



Dan Mathias

AZELIS

🇬🇧 The unseen revolution: adhesives reshaping European industry and the formulator's imperative

🇮🇹 La rivoluzione nascosta: gli adesivi rimodellano l'industria europea e l'imperativo del formulatore

The European adhesives and sealants market is undergoing a profound transformation, quietly yet decisively gaining ground against traditional mechanical fasteners across a multitude of industries.

Projected to expand from US\$13.2 billion in 2022 to an estimated US\$17.5 billion by 2030, at a compound annual growth rate of 3.6%, this expansion reflects not merely incremental growth, but a strategic re-evaluation of how products are assembled, perform, and ultimately, how they contribute to a sustainable future. For formulators in Europe, this evolving landscape presents both significant opportunities and complex challenges, necessitating an informed approach to material science, application technology, and regulatory compliance.

The ascendancy of adhesive bonding is rooted in its inherent technical advantages over conventional fastening methods. Unlike mechanical fasteners, which concentrate stress at specific points, adhesives distribute loads uniformly across entire bonded surfaces. This leads to superior structural integrity, enhanced fatigue resistance, and the mitigation of stress corrosion.

Furthermore, adhesives offer unparalleled design flexibility, allowing for the seamless joining of dissimilar materials, such as composites to metals, without the galvanic corrosion issues associated with bolting or riveting. The automotive sector, for instance, has embraced adhesive technology to achieve significant lightweighting, with some vehicles reducing weight by up to 15%.

This not only improves fuel efficiency but also enhances noise, vibration, and harshness (NVH) characteristics,

Il mercato europeo degli adesivi e dei sigillanti sta subendo una trasformazione profonda e sta guadagnando terreno in modo tranquillo ma deciso contro le chiusure meccaniche tradizionali in una moltitudine di industrie. Progettata verso un'estensione dai 13,2 miliardi US di \$ del 2022 a 17,5 miliardi di \$ US entro il 2030, ad una media annua della crescita percentuale composta del 3,6%, questa espansione non riflette una semplice crescita per incrementi, ma una rivalutazione strategica di come i prodotti vengono assemblati, delle loro prestazioni e, in ultima analisi, di come contribuiscono a un futuro sostenibile. Per i formulatori in Europa, questo panorama mutevole offre sia opportunità significative che sfide complesse, che richiedono un approccio documentato alla scienza dei materiali, alla tecnologia applicativa e alla conformità legislativa.

L'importanza del legame adesivo nasce dai vantaggi tecnici inerenti rispetto alle operazioni di chiusura convenzionali. Diversamente dalle chiusure meccaniche, che concentrano la sollecitazione in punti specifici, gli adesivi distribuiscono i carichi in modo uniforme su tutta la superficie incollata. Ciò determina una superiore integrità strutturale, una maggiore resistenza a fatica e l'attenuazione della corrosione da sollecitazione. Inoltre, gli adesivi offrono una flessibilità progettuale senza precedenti e consentono il legame, senza giunti di materiali dissimili fra loro, come per esempio tra i materiali compositi e i metalli, senza problemi di corrosione galvanica associati all'utilizzo di bulloni o rivetti. Il settore automobilistico, ad esempio, ha adottato la tecnologia degli adesivi per ottenere una riduzione di peso significativa dove, in alcuni casi, i veicoli hanno ridotto il peso fino al 15%. Ciò non migliora soltanto l'efficienza del combustibile, ma



contributing to a quieter and more comfortable ride. Examples such as BMW's innovative use of adhesives for bonding carbon fibre reinforced polymer (CFRP) to aluminium in their i-series models, or Airbus's extensive adhesive usage in the A350 XWB composite fuselage, underscore this transformative capability.

Adhesives also contribute to cleaner aesthetics, eliminating visible fasteners, and can act as effective seals against moisture, chemicals, and gases. From a manufacturing perspective, adhesive bonding often reduces production steps, lowers overall costs, and facilitates higher throughput.

A primary driver for this market evolution is the accelerating demand for lightweighting and electrification. The imperative to reduce vehicle emissions and enhance range in electric vehicles (EVs) is pushing manufacturers towards lighter materials. Adhesives are often the sole viable method for bonding these advanced materials, including high-strength steels, aluminium alloys, magnesium, and carbon fibre composites. The European EV adhesives additives market alone is forecast for a staggering 24.41% CAGR between 2023 and 2032, highlighting the critical role these formulations play in battery pack assembly, thermal management, and structural integrity within electric drivetrains.

Parallel to this, the sustainability and circular economy agenda is profoundly influencing adhesive development. The industry is consciously shifting from a 'bond for life' philosophy to a 'bond for purpose', where end-of-life considerations are factored into adhesive design. This has spurred innovations in bio-based, water-based, and UV-curable chemistries, significantly reducing

migliora anche le caratteristiche di rumore, vibrazioni e durata (NVH), contribuendo ad un movimento più tranquillo e confortevole. Esempi di un uso innovativo in BMW degli adesivi per legare il polimero rinforzato con la fibra di carbonio (CFRP) all'alluminio nei modelli di serie oppure l'uso esteso in Airbus dell'uso di adesivi nella fusoliera in composito di A350 XWB, mette in luce questa capacità trasformativa. Gli adesivi contribuiscono anche a un'estetica più curata, eliminando chiusure visibili e possono agire da impermeabilizzanti efficaci contro l'umidità, i prodotti chimici e i gas. Dal punto di vista produttivo, il legame adesivo spesso riduce le fasi di produzione, riducendo i costi generali e facilitando alte rese.

Un aspetto importante di questa evoluzione del mercato è la domanda in crescita di riduzione del peso e di elettrificazione. L'imperativo di ridurre le emissioni del veicolo e di migliorare la serie nei veicoli elettrici (EVs) sta spingendo i produttori verso materiali dal peso inferiore. Gli adesivi rappresentano spesso l'unico metodo possibile di incollaggio di questi materiali avanzati, fra cui l'acciaio ad alta tenacità, le leghe di alluminio, il magnesio e i compositi in fibra di carbonio. Il mercato europeo degli additivi di adesivi EV da solo raggiungerà presumibilmente il tasso annuale di crescita composto del 24,41% fra il 2023 e il 2032, sottolineando il ruolo critico che giocano le formulazioni nell'assemblaggio delle batterie, nella gestione termica e nell'integrità strutturale della trasmissione elettrica.

Parallelamente a ciò, la sostenibilità e l'economia circolare in agenda, stanno influenzando profondamente lo sviluppo degli adesivi. L'industria sta consapevolmente passando da una filosofia di 'legame per la vita' a quella di 'un legame a scopo', dove le considerazioni del termine della vita utile

volatile organic compound (VOC) emissions and overall environmental impact.

The European Union's ambitious targets for packaging recycling and the Ecodesign Regulation, which mandates design for repairability and recyclability in electronics and other products, are powerful legislative drivers.

Central to this circularity push are reversible adhesives. These groundbreaking formulations enable products to be disassembled at their end of life, allowing for the recovery and recycling of valuable component materials. Technologies such as stimuli-responsive adhesives, which can be debonded using heat, light, or specific chemical agents, are moving from concept to commercial reality. For formulators, this means developing adhesives that not only provide robust performance during a product's lifespan but also allow for efficient, clean separation when required, transforming waste streams into valuable resources.

The increasing use of advanced composites across aerospace, automotive, wind energy, and construction sectors further cements the necessity of adhesive solutions. Adhesives are uniquely suited for bonding composites, which can be damaged by mechanical fasteners that introduce stress concentrations and fibre discontinuity. They preserve the structural integrity of composite laminates, offer exceptional fatigue strength, and provide superior shock absorption. While challenges related to surface preparation and cure times exist, continuous innovation in epoxy, acrylic, polyurethane, and silicone chemistries is providing formulators with a comprehensive toolkit to address diverse composite bonding requirements.

European initiatives, such as the AdTech project, are working to harmonise training and competencies in adhesive bonding technology to support this growth.

Beyond material science, the industry is seeing significant advancements in tailored formulations and smart application methods. Artificial intelligence (AI) and machine learning are revolutionising adhesive research and development.

By leveraging vast datasets, AI can predict material interactions and optimise formulations, drastically shortening product development cycles. This enables formulators to shorten the development process for highly customised adhesives for very specific performance requirements, such as those demanded by advanced electronics or complex EV battery designs. Furthermore, the efficiency of adhesive application is improving through automated dispensing systems and precision technologies.

Innovations like EcoStitch, which applies hot melt adhesive in precise dots rather than continuous beads, can reduce glue consumption by 35-70% while maintaining bond

sono prese in considerazione nell'attività di sviluppo dell'adesivo. Ciò ha stimolato l'innovazione nei processi chimici bio, a base acquosa e reticolabili a UV, riducendo in modo significativo le emissioni di composti organici volatili (VOC) e l'impatto generale sull'ambiente. Gli ambiziosi obiettivi dell'Unione Europea per il riciclo degli imballaggi e la Normativa Ecodesign che impone la riparabilità e riciclabilità di prodotti elettronici e altri sono importanti aspetti legislativi.

Essenziali per questa spinta alla circolarità sono gli adesivi reversibili. Queste formulazioni molto innovative permettono di disassemblare i prodotti al termine della loro vita utile, consentendo il recupero e il riciclo di materiali validi per i componenti. Tecnologie quali quelle degli adesivi reattivi agli stimoli, che possono essere slegati con il calore, la luce o agenti chimici specifici stanno entrando in una realtà commerciale. Per i formulatori, ciò significa sviluppare adesivi che non solo offrono un'ottima prestazione durante la vita utile del prodotto, ma che permettono anche una separazione pulita ed efficace quando richiesto, trasformando i flussi di prodotti di scarto in risorse valide.

L'uso crescente di compositi avanzati nei settori aerospaziale, automobilistico, dell'energia eolica e delle costruzioni, consolida l'esigenza di disporre di soluzioni adesive, che sono le uniche adatte a legare i compositi, i quali possono essere danneggiati da chiusure meccaniche che introducono concentrazioni di sollecitazioni e discontinuità della fibra. Esse preservano l'integrità strutturale dei laminati compositi, offrono un'eccellente resistenza a fatica e un superiore assorbimento dell'urto. Se è vero che esistono le sfide correlate al pretrattamento superficiale e ai tempi di reticolazione, l'innovazione costante nei processi chimici delle epoxidiche, acriliche, poliuretaniche e dei siliconi sta fornendo ai formulatori una cassetta degli attrezzi completa utile a soddisfare i requisiti dell'incollaggio dei compositi. Le iniziative europee, quali il progetto AdTech servono ad armonizzare la formazione e le competenze nella tecnologia dell'incollaggio degli adesivi a supporto di questa crescita. Andando oltre la scienza dei materiali, l'industria assiste a un progresso significativo delle formulazioni personalizzate e nei metodi smart di applicazione. L'IA e la machine learning stanno rivoluzionando la ricerca e lo sviluppo degli adesivi. Facendo leva su vaste banche dati, l'IA può prevedere le interazioni dei materiali e ottimizzare le formulazioni, snellendo drasticamente i cicli di sviluppo del prodotto. Ciò permette ai formulatori di abbreviare il processo di sviluppo di adesivi molto personalizzati per requisiti prestazionali specifici come quelli della progettazione dell'elettronica avanzata o di complesse batterie EV. Inoltre, l'efficienza dell'applicazione dell'adesivo sta migliorando con i sistemi di distribuzione automatizzati e con le tecnologie di precisione. Innovazioni come EcoStitch, che applica gli adesivi hot melt in punti precisi anziché in file continue di gocce, può ridurre i consumi di colla del 35-70% mante-



strength, contributing to both cost savings and a reduced environmental footprint.

However, this dynamic environment is not without its complexities. Formulators continuously navigate raw material price volatility, with significant increases seen in critical components like epoxy resins. Strict European regulations, notably REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) and the VOC Directive, impose substantial compliance costs and require ongoing reformulation to eliminate or reduce hazardous substances. For instance, the restriction of certain chemicals and VOC directly impacts solvent-based adhesive systems.

Furthermore, the complex interplay of material compatibility and the inherent performance limitations of some eco-friendly alternatives present ongoing technical hurdles. Despite these challenges, the trajectory is clear: the demand for high-performance, sustainable, and versatile adhesive solutions will only intensify.

In conclusion, the European adhesives and sealants market is not merely expanding; it is evolving as a strategic cornerstone of modern manufacturing. The confluence of lightweighting demands, the electrifying shift in automotive, the imperative for circularity, and advancements in digital formulation and application technologies positions adhesives as indispensable enablers of future industrial innovation. For adhesive formulators, the future lies in embracing these multifaceted trends, continuing to innovate with advanced materials, navigating the nuanced regulatory environment, and providing solutions that drive both performance and sustainability. The unseen revolution is here, and adhesives are leading the way.

nendo la tenacità del legame e contribuendo sia ai risparmi dei costi che una minore impronta di carbonio.

Tuttavia, questo ambiente dinamico non è privo di complessità. I formulatori si trovano ad affrontare costantemente la volatilità del prezzo del materiale, con aumenti significativi nei componenti critici come le resine epossidiche. Le severe normative europee, esattamente il REACH (Registration Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) e la Direttiva sui VOC, impone costi di conformità sostanziali e richiedono la riformulazione per ridurre o eliminare le sostanze a rischio. Ad esempio, la restrizione di alcuni prodotti chimici e VOC impatta direttamente i sistemi adesivi a base solvente. Inoltre, l'interazione complessa della compatibilità del materiale e i limiti inerenti alla prestazione di alcune alternative ecocompatibili presentano degli ostacoli tecnici. Nonostante queste sfide, il percorso è chiaro: la domanda di soluzioni adesive di alta prestazione, sostenibili e versatili potrà soltanto intensificarsi.

In conclusione, il mercato degli adesivi e sigillanti europei non si sta soltanto espandendo: si sta evolvendo come punto di riferimento strategico delle moderne tecniche di produzione. La confluenza della richiesta di peso ridotto, del passaggio all'elettrificazione nel settore automobilistico, l'imperativo della circolarità e i progressi della formulazione digitale e delle tecnologie di applicazione ridefiniscono gli adesivi come motore indispensabile del futuro dell'innovazione nell'industria.

Per i formulatori di adesivi, il futuro sta proprio nell'abbracciare queste tendenze variegate continuando ad innovare con materiali avanzati e a navigare nel mondo sfaccettato della legislazione fornendo soluzioni di prestazione e sostenibilità. La rivoluzione nascosta è proprio questa e gli adesivi stanno guidando il percorso.