

Sistemi Adesivi per l'assemblaggio

31 Maggio 2017

Daniele Trincherò - Advanced Application Engineering – IATD

dtrincherò@mmm.com

3M Science.
Applied to Life.™

“3M attinge alla forza della scienza per rendere il mondo più sicuro, efficiente e prospero. Applichiamo la scienza 3M per risolvere le sfide insieme ai clienti e per perseguire la nostra visione: portare il progresso in ogni azienda, valorizzare ogni casa e migliorare ogni vita.”

Inge G. Thulin

Presidente del Consiglio di Amministrazione,
Presidente e Chief Executive Officer

3M in sintesi



Oltre 55.000 prodotti



Un terzo del nostro fatturato è realizzato grazie a prodotti sviluppati negli ultimi cinque anni



90.000 dipendenti in tutto il mondo



Attività in 70 paesi e vendite in 200 paesi



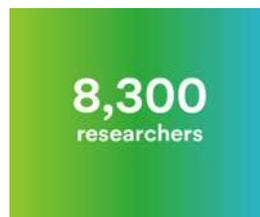
È facile imbattersi nella scienza 3M almeno 100 volte ogni giorno



Il 6% circa dei nostri ricavi viene reinvestito in ricerca e sviluppo



Negli ultimi cinque anni abbiamo investito 8,5 miliardi di dollari in ricerca e sviluppo



8.300 ricercatori nel mondo



85 centri di ricerca e sviluppo distribuiti in 36 paesi



54 Customer Innovation Centre in vari paesi del mondo



Più di 105.000 brevetti registrati, di cui 1400 italiani

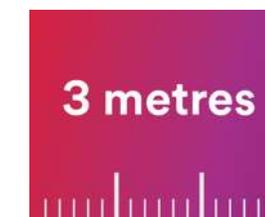
I nostri scienziati ottengono in media oltre 3.000 brevetti l'anno



200 sedi produttive in 38 paesi



Oltre 2,1 milioni di tonnellate di inquinanti eliminati dal 1975



Raramente capita che non ci sia un prodotto frutto della scienza 3M entro un raggio di 3 metri da dove ci troviamo

«Forse non lo sai, ma oggi ci siamo già visti 100 volte.»



Miglioriamo la vita in tanti modi diversi



Fluidi estinguenti che non danneggiano le apparecchiature elettroniche



Filtri che depurano e rendono più sicura l'acqua



Microsfere di vetro che alleggeriscono aerei e automobili, facendo risparmiare carburante



Protezioni che difendono i tessuti dai liquidi versati



Cerotti medicali facili da rimuovere, anche dalle pelli più delicate



Pellicole che rendono più luminosi i display dei dispositivi elettronici, per ridurre i consumi e prolungare la durata delle batterie



Filtri auto-oscuranti che proteggono gli occhi dei saldatori



Linee elettriche leggere in grado di trasportare il doppio dell'elettricità rispetto ai cavi standard



Strisce biadesive che permettono di appendere foto o quadri senza danneggiare le pareti



Materiali isolanti per indumenti, protezione dal freddo unita a leggerezza



Protezioni delle vie respiratorie in condizioni pericolose



Stetoscopi elettronici per ascoltare il battito cardiaco dei pazienti a distanza



Connettori che aiutano in velocità e stabilità

Pellicole riflettenti che migliorano la visibilità della segnaletica stradale per rendere la guida più sicura



Isolamento acustico che migliora la silenziosità degli abitacoli dei veicoli

Presenza globale





105.000

**Brevetti
di cui 1400 italiani**

I mercati ed i settori 3M



Trasporti



Sicurezza



Consumo



Mining, oil and gas



Elettronica



Produzione



Automotive



Grafica



Energia



Salute



Comunicazioni



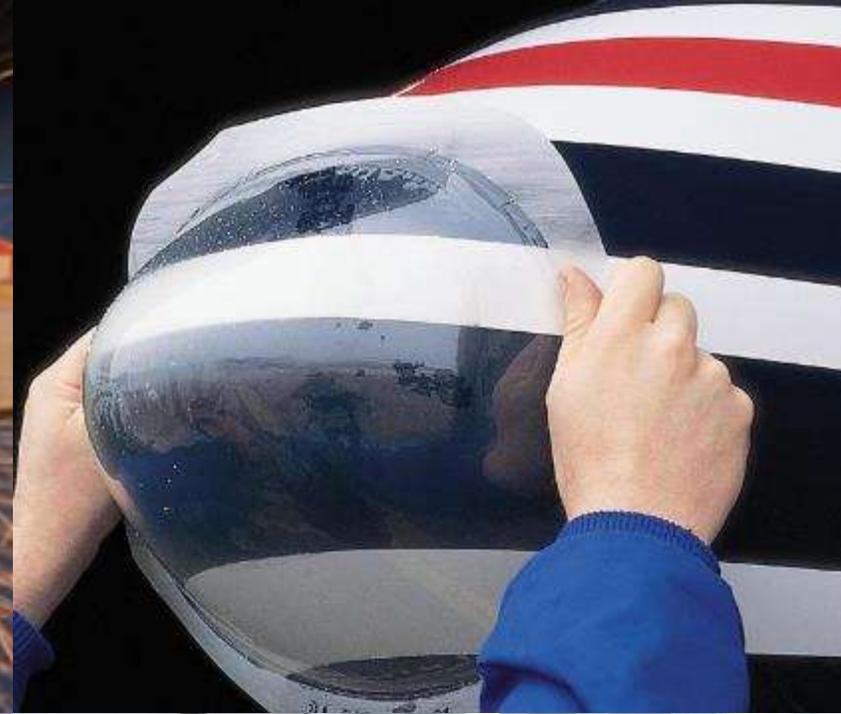
Design e costruzioni

Mercati Oltre 30 miliardi di dollari



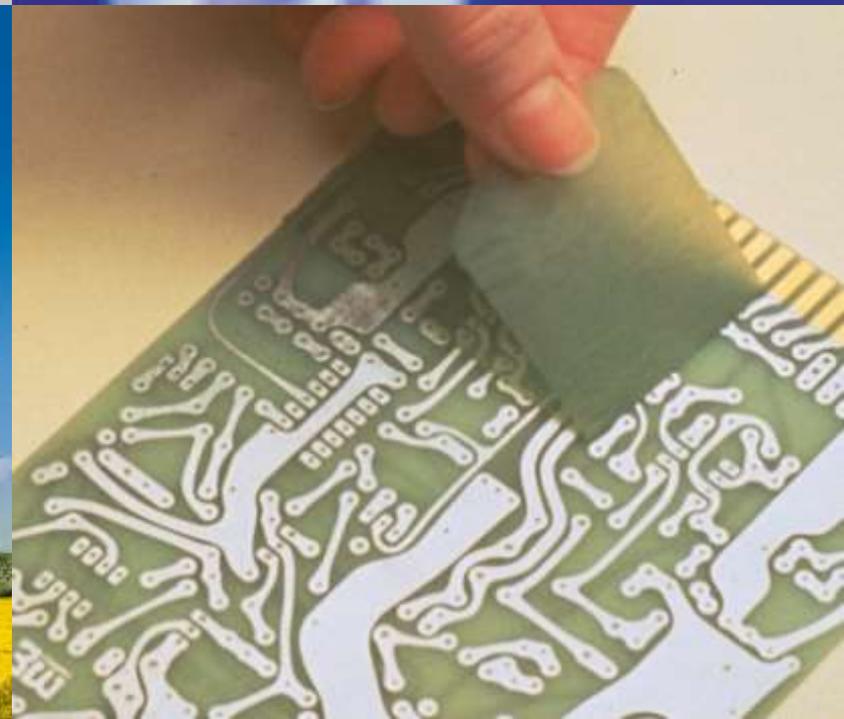
Industria

Dalla filtrazione alla produzione
aerospaziale: cambiamo il modo
di lavorare nell'industria



Elettronica & Energia

Sviluppare l'energia globale, le reti di telecomunicazione ed i dispositivi elettronici



Sicurezza & Grafica

Preserviamo la sicurezza e rendiamo sicuro il mondo; miglioriamo la comunicazione visive e l'interattività



Salute

Promuoviamo la salute e
miglioriamo la qualità delle cure



Consumer

Semplifichiamo la vita, il tempo libero ed il lavoro



3M in Europa

- Attività in 26 paesi europei
- 20.000 dipendenti
- 50 stabilimenti di produzione
- 18 centri di ricerca e sviluppo



3M in Italia

- Sede a Malaspina Pioltello, Milano
- In Italia dal 1964
- Un ufficio a Roma, 3 stabilimenti, un centro distributivo europeo, un laboratorio, un Customer Innovation Center, 4 Technical Centers
- 800 dipendenti
- 3M Italia è una delle aziende «Best Place to Work» ®

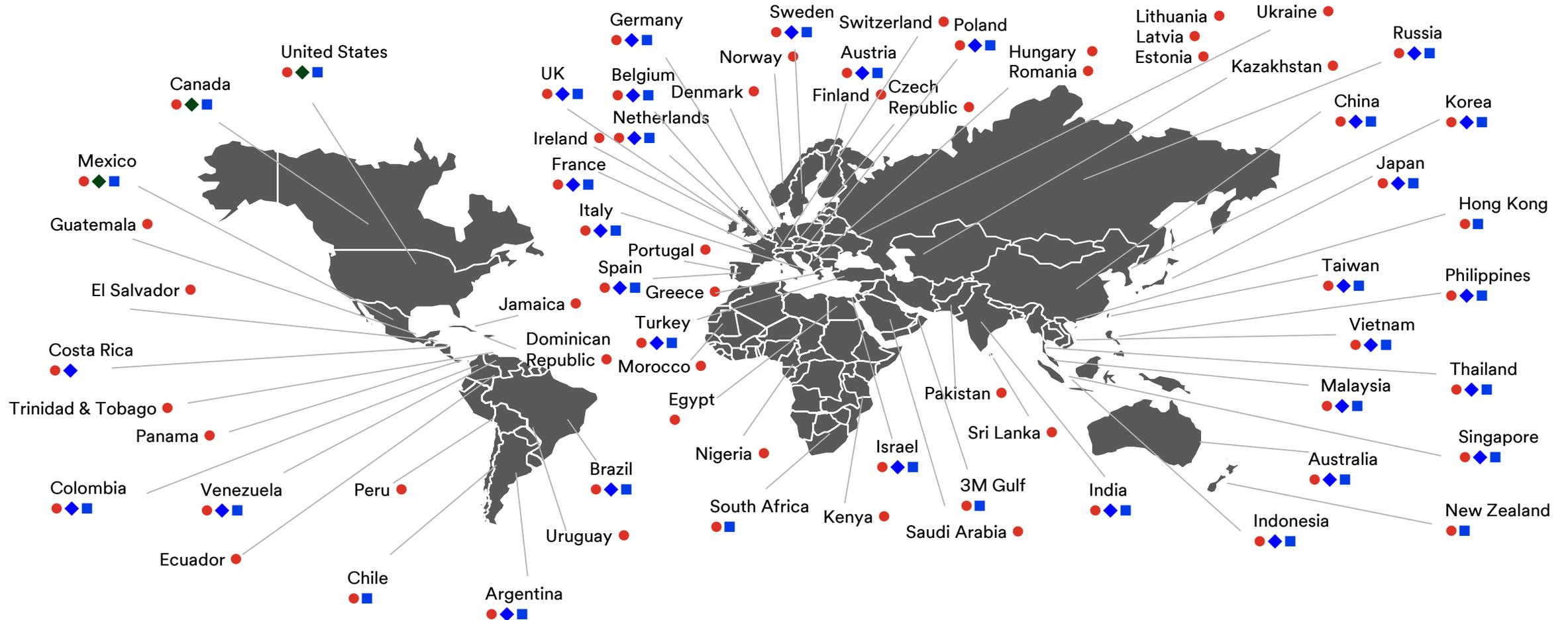


3M's Global Reach

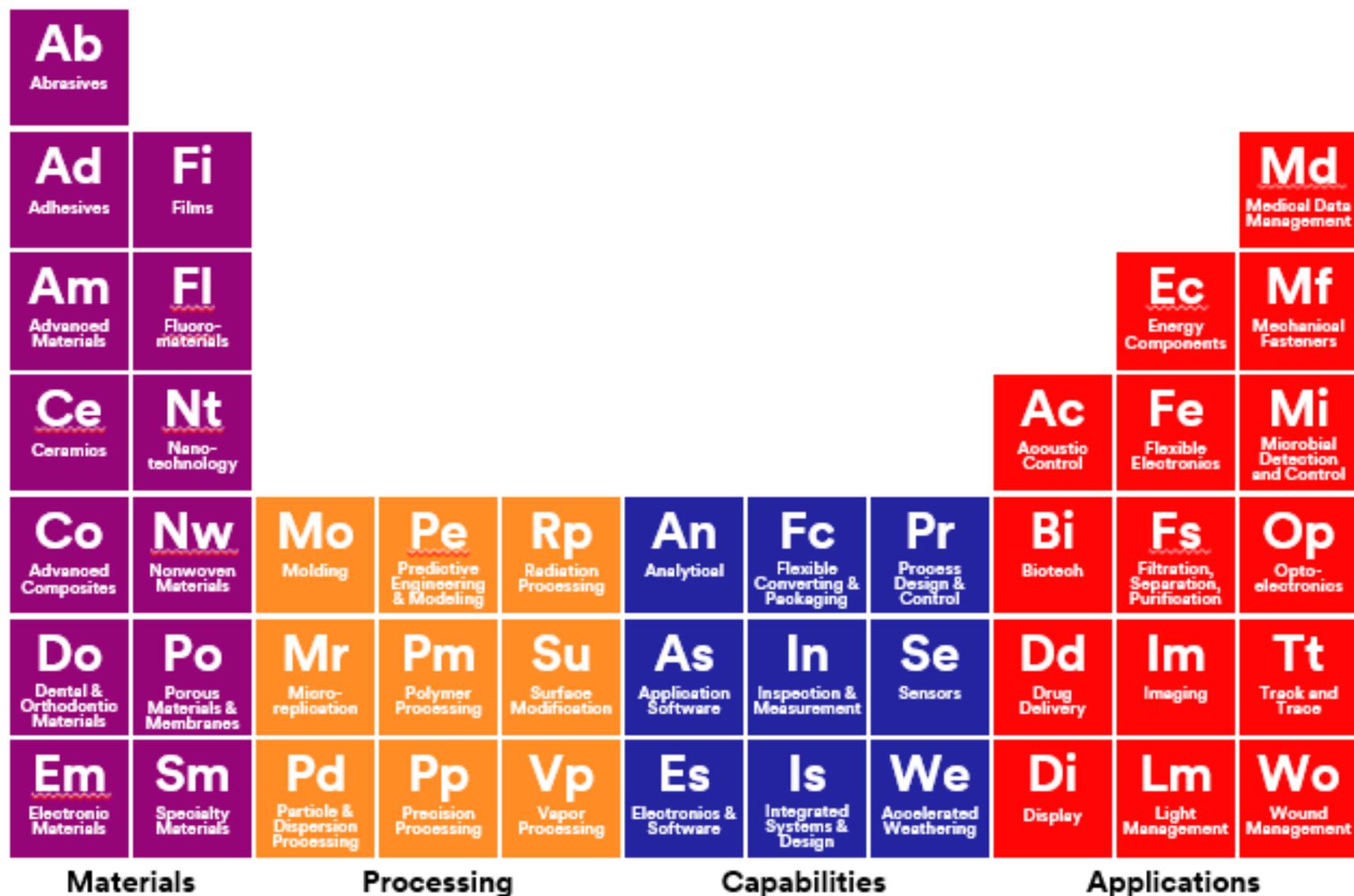
Just around the corner. All around the world.

71 countries, 85 laboratories, 54 Customer Technical Centers (CTCs)

- Sales & Marketing
- ◆ Manufacturing/Converting
- Technical Capabilities



46 core technology platforms...

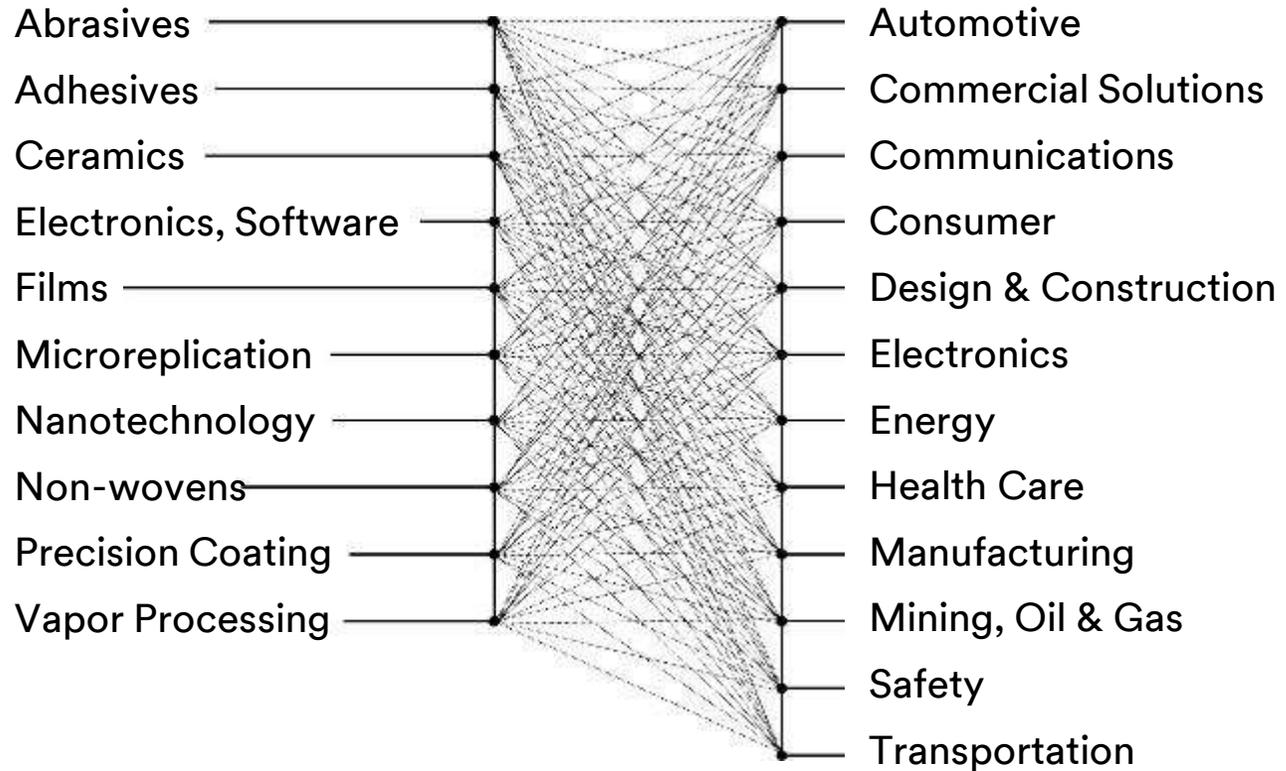


...leveraged across multiple markets

Opportunity drives development and utilization

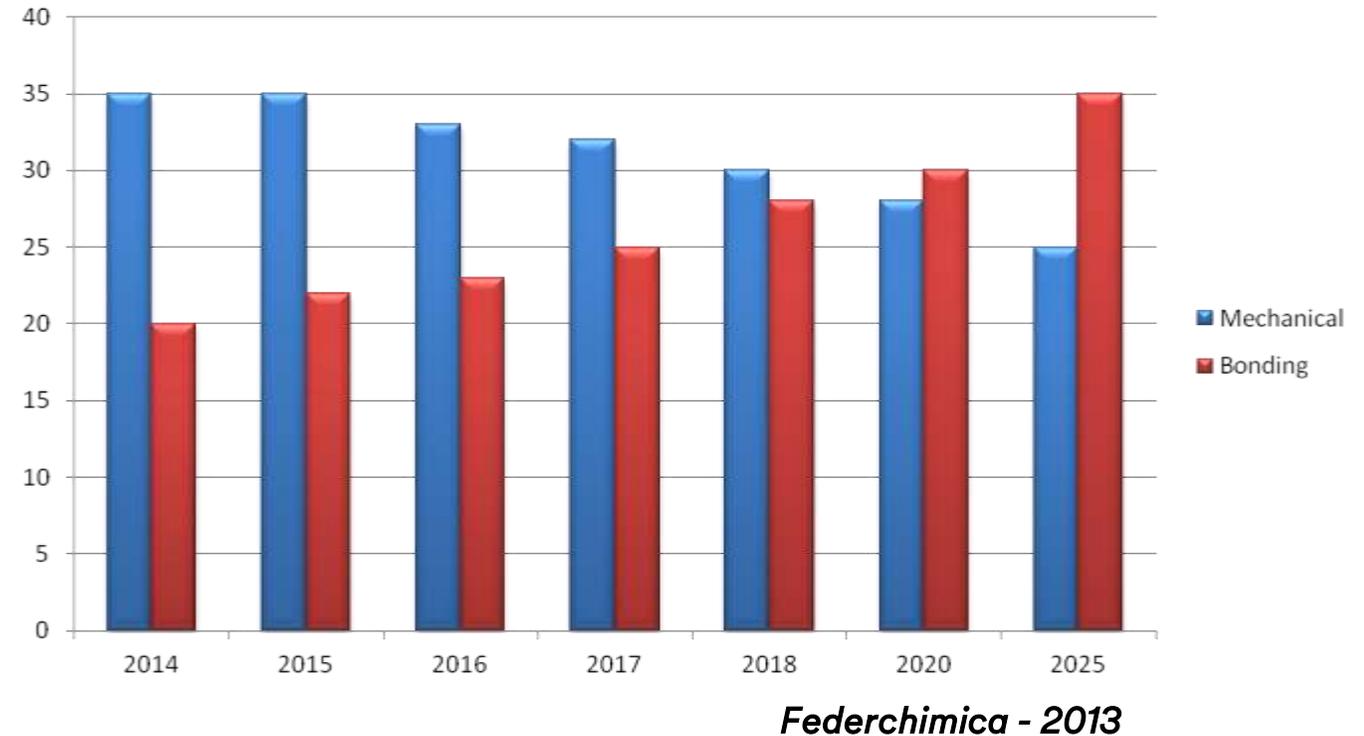
Technology Platforms

Markets



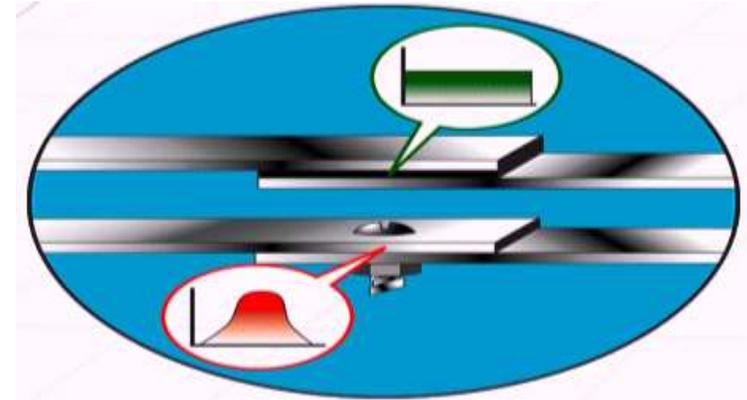
Trend di mercato: sostituzione dell'assemblaggio meccanico

- Aumento dell'utilizzo di **materiali compositi e plastiche**
- **Alleggerimento**
- **Sostenibilità**
- **Riduzione dei consumi energetici**

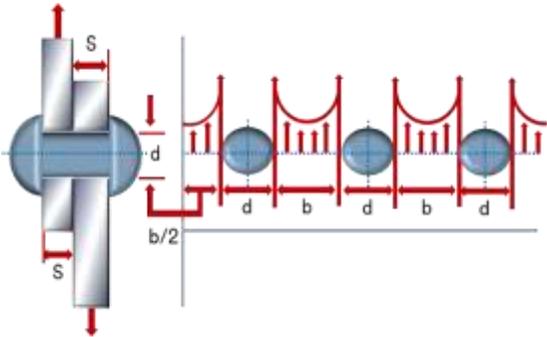


Perché un GIUNTO adesivo?

Distribuzione uniforme delle tensioni

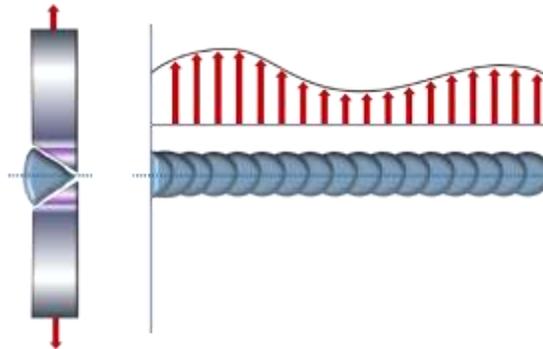


Giunto rivettato



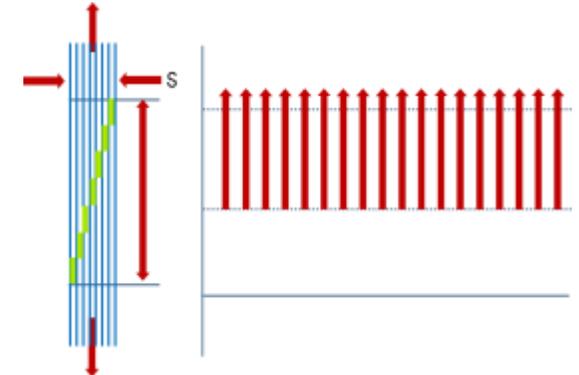
Distribuzione delle tensioni non omogenea dovuta ai fori nel substrato.

Giunto saldato



Distribuzione delle tensioni non omogenea, a causa dei cambiamenti nella microstruttura del metallo

Giunto adesivo



Distribuzione delle tensioni omogenea – riduzione del rischio di rottura a fatica

Perché un GIUNTO adesivo?

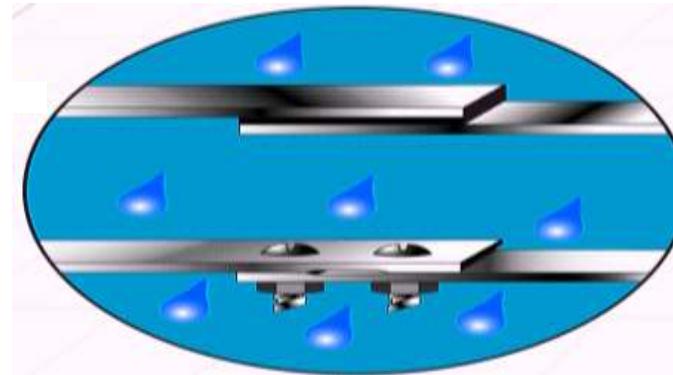
Integrità' materiali

no fori, distorsioni, rimozione strati superficiali

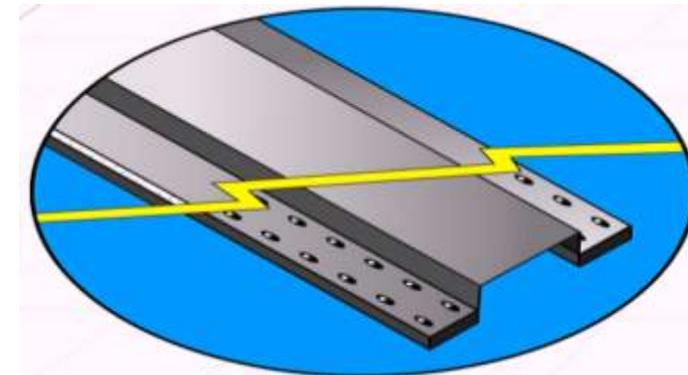


Impermeabilità' del giunto

Isolamento dei substrati



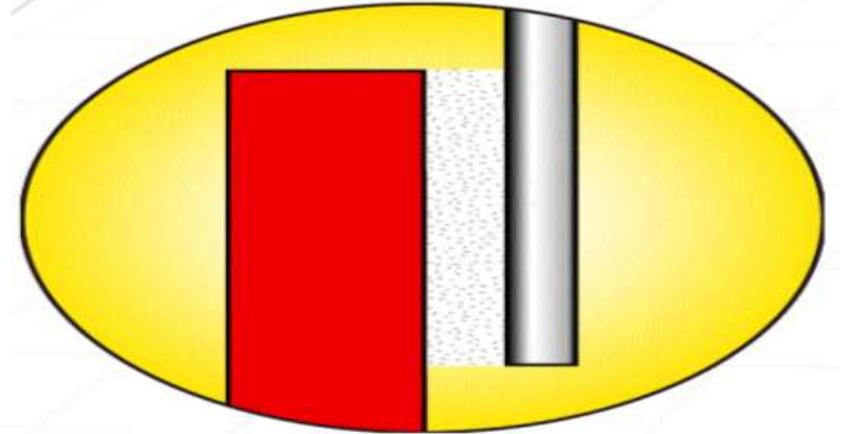
Riduzione siti innesco corrosione galvanica



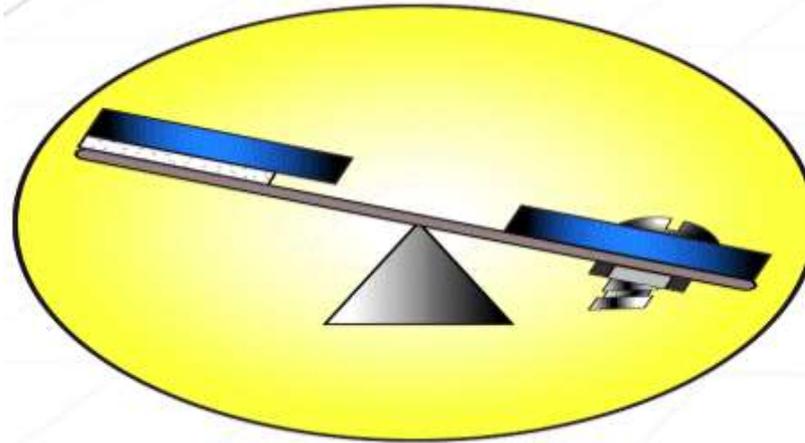
Perché un GIUNTO adesivo?

Unione materiali dissimili

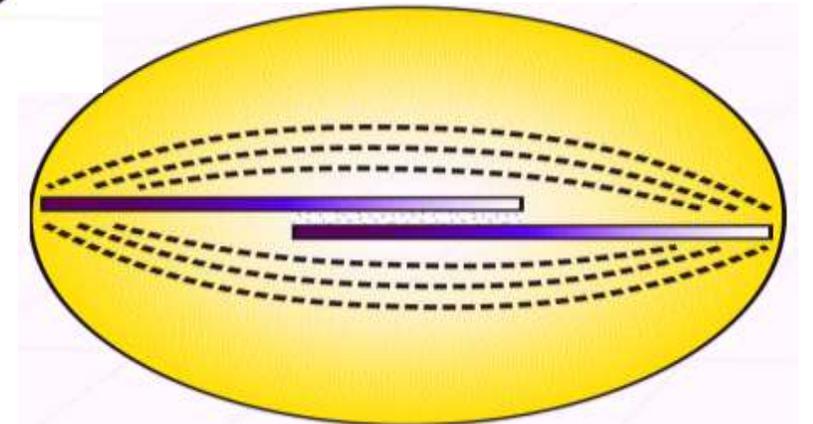
Compensazione dilatazioni termiche diverse
Isolamento dei substrati



Alleggerimento

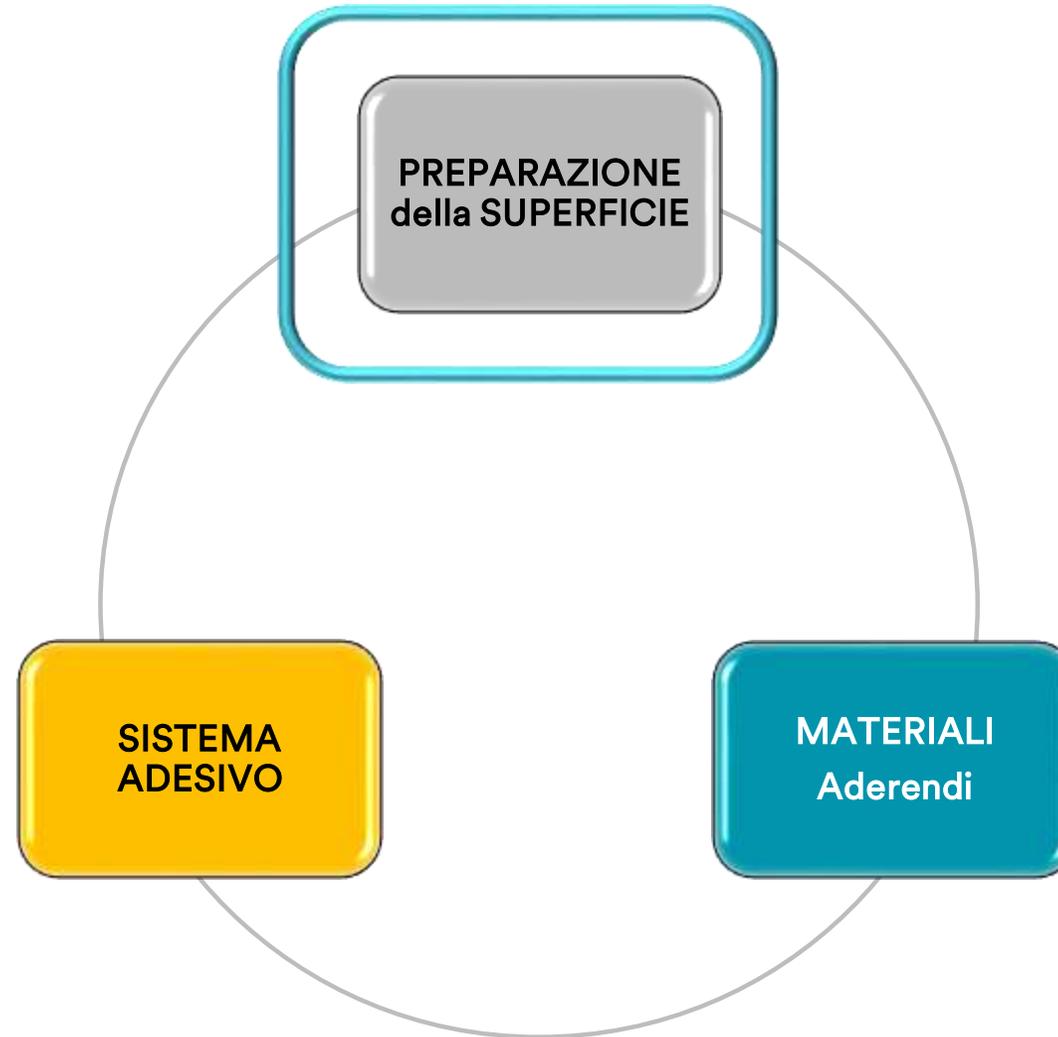


Smorzamento delle vibrazioni



Adesione :

Quali fattori permettono un adesione affidabile?

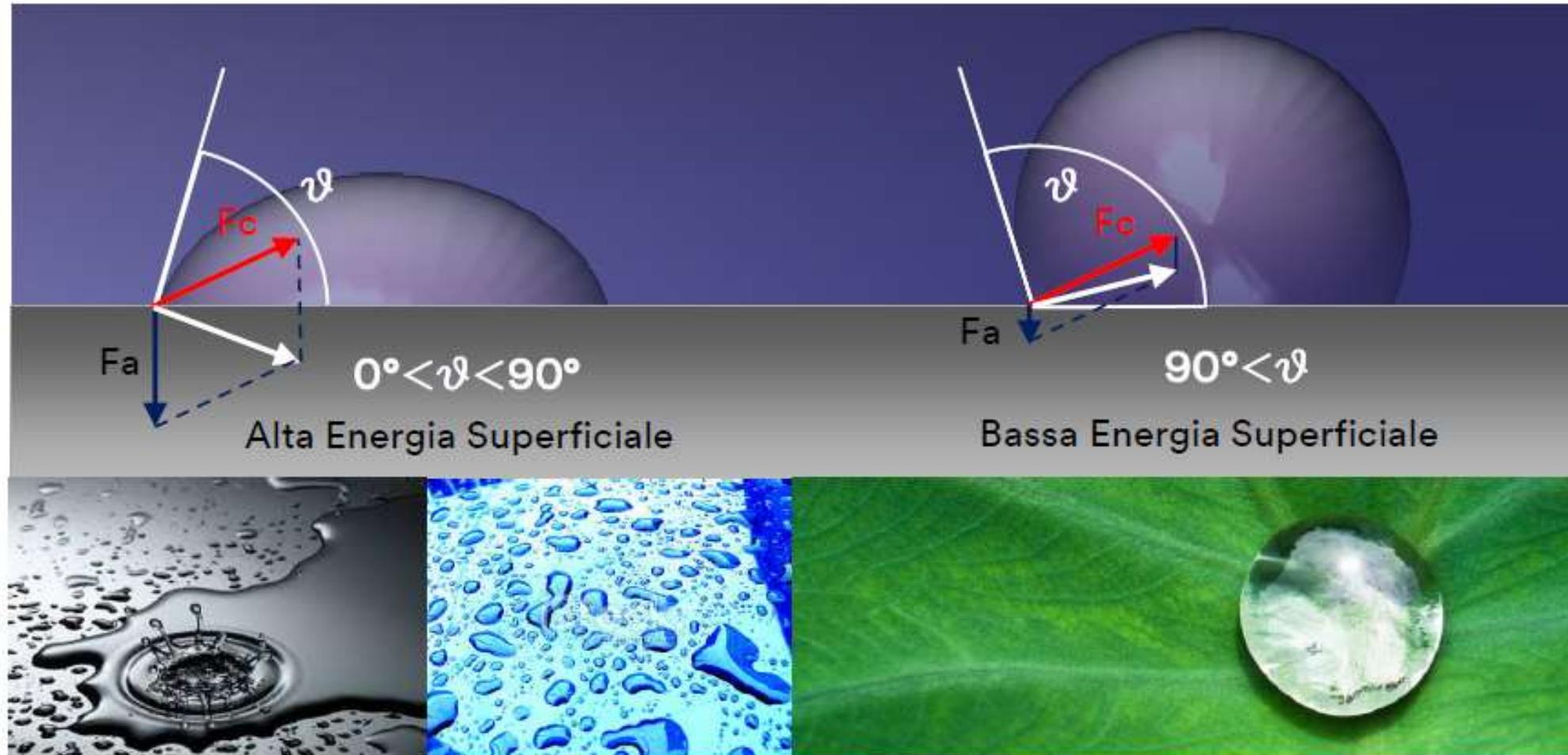


Preparazione delle superfici: Energia Superficiale



Energia Superficiale

Misura dell'ENERGIA SUPERFICIALE : Goccia d'acqua

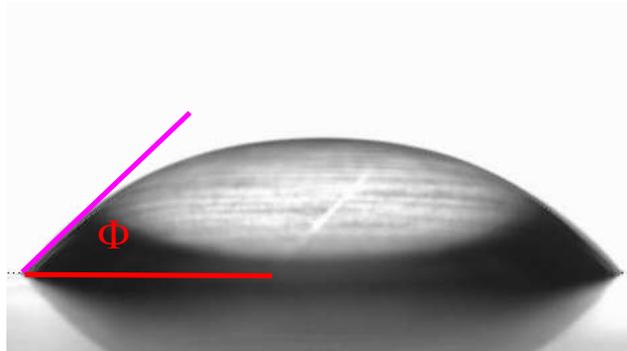


Materiali : Energia Superficiale

Elevata Bagnabilità

$$\gamma_{\text{Substrate}} > \gamma_{\text{Adhesive}}$$

Φ basso

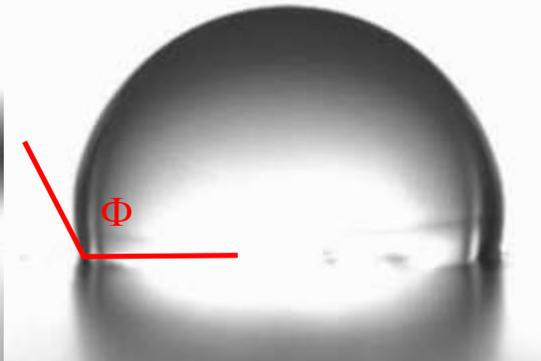


Φ = angolo di contatto
 γ = Energia superficiale

Ridotta Bagnabilità

$$\gamma_{\text{Substrate}} < \gamma_{\text{Adhesive}}$$

Φ Alto



High Surface Energy

•Copper	1103
•Aluminum	840
•Zinc	753
•Tin	526
•Lead	458
•Stainless Steel	700-1100
•Glass Porcelain	250-500

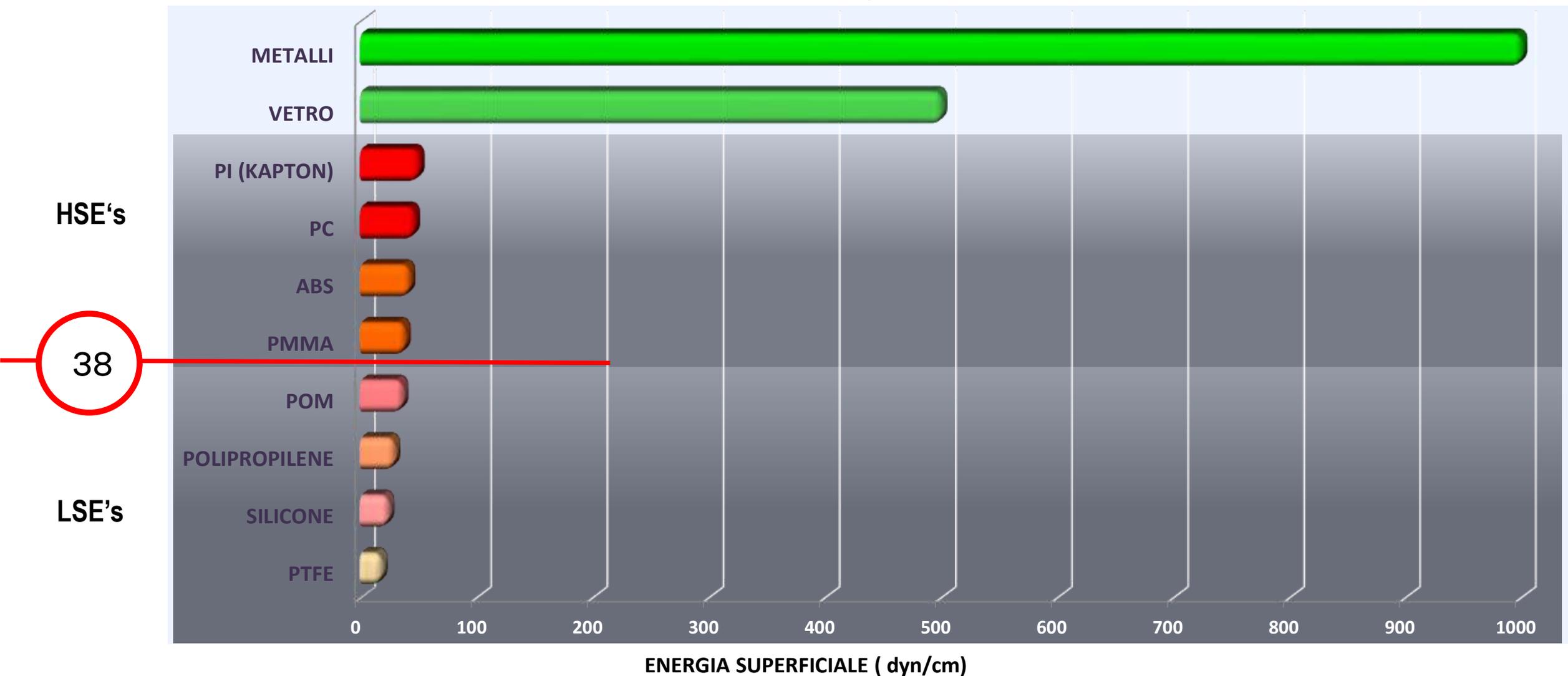
Medium Surface Energy

•Kapton® Industrial Film	50
•Phenolic	47
•Nylon	46
•Polyester	43
•Epoxy Paint	43
•ABS	42
•Polycarbonate	42
•PVC Rigid	39
•Acrylic	38

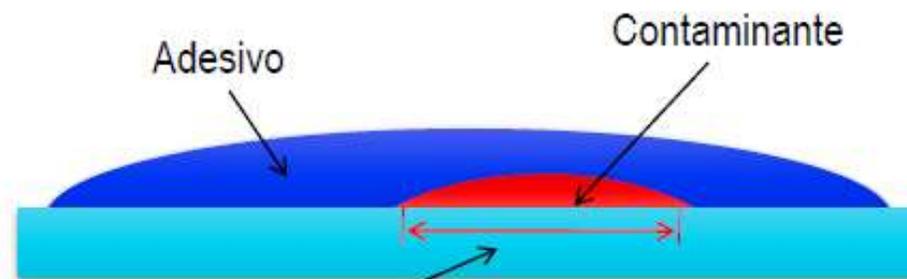
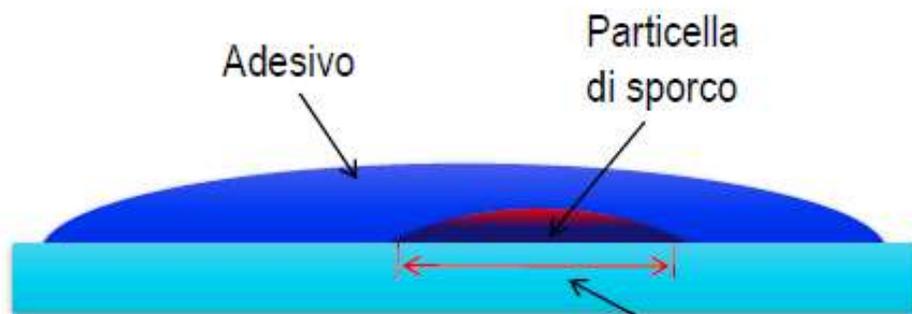
Low Surface Energy

•PVA	37
•Polystyrene	36
•EVA	33
•Polyethylene	31
•Polypropylene	29
•Teldar® Film	28
•PTFE	18
•Powder Coated Paints	*

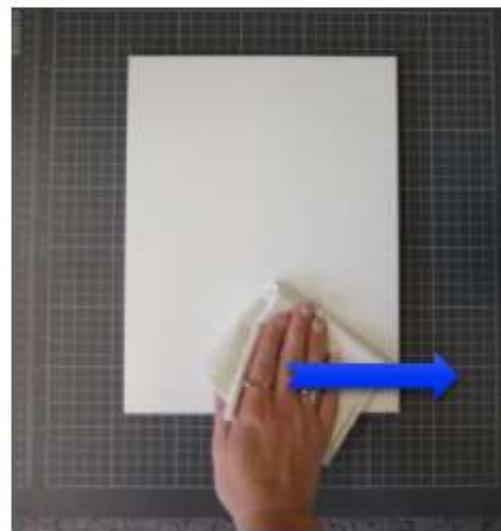
Materiali ad alta e bassa energia superficiale:



PREPARAZIONE delle SUPERFICI: PULIZIA (decontaminazione e sgrassaggio):

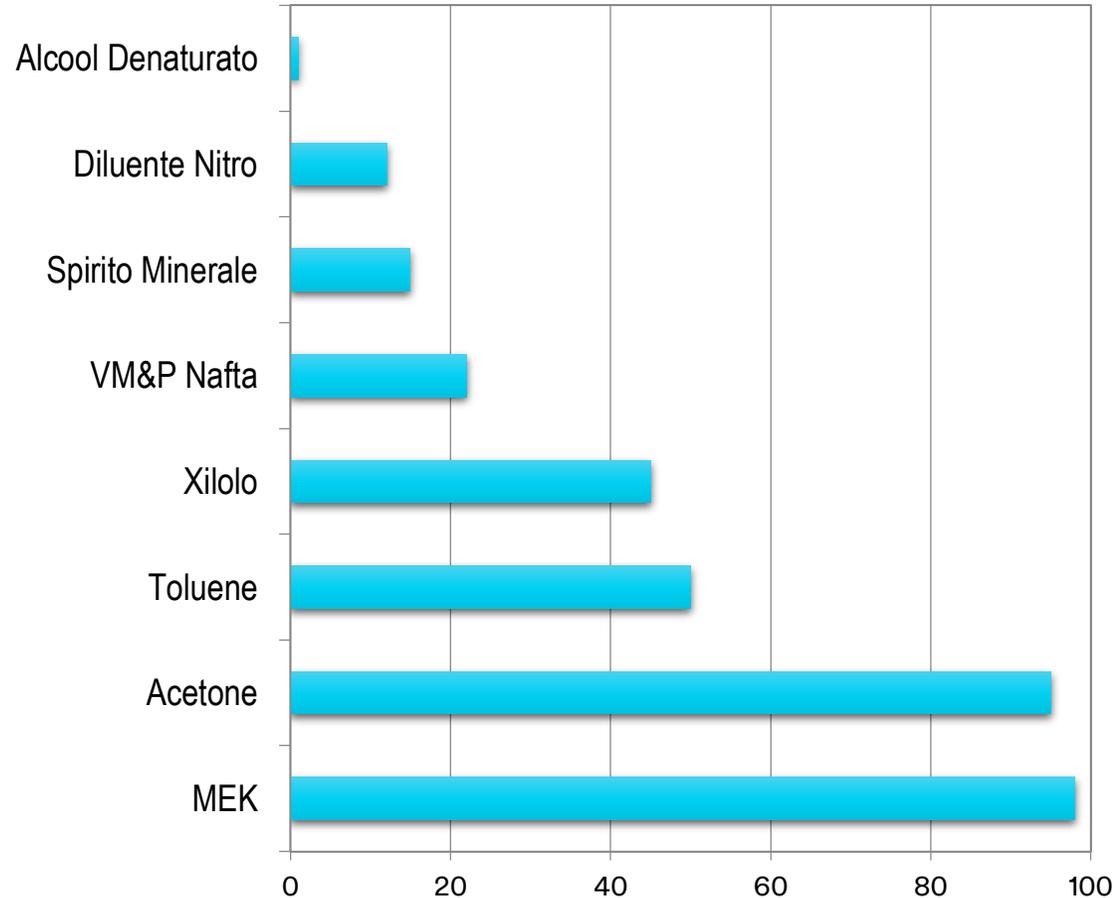


Questi tratti di superficie non sono incollati



Trattamento superficiale - Comparazione tra solventi:

Scala 0 (nessuno) – 100 (massimo)



- Solventi più aggressivi per la preparazione di superfici altamente contaminate:
 - *3M Adhesive Cleaner 08984*
 - *3M Industrial Cleaner*
- Solventi per la pulizia di superfici poco contaminate o già abrase:
 - *3M Surface Cleaner (non utilizzare prima dell'applicazione di adesivi/sigillanti poliuretanici)*
 - *3M AP596 Per prodotti Powerline*

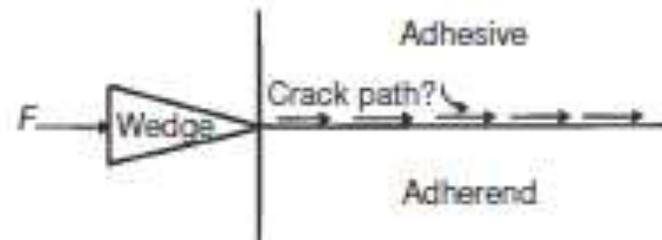
Trattamento meccanico:

Principali trattamenti meccanici:

- Carteggiatura
- Molatura
- Sabbiatura

Il trattamento meccanico può avere più effetti:

- Aumentare l'area reale di contatto
- Rimuovere gli strati di ossido (caso di materiali metallici)
- Rimuovere strati superficiali contaminati (distaccanti, etc..)



Superficie liscia

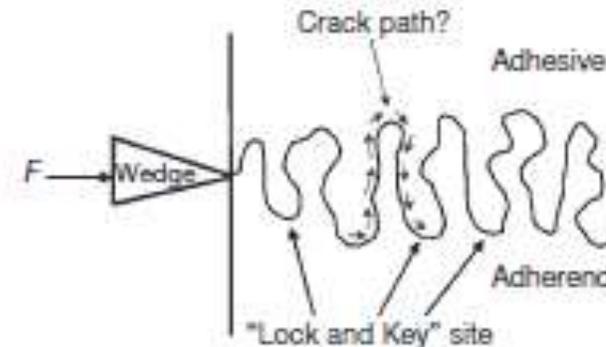
0.3 μm

 > + 50 %
Superficie dopo abrasione aggressiva P40

30 μm

 > + 100 %
Superficie dopo abrasione
leggera – Scotch-Brite/P120

5 μm



PREPARAZIONE delle SUPERFICI: Trattamento MECCANICO:

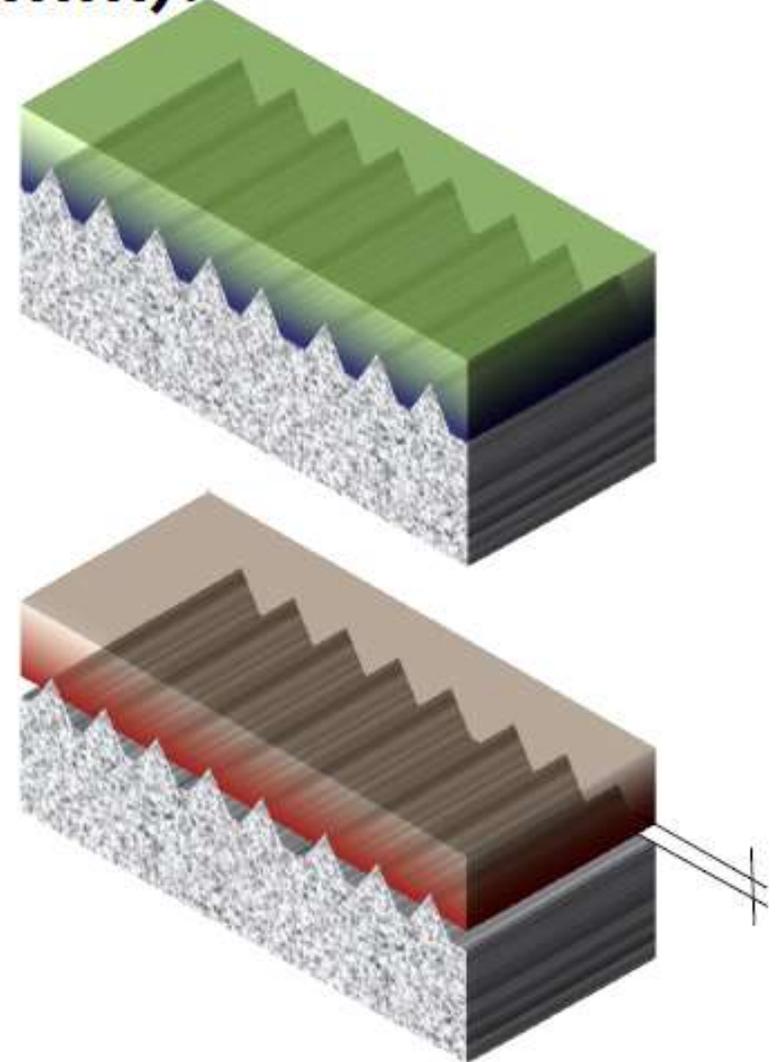


Adesivi PSA 'sottili' (spess < 0,25 mm):

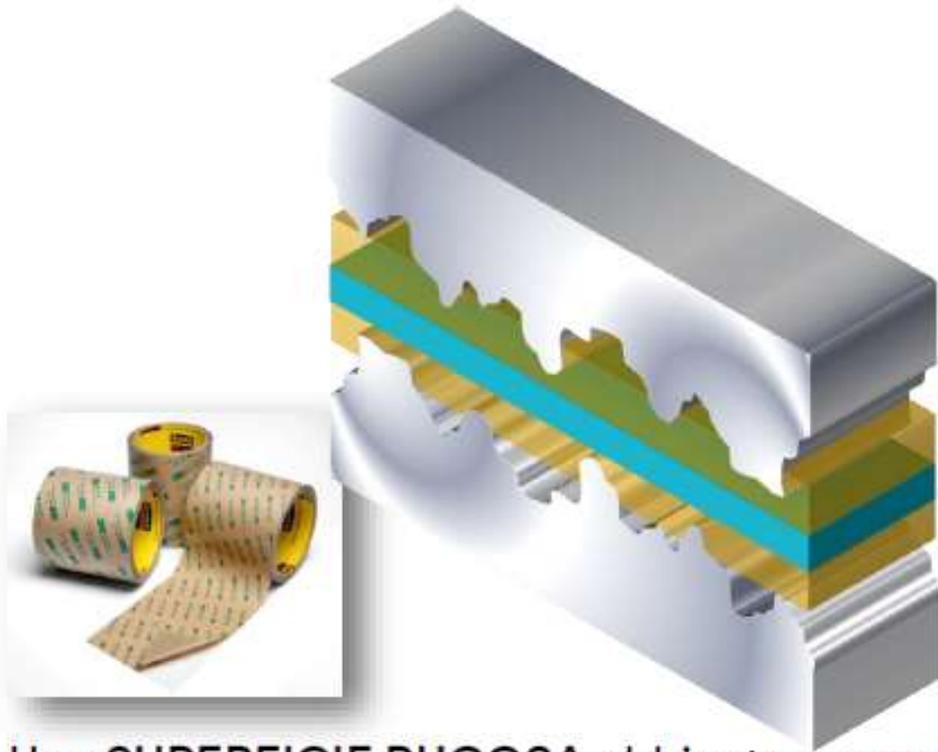
Per un Adesivo Liquido la RUGOSITA' (pulita)
aumenta la SUPERFICIE di Contatto.
Preparare significa ABRADERE

Un Adesivo PSA e' un composto
VISCO-ELASTICO
cioe' + 'SOLIDO' di un Adesivo LIQUIDO

Per un Adesivo PSA 'sottile' la rugosita' non
corretta puo' RIDURRE la SUPERFICIE
disponibile per l'ADESIONE



PREPARAZIONE delle SUPERFICIE: Trattamento MECCANICO:



Una SUPERFICIE RUGOSA abbinata con un ADESIVO Sottile e Compatto puo' comportare:

- Insufficiente AREA di Contatto
- Ridotta FORZA di Adesione



Una SUPERFICIE RUGOSA abbinata con un ADESIVO Spesso (VHB) puo' comportare:

- Massima AREA di Contatto
- FORZA di Adesione Aggiuntiva

PREPARAZIONE delle SUPERFICI: Promotori di adesione

I promotori di adesione sono degli agenti che fungono da accoppiamento ponte tra la superficie da trattare e l'adesivo.

Modificano chimicamente l'energia superficiale, hanno una maggior affinità con la superficie da adesivizzare rispetto a quella dell'adesivo.

Hanno a loro volta una maggior affinità con l'adesivo stesso rispetto a quella del substrato.

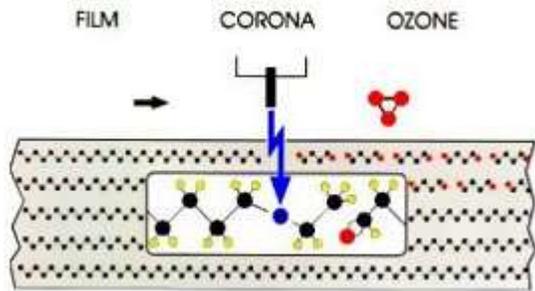
Una volta trattate, le superfici, oltre a non dover essere toccate in alcun modo con le mani, devono essere protette e conservate in modo da non subire ossidazioni e contaminazioni.



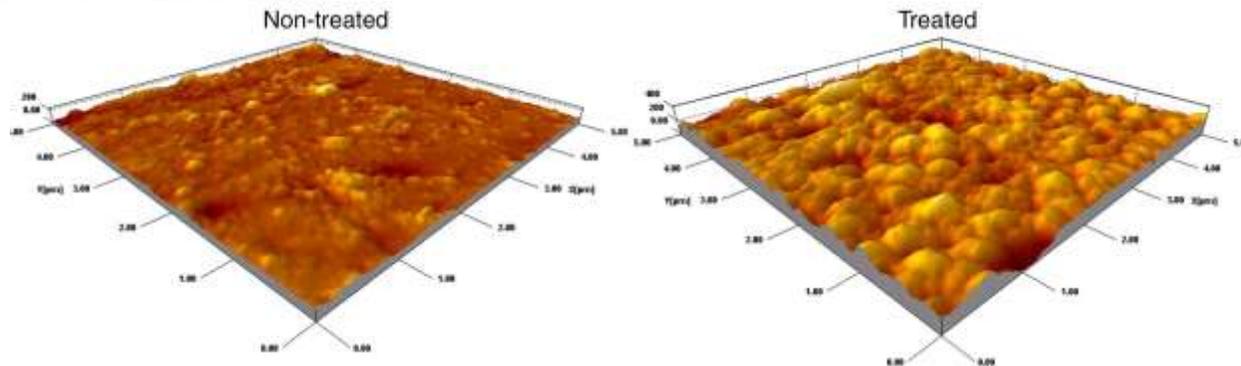
Nota: il trattamento ha effetto con durata limitata nel tempo.

PREPARAZIONE delle SUPERFICI: : Trattamento Corona/Plasma

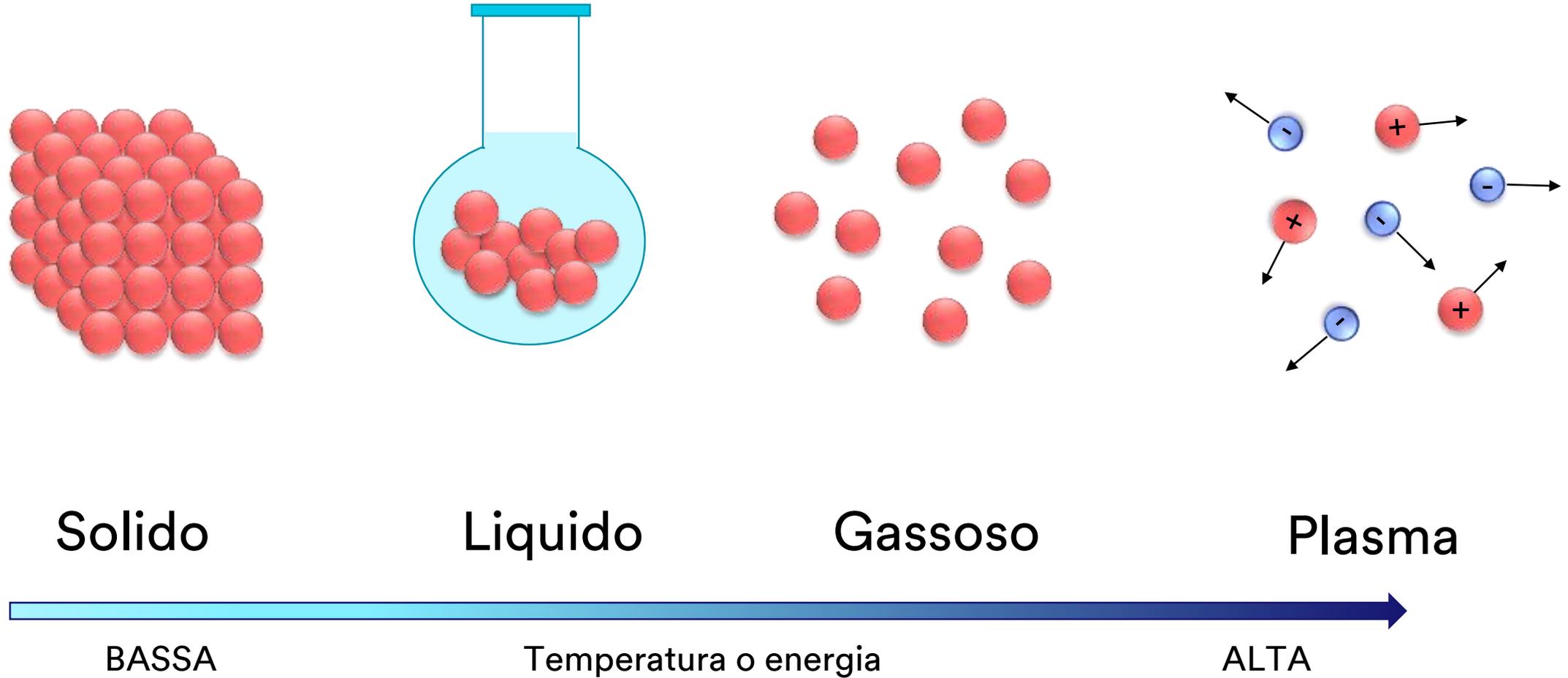
Il trattamento Corona è caratterizzato da alta tensione, alto voltaggio e isolamento elettrico tra elettrodo e controelettrodo. In questo modo si ottiene una scarica senza arco elettrico che genera un flusso di aria fortemente ionizzata, in grado di polarizzare le molecole della superficie in trattamento.



Nota: il trattamento ha effetto con durata limitata nel tempo.

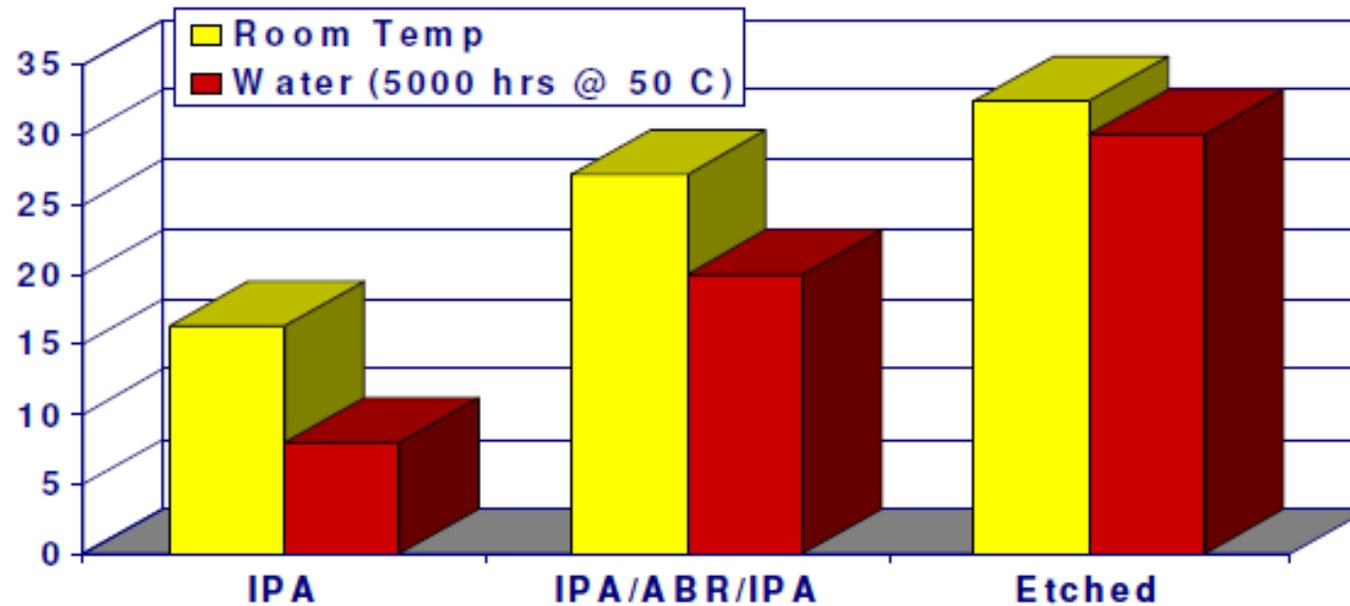


PREPARAZIONE delle SUPERFICI: Trattamento Corona/Plasma



Come migliorano le prestazioni:

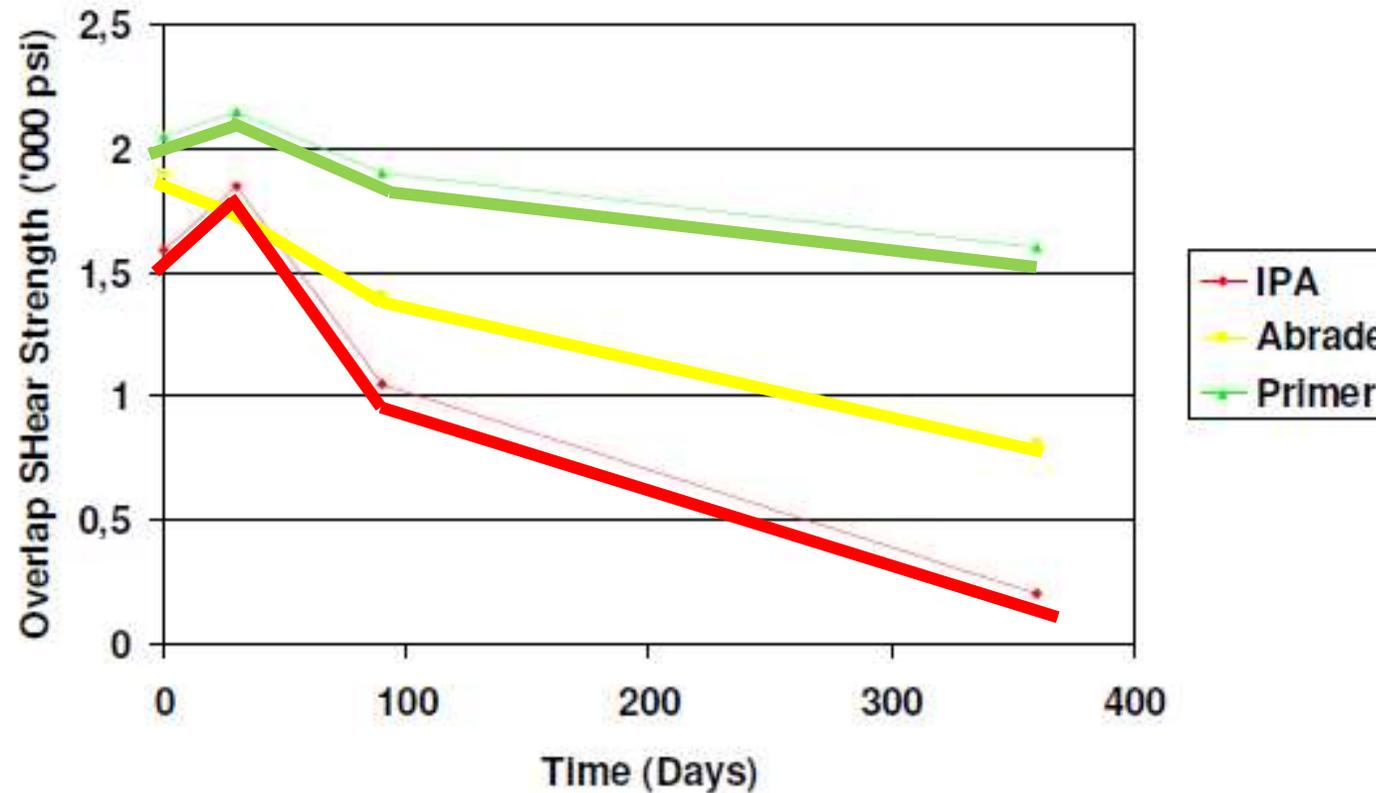
Test DP460 su alluminio (OLS Strength - MPa)



Come migliorano le prestazioni:

2216B/A - Water Immersion - CRS Steel

1000 PSI is # 6.9 MPa



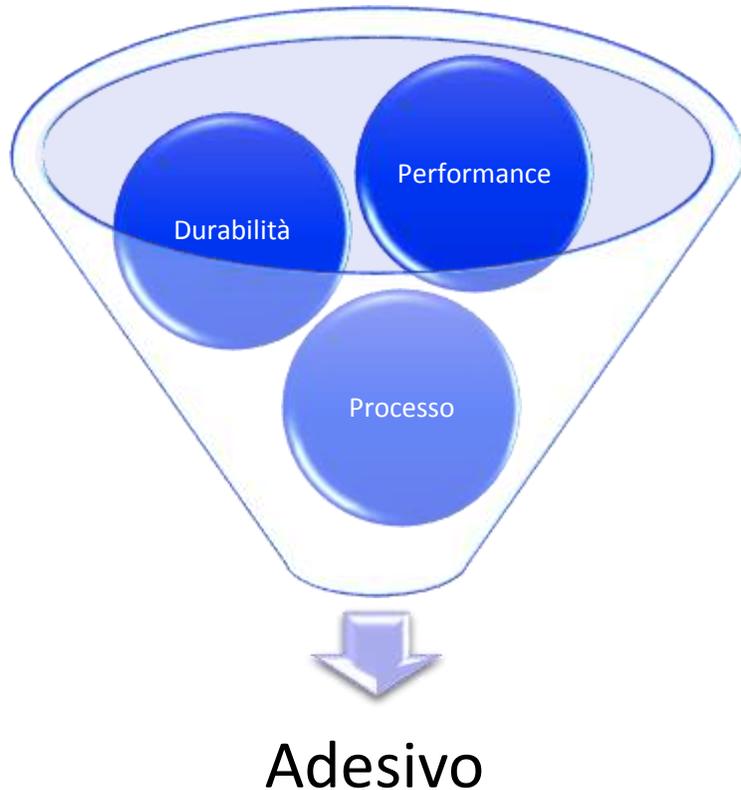
Nota: psi=
Pound Square Inch=>
Libbre x pollice
quadro=>
1MPa=1N/mm² =>
1MPa= c.a. 145 psi

Adesione :

Quali fattori permettono un adesione affidabile?



Considerazioni sulla scelta degli adesivi



Prestazioni:

- Adesione
- Carichi
- Progettazione del giunto
- Caratteristiche meccaniche

Durabilità:

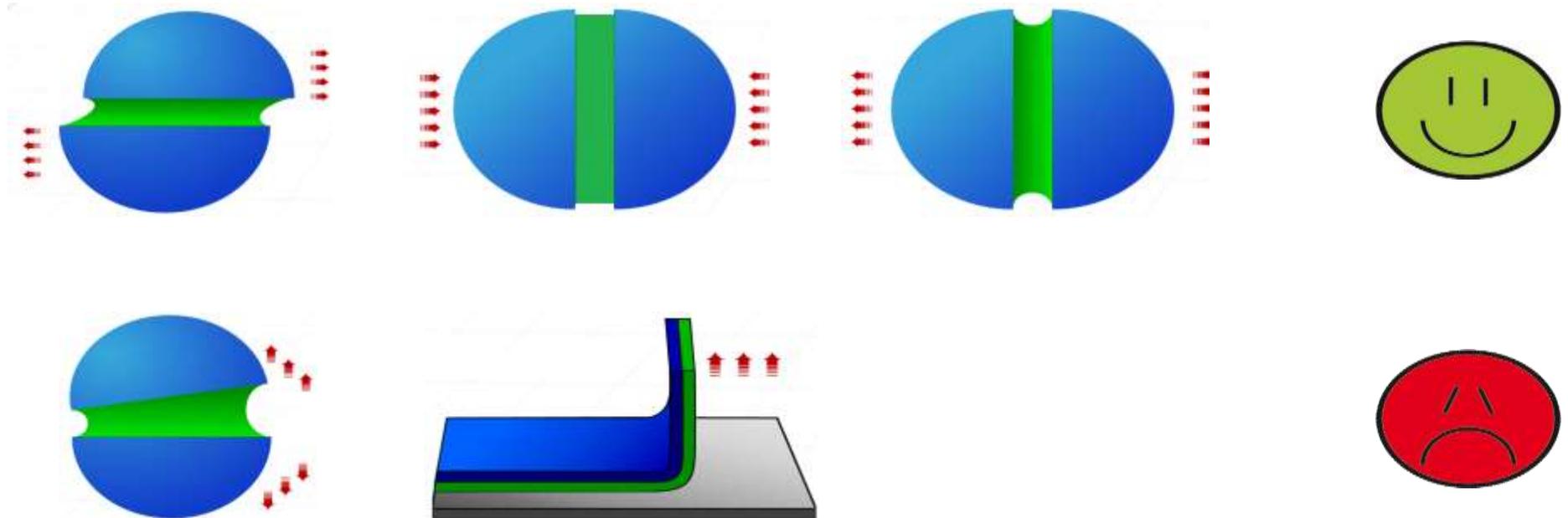
- Resistenza alle condizioni ambientali
- Resistenza chimica
- Resistenza a fatica

Processo e applicazione:

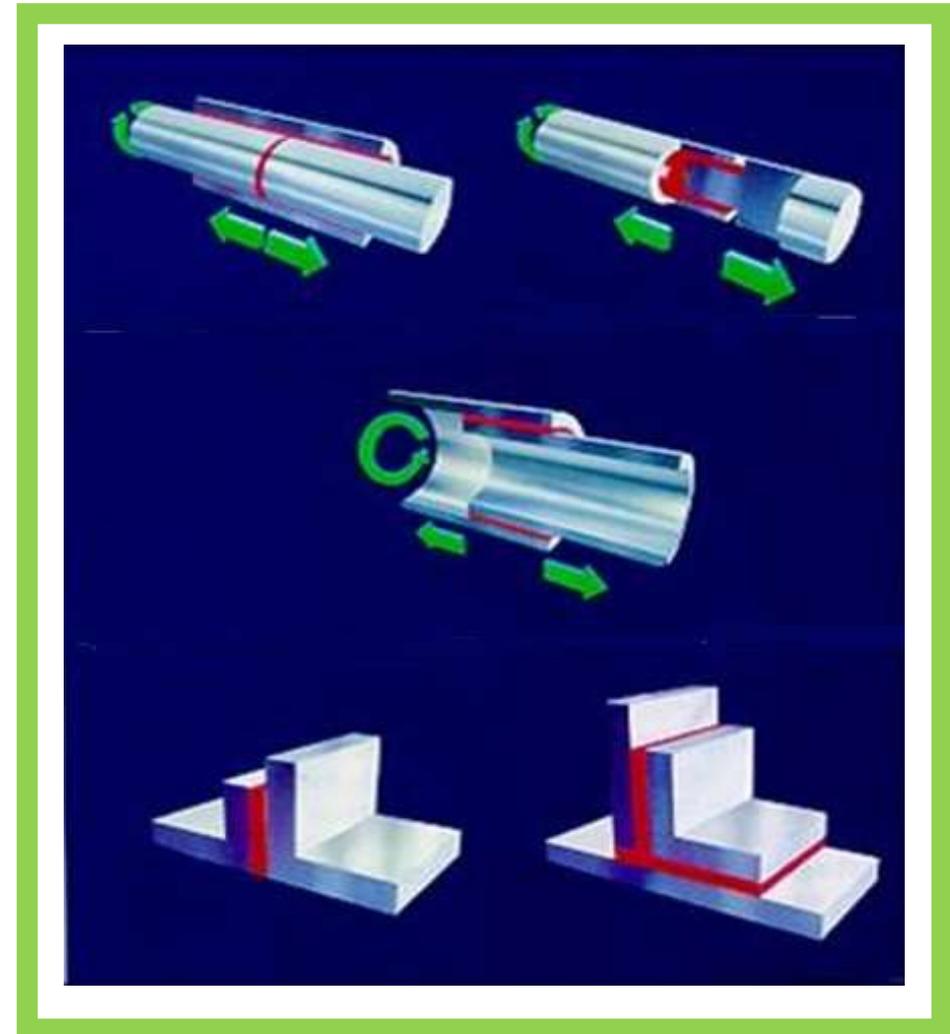
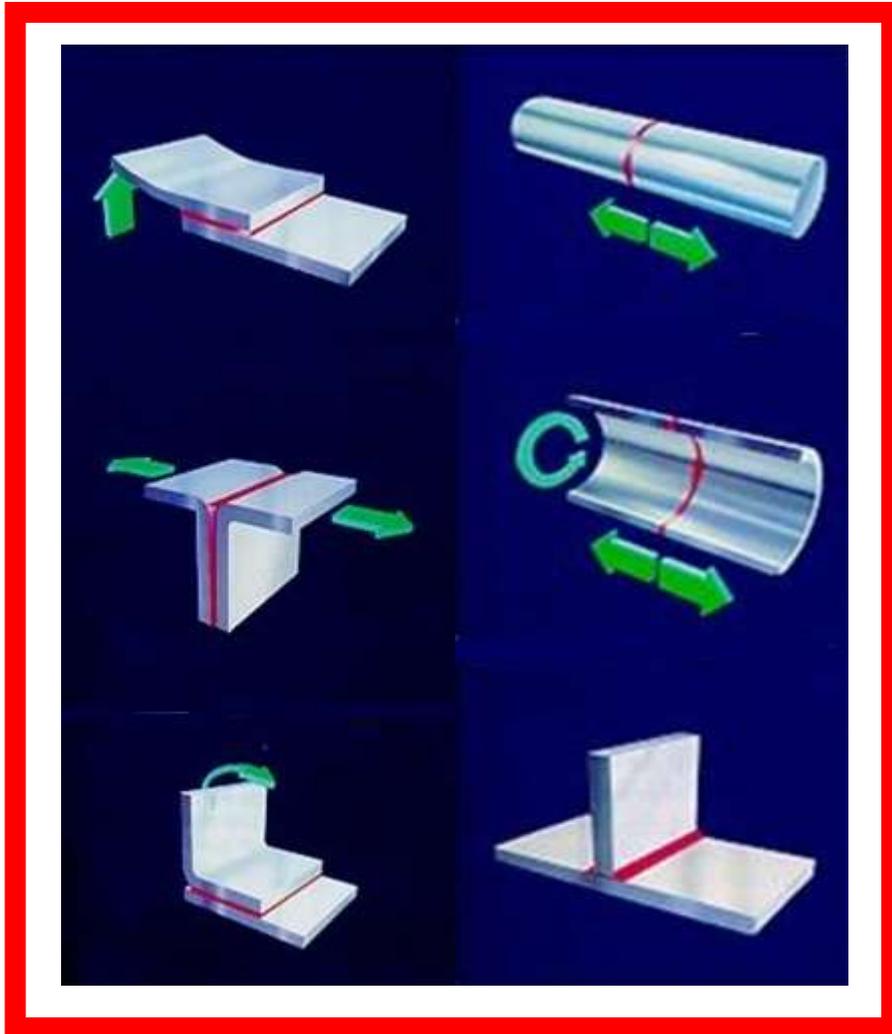
- Forma / applicazione
- Viscosità / calo o gocciolamento
- Polimerizzazione

Le geometrie dell'incollaggio:

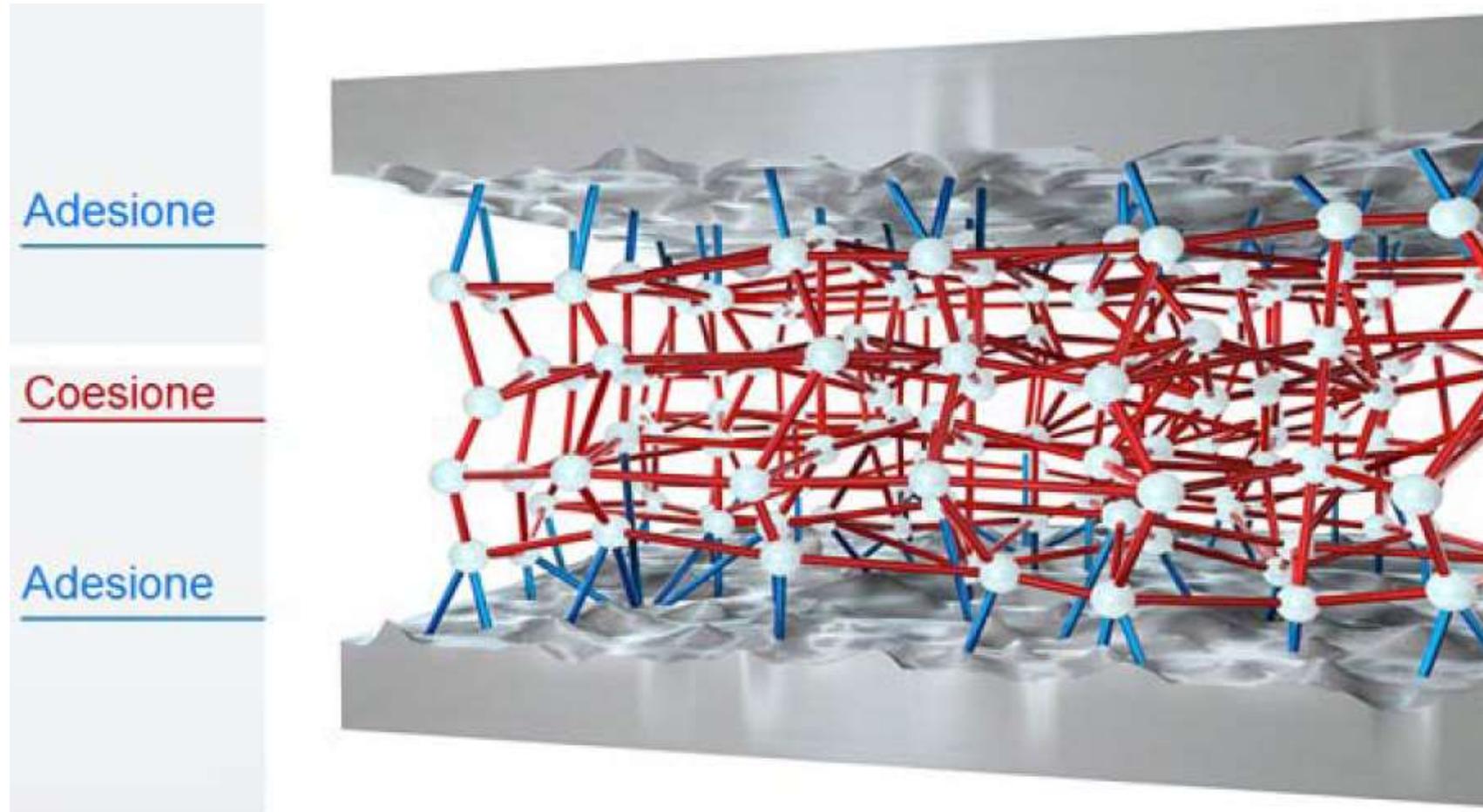
- Carichi / Forma del giunto:



Le geometrie dell'incollaggio:



Adesione e coesione:



Durabilità

- Contaminanti chimici:



Gasolio/olii



Solventi



Acidi/basi

- Shock termici:

Brusche variazioni di temperatura/umidità possono impattare negativamente su alcune famiglie di adesivi

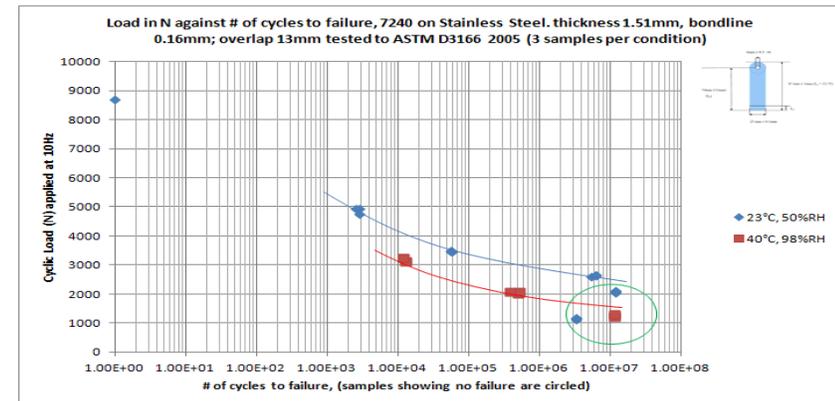


- Fattori Ambientali:

Temperatura
Umidità
Variazione tg
Dilatazione termica
UV
...



- Fatica:



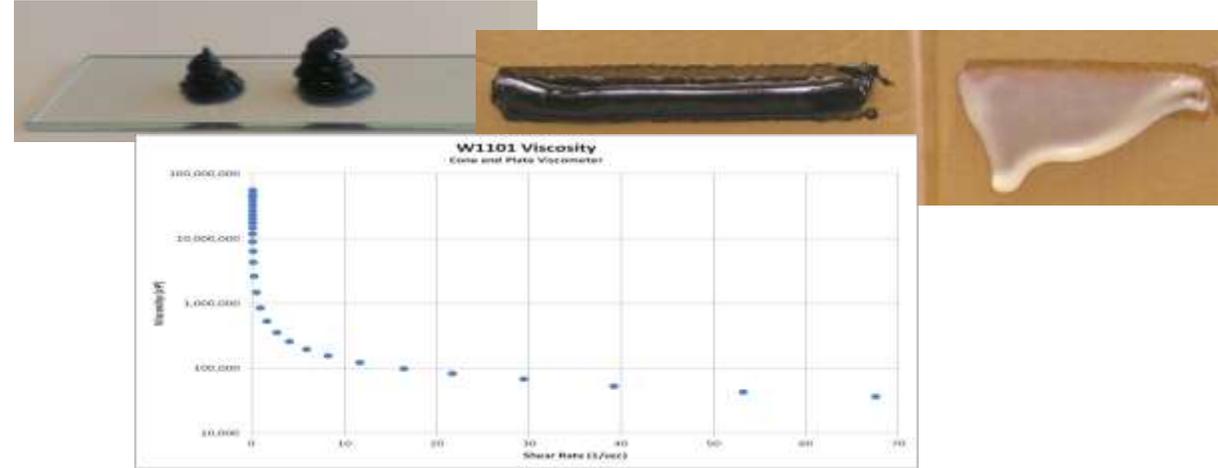
Processo e Applicazione

- Tipo di Adesivo:

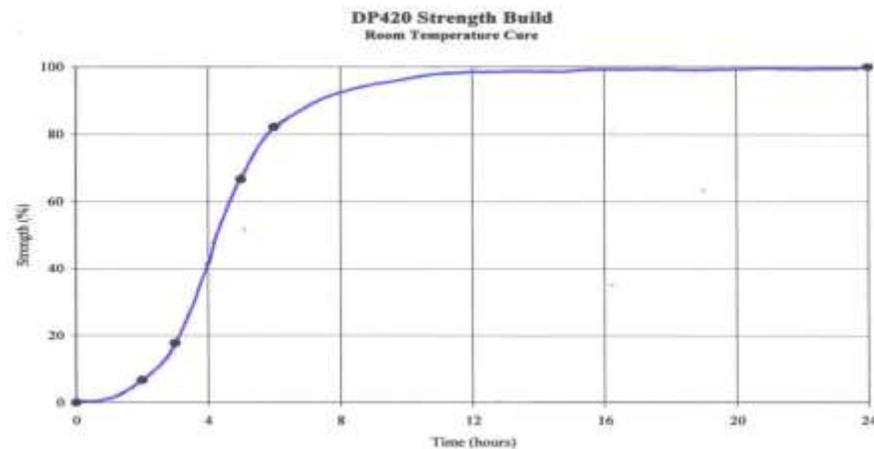
Monocomponente
Bicomponente
Pasta
Film
Nastro



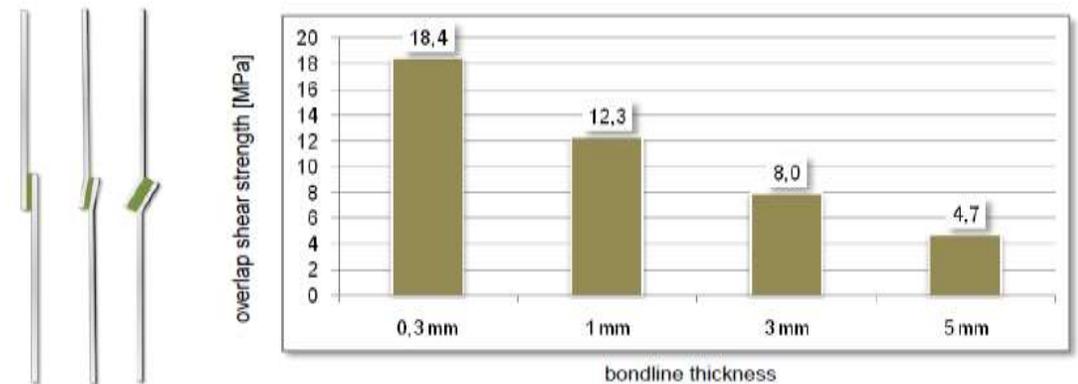
- Viscosità:



- Polimerizzazione:



- Spessore:



Progettazione del giunto adesivo:

A Assembly



S Substrate



P Process



E End-Use



C Cost

Cosa si vuole assemblare? Quali sono le **performance** che si vogliono raggiungere?

Che tipi di **materiali** si vogliono incollare?

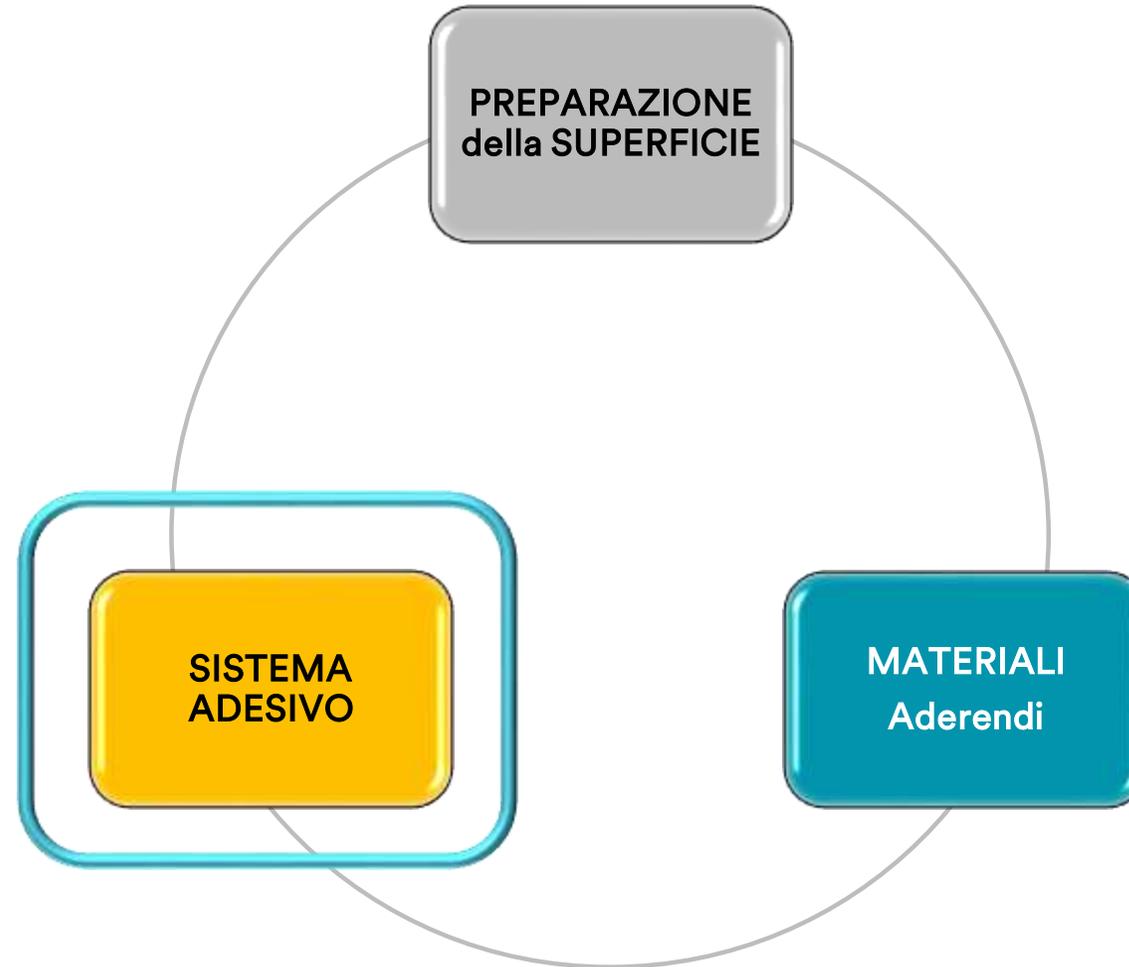
Qual è l'attuale **processo**? La nostra soluzione è adatta all'attuale processo o è necessaria una modifica?

Come e **dove** il prodotto finale deve essere utilizzato?
Quale soluzione meglio risponde a queste domande?

Qual è il **costo totale** dell'applicazione (forza lavoro, materiali, timing...)?

Adesione :

Quali fattori permettono un adesione affidabile?



Bonding Continuum: la corretta soluzione adesiva

Performance	
Soluzione 3M	Tenuta al taglio (MPa)
Adesivi Strutturali	7.0 – 40
Adesivi PUR Curing Hot Melt	2.8 – 7.0
Sigillanti	2.0 – 5.5
Foams VHB™	0.3 – 3.0
Adesivi a contatto – Spray - Hot Melt	0.3 – 1.0
PSA's	0.01 – 0.1

Performance



Pressure-Sensitive Adhesives (PSA's)
(Double-Coated Tapes, Adhesive Transfer Tapes)

Adesivi a contatto e Spray

Adesivi Hot Melt

Nastro biadesivo
3M™ VHB™

Sigillanti PU & HY

Adesivi PUR

Adesivi Strutturali
3M™ Scotch-Weld™

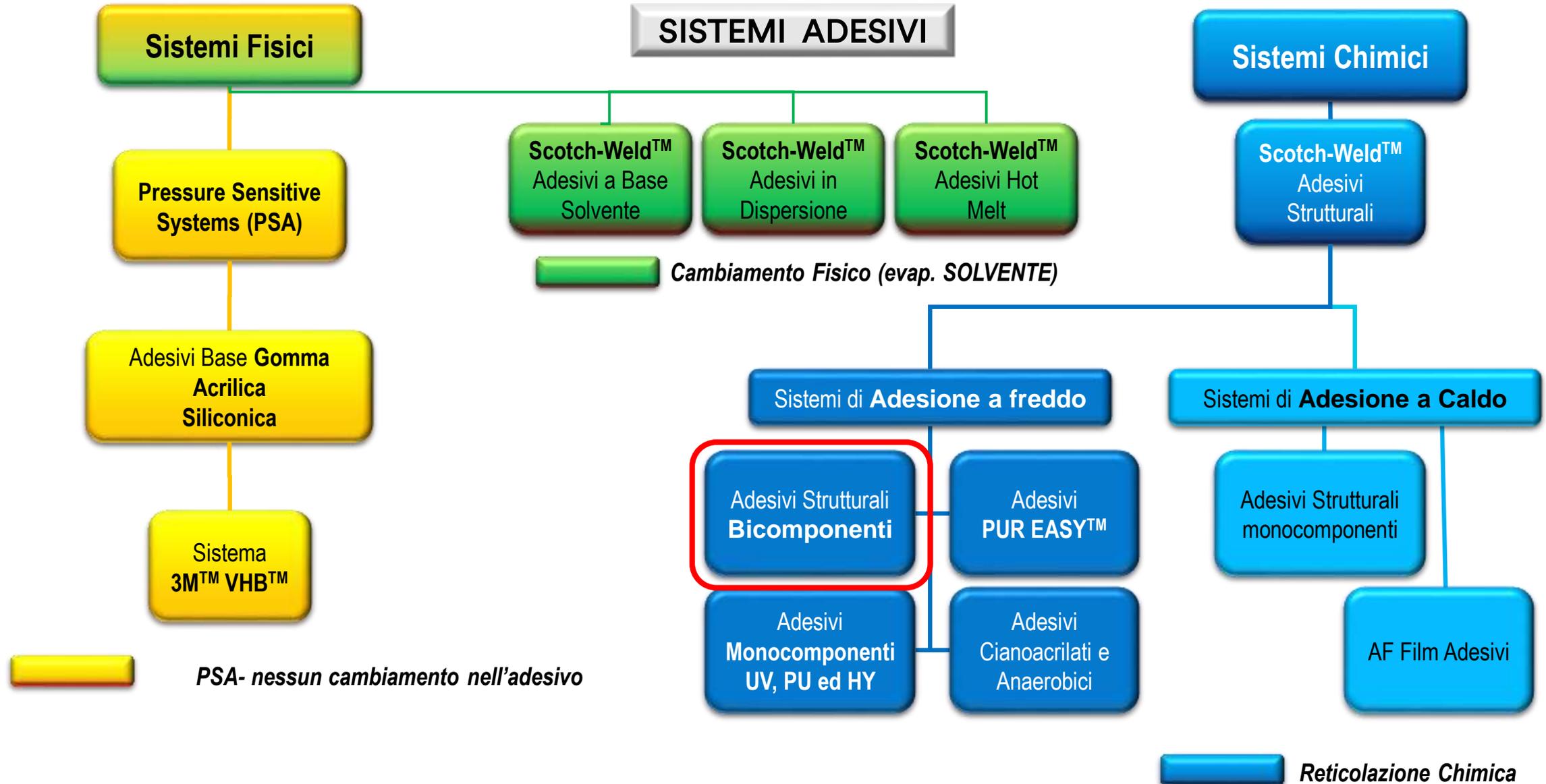
Tecnologia

La scelta migliore per un assemblaggio perfetto



Principali applicazioni industriali	Fissaggi richiudibili	Spray adesivi Adesivi a contatto	Adesivi Hot Melts	Nastri VHB	Adesivi Sigillanti	Adesivi PUR	Adesivi Strutturali
Pannellatura telaio/ Rinforzi pannelli	●			●	●		●
Superfici ampie Laminazione		●	●			●	●
Montaggio ed incollaggio finiture	●		●	●		●	●
Assemblaggio piccolo giunti			●			●	●
Guarnizioni		●		●			
Sigillatura, potting			●	●	●		●





Sistemi Fisici

Pressure Sensitive Systems (PSA)

PSA



SISTEMI ADESIVI

Scotch-Weld™
Adesivi a Base Solvente/
Dispersione/Hot Melt

Cambiamento Fisico

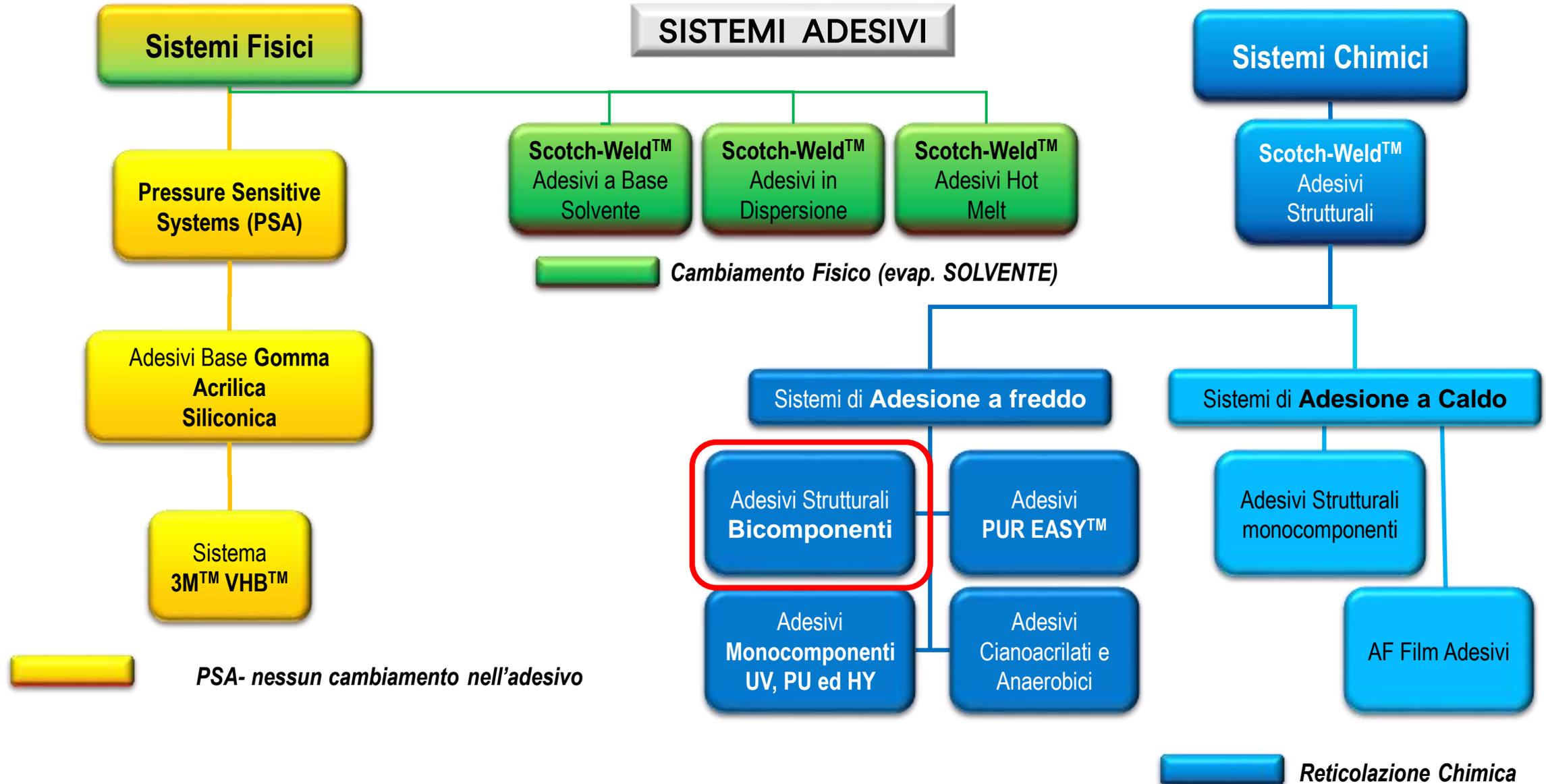


Sistemi Chimici

Scotch-Weld™
Adesivi
Strutturali

Reticolazione Chimica

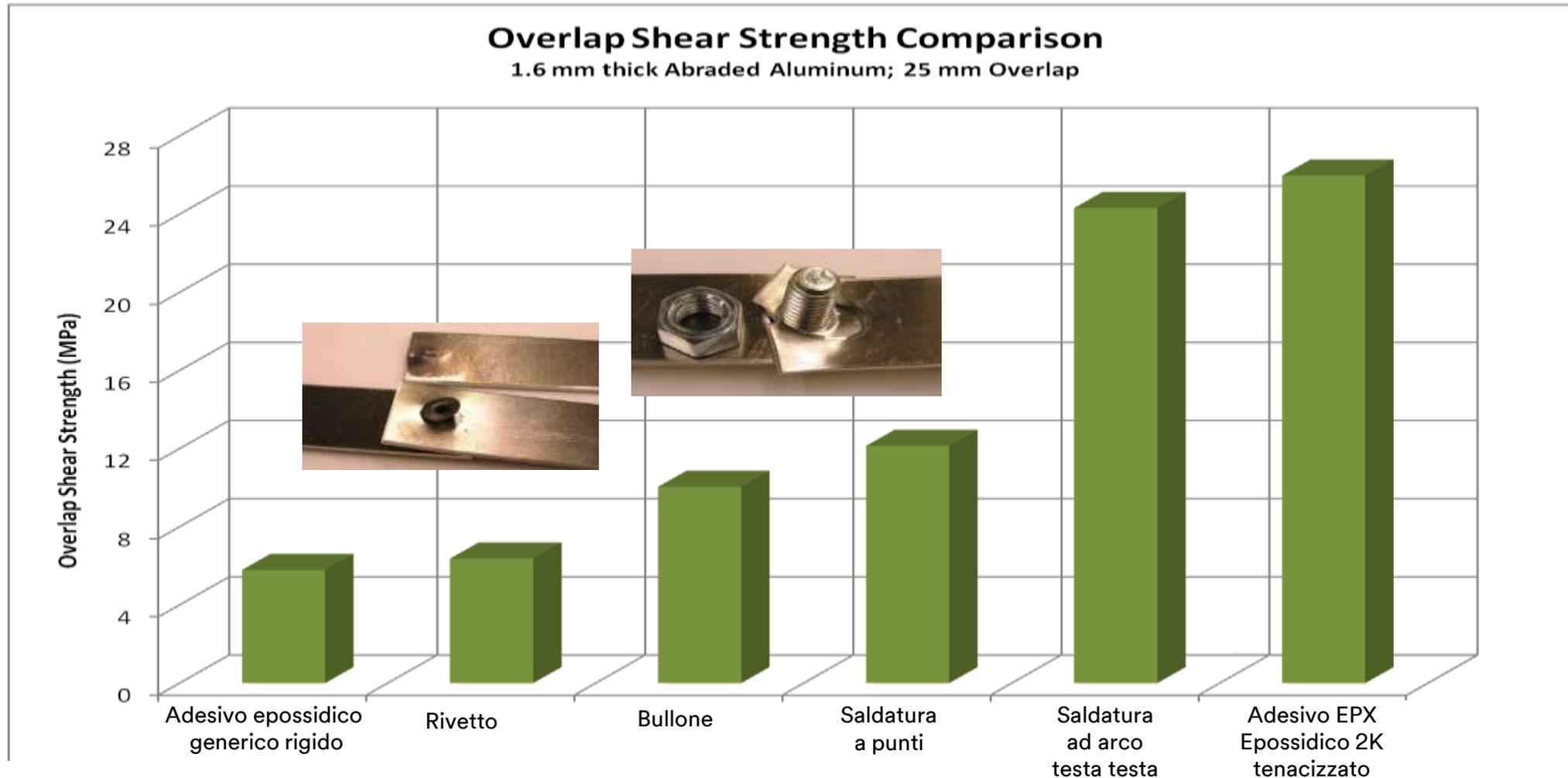




Alleggerimento e incollaggio



Adesivi Strutturali vs fissaggi meccanici



1 lbf=4,45N

La gamma di Adesivi Strutturali 3M Scotch Weld EPX:

Epossidici

- 100% solidi
- Ottima resistenza a taglio (> 30 MPa)
- Temp max > 120°C
- Tenacizzati, flessibili e rigidi
- Diverse viscosità

Poliuretanici

- 100% solidi
- Buona resistenza a taglio (> 20 MPa)
- Temp max > 120°C
- Flessibili
- Flusso controllato

Acrilici

- 100% solidi
- Buona resistenza a taglio (> 20 MPa)
- Temp max c.a 80°C
- Tenacizzati
- Minor preparazione superficiale
- Basso odore

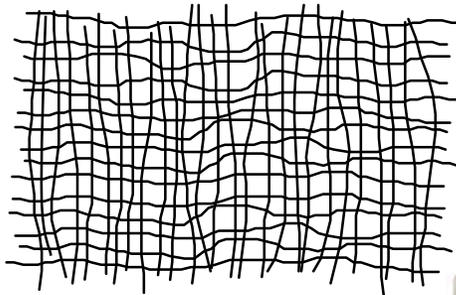
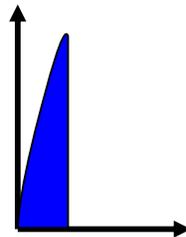


Adesivi strutturali 3M Scotch Weld EPX

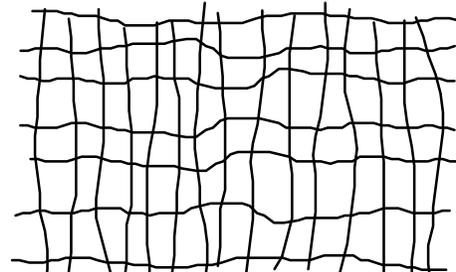
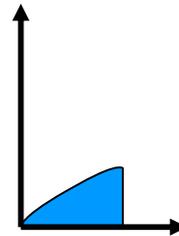
- Tipologia di resina (tutte termoindurenti)



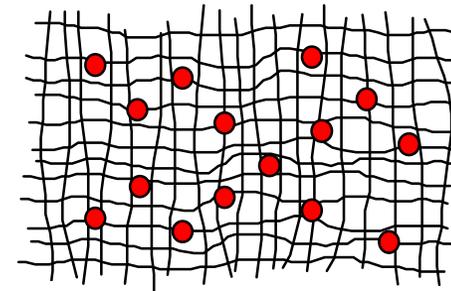
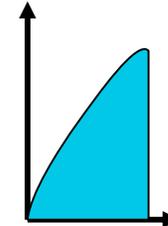
Rigide



Flessibili



Tenacizzate



Nuovi Adesivi Strutturali Acrilici StAR



- Tempo aperto: 5-10 minuti
- Resistenza strutturale: dai 10-20 minuti
- Tenuta al taglio (22°C): 25-28 MPa
- Tenuta alla pelatura (22°C): 5-9 N/mm

Salute e sicurezza

- **Low Odor**
- Non infiammabile
- 100% Solidi

Risparmio

- Scadenza di **18 mesi**
- **Temperatura ambiente**

Produttività

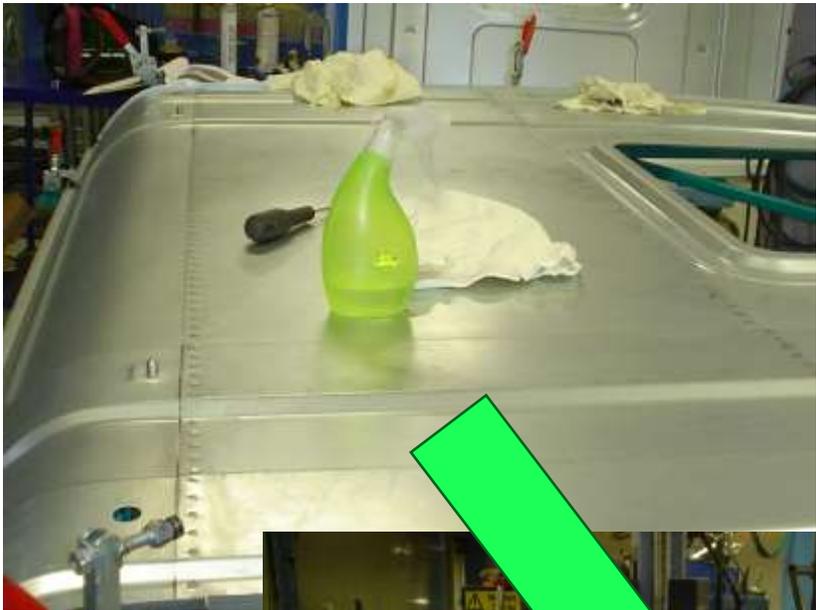
- **Velocità** di polimerizzazione
- Diversi tempi aperti

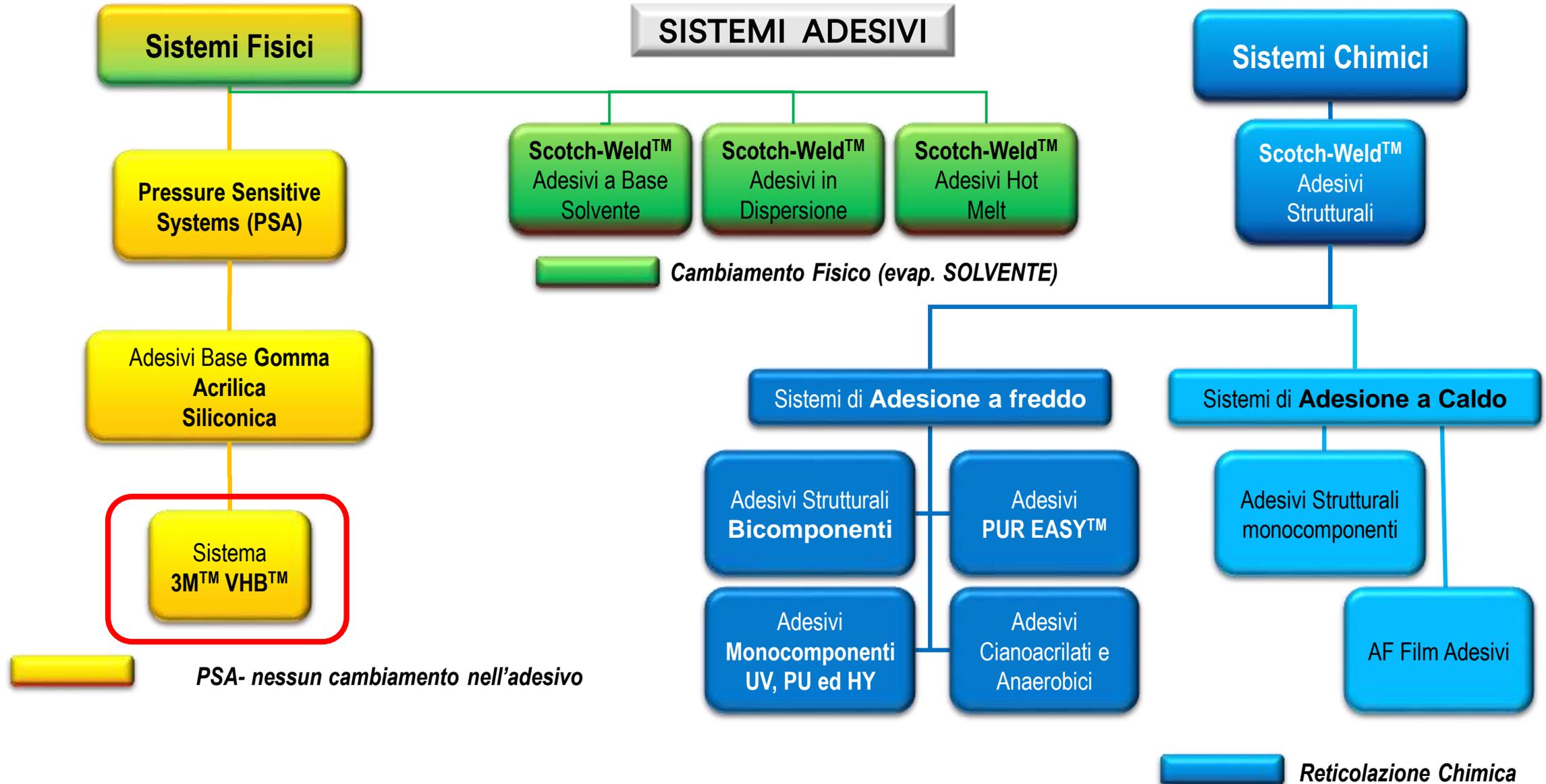
Performance

- Elevata **resistenza agli impatti**
- Elevata **resistenza meccanica**
- Ottima **adesione** alla maggior parte di plastiche e metalli



Adesivi EPX Poliuretanic





3M VHB™ Biadesivi in schiuma acrilica

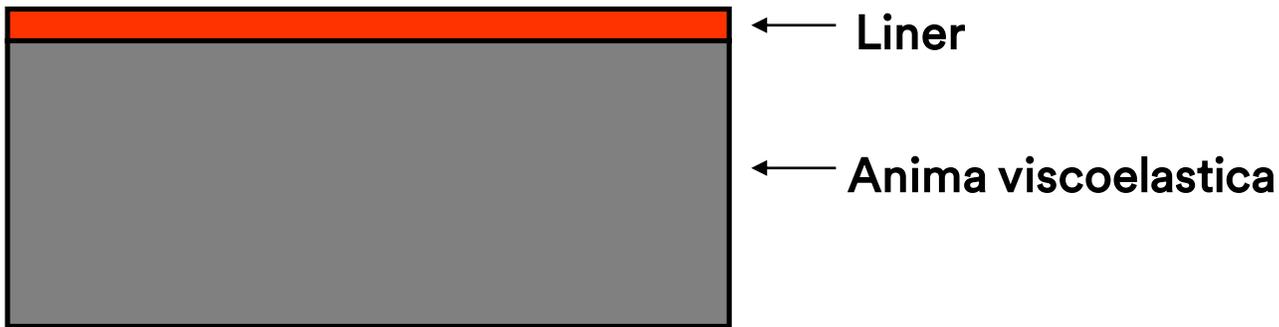
3M™ VHB™

La migliore in alternativa a viti, rivetti e saldature per
assemblaggi permanenti ... in formato nastro!

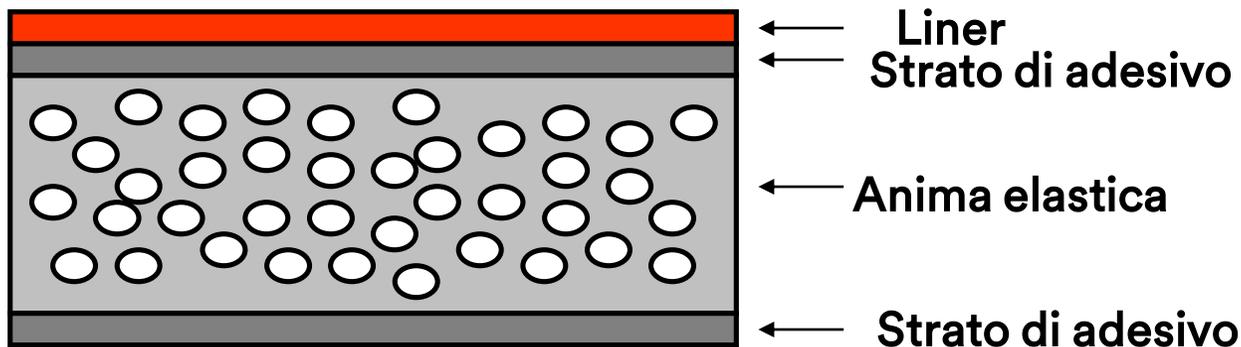


3M VHB™ Biadesivi in schiuma acrilica

I Nastri 3M VHB™ in schiuma acrilica si differenziano fortemente dai biadesivi «tradizionali»:



**Nastro in schiuma
acrilica VHB**

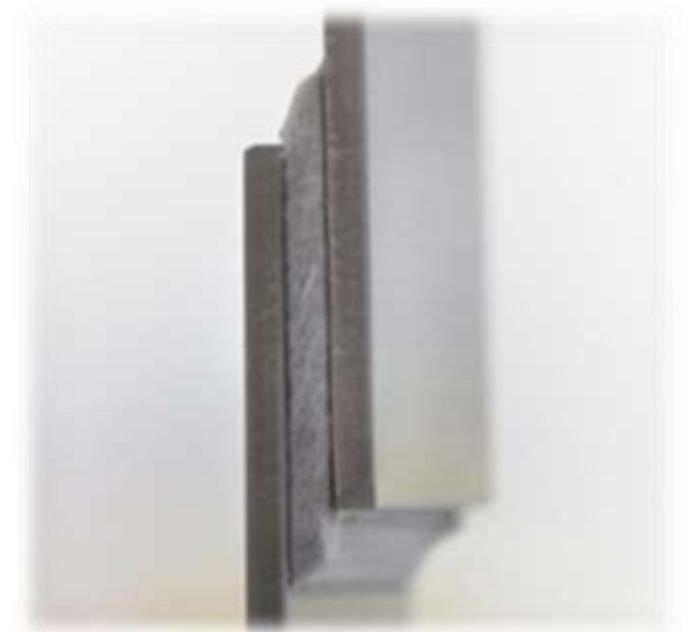


**Biadesivo in
schiuma PE / PU**

Viscoelasticita' VHB

- **Assorbimento dell'energia:** I carichi dinamici vengono assorbiti dalla schiuma acrilica
- **Rilassamento delle tensioni:** i carichi vengono poi redistribuiti all'interno della giunzione

La schiuma acrilica VHB assicura un'adesione elevata e protegge il giunto!



Durabilita' VHB

- Resistenza alla temperatura
- Resistenza ai raggi UV
- Resistenza all'acqua
- Resistenza ai solventi
- Resistenza all'Invecchiamento



I benefici della schiuma acrilica VHB

Aspetto pulito:

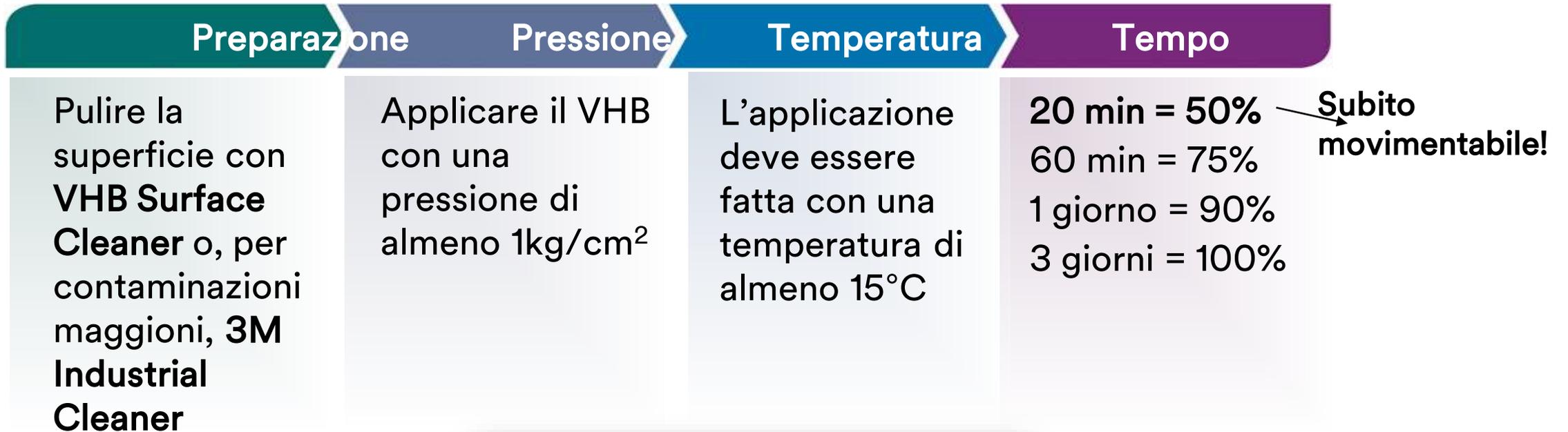
I giunti non presentano avvallamenti, deformazioni e segni di saldatura



3M VHB™ la soluzione per molteplici necessità di assemblaggio



3M VHB™: Il processo di Applicazione



Applicazione dei Nastri VHB

La sequenza ottimale per l'applicazione dei VHB:



1. Pulizia sempre



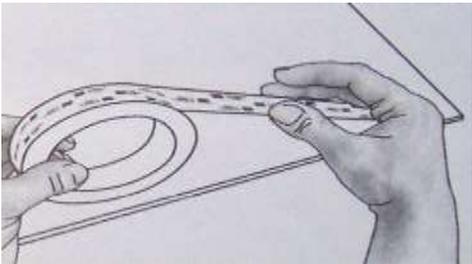
2. Abrasione



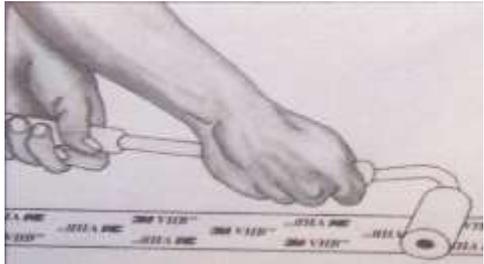
3. Pulizia



4. Primer



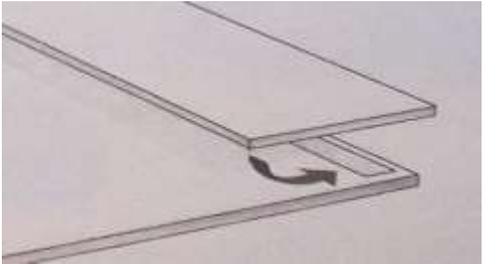
5. Nastro



5. Pressione



6. Liner



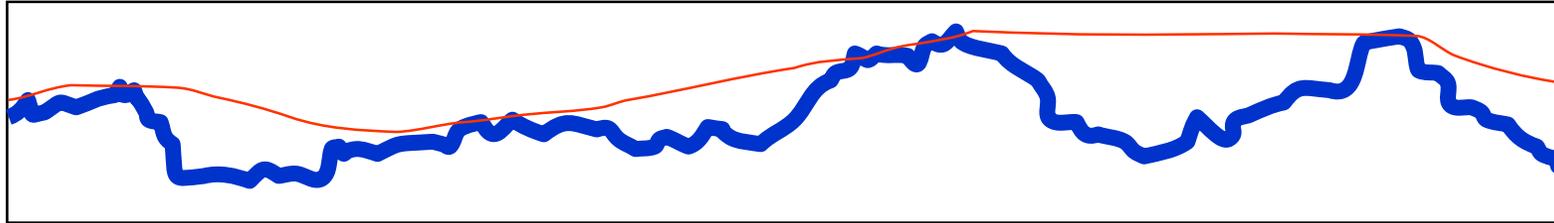
7. Contatto



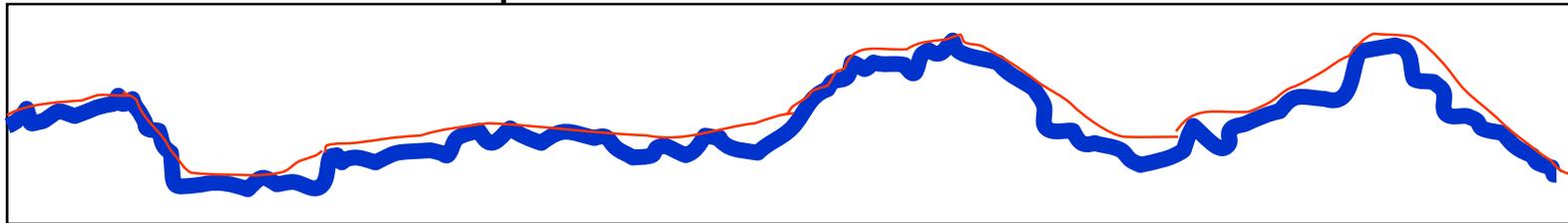
8. Pressione

Applicazione dei nastri VHB : Pressione e Tempo

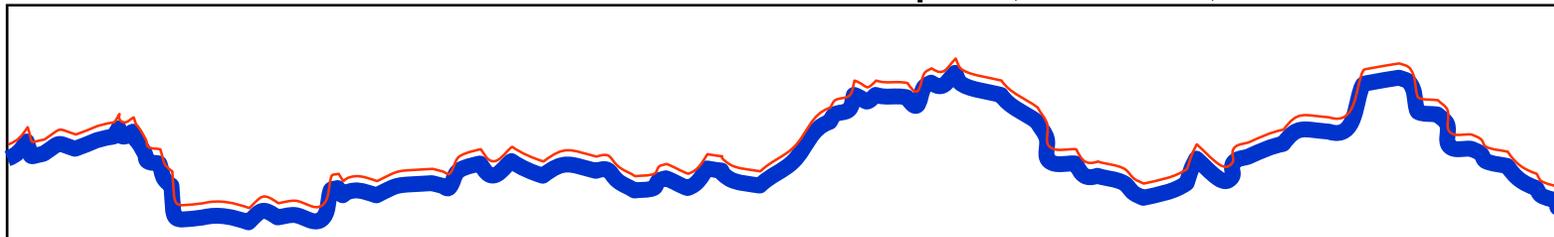
Primo stadio:contatto



Secondo stadio:pressione



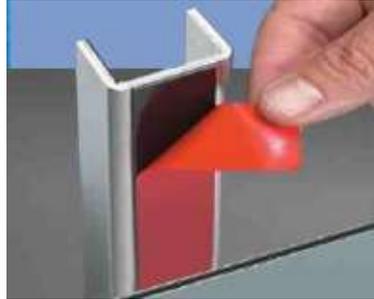
Terzo stadio:scorrimento nel tempo (= / > 72 h)



Linee guida per la scelta dello spessore

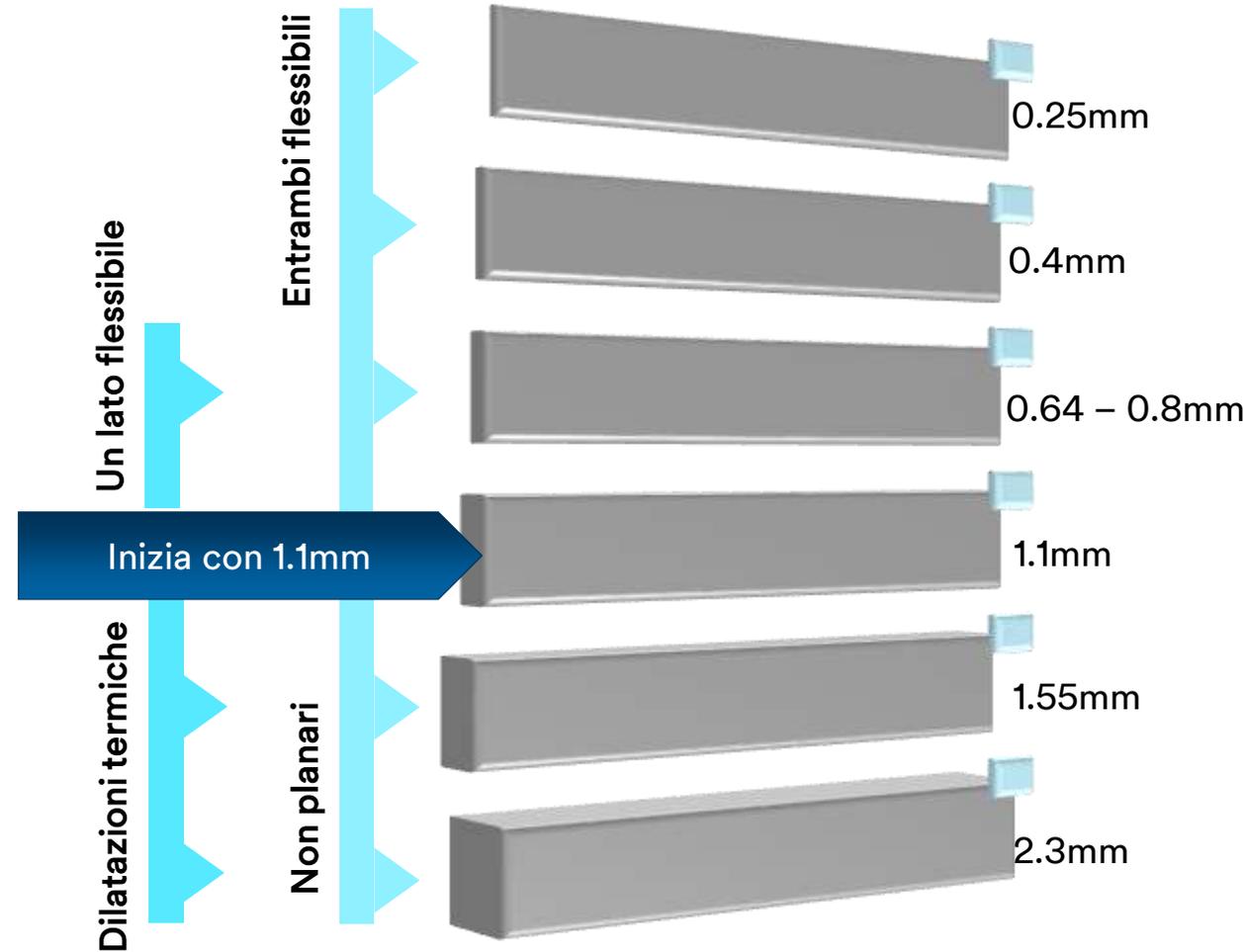
- **Nastri sottili ($\leq 0,64\text{mm}$ spessore)**

Per l'incollaggio di substrati **flessibili** e/o di **piccole dimensioni**



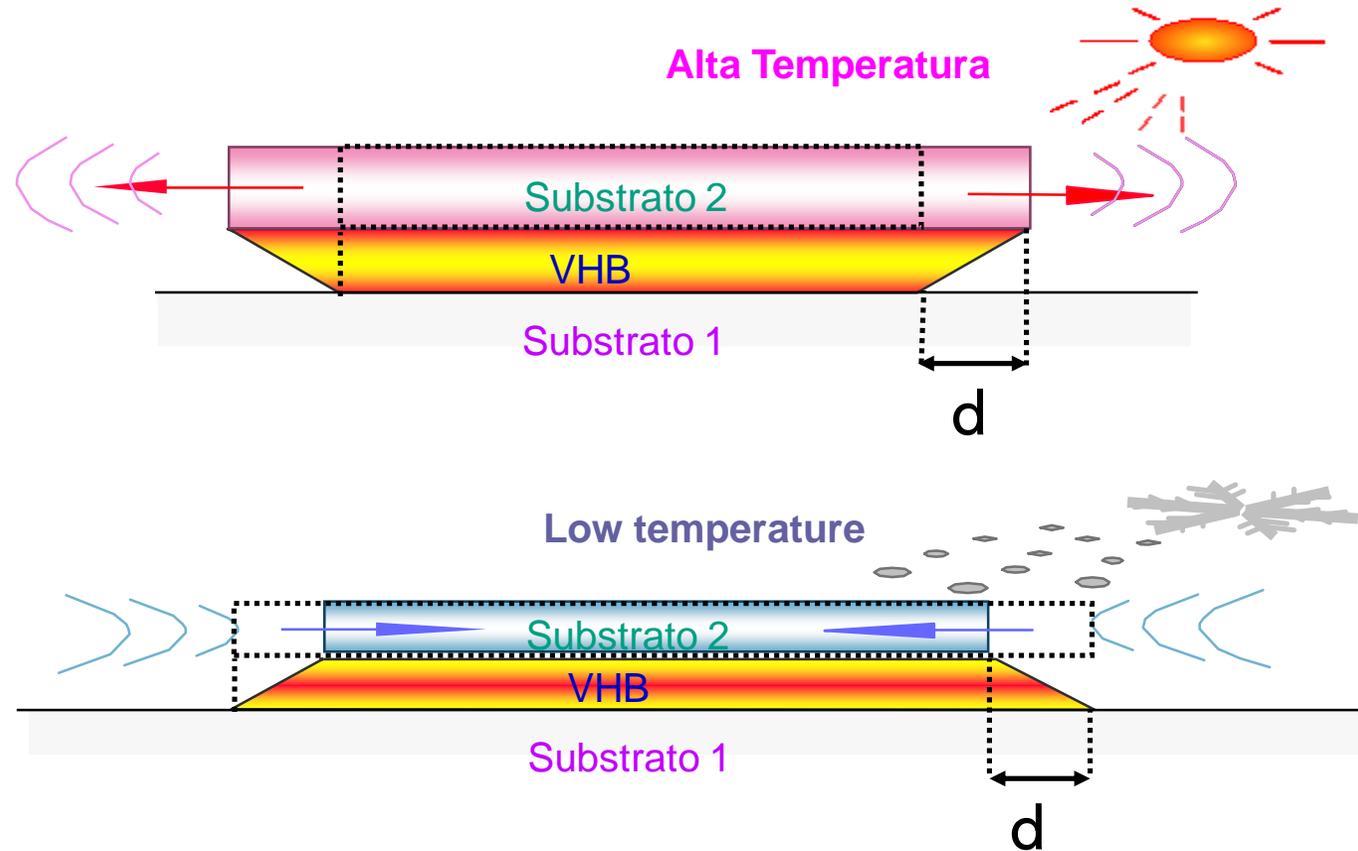
- **Nastri più spessi ($\geq 1,1\text{mm}$ spessore)**

Per l'incollaggio substrati **rigidi**, di grandi dimensioni e in presenza di carichi più elevati



Effetto dello spessore dei nastri VHB

I VHB compensano movimenti differenziali fino a 3 volte il loro spessore:



Nastri 3M VHB: una gamma completa

VHB 4941

- Alte e medie energie sup.
- Grigio, Nero
- Temperatura: 90-120°C



**Ampiezza di gamma
(colore, spessore)**

VHB 4611

- Alte e medie energie sup.
- Grigio
- Temperatura: 150-230°C



**Ideale prima di Cicli
di verniciatura a
polvere**

VHB 5952

- Medie e basse energie superficiali
- Molto conformabile, ideale per superfici rigide o irregolari
- Nero
- Temp: 120-150°C



**Su vernici a polvere
e superfici irregolari**

3M Dual Lock: la soluzione per applicazioni RIMOVIBILI

- I peduncoli a forma di fungo si incastrano tra loro assicurando un'elevata tenuta, Consente migliaia di aperture e chiusure
- Disponibile in 3 diverse tipologie, in base alla densità dei peduncoli: 170, 250 e 400 peduncoli/inc²
- Spessore assemblato: 3,6mm

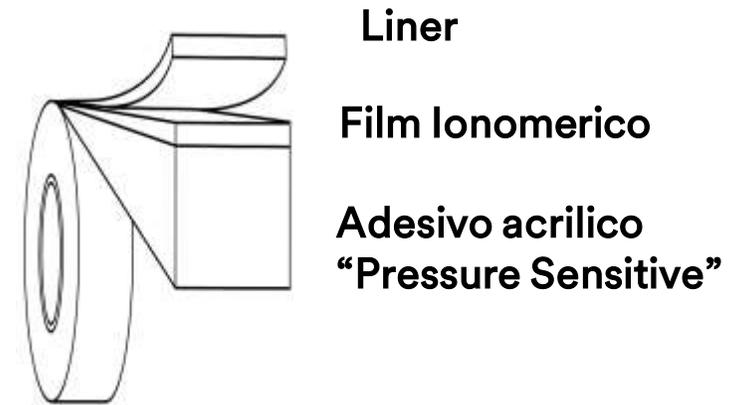


Disponibile
anche formato
5mt!

Ideali per ASSEMBLAGGIO di PARTI
RICHIUDIBILI e ALLESTIMENTO VEICOLI

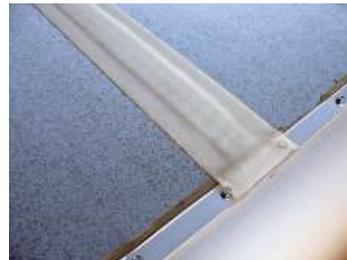
Extreme Sealing Tape: Nastro monoadesivo sigillante

- Le caratteristiche di un Nastro VHB™...in formato monoadesivo!
- Ideale per piccole riparazioni, dove è richiesta una sigillatura



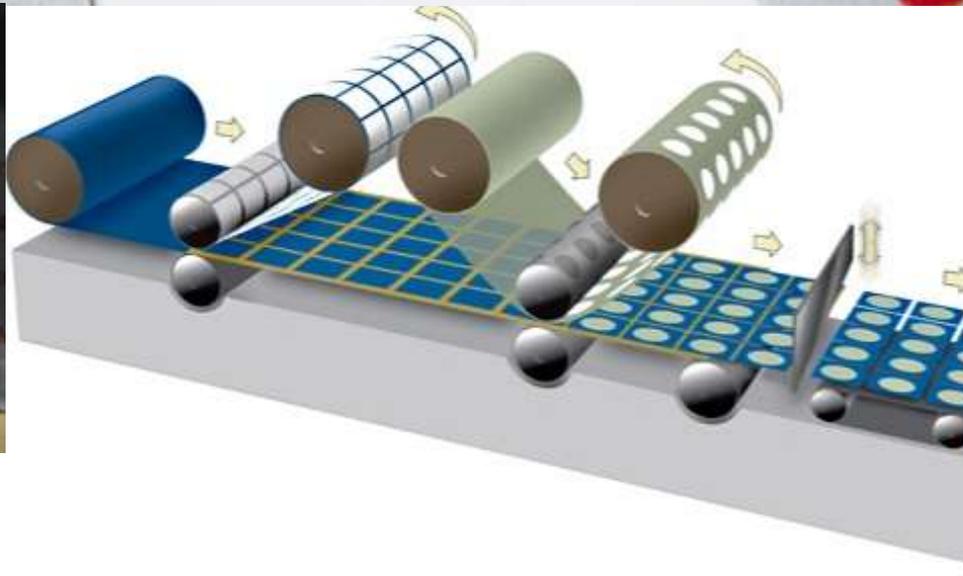
IDEALE PER SIGILLARE:

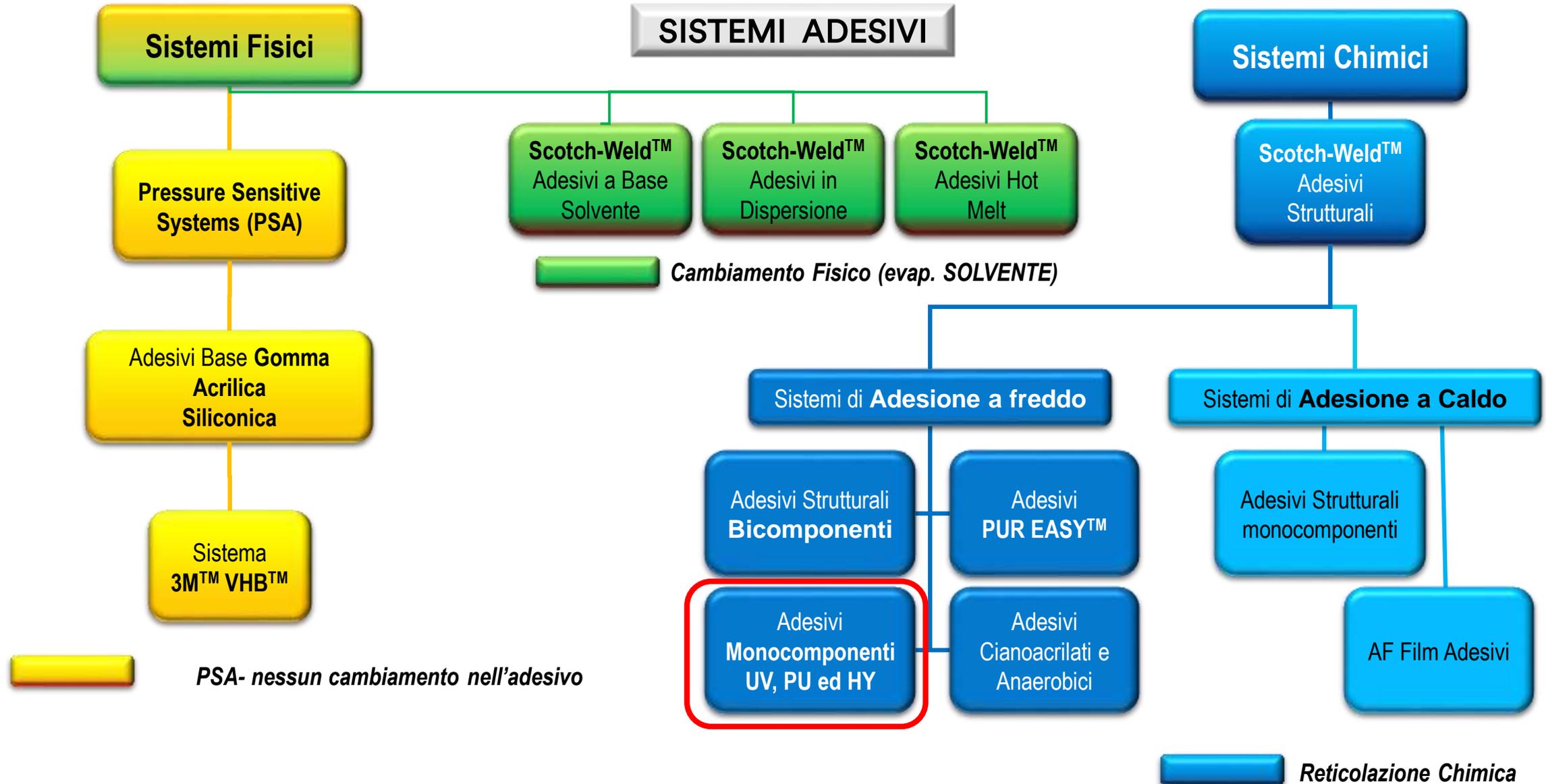
- Tetti di veicoli commerciali, autobus, camper, treni
- Insegne e Display
- Strutture in metallo
- Parapetti
- Camini e finestre di ventilazione
- Grondaie
- Lucernari
- Recinzioni metalliche



Disponibile in BLISTER!
19mm x 5mt

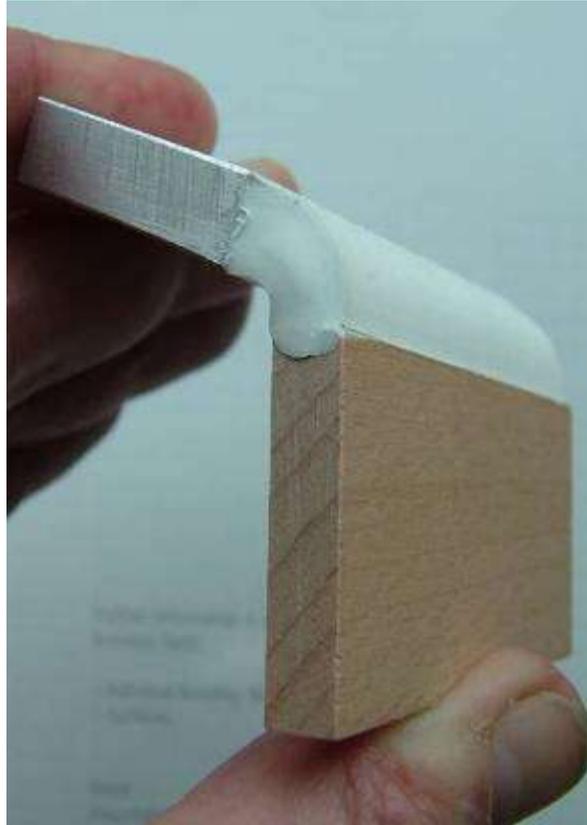
3M™ VHB™ : MODALITA' di APPLICAZIONE





Sigillanti

Cos'è un sigillante:



Sigillanti

Adesivi e sigillanti

Panoramica: Sigillanti – Definizioni Base*

- Differenza tra adesivo e sigillante:
 - I sigillanti hanno una coesione più bassa rispetto agli adesivi
 - I sigillanti hanno un allungamento maggiore rispetto agli adesivi
 - I sigillanti hanno tre funzioni principali:
 - Colmare gli spazi ed i vuoti tra i due substrati.
 - Formare una barriera protettiva per la loro intera vita.
 - Aderire ai substrati incollati, permettendo un minimo movimento alle parti.
- Gli adesivi hanno una funzione principale:
 - Aderire ai substrati incollati formando un giunto sicuro.

* <http://www.adhesives.org/AdhesivesSealants/SealantTechnologies.aspx>



Un esempio di applicazione

Incollaggio pannelli di copertura su telaio

Prodotto

3M 550FC

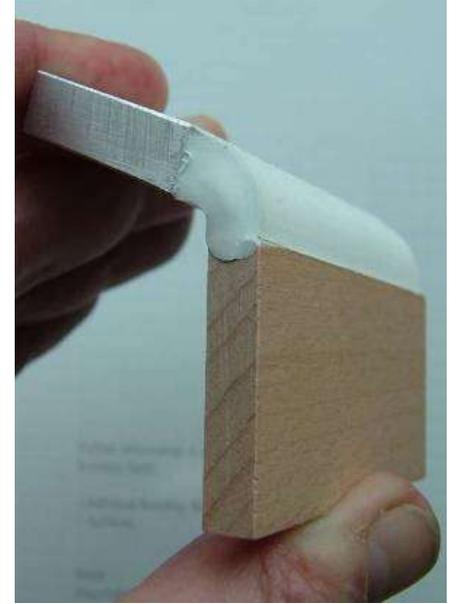
Vantaggio

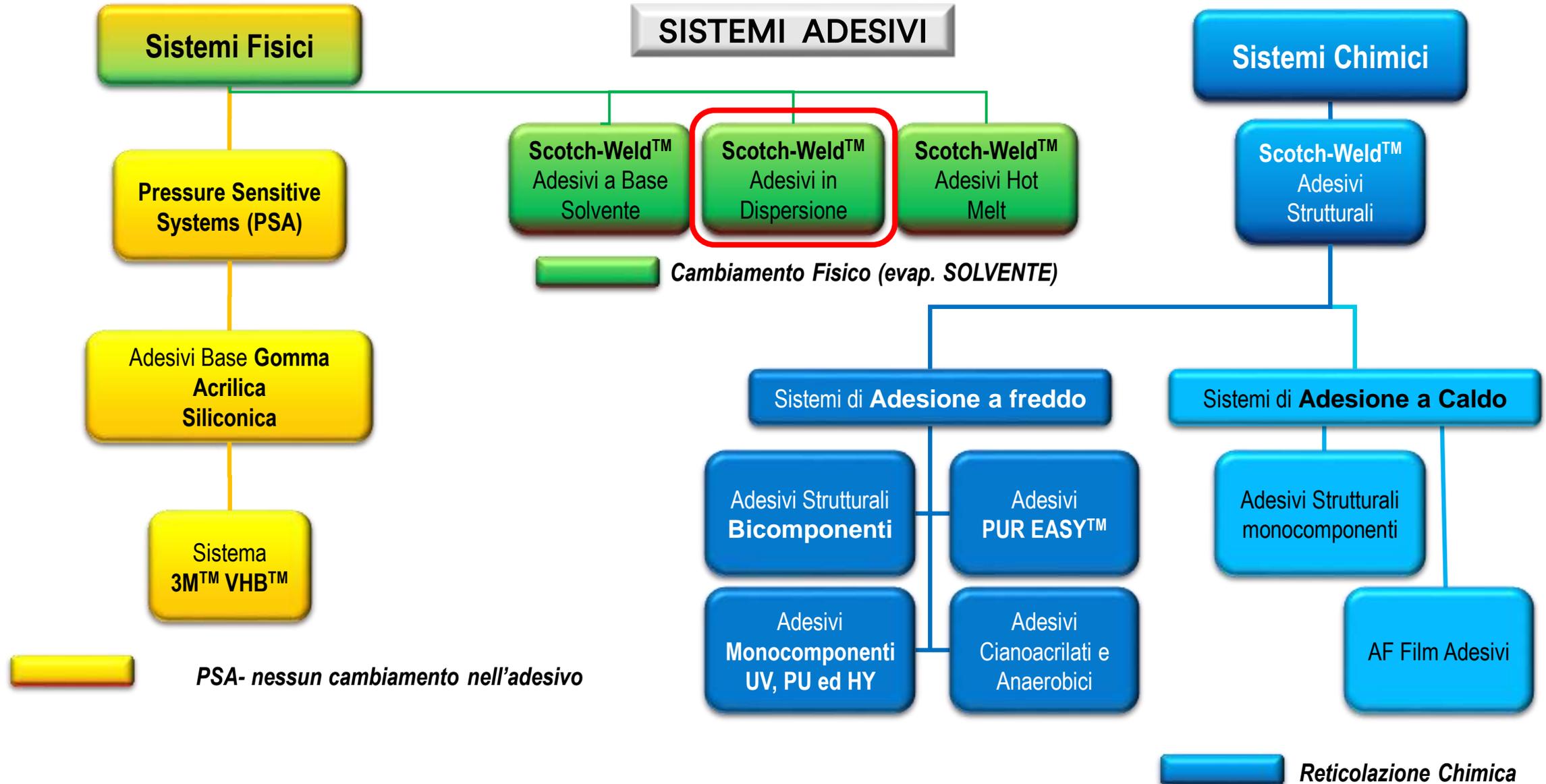
- Praticità d'uso: Cartuccia o sacchetto
- Sigilla ed incolla in un'unica operazione
- Elastomerico: compensazione dilatazioni termiche
- Fissaggio veloce, utilizzato in abbinamento a 3M VHB



Adesivo sigillante 3M 550 FC

- Adesivo sigillante elastomerico poliuretano
- Polimerizzazione atmosferica igroindurente
- Durezza finale: c.a 45 Shore A
- Allungamento a rottura: >600%
- Colori: Bianco, Grigio, Nero
- Cartuccia da 310ml, sacchetto da 600ml



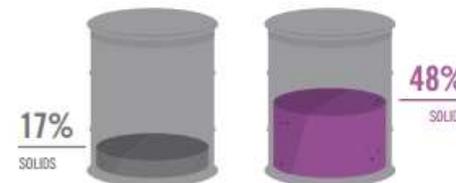


Adesivo Acrilico a Base acqua FT1000NF

- Adesivo acrilico a base acqua
- **Veloce adesione** (da 1 a 5 minuti)
- Applicabile anche su **una sola superficie**
- **Non infiammabile**
- No policloroprene, no solventi organici
- Resistenza alla temperatura (→ 150°C, 300°F)
- Elevato contenuto di solidi (48%)



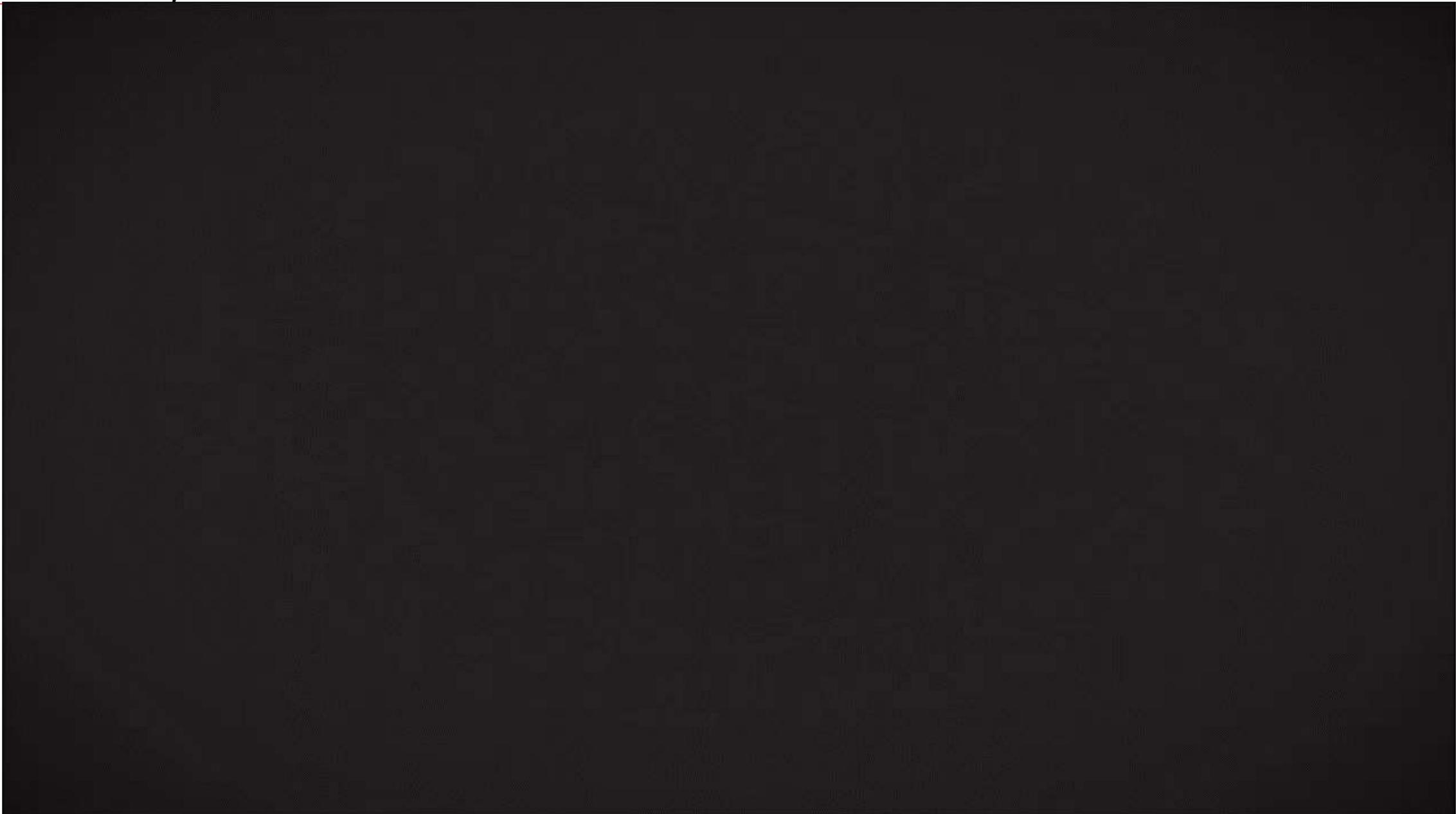
● Typical solvent based adhesives ● 3M™ Fast Tack Water Based Adhesive 1000NF





*Adesivi a
base acqua*

Adesivo Acrilico a Base acqua FT1000NF



Applicazioni

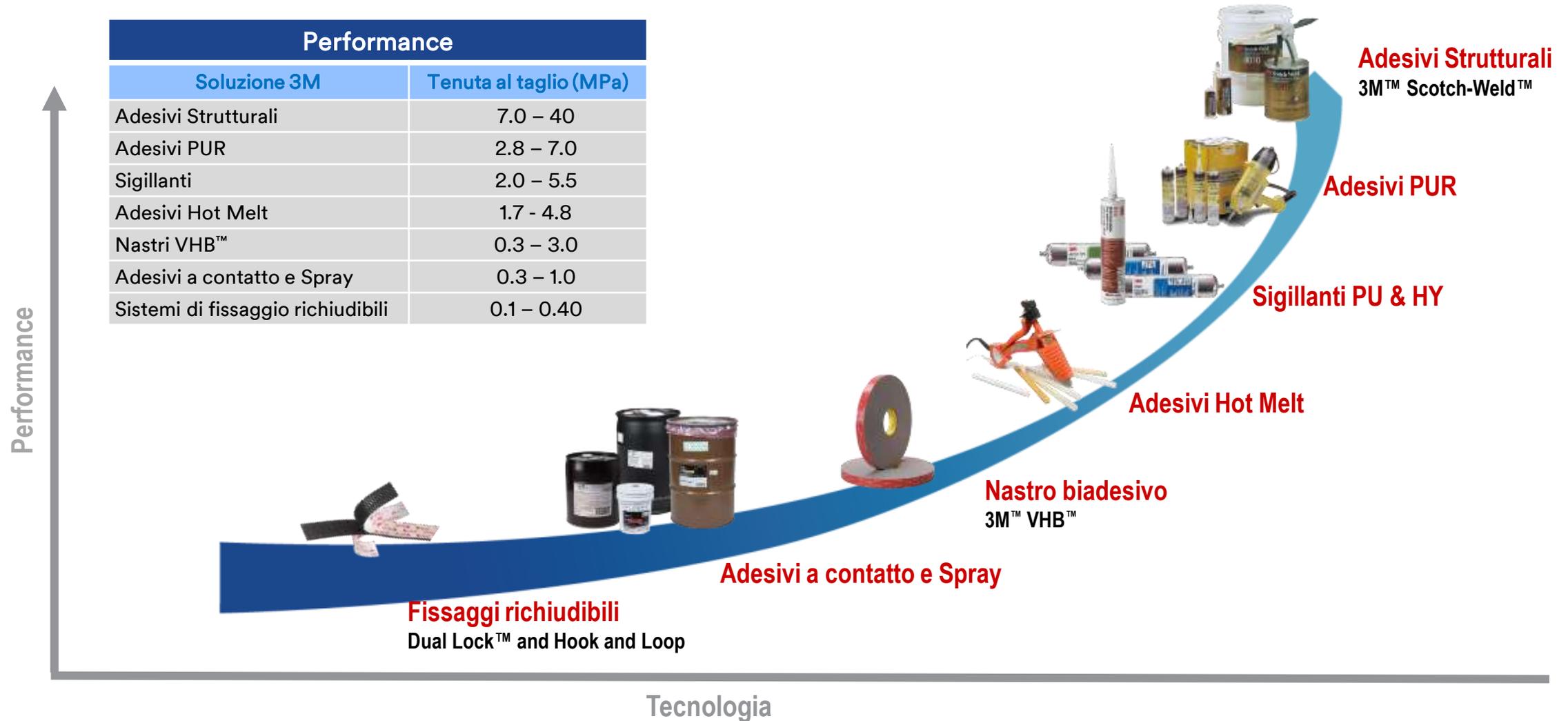




Adesivi spray 3M – Spray 77



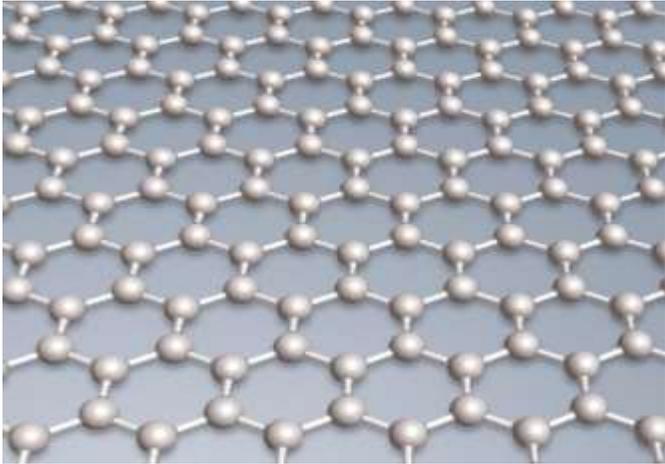
Bonding Continuum: la giusta soluzione adesiva



3M Advanced Materials Division

Solutions for Thermal Management

Boron Nitride «white graphite»



Thermal conductivity
400 W/m*K (in plane)



El. Resistance $> 10^{15}$ Ohm*cm
Dielectric constant 3.9



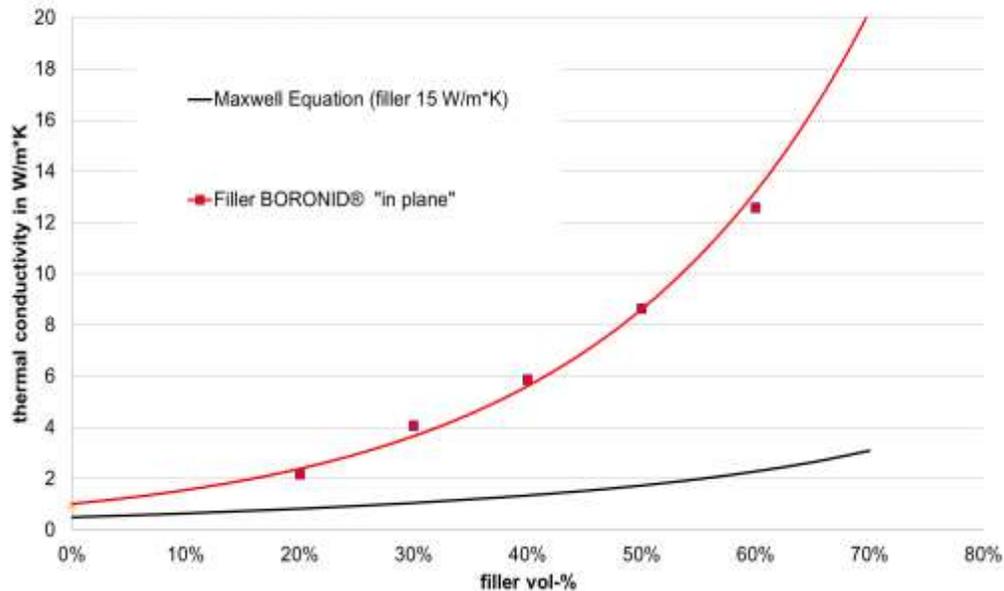
Reflectivity $> 95\%$
UV-IR wavelength



Dry lubricant
Non abrasive (Mohs < 2)
Excellent processability



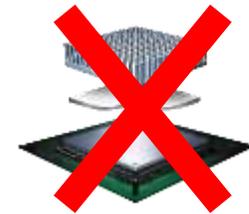
Lightweight
Compound density 1.2 –
1.6 g/cm³



Thermal Conductivity of Polyamide 66 (in-plane)



Housing with electrical insulation and cooling function



Link Videos

- <https://www.youtube.com/watch?v=b6adX4hdAeg>
- <https://www.youtube.com/watch?v=rzYOZrJZvqs>
- <https://www.youtube.com/watch?v=zBto3GDklHs>
- <https://www.youtube.com/watch?v=jDbvvsuSiQM>

