

## *Silane functionalised acryl modified polymers for industrial, transportation and construction applications*

## Polimeri silano funzionali a modificazione acrilica per applicazioni nei settori industriali, del trasporto e delle costruzioni

Stan Claes - KANEKA

 As a pioneer, Kaneka launched the silane terminated polyether's (STPEs) technology about 40 years ago. The first MS Polymer™ grades were launched to be used as highly elastic low modulus sealants. The shortcomings of the existing silicone and polyurethane sealants, made the market longing for a new innovative technology at that time. The high elasticity, paintability and good UV-resistance made of MS Polymer™ a success story in Japan and far beyond.

In 1986 Kaneka launched the first acryl modified MS Polymer™ grades onto the market and remains until today the exclusive producer of this technology. The continuous drive to innovate has led to over nine different acryl modified grades for various sealant, adhesive and coating applications.

### WHAT IS ACRYL MODIFIED MS POLYMER™

The polymer grades consist of a polyether backbone, which can be

 *Primo fra tutti, Kaneka ha lanciato la tecnologia dei polieteri a terminazione silanica (STPE) circa 40 anni fa. Le prime versioni di MS Polymer™ sono state lanciate per essere utilizzate come sigillanti ad alta elasticità e basso modulo, ma i difetti dei sigillanti siliconici e poliuretanicici hanno reso necessario nel corso del tempo,*

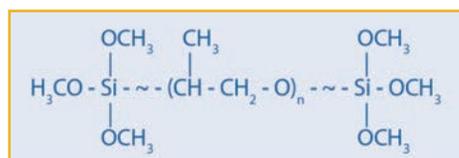
*il reperimento di una tecnologia nuova ed innovativa. L'elevata elasticità, verniciabilità e la buona resistenza agli UV hanno decretato il successo di MS Polymer™ in Giappone e oltre.*

*Nel 1986 Kaneka ha lanciato le prime varianti di MS Polymer™ sul mercato ed è rimasto finora il produttore esclusivo di questa tecnologia. La spinta continua all'innovazione ha dato vita a nove nuove varianti a modificazione acrilica per diverse applicazioni di sigillanti, adesivi e rivestimenti.*

### COS'È L'MS POLYMER™ A MODIFICAZIONE ACRILICA?

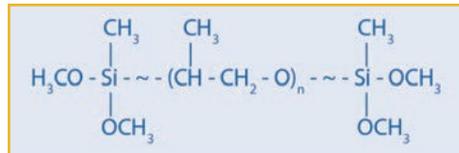
*Le varianti dei polimeri sono costituite*

Structure of DMS type MS Polymer™



Struttura del DMS dell'MS Polymer™

Structure of TMS type MS Polymer™



Struttura del TMS dell'MS Polymer™



dimethoxysilyl (DMS) or trimethoxysilyl (TMS) functionalised.

The majority of the portfolio is based on this pure silane terminated polyether technology.

By combining randomly silane functionalized acrylic polymers with silane terminated polyether polymers, the compatibility and glass transition temperature can be controlled, resulting in unique properties. For sealant, adhesive and coating applications these acrylic modified MS Polymer™ grades can be solution providers or problem solvers.

The range of acryl modified grades can be divided into two classes: the sealant and adhesive grades. While the sealant grades are highly elastic and provide superior UV resistance,



da una catena polietere, che può essere dimetossisilil (DMS) o trimetossisilil (TMS) funzionalizzata. La maggior parte dei prodotti della società è a base di questo

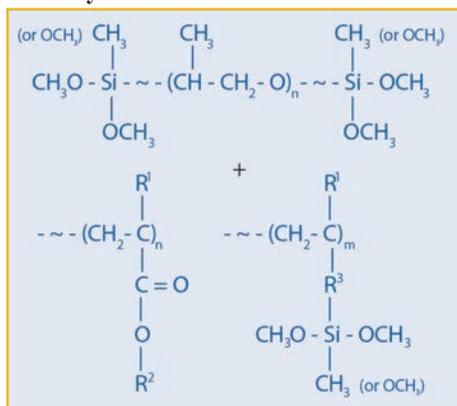
polietere puro a terminazione silanica.

Combinando a random i polimeri acrilici con funzionalizzazione silanica con i polimeri a terminazione polietere, la compatibilità e la temperatura di transizione vetrosa possono essere controllate, offrendo proprietà uniche.

Per quanto riguarda le applicazioni di sigillanti, adesivi e rivestimenti, queste varianti di MS Polymer™ a modificazione acrilica possono contribuire alla risoluzione del problema.

La serie di varianti a modificazione acrilica può essere divisa in due categorie: quella dei sigillanti e quella degli adesivi.

Structure of acrylic modified type MS Polymer™



Struttura del polimero a modificazione acrilica del MS Polymer™

 the adhesive grades enable the formulation of higher strength adhesives with an excellent adhesion profile.

On top, the adhesion to various plastic materials is first class, making the acrylic modified polymer range the perfect solution for high demanding industrial, transportation, DIY and construction applications.

### APPLICAZIONI

#### 1. Adhesive for luxury vinyl tile (LVT) floors

Besides the common wood or ceramic systems, nowadays vinyl flooring is gaining great interest.

The global luxury vinyl tile (LVT) market reports CAGR growth figures of > 10% for 2015 to 2022. In 2022 the market is projected to reach about 76 579 million-euro sales. The main advantages of the LVT's are the versatile designs, soft/warm feel, ease of installation, interesting cost and durability.

Although free floating installation of these LVT's is most common, glueing down is necessary in harsh conditions like wet rooms or on floor heating/cooling systems. Unfortunately, the commonly used processing aids or additives in these vinyl floor elements can be a hurdle to obtain a sustainable bond.

MS Polymer™ based adhesives can be a real problem solver in these demanding applications.

A broad adhesion profile with exceptional peel strength to various vinyl floor systems make them the perfect alternative for one-component and two-component polyurethane-based adhesives and the more common acrylic dispersions.

#### Benchmark Study

A benchmark study with 8 acrylic dispersions, 7 MS Polymer™ based adhesives and a two-component

 Mentre le varianti dei sigillanti sono molto elastiche e forniscono una resistenza agli UV superiore, le varianti degli adesivi permettono di formulare adesivi a superiore tenacità con un eccellente profilo di adesione. L'adesione a vari materiali plastici è di prima categoria e rende la serie di polimeri a modificazione acrilica la soluzione ideale alle rigorose applicazioni in campo industriale, del trasporto DIY e delle costruzioni.

### APPLICAZIONI

#### 1 Adesivi per pavimenti di piastrelle viniliche di alta gamma (LVT)

Oltre ai comuni sistemi di legno e ceramica, attualmente le pavimentazioni in vinile stanno guadagnando molto terreno. Il mercato globale delle piastrelle viniliche di lusso (LVT) prevede un tasso di crescita annuo composto, superiore al 10% nel periodo dal 2015 al 2022. Nel 2022 il mercato è destinato a raggiungere valori di vendita pari a 76.579 milioni di euro.

I vantaggi principali di LVT sono il design versatile, l'effetto morbido/caldo, la facilità di installazione, i costi interessanti e la durabilità. Sebbene sia diffusa la pratica di posare sulla superficie queste mattonelle LVT, date condizioni operative severe, come nel caso di stanze umide oppure in presenza di sistemi riscaldamento/raffreddamento su pavimento, si rivela indispensabile l'incollaggio. Sfortunatamente, le lavorazioni aggiuntive o gli additivi comunemente usati in questi elementi vinilici possono rappresentare un ostacolo al raggiungimento di un legame sostenibile.

Gli adesivi a base di MS Polymer™ possono costituire veramente la risoluzione ai problemi in queste applicazioni così rigorose. Un ampio profilo di adesione con una resistenza allo scollamento eccezionale li rende l'alternativa

Fig.1 Test materials and substrates

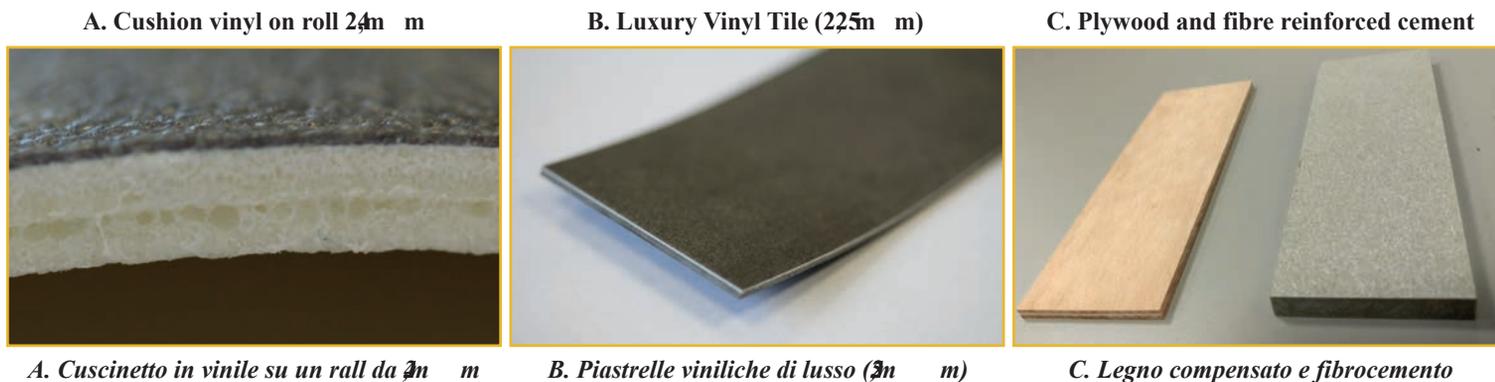


Fig.1 Materiali e substrati da test



polyurethane-based adhesive has been performed by Kaneka Belgium.



perfetta agli adesivi a base di poliuretani mono-bi-componenti e alle più comuni dispersioni acriliche.

### Peel Strength EN 13

For the 90° peel test both fibre cement and plywood samples have been used, from Rocholl GmbH [Figure 1]. The adhesives have been applied with the B3 notched spatula and rolled with a 2.5kg roller (forward + backward).

The latter deviates from the recommended 3 kg roller in the norm. The assembled test pieces have been conditioned in three different ways.

### Studio di riferimento

Kaneka Belgium ha compiuto uno studio campione con otto dispersioni acriliche, sette adesivi a base di MS Polymer™ e con un adesivo a base di poliuretaniche bicomponenti.

### Resistenza allo scollamento EN 13

Per compiere il test della resistenza allo scollamento a 90°, sono stati usati campioni di fibrocemento e di legno compensato,

di Rocholl GmbH (fig. 1). Gli adesivi sono stati applicati con una spatola intagliata B3 e applicati con un rullo di 2,5 kg (avanti e indietro).

L'ultimo presentava una deviazione rispetto al rullo raccomandato di 3,5 kg a norma. I componenti del test

assemblati sono stati condizionati in tre modi diversi. Il primo è stato un "test di controllo" in cui gli assemblaggi sono stati

induriti per 28 giorni a 23°C e con il 50% di umidità relativa. La seconda serie, "test 1" ha incluso una fase di reticolazione di 7 giorni in condizioni standard, seguita da 20 giorni a 50°C. Prima dello scollamento, gli

assemblati sono stati conservati un giorno in condizioni standard (23°C + 50% di umidità relativa). La

terza serie, denominata "Test 2" era identica al "Test 1", ma l'invecchiamento a 50°C è stato esteso a 41 giorni anziché 20.

Gli assemblati sono stati scollati a 100 mm.min<sup>-1</sup> calcolando

Fig.2 EN 13 2 Peel test results of cushion vinyl on roll and LVT on plywood and fibre reinforced cement substrates

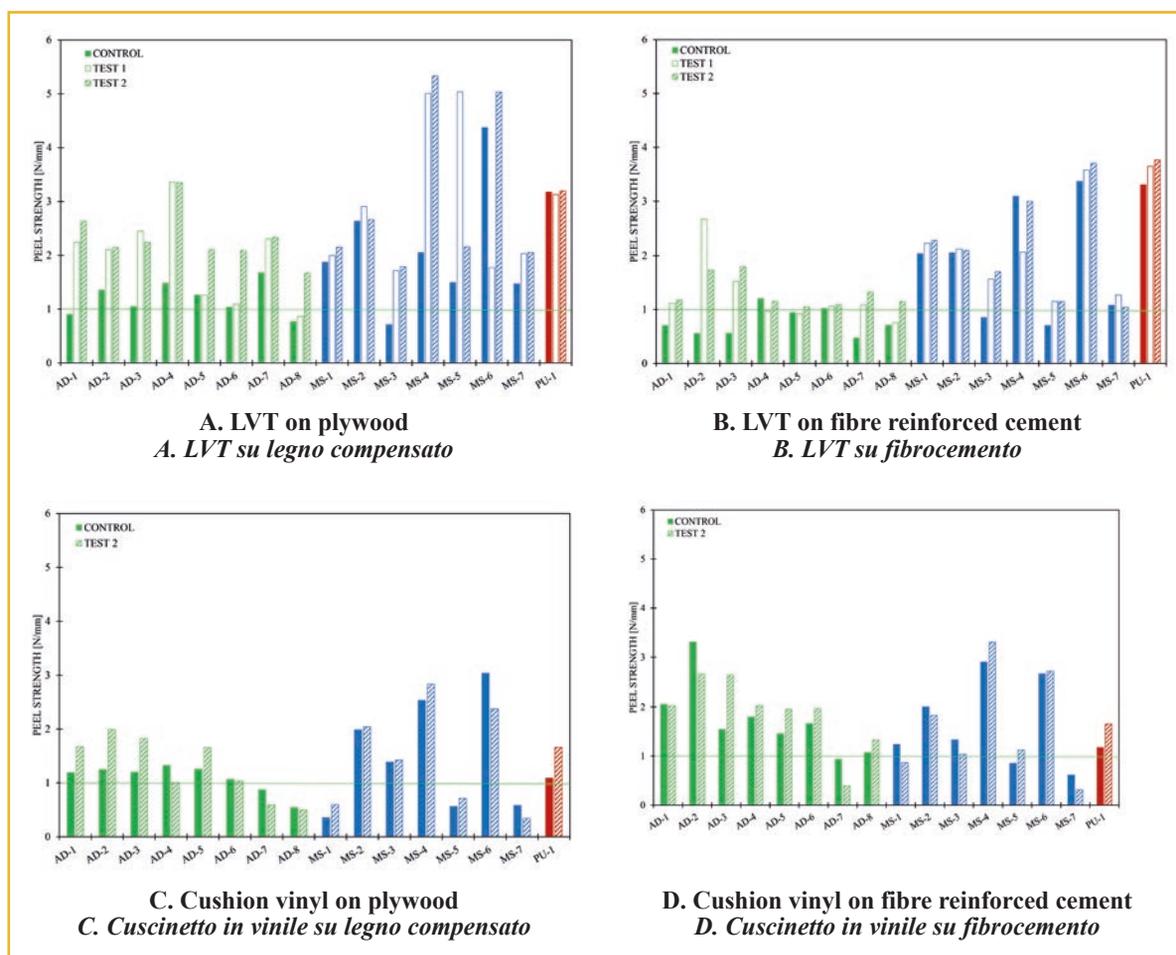


Fig.2 Test dello scollamento EN 13 2 di un strato di vinile su rullo e LVT su substrati di legno compensato e di cemento fibrorinforzato

The first is a 'Control test' in which the assemblies have been cured for 28 days at 23°C and 50% relative humidity. The second series 'Test 1' comprises of a 7 day curing step at standard conditions, followed by 20 days at 50°C.

La terza serie, denominata "Test 2" era identica al "Test 1", ma l'invecchiamento a 50°C è stato esteso a 41 giorni anziché 20.

Gli assemblati sono stati scollati a 100 mm.min<sup>-1</sup> calcolando



Before peeling, the assemblies have been stored 1 day under standard conditions (23°C + 50%RH). The third series called 'Test 2' is identical to 'Test 1', only the aging at 50°C is extended to 41 days instead of 20. The assemblies are peeled at 100 mm.min<sup>-1</sup> and the mean peel force is calculated, discarding the first and last 10 mm.

In Figure 2A, the peel results of the LVT on plywood substrates can be consulted. The green horizontal line is the threshold as defined by EN 14259 and is set to 1 N mm<sup>-1</sup>. Acrylic dispersion AD-1, AD-8 and MS-3 don't pass the control test. AD-8 also doesn't pass test 1. Overall it is clear the acrylic dispersions exhibit a lower average peel force compared to the MS Polymer™ based adhesives. The two component PU system is not affected by the different conditioning steps and the peel force is constant. Changing the substrate to fibre reinforced cement does negatively affect the peel strength of all acrylic dispersions (Fig. 2B). Six out of eight of the acrylic dispersion show at least one test which doesn't pass the norm. For MS Polymer™ based adhesives this is two out of seven. The two component PU is again not much affected by the substrate or conditioning cycles.

For the cushion vinyl, only the control and test 2 could be performed (Fig. 2C). While three of the acrylic dispersions fail, also three MS Polymer™ based adhesives fail. But these adhesives which pass the threshold, exhibit the highest peel force of all three technologies. Even the two-component polyurethane suffered severely.

On fibre reinforced cement, the acrylic dispersions adhere the cushion vinyl very well. On average, the strength levels and failure profiles are in line with the MS Polymer™ based adhesives. The two component PU system remained low in adhesion. Since the adhesives based on these polymers will mainly be used in harsh applications,



la forza di scollamento media e scartando i primi e gli ultimi 10 mm.

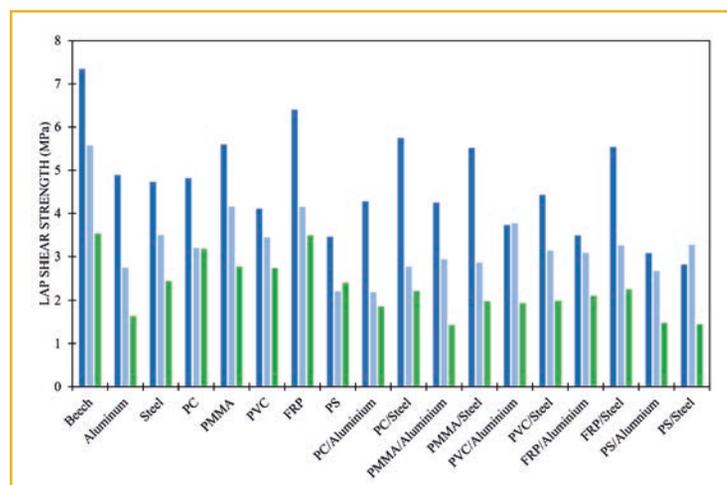
Nella fig. 2A sono presentati i risultati dello scollamento di LVT sui substrati di legno compensato. La linea verde orizzontale è la soglia, come definita da EN 14259 ed è fissata a 1 N mm<sup>-1</sup>. Le dispersioni acriliche AD-1, AD-8 e MS-3 non hanno superato il test di controllo così come AD-8 nel test 1. In generale, è risultato chiaro che le dispersioni acriliche mostrano una resistenza allo scollamento medio inferiore agli adesivi a base di MS Polymer™. Il sistema PU bicomponente non è intaccato dalle diverse fasi di condizionamento e la resistenza allo scollamento è costante. Cambiare il substrato passando al cemento fibrorinforzato non influisce negativamente sulla resistenza allo scollamento di tutte le dispersioni acriliche (Fig. 2B) Sei dispersioni acriliche su otto, almeno in un test non superano lo standard. Per gli adesivi a base di MS Polymer™ ciò vale in due su sette. Il PU bicomponente non risulta molto intaccato dal substrato o dai cicli di condizionamento.

Per quanto riguarda il substrato di vinile, sono stati eseguiti soltanto il test di controllo e il test 2 (Fig. 2C). Tre delle dispersioni acriliche non superano il test così come tre adesivi a base di MS Polymer™; comunque, questi adesivi che superano la soglia, presentano la massima resistenza allo scollamento delle tre tecnologie. Anche il poliuretano bicomponente ha subito una considerevole degradazione.

Sul cemento fibrorinforzato, la dispersione acrilica aderisce in modo molto soddisfacente sullo strato vinilico e in media sono stati osservati gli stessi livelli di resistenza e di degradazione degli adesivi a base di MS Polymer™. I due sistemi PU bicomponenti hanno mantenuto un basso livello di adesione.

Dal momento che gli adesivi a base di MS Polymer™ vengono utilizzati in condizioni molto severe, ponendosi allo stesso livello dei poliuretanicici, il vantaggio risulta evidente.

**Fig.3** Lap shear strength values of two different acryl modified MS Polymer™ based adhesives (blue) and a standard MS Polymer™ based adhesive (green) on beech,aluminium, steel, polycarbonate (PC), polymethylmethacrylate (PMMA), polyvinylchloride (PVC), fibre reinforced plastic (FRP), polystyrene (PS) and combinations thereof



**Fig.3** Valori di resistenza di taglio di due adesivi a base di MS Polymer™ modificazione acrilica (blu) e di un adesivo a base di MS Polymer™ standard (verde) su legno di betulla, alluminio, acciaio, polycarbonato (PC), polimetilmetacrilato (PMMA), polivinilcloruro (PVC), vetroresina (FRP), polistirolo (PS) e combinazioni di questi materiali fibrorinforzati



in which they mainly compete with polyurethane, the advantage is clear. With a single component acryl modified MS Polymer™ similar and even higher peel values can be obtained compared to the two-component PU system. On top the presence of isocyanates can be avoided, making the acryl modified polymer an environmental friendly and healthier alternative to the polyurethanes.

Where the acrylic dispersions fail due to internal stress build up, lack of balanced adhesion and moist environments, the acryl modified polymer can be the durable solution provider.

### 2. High strength elastic adhesive for industrial applications

The drive towards a greener economy has great impact on our industrial processes and thereby manufactured goods. Combined with the urge for durable and ecological resources, make the next generation industrial revolution challenging.

One example is the automotive industry, in which the traditional materials have been shifted towards plastics and composite materials, which are durable and allow the manufacturing of light weighted cars which can cut CO<sub>2</sub> emissions.

These novel concepts require a higher level of engineering and traditional bonding techniques like welding or riveting are being replaced. Joining the composites, plastics and metals with adhesives on the other hand is the future. High strength elastic adhesives, which adhere excellently to various substrates and allow the final assembly to move or vibrate without generating local stresses, are the only way forward.

The challenges for most adhesive technologies will be the variety of materials available and the combination of a high strength with a proper elasticity.

Kaneka's acryl modified MS Polymer™ can be part of this next industrial revolution, by combining a broad adhesion profile with an excellent mechanical performance for high-end applications (Fig. 3).

### CONCLUSION

Starting at the limits of the performance of these standard polyether-based systems, the acryl modified grades distinguish themselves as high class solution providers. From automotive, construction to DIY, the acryl modified polymers grades can bring added value by their excellent weather resistance, broad primer less adhesion to various materials including plastics and high strength.



Con MS Polymer™ a modificazione acrilica monocomponente si ottengono valori di scollamento simili o più elevati rispetto al sistema PU bicomponente. La presenza degli isocianati può essere evitata, così da rendere il polimero a modificazione acrilica un'alternativa ecocompatibile e più salubre dei poliuretani.

Dove le dispersioni acriliche non rispondono ai requisiti standard a causa dell'accumulo di sollecitazioni interne, della mancanza di un'adesione bilanciata e di ambienti umidi, il polimero a modificazione acrilica può rappresentare la soluzione più durevole nel tempo.

### Adesivo elastico ad alta tenacità per applicazioni industriali

La tendenza verso un'economia più rispettosa dell'ambiente esercita un grande impatto sui processi industriali e, di conseguenza, sui manufatti. Tutto questo, aggiunto all'esigenza di disporre di risorse durevoli nel tempo ed ecologiche ha reso più complessa l'era industriale di nuova generazione.

Un esempio è rappresentato dall'industria automobilistica in cui i materiali tradizionali sono stati gradualmente soppiantati da quelli plastici e dai compositi, che sono più durevoli e che consentono di produrre automobili dal peso ridotto, tali da ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub>. Queste nuove tecnologie richiedono un livello superiore di efficacia tecnica e le metodologie tradizionali di adesione come la saldatura o la rivettatura stanno per essere sostituite. Il futuro vedrà entrare in scena gli adesivi per legare i compositi, la plastica e i metalli. Gli adesivi elastici ad alta tenacità che aderiscono perfettamente su vari substrati consentendo l'assemblaggio finale senza causare sollecitazioni locali, in caso di movimento o vibrazione, sono la soluzione del futuro. La sfida per molte tecnologie adesive sarà la varietà di materiali disponibili e la combinazione delle proprietà di elevata tenacità e di elasticità adeguata.

MS Polymer™ a modificazione acrilica di Kaneka può costituire una parte integrante della prossima rivoluzione industriale, con la sinergia di un ampio profilo di adesione e una eccellente prestazione meccanica per applicazioni di alta nicchia (Fig. 3).

### CONCLUSIONI

Partendo dai limiti prestazionali di questi sistemi standard a base di polieteri, le varianti a modificazione acrilica si distinguono come soluzioni di classe superiore. A partire dal settore automobilistico, delle costruzioni fino al Fai-da-te, le varianti a modificazione acrilica possono offrire valore aggiunto grazie alla loro eccellente resistenza alle intemperie, adesione in assenza di primer su vari materiali fra cui la plastica, ma anche grazie all'alta tenacità.