiusa

7.1.2.4 Stabilità dell'adesivo dopo lunghi periodi di inattività

Il tempo in cui si può lasciare l'adesivo nella testina senza fare la pulizia è

un parametro determinante, soprattutto quando si lavora con un adesivo poliuretano.

Se il tempo di inattività è sufficientemente lungo da innescare la reticolazione, la testina viene rovinata.



Figura 68. Esempi di testine con adesivo poliuretano reticolato

Di norma, con l'adesivo poliuretano termofondente si consiglia di non superare un periodo di inattività di tre giorni (fine settimana). Per periodi maggiori bisogna usare il pulitore per inibire la reticolazione.

Tre giorni è un valore medio di riferimento e dipende molto dalle condizioni esterne di temperatura ed umidità che sono molto variabili nel mondo.

È buona norma quindi, durante l'inattività, riporre la vasca/testina all'interno dell'apposito serbatoio di azoto.



Figura 69. Serbatoio di azoto per inibire la reticolazione dell'adesivo

7.2. Sistema di incollaggio a trasferimento energetico

I sistemi di incollaggio a trasferimento energetico sono stati sviluppati con l'obiettivo di eliminare la linea adesiva e, nello stesso tempo, ridurre la manutenzione necessaria ai sistemi di incollaggio tradizionale.

Tuttavia, anche i sistemi di incollaggio a trasferimento energetico possono essere oggetto di problematiche.

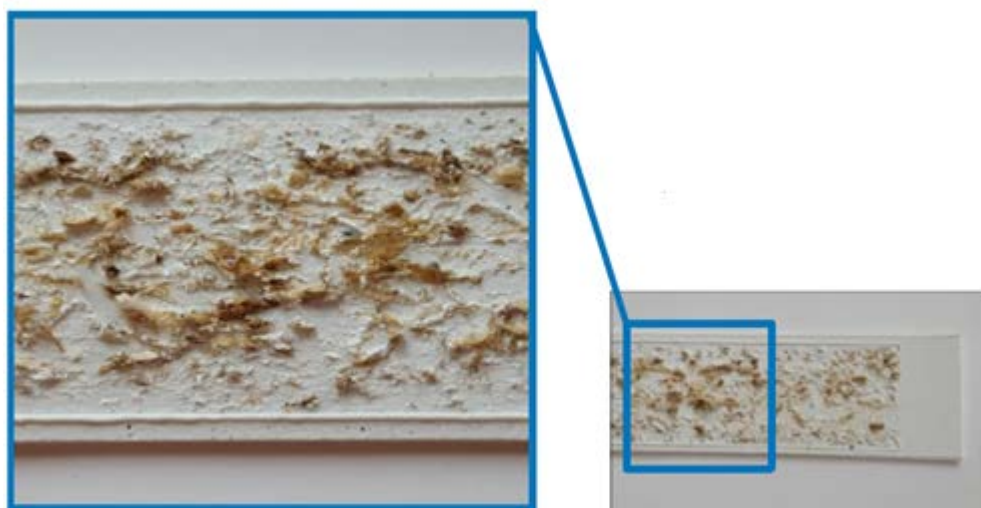


Figura 70. Esempio di bordo con strato funzionale fuso correttamente

7.2.1 Energia troppo bassa

Quando l'energia di fusione è troppo bassa lo strato funzionale non viene fuso completamente e il polimero non penetra nel pannello. Di conseguenza la tenuta allo strappo non è buona.

Nella maggior parte dei casi un incollaggio può essere considerato buono se il valore minimo di forza allo strappo (peeling 90°) è 30 N/cm.

7.2.2 Energia troppo alta

Quando l'energia di fusione è troppo alta si possono avere le seguenti problematiche;

- Strato funzionale bruciato
- Distaccamento dello strato funzionale adesivo (delaminazione)
- Deformazione plastica del bordo



Figura 71. Esempio di strato funzionale delaminato

Cosa controllare

- Parametri software che regolano il trasferimento energetico
- Pulizia impianto:
 - Controllo della pulizia complessiva del sistema
 - Pulizia del sistema di raffreddamento
 - Verifica dello stato del sistema di raffreddamento
 - Pulizia delle ottiche
 - Pulizia degli utensili e della zona di pressione
 - Utilizzo dei liquidi antistatici
 - Utilizzo dei liquidi raffreddanti
 - Utilizzo dei liquidi pulenti (v. paragrafo 5.5)

7.3 Processi correlati

7.3.1 Truciolatore e rettifica

L'asportazione di truciolo per mezzo di truciolatore e/o rettifica è fondamentale per un corretto incollaggio, in quanto prepara la superficie del pannello alla successiva applicazione dell'adesivo.

Di seguito le principali problematiche:

Utensili non affilati



Figura 72. Esempio di utensili della rettifica usurati

Quando gli utensili non sono affilati i possibili effetti sulla lavorazione sono:

- “Linea di taglio” rovinata

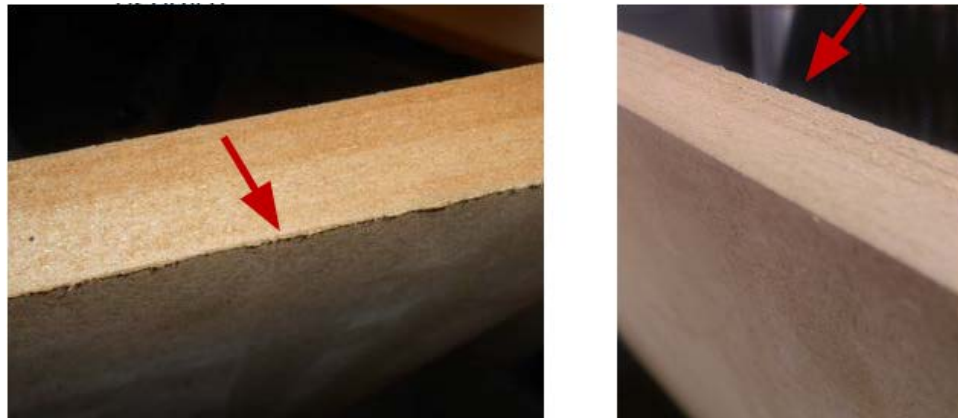


Figura 73. Esempio di pannello con linea di taglio rovinata da utensile usurato

- “Scalino” su cambio spessore pannello
Lo scalino è il tipico difetto che si ha quando alcuni taglienti sono più usurati degli altri. Ciò avviene quando vengono lavorati per molto tempo pannelli bassi e poi si passa a

lavorare pannelli di altezza maggiore.

- Buccia d'arancia con bordo sottile



Per ridurre l'effetto buccia d'arancia, oltre a controllare l'affilatura degli utensili, bisogna controllare la pressione dei rulli pressori che non deve essere eccessiva e bisogna ridurre la velocità di avanzamento del pannello. Inoltre, può essere utile impiegare un utensile della rettifica con un maggior numero di taglienti.

È di fondamentale importanza conoscere le corrette procedure da eseguire a seguito della sostituzione degli utensili.

Sotto sono elencate le principali:

- Verifica dello squadro verticale

La verifica dello squadro verticale serve ad evitare:

- Problemi di incollaggio su pannello alto
- Tenuta insufficiente
- Inestetismi sulla finitura



Figura 74. Esempio di pannello alto 45 mm rettificato con frese perfettamente in squadra

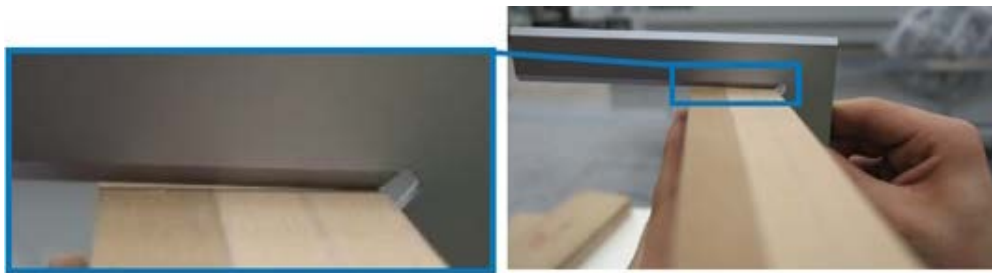


Figura 75. Esempio di pannello alto 45 mm rettificato con frese non in squadra

- **Verifica dell'allineamento dei due utensili della rettifica**

Se i due utensili non sono perfettamente allineati si verifica una disomogeneità nell'asportazione e i difetti conseguenti sono:

- Distacco del bordo
- Inestetismi sulla finitura



Figura 76. Esempio di pannello rettificato con frese perfettamente allineate

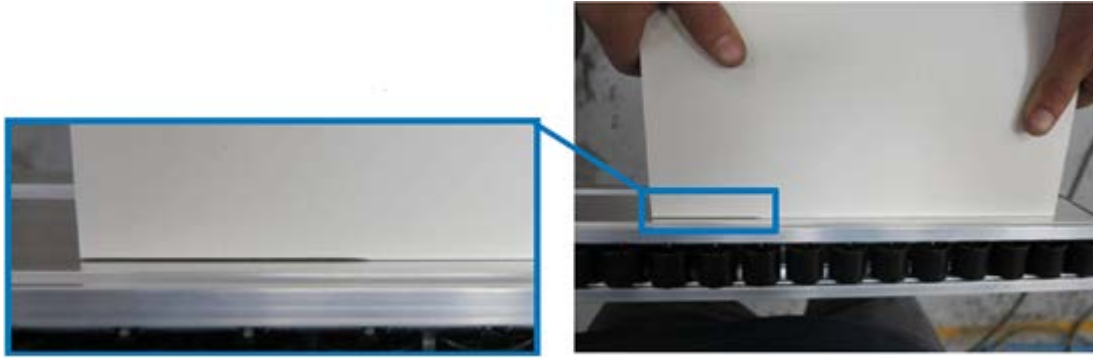


Figure 77. Esempio di pannello rettificato con frese non allineate

- **Verifica della “linea di lavoro”**

La linea di lavoro è la caratteristica principale delle bordatrici ed è la distanza tra la superficie laterale del pannello e il supporto cingolo. La linea di lavoro può essere misurata con un calibro.

La copiatura (brandeggio) dei gruppi di lavoro viene regolata dopo che è stata regolata la linea di lavoro della macchina.

Se varia la linea di lavoro, di conseguenza varia la copiatura (brandeggio) dei gruppi. Per avere una finitura costante della lavorazione è fondamentale avere una copiatura costante dei gruppi di lavoro. Sapere ritrovare la linea di lavoro dopo la sostituzione/affilatura degli utensili della rettifica è, quindi, fondamentale.

- Copiatura (Brandeggio) scarsa: il copiatore frontale non riesce a seguire il profilo del pannello.
- Copiatura (Brandeggio) eccessiva: il copiatore frontale impatta in modo eccessivo con il bordo, provocando difetti di schiacciamento detti “baffi”.

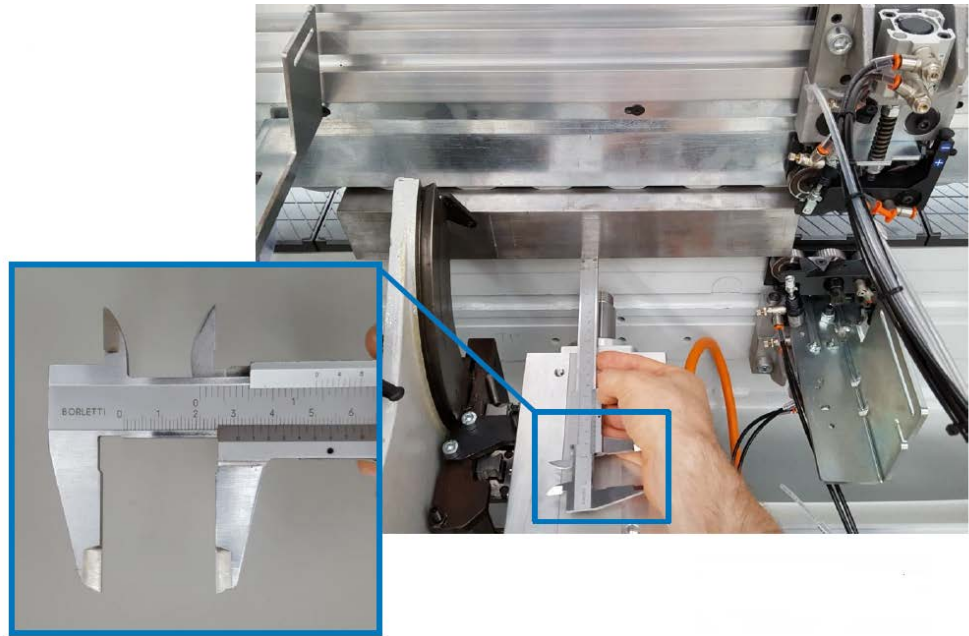


Figure 78. Esempio di misura della linea di lavoro: distanza tra la superficie laterale del pannello ed il supporto del cingolo misurata con il calibro

7.3.2 Gruppi di finitura (spigolatore, arrotondatore e raschiabordo)

Il corretto incollaggio del bordo sul pannello può essere vanificato dalla non corretta lavorazione dei gruppi di finitura spigolatore, arrotondatore e raschiabordo.

Di seguito le principali problematiche inerenti ai gruppi di finitura.

- **Utensili non affilati**
- Gli utensili usurati eccessivamente comportano:
 - o Bassa qualità del profilo realizzato sul bordo
 - o “Battute” (creste di taglio della fresa dello spigolatore) eccessive che il raschiabordo non riesce a togliere durante la fase di raschiatura.



Figure 79. Esempio di utensili correttamente affilati

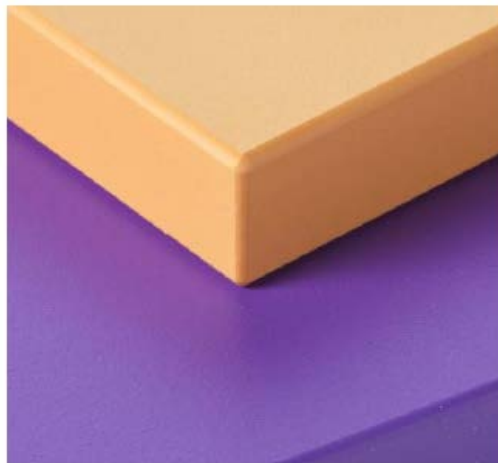


Figure 80. Esempio di bordo perfettamente lavorato senza "battute"

Le corrette procedure dopo la sostituzione dell'utensile sono legate alla verifica del settaggio dei gruppi di lavoro:

- Regolazione dell'eccedenza del bordo
- Regolazione della raggiatura degli utensili
- Regolazione della copiatura (brandeggio) dei copiatori
- Verifica dell'allineamento dei coltellini

7.3.3 Aspirazione non idonea

La qualità del sistema di aspirazione del truciolo può influenzare notevolmente la qualità di lavorazione dei gruppi operatori.

Le conseguenze di una non corretta aspirazione possono essere:

- Bassa qualità di lavorazione
Se il truciolo non correttamente aspirato si deposita tra il copiatore verticale e il pannello, il processo di copiatura viene falsato e la qualità della lavorazione viene, di conseguenza, compromessa.

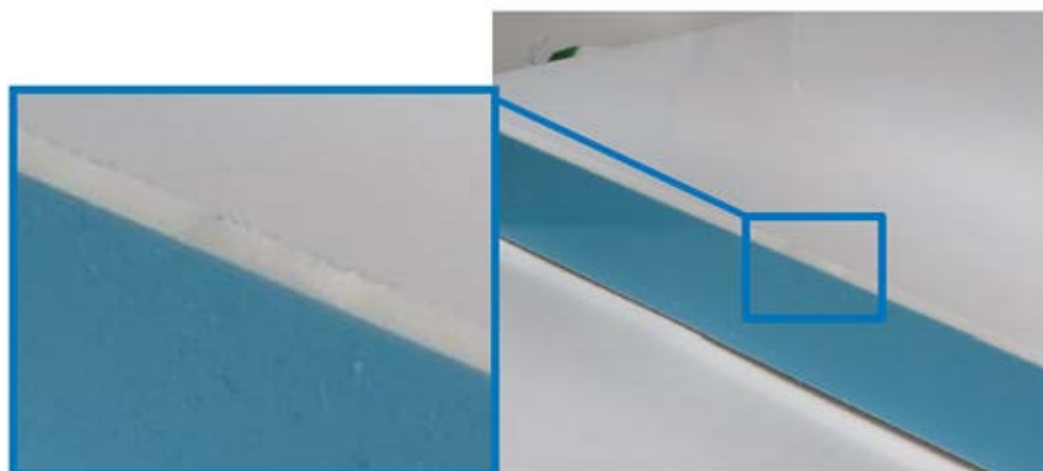


Figure 81. Esempio di irregolarità del profilo dovute al truciolo sotto il copiatore verticale

- Insufficiente adesione bordo/pannello
Se il truciolo della rettifica non viene correttamente aspirato, rimane attaccato al pannello e impedisce la corretta adesione.

7.3.4 Materiali con finitura lucida (high gloss)

I bordi high gloss, spesso rivestiti da pellicola protettiva, sono di più difficile lavorazione rispetto ai bordi standard.

Le principali criticità sono:

- o I copiatori frontali possono rimuovere la pellicola del bordo e rigarlo
- o La pellicola, se rimossa, rischia di compromettere la qualità della

lavorazione se va a depositarsi tra il coltellino e la superficie del bordo e tra il copiatore e la superficie del pannello

- Il bordo, dopo essere stato raschiato, perde lucentezza e si sbianca



Figure 82. Esempio di bordo con pellicola rimossa dai copiatori frontali dell'arrotondatore

Le possibili soluzioni sono:

- Utilizzare i coltelli raschiabordo antisbiancamento
- Utilizzare i riscaldatori ad aria calda per ravvivare il colore
- Ridurre la velocità di avanzamento del pannello
- Scegliere una macchina con il pressore a cinghia e non a ruote
- Utilizzare liquidi scivolanti (v. paragrafo 5.5)

Allegato 1

Metodologia per la determinazione dello spessore

Strumento



Lo strumento adatto alla misurazione dello spessore di bordi in carta, materiale plastico, alluminio o legno è il micrometro con superficie di lettura a cilindro e con precisione 0.01 mm. Oltre a quelli analogici (vedi foto) ne esistono anche altri con lettura in formato digitale.

Metodo

La procedura per verificare lo spessore di un bordo è la seguente:

- Eseguire almeno 3 misurazioni sul bordo oggetto di verifica in posizione differente.
- Stabilire una media matematica fra le diverse letture
- Confrontare i dati rilevati con quanto dichiarato nelle schede tecniche del produttore

In fase di misurazione è importante che il bordo sia rettilineo e non abbia curvatura.

(+) Attenersi ai consigli del produttore dello spessimetro per la taratura dell'attrezzo e per la pulizia dei punti di contatto. Tenere calibrata e pulita la strumentazione.

Allegato 2

Metodologia per la determinazione dell'altezza

Strumento



Lo strumento adatto alla misurazione dell'altezza di bordi in carta, materiale plastico, alluminio o legno è il calibro con precisione 0.01 mm. Oltre a quelli analogici ne esistono anche altri con lettura in formato digitale (vedi foto).

Metodo

La procedura per verificare l'altezza di un bordo è la seguente:

- Stabilire una media matematica fra le diverse letture
- Confrontare i dati rilevati con quanto dichiarato nelle schede tecniche del produttore

È importante che, in fase di misurazione, il bordo sia rettilineo e non abbia curvatura trasversale.

(+) Attenersi ai consigli del produttore del calibro per la taratura dell'attrezzo e per la pulizia dei punti di contatto. Tenere calibrata e pulita la strumentazione.

Allegato 3

Metodologia per la determinazione della distorsione longitudinale

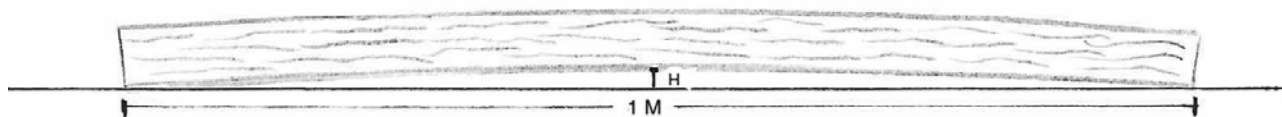
Strumento



Lo strumento adatto alla misurazione della distorsione longitudinale di bordi in carta, materiale plastico, alluminio o legno è il calibro con precisione 0.01 mm. Oltre a quelli analogici ne esistono anche altri con lettura in formato digitale (vedi foto).

Metodo

La procedura per verificare la distorsione longitudinale di un bordo è la seguente:



Collocare il bordo di lunghezza 1 metro in posizione piana, accostato nei punti estremi ad una linea retta. La distorsione longitudinale è lo scostamento (H) del bordo dalla linea retta

- Eseguire la misurazione su 3 differenti pezzi di bordo, lunghi un metro, della medesima bobina oggetto di verifica.

- Stabilire una media matematica fra le diverse letture
- Confrontare i dati rilevati con quanto dichiarato nelle schede tecniche del produttore

(+) Attenersi ai consigli del produttore del calibro per la taratura dell'attrezzo e per la pulizia dei punti di contatto; tenere calibrata e pulita la strumentazione.

Allegato 4

Metodologia per la determinazione della convessità del bordo

Strumento



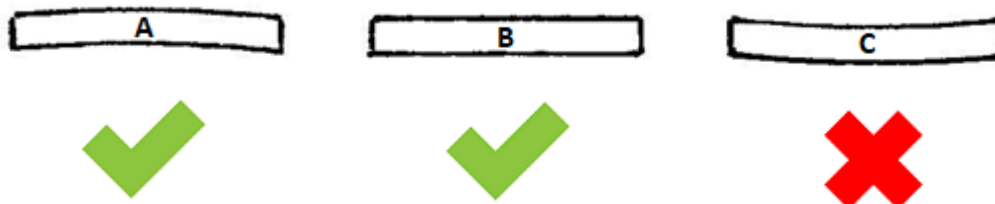
Lo strumento adatto alla misurazione della convessità di bordi in carta, materiale plastico, alluminio o legno è il calibro con risoluzione di 0.01 mm. Oltre a quelli analogici, ne esistono anche altri con lettura in formato digitale (vedi foto).

I bordi che possono presentare delle difficoltà all'incollaggio per problemi di convessità sono, normalmente, quelli con spessore superiore a 0,7 mm.

Metodo

La procedura per verificare la convessità di un bordo è la seguente:

LATO DEL BORDO A VISTA



- A Conforme
- B Conforme
- C Conforme alle seguenti condizioni:
 - Eseguire almeno 3 misurazioni (vedi procedura di seguito) sul bordo oggetto di verifica, in posizione differente
 - Stabilire una media matematica fra le diverse letture
 - Confrontare i dati rilevati con quanto dichiarato nelle schede tecniche del produttore

MISURAZIONE: misurare inizialmente lo spessore nominale del bordo, utilizzando il calibro ed applicando una forza sufficiente a renderlo piatto (vedi immagine 1). Nel medesimo punto effettuare, successivamente, una lettura a sfioro del bordo sempre con il medesimo calibro (vedi immagine 2). La differenza tra i due valori è il dato di convessità.

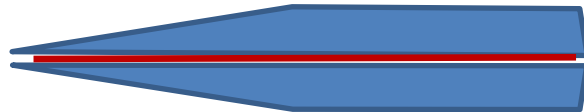


Immagine 1. Bordo reso piatto tra i due piani del calibro

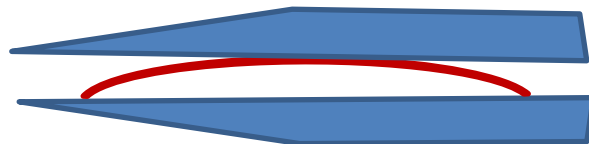
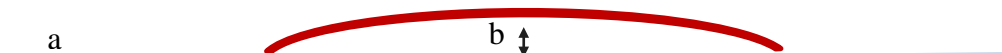


Immagine 2. Misura "a sfioro" tra i due piani del calibro

In caso di dubbi o comunque della necessità di eseguire la misura della convessità del bordo con maggior affidabilità, possono essere impiegati altri metodi. Uno di questi prevede l'utilizzo di sistemi di visione avanzati (es. microscopio ottico), con idoneo software di misurazione.

La determinazione viene effettuata sull'immagine opportunamente registrata, tracciando una linea (a) tra i due estremi del bordo e misurando la distanza (b) tra questa linea e il centro del bordo stesso (vedi immagine).

Anche in questo caso è opportuno eseguire tre misure su posizioni differenti, ricavando il risultato come valore medio.



(+) Attenersi ai consigli del produttore del calibro per la taratura dell'attrezzo e per la pulizia dei punti di contatto. Tenere calibrata e pulita la strumentazione.

GLOSSARIO

Si riportano i principali termini utilizzati nella stesura del Manuale

A

ABS: l' acrilonitrile-butadiene-stirene è il polimero termoplastico più utilizzato per la produzione di bordi. Caratteristiche principali sono la sua facile lavorabilità, la sua leggerezza rispetto ad altri polimeri e la sua resistenza all'impatto. E' un prodotto che può essere riciclato.

ABS-PMMA: il bordo è ottenuto dalla coestrusione tra ABS (acrilonitrile-butadiene-stirene) come supporto e PMMA (Polimetilmetacrilato) in superficie. Le caratteristiche di quest'ultimo sono l'elevata trasparenza e la lucentezza. La superficie risulta essere facilmente graffiabile se non protetta con una vernice appropriata.

C

Cariche minerali: sono sostanze di natura inorganica naturale, sotto forma di polveri di varia granulometria, che vengono aggiunte agli adesivi con la funzione di riempitivi.

E

Estrusione (coestrusione): l'estrusione è il processo industriale che serve a produrre la base plastica utilizzata per la produzione di bordi. Ciò avviene mediante una fusione del polimero e la successiva fuoriuscita da una matrice che ne determina le dimensioni. La coestrusione è una variante del processo di estrusione che permette l'utilizzo di materiali diversi che da tale lavorazione escono perfettamente accoppiati senza l'utilizzo di colle.

G

Godronatura: è un processo produttivo che consiste nella realizzazione di una zigrinatura su una superficie metallica. Generalmente la godronatura si

realizza al tornio, con un utensile detto “godrone” che, senza asportazione di truciolo, si limita ad incidere le linee sul pezzo in lavorazione. Esistono anche godroni ad asportazione di truciolo che possono essere utilizzati con una gamma più ampia di materiali, permettendo una migliore finitura.

Nel processo di bordatura la godronatura viene utilizzata per la realizzazione della zigrinatura del rullo spalmatore dell’adesivo. Il passo della godronatura varia in funzione dell’adesivo che il rullo spalmatore deve lavorare. Esistono rulli spalmatori per adesivi EVA (generalmente con godronatura passo 1,2-1,5 mm) e rulli spalmatori per adesivi PUR (tipicamente con godronatura passo 0,8 -1mm).

N

Nesting: nel settore del legno il nesting è un processo di taglio dei pannelli che permette di sfruttare la superficie totale del pannello da lavorare. Le sagome di taglio possono essere rettangolari e/o quadrate (come nel processo di taglio della sezionatura), ma anche sagomate. Essendo il pannello fermato tramite il vuoto si possono eseguire anche fresate o fori verticali sul pannello.

Nottolini: il nottolino è l’elemento meccanico utilizzato nel modulo di squadra delle bordatrici. I nottolini costituiscono un sistema di battute meccaniche regolabili che permette l’introduzione del pannello nella bordatrice per la realizzazione del rapporto di squadra attraverso l’asportazione di truciolo da parte della rettifica e/o del doppio truciolatore.

P

PVC: il Polivinilcloruro è un polimero molto stabile e sicuro a temperatura ambiente. E’ estremamente pericoloso se bruciato o scaldato a elevate temperature e in impianti non idonei al suo trattamento. Ciò sta provocando il suo graduale abbandono nell’utilizzo per la produzione di bordature.

PET: il polietilene tereftalato è un polimero termoplastico. Nel settore del mobile è principalmente utilizzato per la produzione di materiale da rivestimento. Non frequente l'utilizzo nei prodotti di bordatura.

PP: è un polimero termoplastico denominato Polipropilene. E' un prodotto che si sta lentamente sviluppando nella produzione dei prodotti di bordatura. Ha ottime resistenze chimiche superficiali anche senza essere protetto da verniciatura. Di contro, dovendo essere utilizzato con un'elevata quantità di cariche minerali, risulta avere un alto peso specifico.

PS: Polistirene o Polistirolo. Polimero termoplastico in passato meno costoso dell'ABS però molto più fragile. La diminuzione della differenza di costo della materia prima ne ha in parte limitato la diffusione.

T

TNT: è il termine generico per indicare un prodotto industriale simile a un tessuto denominato "tessuto non tessuto". Generalmente ottenuto da fibra di pura cellulosa, viene utilizzato quale supporto nella produzione di bordi in legno monostrato. Il suo accoppiamento con colle viniliche o poliuretatiche permette al bordo stesso una più facile e sicura lavorabilità.

Trattamento Corona: il trattamento corona è una scarica elettrica ad alta frequenza verso una superficie. Lo scopo di questo trattamento è aggiungere dei legami chimici ai materiali per aumentarne la bagnabilità (energia superficiale misurata in mN/mm). Normalmente viene utilizzato nelle materie plastiche per aumentarne il valore di energia superficiale, solitamente molto basso.

Trattamento Plasma: la tecnica del plasma anche denominata APP, Atmospheric Pressure Plasma è un'altra tecnica utilizzata per migliorare la energia superficiale dei materiali.

In estrema sintesi, questi dispositivi ionizzano del gas all'interno di una particolare camera grazie all'elevata differenza di potenziale che si instaura tra due elettrodi. Il plasma così generato viene quindi spinto all'esterno dalla pressione di un getto gassoso, venendo così indirizzato verso la superficie da trattare.

Oltre all'aria, i sistemi APP possono impiegare anche altri gas, con la possibilità quindi di modificare e bilanciare gli effetti del trattamento.

Si ringraziano per la partecipazione alla stesura del Manuale

Alberto Barbina – FANTONI
Marco Bernardini – DURANTE & VIVAN
Alberto Bottoli – GRUPPO MAURO SAVIOLA
Andrea Bracci – BRATEK
Gianluca Brocchieri - PANGUANETA
Franco Bulian – CATAS
Claudio Caon - CATAS
Maurizio Carrer – TAKA
Alberto Casari – SITECH
Fabio Chiozza – VINAVIL
Giovanni Costa – GRUPPO MAURO SAVIOLA
Giorgio Cristofori - ALPI
Matteo De Carli – PLASTIVAR
Stefano Dissegna – TAKA
Lorenza Farina – ALPI
Patrizio Marozzi – GIPLAST
Stefano Monti – CLEAF
Franco Moroni - HB FULLER
Lorenzo Munaro – TAKA
Stefano Orio – BVR
Marco Pacini – BIESSE
Fabio Padoan – DURANTE & VIVAN
Carla Perugini – RIEPE
Luca Pevere – RIEPE
Stefano Romagnano – DURANTE & VIVAN
Daniele Setti - PLASTIVAR
Paolo Tirelli – CATAS
Ezio Valente – HB FULLER

Hanno collaborato alla stesura del Manuale:

Assunta Tralongo - FEDERCHIMICA AVISA
Micaela Comber - FEDERCHIMICA AVISA

Per l'archivio fotografico si ringraziano le aziende:

- ❖ BIESSE S.p.A.
- ❖ BRATEK S.r.l.
- ❖ BVR S.r.l.
- ❖ CATAS S.p.A.
- ❖ DURANTE & VIVAN S.p.A.
- ❖ PCE ITALIA S.r.l.
- ❖ RIEPE GmbH & Co. KG
- ❖ TAKA S.r.l.
- ❖ URAI S.p.A.

E' vietata la copia e la riproduzione non espressamente autorizzata dall'autore

Gennaio 2021