



Powder coating resins with rPET - A path to sustainable powder coatings

As the global plastic waste crisis escalates, the necessity for innovative and sustainable solutions grows. One transformative approach is incorporating both recycled plastics and bio-based materials in the formulation of powder coatings. allnex is championing this shift with its Ecowise™ Choice products, including Crylcoat® Ocean powder coating resins.

THE PLASTIC WASTE DILEMMA

The escalating plastic waste crisis is a pressing global concern. Despite ongoing recycling efforts, a substantial amount of the hundreds of millions of tons of plastic ends up in the oceans.

The statistics from Our World in Data underscore the severity of the issue, revealing a concerning trend in plastic waste production and disposal. The unequal distribution of responsibility for plastic pollution across different countries is particularly striking. Given these trends, the need for innovative solutions to manage plastic waste effectively and sustainably is clear.

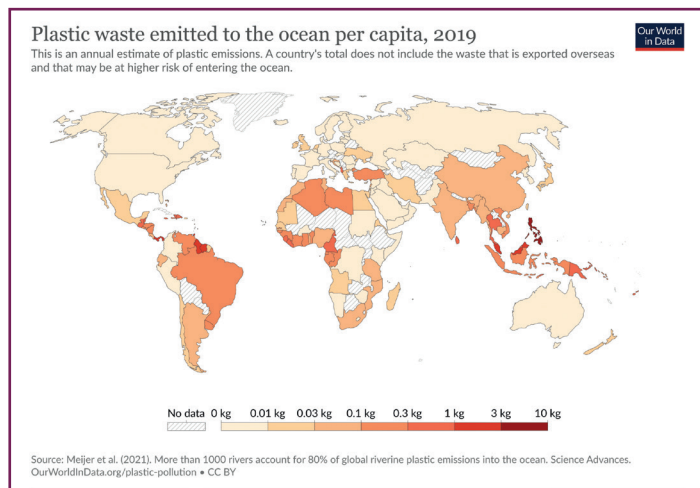


Fig. 1 - Per capita contribution to oceanic plastic pollution worldwide

Contributo pro capite all'inquinamento plastico oceanico a livello globale

Resine per vernici in polvere con rPET - Un percorso verso rivestimenti in polvere sostenibili

Con l'aggravarsi della crisi globale dei rifiuti plastici, cresce la necessità di soluzioni innovative e sostenibili. Un approccio trasformativo consiste nell'integrare plastiche riciclate e materiali di origine bio nella formulazione delle vernici in polvere. Allnex sta guidando questa transizione con i propri prodotti Ecowise™ Choice, tra cui le resine per vernici in polvere Crylcoat® Ocean.

LA PROBLEMATICHE DEI RIFIUTI PLASTICI

La crescente crisi dei rifiuti plastici rappresenta una preoccupazione di portata globale. Nonostante gli sforzi continui nel riciclo, una parte consistente delle centinaia di milioni di tonnellate di plastica finisce comunque negli oceani.

I dati forniti da Our World in Data evidenziano la gravità del problema, mostrando un trend preoccupante nella produzione e gestione dei rifiuti plastici. Colpisce in particolare la distribuzione disomogenea della responsabilità dell'inquinamento di plastica tra i diversi Paesi. Alla luce di tali tendenze, risulta evidente la necessità di soluzioni innovative per una gestione efficace e sostenibile dei rifiuti plastici.

I VANTAGGI DELLE VERNICI IN POLVERE

Le strategie tradizionali di gestione dei rifiuti plastici, come il riciclo e l'incenerimento, si sono dimostrate finora insufficienti rispetto all'entità del problema. L'integrazione di plastiche riciclate nelle resine per vernici in polvere consente non solo di ridurre i rifiuti plastici, ma anche di ottenere prodotti con proprietà migliorate.

TRASFORMARE I RIFIUTI PLASTICI IN UN'OCCASIONE

La soluzione alla problematica dei rifiuti in plastica parte dalla sensibilizzazione di consumatori e industrie sul potenziale delle plastiche riciclate e dei materiali bio-based nelle resine per vernici in polvere.

CONSAPEVOLEZZA DEL MERCATO E INIZIATIVE PER L'ECONOMIA CIRCOLARE

Le iniziative a favore dell'economia circolare svolgono un ruolo fondamentale in questa trasformazione. L'obiettivo è



THE BENEFITS OF POWDER COATING

Traditional strategies for managing plastic waste, such as recycling and incineration, have so far proven insufficient to address the scale of the issue. By integrating recycled plastics into powder coating resins, we not only reduce plastic waste but also create a product with enhanced properties.

TRANSFORMING PLASTIC WASTE INTO AN OPPORTUNITY

The solution to the plastic waste problem begins with raising consumer and industry awareness about the potential of recycled plastics and bio-based materials in powder coating resins.

MARKET AWARENESS AND CIRCULAR ECONOMY INITIATIVES

Initiatives promoting a circular economy play a vital role in this transformation. The idea is to transition from a linear model of 'take-make-dispose', to a circular economy where waste becomes a resource.

REGULATORY IMPACTS AND MATERIALS

Government regulations and the environmental impact of raw materials play a role in driving the shift towards sustainable solutions.

The inclusion of recycled plastics and bio-based materials in powder coating resins aligns with these regulations and reduces reliance on non-renewable raw materials.

SUSTAINABLE POWDER COATING RESINS

allnex has identified five pillars in its strategy towards sustainable coatings. These pillars are based on the UN's 17 sustainable development goals (SDGs). Here we will focus on 'Circular economy' and 'Renewable sourcing'.

A CIRCULAR APPROACH

A circular approach in the value chain is fundamental to transforming plastic waste into a resource. The aim is to recycle materials for the same or similar applications rather than 'downcycling' them. The Extended Producer Responsibility (EPR) plays a key role in this by shifting the responsibility from consumers to producers.

RECYCLING WASTE PET

allnex are introducing new powder coating technology with up to 50% recycled PET (rPET) in these powders. The reason why maximum 50% rPET can be used in polyester resins for powder coating resins lies in the differences in chemical structures

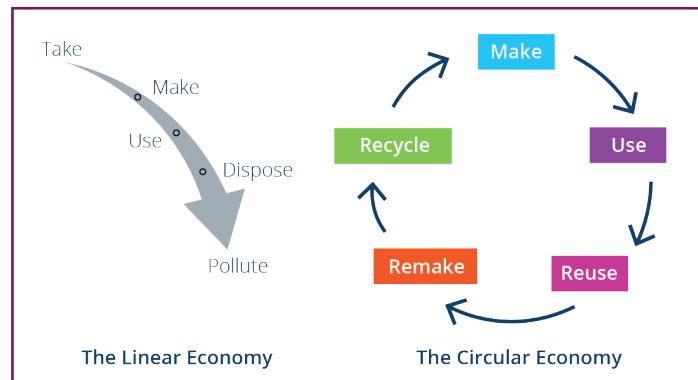


Fig. 2 - The linear and circular economy
L'economia lineare e circolare

passare da un modello lineare di tipo 'prendi-produci-smaltisci' a un'economia circolare in cui il rifiuto diventa una risorsa.

IMPATTO NORMATIVO E MATERIALI

Le normative governative e l'impatto ambientale delle materie prime contribuiscono a spingere verso soluzioni più sostenibili. L'integrazione di plastiche riciclate e materiali bio-based nelle resine per vernici in polvere è in linea con tali regolamenti e riduce la dipendenza da materie prime non rinnovabili.

RESINE SOSTENIBILI PER VERNICI IN POLVERE

Allnex ha individuato cinque pilastri nella propria strategia per lo sviluppo di rivestimenti sostenibili. Questi pilastri si basano sui 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs) delle Nazioni Unite. In questo contesto, ci si concentra in particolare su: 'Economia circolare' e 'Approvvigionamento da fonti rinnovabili'.

UN APPROCCIO CIRCOLARE

L'adozione di un approccio circolare all'interno della catena del valore è essenziale per trasformare i rifiuti plastici in risorse. L'obiettivo è riciclare i materiali per lo stesso tipo di applicazione, o in altre simili, evitando il 'down-cycling'. In questo senso, la Responsabilità Estesa del Produttore (EPR) svolge un ruolo chiave, trasferendo la responsabilità dal consumatore al produttore.

RICICLO DEL PET DI SCARTO

Allnex sta introducendo una nuova tecnologia per vernici in polvere che impiega fino al 50% di PET riciclato (rPET). Il limite massimo del 50% di rPET nelle resine poliestere per vernici in polvere è legato alle differenze strutturali

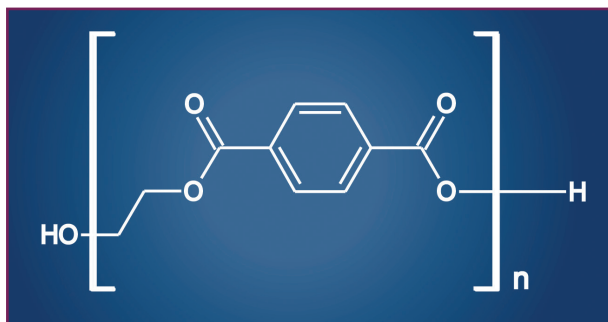


Fig. 3 - Structure of PET. The relatively simple repeating structure does not lend itself to a lot of flexibility which results in a high melting point
Struttura del PET. La struttura ripetitiva relativamente semplice del PET non consente molta flessibilità, il che si traduce in un punto di fusione elevato

of the polyesters.

Depending on how PET is treated and its thermal history, PET can be amorphous or semi-crystalline. Its melting point is upward of 250° C which makes it difficult to melt or dissolve/mix with polyesters of lower melting points. Polyesters designed for powder coating resins have much lower melting points due to the internal design of their molecular structure. Chemically, rPET is most conveniently incorporated into polyesters used in powder coatings by means of depolymerizing the PET through transesterification. The process of incorporating or depolymerizing rPET is referred to as glycolysis because it is done in the presence of glycols (similar to those used in making polyester resins for powder coatings).

Complete glycolysis (the complete depolymerization of rPET into terephthalic acid and ethylene glycol) is difficult to achieve. The likelihood of rPET oligomer incorporation to the final polyester structure can be high. A careful balance of incorporating terephthalic acid, oligomers and bis(2-hydroxyethyl) terephthalate into the polyester structure is required. Too much of these compounds in the polyester structure will adversely affect the performance of the polyester and therefore the final powder coating. If the amounts are not optimal, properties such as melting point, hardness and outdoor (UV) stability may be compromised.

The glycolysis reaction of rPET is a slow reaction therefore catalysts such as zinc acetate, sodium hydroxide or strong acids such as sulphuric acid may be contemplated.

SOURCING rPET

The steps involved in sourcing and re-introducing rPET into the synthesis of polyesters that can be used for powder coating resins can be seen in Figure 6.

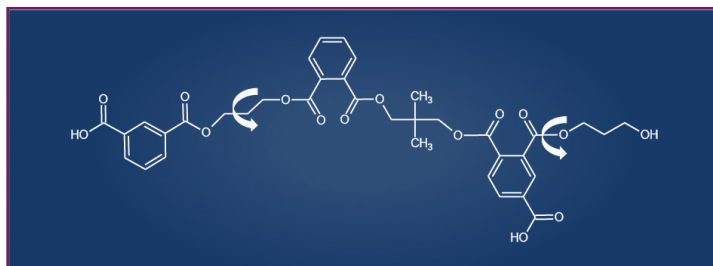


Fig. 4 - Low melting point ultra durable polyester structure as used in modern powder coatings. Molecular swivel points are designed into the polymer structure (white arrows)
Struttura di un poliestere ultra-resistente a basso punto di fusione, utilizzata nei moderni rivestimenti in polvere. Punti di rotazione molecolare (molecular swivel points) sono integrati nella struttura del polimero (frecche bianche)

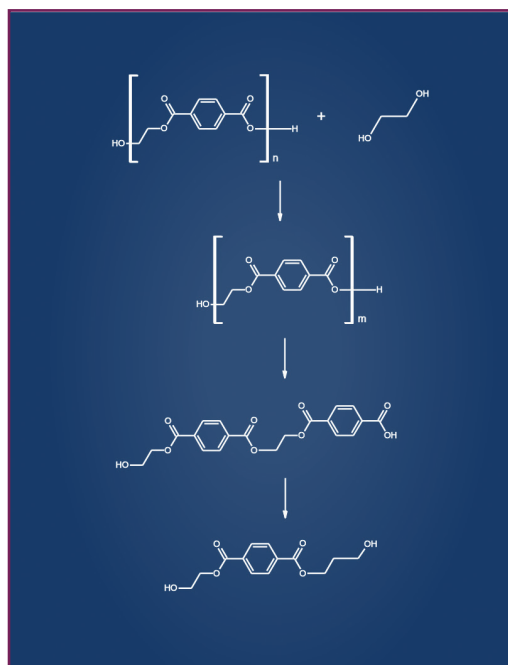


Fig. 5 - Glycolysis of rPET in the presence of ethylene glycol without a catalyst. In this case $m < n$. The final product is bis(2-hydroxyethyl) terephthalate (BHET)
Glicolisi dell'rPET in presenza di etilenglicole senza catalizzatore. In questo caso $m < n$. Il prodotto finale è il bis(2-idrossietil) tereftalato (BHET)

chimiche tra i diversi tipi di poliesteri.

A seconda del trattamento e della storia termica, il PET può presentarsi in forma amorfa o semicristallina. Il suo punto di fusione supera i 250° C, rendendolo difficile da fondere o da sciogliere/miscelare con poliesteri caratterizzati da punti di fusione inferiori. I poliesteri progettati per le resine di vernici in polvere hanno punti di fusione significativamente più bassi, grazie alla specifica configurazione

della loro struttura molecolare interna. Dal punto di vista chimico, l'rPET può essere incorporato nei poliesteri utilizzati per le vernici in polvere mediante depolimerizzazione del PET attraverso un processo di transesterificazione.

Questo processo è noto come glicolisi, in quanto avviene in presenza di glicoli (simili a quelli impiegati nella sintesi delle resine poliestere per rivestimenti in polvere). Raggiungere una glicolisi completa, ovvero la depolimerizzazione totale dell'rPET in acido tereftalico ed etilenglicole, risulta difficile. È quindi elevata la probabilità che oligomeri di rPET vengano incorporati nella struttura finale del poliestere. È necessario un equilibrio accurato nell'incorporazione di acido tereftalico, oligomeri e BHET nella struttura del poliestere. Un'eccessiva presenza di questi composti può compromettere le prestazioni del poliestere e, di conseguenza, quelle del rivestimento in polvere finale. In caso di proporzioni non ottimali, proprietà come punto di fusione, durezza e resistenza agli agenti atmosferici (UV) potrebbero risultare alterate. La reazione di glicolisi dell'rPET è relativamente

lenta; pertanto, può rendersi necessaria l'introduzione di catalizzatori come acetato di zinco, idrossido di sodio o acidi forti come acido solforico.

APPROVVIGIONAMENTO DELL'rPET

I passaggi coinvolti nell'approvvigionamento e nella reintroduzione dell'rPET nella sintesi di poliesteri utilizzabili per resine di vernici in polvere sono illustrati nella Figura 6.



RESINE

PER RIVESTIMENTI
INDUSTRIALI

RESINS

FOR INDUSTRIAL
COATINGS**SUPERIOR POWDER COATING PERFORMANCE**

These enhanced properties are not just theoretical. The research conducted by allnex demonstrates the superior performance of powder coatings formulated with renewable polyester compared to conventional hybrids. The Figure 8 showcases the promising results, offering tangible proof of the potential of these sustainable powder coating solutions. In Table 1 the results with renewable polyester No. 1 compared to a conventional 70/30 hybrid polyester are shown.

CRYLCOAT® OCEAN

allnex is using recycled polymer waste streams as building blocks for powder coating polyesters to help reduce pollution from single-use plastics. Designing these coating resins

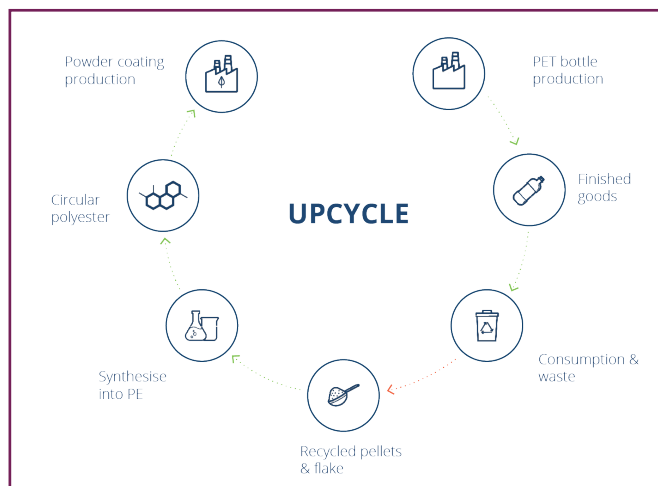


Fig. 6 - Steps in the use of rPET as a sustainable raw material for the production of polyesters
Fasi dell'utilizzo dell'rPET come materia prima sostenibile per la produzione di poliesteri

PRESTAZIONI SUPERIORI DEI RIVESTIMENTI IN POLVERE

Queste proprietà migliorate non sono solo teoriche. Le ricerche condotte da allnex dimostrano le prestazioni superiori dei rivestimenti in polvere formulati con poliesteri da fonti rinnovabili, rispetto agli ibridi convenzionali. La Figura 8 presenta risultati concreti che confermano il potenziale delle soluzioni sostenibili per rivestimenti in polvere. Si riportano, in Tabella 1, i risultati ottenuti con il poliestere rinnovabile n. 1, confrontati con un poliestere ibrido convenzionale 70/30.

CRYLCOAT® OCEAN

Allnex utilizza flussi di rifiuti polimerici riciclati come componenti fondamentali per la produzione di poliesteri di vernici in polvere, contribuendo così a ridurre l'inquinamento derivante dalle plastiche monouso.

Pagliara

DISTRIBUZIONE
MATERIE PRIME
ED ADDITIVI

PAGLIARA PRODOTTI CHIMICI SRL

Via Don Comotti, 7 - 24050 - Lurano
 T. +39 035 800 050 | pagliara@pagliara.it
 pagliara.it





Fig. 7 - Examples of rPET that can be obtained from different sources, such as the post-consumer rPET used by allnex
Esempi di rPET ottenibile da diverse fonti, come l'rPET post-consumo utilizzato da allnex

allnex is able to repurpose post-consumer PET, enabling us to respond to the requirements of green technology and contributing to the circular economy by long term management of polymer waste. This product range is designed to have no differences in workability compared to traditional powder coating resins. Ocean products contain rPET up to 50% with curing temperatures as low as 160° C with various grades from indoor, to standard durable, to superdurable. Region-specific offerings are available, and allnex is able to supply from multiple locations globally. Crylcoat® Ocean 2489-0 is the first-born powder coating polyester resin containing 25% recycled PET in allnex portfolio. This resin can be formulated with the major powder coating crosslinkers, such as triglycidyl- isocyanurate (TGIC) and β-hydroxy-alkylamide (HAA) systems and can be used for both indoor and outdoor applications such as industrial metal including household appliances, metal furniture and fittings. While 2489-0 represents a progressive step towards sustainability, it is not yet part of the Ecowise™ Choice range. Every technology faces its own set of unique challenges which allnex are committed to addressing in order to meet the high standards of Ecowise™ Choice.

6 months aging of cured film Invecchiamento di 6 mesi del film polimerizzato	10 min at 180° DI/RI 10 min a 180° DI/RI	10 min at 180° T-Bend 10 min a 180° T-Bend
Conventional 70/30 PE white formulation PE formulazione bianca convenzionale 70/30	120/120	1-T
Polyester No.1 Formulazione bianca poliestere No.1	160/160	0-T

Tab. 1 - Mechanical properties
Proprietà meccaniche

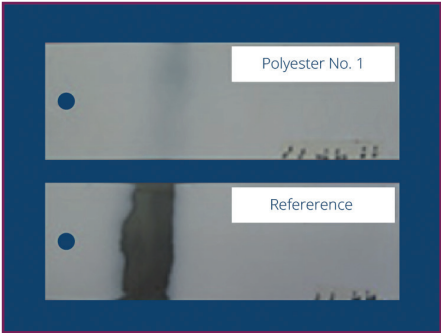


Fig. 9 - Polyester No.1 1-100 double rubs MEK
Poliestere n. 1 – Resistenza a 1-100 strofinamenti con MEK

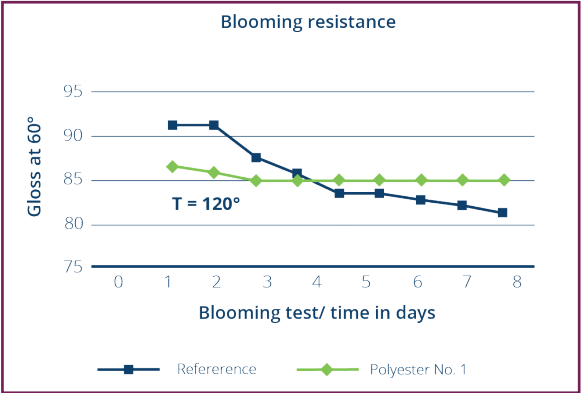


Fig. 8

Progettando queste resine per rivestimenti, allnex è in grado di riutilizzare PET post-consumo, rispondendo alle esigenze della tecnologia green e contribuendo all'economia circolare attraverso una gestione a lungo termine dei rifiuti polimerici. Questa gamma di prodotti è sviluppata per non presentare differenze di lavorabilità rispetto alle tradizionali resine per vernici in polvere.

I prodotti della linea Ocean contengono fino al 50% di rPET e presentano temperature di reticolazione anche basse, a partire da 160° C, con diverse formulazioni disponibili, da quelle per applicazioni indoor, a standard durevoli, fino a superdurevoli. Sono disponibili offerte specifiche per regione, con fornitura da più sedi a livello globale. Crylcoat® Ocean 2489-0 è la prima resina poliesteric per vernici in polvere contenente il 25% di PET riciclato nel portfolio allnex.

Questa resina può essere formulata con i principali agenti reticolanti per vernici in polvere, quali triglicidil-isocianurato (TGIC) e sistemi a β-idrossialchilamide (HAA), ed è utilizzabile per applicazioni sia da interni che da esterni, tra cui metalli ad uso industriale, elettrodomestici, mobili metallici e accessori. Sebbene il 2489-0 rappresenti un passo avanti verso la sostenibilità, non fa ancora parte della gamma Ecowise™ Choice. Ogni tecnologia presenta sfide specifiche che allnex si impegna a superare per rispettare gli elevati standard di Ecowise™ Choice.