

L'attitudine all'impiego delle materie plastiche e l'installazione dei manufatti in plastica

A cura di Walter Moretti - Presidente della Commissione Tecnica E13 UNIPLAST - Ente Federato all'UNI



L'utilizzo della plastica: la plastica si trova praticamente ovunque, essa trova infatti ampio uso negli abiti che indossiamo, nelle case dove abitiamo e nelle auto su cui viaggiamo.

I giocattoli, la TV, i computer, i telefonini e i CD contengono plastica. Molte delle tubazioni che contribuiscono al nostro comfort (trasporto di acqua calda e fredda per il consumo umano, trasporto di gas, ecc..) sono di plastica, inoltre molte delle riparazioni delle tubazioni pre-esistenti che causano perdite sono anch'esse effettuate con tubazioni in plastica mediante tecnologie a bassissimo impatto ambientale. Molte sono le applicazioni in agricoltura e nel settore del confezionamento, della conservazione e del trasporto di prodotti alimentari. La struttura normativa messa in atto nel settore delle plastiche consente di tenere strettamente sotto controllo il processo di fabbricazione dalla materia prima fino al prodotto finito, garantendone l'affidabilità e la durabilità. Anche l'installazione e l'utilizzo sono normati perché sarebbe inutile produrre manufatti a regola d'arte per poi utilizzarli o metterli in opera in modo scorretto, vanificandone le qualità. Gli articoli che andiamo a introdurre in questo dossier dedicato alle plastiche approfondiscono tutti i temi sopra trattati; in alcuni casi sono impiegate le espressioni utilizzate dagli autori degli articoli che meglio di null'altro ne delineano il contenuto.

Le materie plastiche e, più in generale, i materiali polimerici (comprendendo anche i polimeri termoidurenti e gli elastomeri nonché i materiali compositi) trovano da tempo sempre più applicazioni nei settori ad elevate prestazioni, durabilità prevedibile e alta affidabilità. Per questa ragione sono state sviluppate norme per la determinazione della resistenza a frattura. Le fiamme libere possono facilmente incendiare le materie plastiche; il loro sempre maggior utilizzo nei diversi settori, come l'edilizia, trasporti, elettronica, ecc. ha richiamato l'attenzione sul loro comportamento al fuoco, sviluppando innovazioni tali da attribuire a questi materiali prestazioni alla fiamma sempre più efficaci. Sono universalmente note le applicazioni del polistirene espanso (EPS), esse si possono dividere in due grandi categorie: il settore delle costruzioni e il settore del packaging. Il primo

comprende tutti gli impieghi in edilizia, dove l'EPS è uno dei materiali più utilizzati per l'isolamento termico e acustico, ma anche gli impieghi in ingegneria civile, quali i sottofondi e i rilevati stradali; il secondo include l'imballaggio in generale, dove l'EPS è largamente impiegato grazie alla capacità di assorbire gli urti e di isolare termicamente, ma anche altre applicazioni quali gli strati protettivi nei caschi, applicazioni decorative, ecc. Proprio nell'imballaggio sono di importanza rilevante i contenitori termici per alimenti, basti pensare al commercio dei cibi caldi e dei cibi freddi; entrambi necessitano di modalità precise per mantenere lo stato in cui vengono posti per la relativa commercializzazione. È in preparazione una norma che vuole colmare tale lacuna, indicando quali siano le caratteristiche che un contenitore deve dichiarare per essere utilizzato nella catena del freddo e del caldo.

In generale nel settore delle norme per imballaggio vanno segnalate le attività svolte in sede UNIPLAST. Per gli imballaggi si evidenziano due esempi di prodotti molto diffusi, le cui caratteristiche e prestazioni sono definite da norme EN recepite da UNI. Si tratta delle seguenti applicazioni:

- tubi deformabili per alimenti, cosmetica, farmaceutica, detergenza;
- bottiglie di PET per acque minerali, bevande analcoliche, latte complete di chiusure in materia plastica;
- tappi a vite per bottiglie di PET.

Altro "terreno" di utilizzo della plastica è il settore delle coperture per agricoltura.

La tecnologia per la produzione di film plastici utilizzati in agricoltura come materiali coprenti per serre e tunnel, pacciamatura e fumigazione, insilaggio, in questi ultimi anni, ha avuto un rilevante sviluppo. Si è avuta così la possibilità di produrre film multistrato utilizzando vari tipi di polimeri ed additivi per avere film "tailor made", idonei cioè per ogni tipo di coltura.

Il settore delle tubazioni in plastica è stato normato già da tempo sia a livello nazionale, ISO che CEN, ma le richieste del mercato portano ad ampliare sempre più l'orizzonte delle dimensioni da utilizzare; già nel trasporto di acqua fredda per consumo umano si arriva a grandi dimensioni, ora la richiesta si è estesa anche al settore dell'acqua calda.

Gli impianti termici di nuova generazione che devono servire complessi edilizi (riscaldamento di quartiere) o anche concentrazioni di numerose unità abitative (villette a schiera), si basano quindi sulla proposta di un sistema impiantistico con produzione centralizzata di calore ad elevato livello di rendimento stagionale e contabilizzazione individuale dell'energia. Questo tipo di distribuzione del calore centralizzata (acqua calda sanitaria e riscaldamento) richiede pertanto, maggiori portate d'acqua nei collettori di distribuzione primaria e nelle colonne montati.

Come detto il trasporto di acqua ha ingigantito le proprie dimensioni, quindi sempre più importante è la corretta posa in opera dei tubi, in questo dossier presentiamo una panoramica della normativa relativa alla posa dei tubi in PE, sottolineando la qualità delle giunzioni saldate. La saldatura delle tubazioni, processo da tenere strettamente sotto controllo per garantire la qualità e la durabilità dell'impianto, ha una struttura normativa molto ampia.

La normativa tecnica esistente, italiana e non solo, è vasta e considera tutti i materiali termoplastici, tra i quali annoverandone i principali, troviamo il polietilene (PE) il polipropilene (PP), il polibutilene (PB), l'acrilonitrile-butadiene-stirene (ABS), il PVC, il PVDF, ecc.

Tornando alla posa in opera, oggi ogni progettista deve guardarsi intorno per trovare nuove soluzioni ai problemi di ripristino "rehabilitation" delle reti idrauliche, che hanno ormai ampiamente superato il loro ciclo di vita. È importante sapere che le nostre reti interrate perdono circa il 30% dell'acqua potabile, e ben oltre il 50% delle condotte fognarie nazionali sono assolutamente inadeguate.

L'alternativa al classico scavo a cielo aperto per la posa in opera è la tecnica no-dig. Le tecniche no-dig permettono di ripristinare condotte sotterranee senza effettuare il classico scavo a trincea. Oltre ad avere dei tempi di realizzazione estremamente ridotti (rispetto alle tecniche classiche) tali metodi permettono anche di ridurre i costi diretti di produzione, i costi socio ambientali, il rumore e l'inquinamento, i mezzi impiegati, gli incidenti sui cantieri, i danni alle infrastrutture etc. Gli argomenti in sintesi sopra indicati, sono proposti di seguito nella loro interezza.

L'impiego dei materiali polimerici in applicazioni a elevato contenuto tecnologico e il contributo di UNIPLAST

Le materie plastiche e, più in generale, i materiali polimerici (comprendendo in tale accezione anche i polimeri termoindurenti e gli elastomeri nonché i materiali compositi a base polimerica, nelle più varie forme tecnologiche) trovano da tempo e sempre più applicazione anche in settori che richiedono elevate prestazioni, prevedibile durabilità, alta affidabilità. Per soddisfare tali requisiti si chiede al progettista del manufatto una conoscenza sicura delle caratteristiche del materiale candidato alla particolare applicazione e la certezza che i dati forniti dal produttore del materiale, ottenuti con prove di laboratorio, siano sufficientemente rappresentativi del comportamento del materiale nella reale situazione in cui sarà utilizzato il prodotto finale, cioè rappresentino delle vere *end-use properties* del materiale.

Inoltre, sempre più numerose e diffuse stanno diventando le prescrizioni normative sui prodotti finali, a tutela di valori sociali come la sicurezza, la salute, ecc. dell'utente o 'consumatore'. Si pensi alle applicazioni nei settori delle costruzioni civili, dei trasporti, medicale, ecc., ma anche di beni di largo consumo come elettrodomestici, attrezzi sportivi, ecc. Anche per la definizione di tali norme si richiede una conoscenza approfondita e correttamente documentata del comportamento del materiale nella reale situazione in cui sarà utilizzato il prodotto finale. A fronte di tali esigenze si impone una revisione fondamentale dell'approccio alla caratterizzazione delle proprietà dei materiali polimerici che, più che per altri materiali, è stato finora improntato ad un facile empirismo. I limiti dei metodi di caratterizzazione tradizionali dei materiali polimerici ed il bisogno di dati più significativi per la progettazione dei prodotti e la previsione del loro comportamento in esercizio sono stati ben riconosciuti da tempo [1,2,3].

Con riguardo alle proprietà fisico-meccaniche, e in particolare alle proprietà di resistenza meccanica nelle più varie situazioni di sollecitazione del materiale (si pensi alla tenuta a lungo termine di una conduttura in pressione, alla sollecitazione impulsiva di un *airbag*, all'assorbimento dell'urto da parte del paraurti di un'automobile, all'azione di un adesivo strutturale che deve assicurare una giunzione meccanica, alla sollecitazione a fatica ed usura della calotta di un femore artificiale, ecc.) la caratterizzazione usuale dei materiali polimerici effettuata con prove standard tradizionali risulta del tutto inadeguata. Tali prove forniscono dati 'convenzionali', dipendenti dal metodo di prova adottato (come è ben noto: tali dati sono sempre accompagnati dall'indicazione della norma secondo cui sono stati determinati, cambiando norma cambia il dato).

Tale dipendenza inficia sia il confronto tra materiali in sede di selezione del materiale ottimale per una certa applicazione (perché il metro di confronto è arbitrario), sia la previsione del comportamento del materiale in sede di utilizzo del manufatto (perché il dato di laboratorio non è estrapolabile a condizioni diverse da quelle di prova).

Con riguardo in particolare alla resistenza a frattura (un aspetto considerato con grande ingenuità nel

ATTIVITÀ		
COMPLETED ACTIVITIES ISO STANDARD PUBLISHED	COORDINATOR	DOCUMENT PRODUCED
Plastics – Determination of fracture toughness (G_{IC} & K_{IC}) for plastics.	J. G. Williams	ISO 13586:2000/Amd 1:2003
Plastics – Determination of fracture toughness (G_{IC} & K_{IC}) of plastics at moderately high loading rates (1m/s)	A. Pavan	ISO 17281:2002
Fibre-reinforced plastic composites – Mode I interlaminar fracture toughness, G_{IC} , of unidirectional fibre-reinforced polymer composites	A. Brunner	ISO 15024: 2001
Plastics – Test method for tension-tension fatigue crack propagation in plastics	L. Castellani	ISO 15850:2014
Adhesives – Determination of the mode I adhesive fracture energy of structural adhesive joints using double cantilever beam and tapered double cantilever beam specimens	B. Blackman	ISO 25217:2009
Fibre-reinforced plastic composites – The determination of the Mode II fracture resistance, G_{IIc} , for unidirectionally reinforced materials using the calibrated end loaded split (C-ELS) test and an effective crack length approach	B. Blackman	ISO 15114:2014
Completed activities – Document under ISO examination		
Plastics – Peel test for the determination of interlaminar fracture toughness of flexible packaging laminates	N. Murphy	ISO/WD 18485 (2013)
Plastics – Determination of fracture toughness (G_{IC} & K_{IC}) for plastics. Annex B to ISO 13586: Testing of plastics containing short reinforcing fibres	A. Pavan	ISO/NP 13586 (2014)
Plastics – Determination of fracture toughness (G_{IC} & K_{IC}) of plastics at moderately high loading rates (1m/s). Annex C to ISO 17281: Testing of plastics containing short reinforcing fibres	A. Pavan	ISO/NP 17281 (2014)
On-going activities – Document under development		
Plastics – Essential work of fracture of polymer films	M. Rink	Draft protocol
Plastics – J testing of polymers	F. Baldi	Draft protocol
Plastics – Determination of G_c via cutting in polymers	J. G. Williams	Draft protocol
Plastics – Environmental stress cracking	L. Castellani	Draft protocol
Fibre-reinforced plastic composites – Delamination of cross-ply laminates	A. Brunner	Draft protocol
Fibre-reinforced plastic composites – Delamination of UD laminates at high rates	I. Horsfall	Draft protocol
Fibre-reinforced plastic composites – Delamination fatigue of UD laminates	G. Pinter	Draft protocol
Plastics – Notching	H. Steininger	Draft protocol
Adhesives – Determination of the mode II adhesives fracture energy, G_{IIc} , of structural adhesives	B. Blackman	Draft protocol



periodo infantile dello sviluppo tecnico delle materie plastiche, per le quali si era coniato il termine "infrangibile"), un passo avanti fondamentale nella direzione richiesta è oggi consentito dallo sviluppo della scienza denominata "Meccanica della Frattura", che ha posto su basi razionali lo studio e la caratterizzazione del possibile cedimento meccanico dei materiali in svariate forme e situazioni d'interesse applicativo. Il merito essenziale di tale approccio scientifico è quello di fornire un dato di resistenza non 'convenzionale' (dipendente dal metodo di prova, come si è già detto) ma 'intrinseco' al materiale, e quindi oggettivo.

Nato per interpretare il comportamento a frattura di materiali fragili come vetri e laterizi e sviluppato poi con riferimento prevalente ai materiali metallici, l'approccio della "Meccanica della Frattura" è stato poi esteso ai materiali polimerici nelle varie forme, con i dovuti adattamenti.

La caratterizzazione della resistenza a frattura secondo tale approccio può richiedere prove di laboratorio piuttosto elaborate e molto differenti per materiali e modi di sollecitazione diversi. Per rendere tali prove accessibili a laboratori dotati di ordinaria strumentazione e a tecnici di ordinaria competenza e perizia senza sacrificare il rigore scientifico dell'approccio, si rendeva necessario un grosso lavoro di elaborazione e messa a punto sia di metodi di prova sia di procedure di misura, che fossero allo stesso tempo sufficientemente semplici e 'robuste'. Riconoscendo la necessità di tale operazione per promuovere l'impiego 'ingegneristico' dei materiali polimerici, nell'ambito dell'ESIS, l'associazione europea di esperti della frattura dei materiali [4], si è costituito il gruppo TC4 "Polymers and Composites" con il preciso intento di sviluppare specifici "protocolli di prova" della resistenza a frattura per le diverse classi di materiali polimerici, nelle diverse forme o modi di sollecitazione.

Dopo un processo di elaborazione e discussione, ogni protocollo viene validato mediante prove interlaboratorio (*round-robin*) atte a verificarne il grado di praticabilità, ripetibilità, riproducibilità.

Da ultimo, per conferire la massima ufficialità ai risultati ottenuti e renderli generalmente fruibili nel

mondo industriale, il documento viene proposto all'ISO per l'approvazione e pubblicazione come norma internazionale.

E' lasciato ai singoli enti di normazione nazionali di recepire e promuovere lo stesso documento anche come norma nazionale. L'UNIPLAST, può a buon diritto vantare di avere avuto e continuare ad avere una parte attiva di rilievo nel sostenere tali proposte, vista la posizione italiana di primo piano nella conduzione del gruppo ESIS TC4 e il grosso contributo portato alle sue attività da più laboratori italiani, sia accademici sia industriali.

Il numero delle norme ISO risultanti da tale attività e già pubblicate è dell'ordine della diecina, e altrettante sono quelle in fieri (in fase di studio o in via di validazione o già sottoposte all'attenzione di ISO ed in attesa di approvazione). Il prospetto ne riporta un elenco aggiornato.

Marta Rink

*Polymer Engineering Laboratory (PolyEngLab)
Dipartimento CMIC Giulio Natta
Politecnico di Milano*

Andrea Pavan

*Polymer Engineering Laboratory (PolyEngLab)
Dipartimento CMIC Giulio Natta
Politecnico di Milano
Delegato ISO TC 61/SC2/WG7 Fracture and fatigue properties*

Note

- 1 J.S.Peraro, "Limitations of Test Methods for Plastics", ASTM STP 1369 (2000)
 - 2 R.P.Brown, "Efficient Test Procedures for Polymer Properties", in VAMAS, Versailles Project on Advanced Materials and Standards, Bull.7 (1988)
 - 3 B.F.Dyson, S.Loveday, M.Gee, "Materials Metrology and Standards for Structural Performance", Chapman & Hall (1995)
 - 4 ESIS - European Structural Integrity Society (già EGF - European Group on Fracture)
- Il comitato tecnico TC4 Polymers and Composites si è costituito nel 1985. Alle sue attività nel corso degli anni (revisionate in due riunioni di 3 gg ogni anno) hanno partecipato una cinquantina di laboratori europei (ed alcuni extra-europei), sia accademici sia industriali. Ne sono joint-chairmen J.G.Williams (Imperial College, London) e A.Pavan (Politecnico di Milano).

La reazione al fuoco delle materie plastiche

Negli ultimi anni, la tecnologia dei polimeri ha registrato un notevole sviluppo, e la produzione di materie plastiche è continuamente aumentata, soprattutto per motivi di praticità, di conforto, di convenienza e risparmio energetico.

Le materie plastiche, sono materiali che sottoposti a fiamme libere possono facilmente incendiarsi. Il sempre maggior utilizzo di questi materiali nei diversi settori, come l'edilizia, trasporti, elettronica ecc. ha richiamato l'attenzione sul loro comportamento al fuoco, richiedendo che questi materiali mostrino prestazioni alla fiamma sempre più efficaci.

Il comportamento al fuoco delle materie plastiche è valutabile in modi differenti secondo delle normative considerate, sia per i diversi metodi di prova applicati, sia per la possibilità di modificare il comportamento al fuoco dei materiali con l'aggiunta di ritardanti di fiamma.

Lo scopo di utilizzare materiali di adeguata resistenza alla fiamma è: diminuire la facilità di innesco, ridurre la velocità di propagazione dell'incendio e aumentare i tempi di evacuazione prima del *flash-over*.

Pertanto, per migliorare il comportamento al fuoco dei materiali plastici si possono aggiungere adeguati ritardanti di fiamma, ottenendo così il superamento di severi test di autoestinguenza.

I termini ritardato alla fiamma o autoestinguenza descrivono un grado di infiammabilità limitato che non esclude i rischi in una reale condizione di fuoco. Tali additivi danno autoestinguenza ai materiali plastici, ma durante la combustione possono dare origine a fumi con elevato grado di tossicità, di opacità e di corrosività che rendono difficile la fuga in caso di incendio.

Ai danni prodotti dal fuoco, si sommano quelli dovuti all'azione degli effluenti che possono raggiungere gli ambienti non intaccati dal fuoco. Pertanto, oltre allo studio della resistenza alla fiamma, è cresciuto l'interesse per gli effetti che questa ha sull'ambiente circostante. Conoscere analiticamente i fumi di combustione, ridurli o eliminarli è un progetto rilevante dal punto di vista dell'acquisizione di nuove conoscenze nello studio dei meccanismi di combustione. Un miglioramento nella produzione di fumi di combustione permetterebbe di penetrare in nuove fasce di mercato, tuttora riservate a determinati materiali.



La curva d'incendio (curva di incendio reale) è rappresentata da un diagramma schematico temperatura-tempo che illustra le principali fasi così definite (Figura 1):

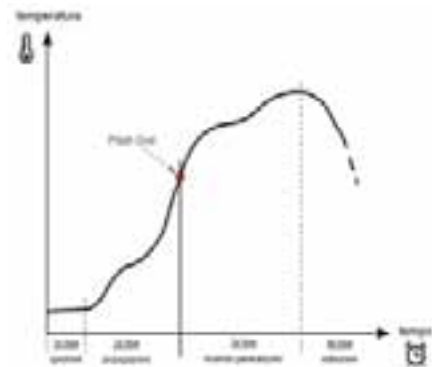


Figura 1 - Curva di incendio reale

La **prima fase** comprende l'inizio dell'incendio con l'accensione del prodotto ed è condizionata dai seguenti fattori: infiammabilità del combustibile, possibilità di propagazione della fiamma, geometria e volume degli ambienti, ventilazione dell'ambiente. L'aumento di temperatura media è modesto.

La **seconda fase** fa riferimento alla propagazione dell'incendio, caratterizzata da una produzione dei gas tossici e corrosivi, riduzione di visibilità a causa dei fumi di combustione, aumento della partecipazione alla combustione dei combustibili solidi e liquidi, aumento veloce delle temperature.

La **terza fase** è l'incendio completamente sviluppato (**flash-over**) caratterizzato da: ulteriore incremento della temperatura, crescita della velocità di combustione, aumento di emissioni di gas e di particelle incandescenti. Il **flash-over** rappresenta uno stadio irreversibile oltre al quale vi è scarsa possibilità che l'incendio si spenga da solo prima che il combustibile sia tutto esaurito.

La **quarta fase** viene definita di estinzione o di decadimento. Il combustibile e/o l'ossigeno si sono praticamente consumati del tutto e quindi la temperatura decresce con una velocità che dipende dalla ventilazione dell'ambiente. La Prevenzione Incendi, definisce tutti gli accorgimenti realizzati per ridurre la probabilità di insorgenza di un incendio o per minimizzarne gli effetti, quando esso abbia avuto inizio; assegna la protezione delle persone e dei beni, dalla fase di innesco in poi alla Protezione Passiva, intendendo con tale termine la capacità dei materiali da costruzione e delle strutture di opporsi allo sviluppo dell'incendio stesso. E' considerato materiale da costruzione qualsiasi prodotto fabbricato al fine di essere permanentemente incorporato in opere di costruzione, le quali comprendono gli edifici e le opere di ingegneria civile. La Reazione al Fuoco è una misura di Protezione Passiva che realizza i suoi principali effetti nelle prime fasi dell'incendio con l'obiettivo di limitarne la propagazione. La Reazione al Fuoco è definita come grado di partecipazione di un prodotto combustibile al fuoco al quale è stato sottoposto. E' una caratteristica del prodotto che permette di essere meno propenso ad essere incendiato e, in alcuni casi, ad estinguersi quando viene tolta la fiamma che lo ha innescato. Viene convenzionalmente espressa in classi di reazione al fuoco. La classe di reazione al fuoco è uno strumento prescrittivo di protezione passiva

nell'ambito della prevenzione incendi. Negli ultimi tempi, la ricerca e la sperimentazione relative alla reazione al fuoco, hanno avuto un rilancio importante dovuto alla situazione europea. La Commissione Europea, per risolvere i problemi della valutazione al fuoco dei prodotti da costruzione ha messo a punto un sistema armonizzato di valutazione e una classificazione comune, da utilizzare nelle regolamentazioni nazionali. La motivazione di una classificazione armonizzata è la mancanza di prove che simulano l'uso finale dei prodotti e che forniscano la valutazione sulla performance dei prodotti che contribuiscono allo sviluppo del fuoco. Il sistema armonizzato, consente di valutare il rischio di incendio dei prodotti, per mezzo di metodi che misurano parametri fondamentali: accendibilità, propagazione della fiamma, calore rilasciato, gocciolamento e la produzione di fumi. Conoscendo questi parametri e utilizzando prodotti con ridotta partecipazione all'incendio, si possono ottenere risultati importanti ai fini della sicurezza, almeno in fase iniziale, consentendo alle persone il tempo per porsi in salvo e limitare i danni. Questi metodi sono il più vicino possibile alla realtà dell'incendio, dato che questo è un fenomeno scarsamente riproducibile. Incendi che si sviluppano nello stesso scenario possono evolvere in maniera diversa. Nell'ambito della reazione al fuoco, la norma armonizzata europea che stabilisce i metodi di prova e la classificazione è la EN 13501-1 "Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione - Parte 1: Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco". In questa norma i prodotti sono suddivisi in sette Euroclassi dalla più performante a quella meno. Si hanno le Euroclassi per pareti e soffitti (A1, A2, B, C, D, E, F) e per pavimenti (A1fl, A2fl, Bfl, Cfl, Dfl, Efl, Ffl) dove il pedice "fl" è **flooring** = pavimentazione. L'Euroclasse A1-A2, A1fl-A2fl, è assegnata ai prodotti che non contribuiscono allo sviluppo del fuoco. L'Euroclasse E-Efl riguarda i prodotti che presentano un accettabile reazione al fuoco. L'Euroclasse F è riservata ai prodotti che non hanno nessun comportamento valido al fuoco.

I metodi di prova sono cinque:

- Determinazione della non combustibilità (EN ISO 1182). Questa prova ha lo scopo di riconoscere se un prodotto non contribuisce, o almeno non in maniera efficace, allo sviluppo di un incendio. La prova riguarda le Euroclassi A1, A2, A1fl, A2fl.
- Determinazione del potere calorifico (EN ISO 1716). La prova, detta anche "bomba calorimetrica" definisce il potenziale termico di un prodotto, cioè quanto calore è in grado di sviluppare qualora abbia la disponibilità di ossigeno. La prova riguarda le Euroclassi A1, A2, A1fl, A2fl.

- SBI, *Single Burning Item* (EN ISO 13823). Questa prova valuta il potenziale contributo di un prodotto alla crescita di un incendio, in uno scenario che riproduce un unico oggetto incendiato nell'angolo di una stanza vicino a tale prodotto. La prova viene utilizzata ai fini della Euroclassificazione A2, B, C, D.
- Prova di accendibilità o piccola fiamma (EN ISO 11925-2). Questa prova valuta l'accensione di un prodotto esposto ad una azione diretta di una piccola fiamma. La prova è utilizzata ai fini delle Euroclassificazioni B, C, D, E, Bfl, Cfl, Dfl, ed Efl.
- Pannello radiante per pavimenti (EN ISO 9239-1). Questa prova valuta il flusso radiante critico al di sotto del quale le fiamme non si propagano su una superficie orizzontale. La prova riguarda le classi A2fl, Bfl, Cfl, e Dfl.

L'Euroclassificazione tiene conto anche dei parametri aggiuntivi come la produzione di fumo intesa come capacità di emettere vapori o particelle e il gocciolamento come capacità di emettere gocce/frammenti ardenti di materiale fuso.

Ci sono tre gradi di produzione fumo: s1, s2, s3 (s sta per *smoke*); la quantità di fumo aumenta passando dal grado 1 assente o limitato, al grado 3 significativo.

Si hanno anche tre gradi gocciolamento: d0, d1, d2 (d sta per *drops*); al grado d0 corrisponde assenza di gocce nei primi 600 secondi, al grado d1 presenza di gocce inferiori a 10 secondi, al grado d2 si hanno gocce persistenti.

Il nuovo sistema europeo, che ha sostituito le vecchie classi usate in Italia (la classificazione delle normative italiane non tiene conto del calore rilasciato, nell'unità di tempo e delle caratteristiche dei fumi), è stato recepito con il decreto 15 marzo 2005, ed è entrato in vigore il giorno dopo la sua pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale Italiana n.73 del 30 marzo 2005. D.M. 15 marzo 2005: "Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo" concernente anche l'equivalenza tra le euroclassi di reazione al fuoco e la vecchia normativa italiana. Questo decreto è stato aggiornato dal D.M. 16 febbraio 2009: "Modifiche ed integrazioni al Decreto 15 Marzo 2005 recante i requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione".

Mario Rossi

Presidente SC 23 Reazione al fuoco delle materie plastiche UNIPLAST Versalis S.p.A.



Il polistirene espanso. Principali applicazioni e normative di riferimento

Polistirene espandibile

Il polistirene espandibile si produce in forma di "perle", cioè piccoli granuli di forma approssimativamente sferica composti essenzialmente da polistirene (PS) e da un agente espandente, nella maggior parte dei casi pentano, disciolto nel polimero in quantità dell'ordine del 5%. La figura 1 riporta esempi di perle di polistirene espandibile.

Come si vede, le dimensioni possono variare da pochi decimi di millimetro a un millimetro e più. Generalmente il processo di polimerizzazione produce perle con una distribuzione di dimensioni relativamente ampia. Il prodotto viene vagliato, per ottenere perle di dimensioni omogenee entro classi predeterminate, e successivamente confezionato e venduto.



Figura 1 - EPS: "perle" espandibili

Il laboratorio di trasformazione che riceve il prodotto, lo può facilmente espandere riscaldando le perle mediante un flusso di vapore acqueo: il PS supera la temperatura di "rammollimento" (transizione vetrosa) e il pentano passa in fase gassosa generando bolle che crescono fino a formare la struttura cellulare tipica della schiuma polimerica. La figura 2 mostra l'aspetto e le dimensioni delle perle espanse.



Figura 2 - EPS: "perle" espanse

L'espansione aumenta il volume delle perle di circa 50 volte, dando origine ad un materiale, il polistirene espanso (EPS), che ha densità dell'ordine di 20 grammi per litro. Considerando che il PS ha densità di 1,05 g/cm³, si comprende che il polistirene espanso è costituito per il 2% del volume da materiale solido e per il 98% da aria.

La struttura cellulare che si crea all'interno delle perle è illustrata dalla micrografia elettronica a scansione (SEM) di figura 3.

Per realizzare manufatti in EPS, le perle espanse come sopra descritto devono essere lasciate "maturare" per alcune ore (ciò permette il riequilibrio della pressione nella struttura cellulare, attraverso la diffusione dell'aria dall'esterno all'interno delle celle).

Dopo la maturazione, le perle possono essere introdotte nello stampo prescelto, dove viene successivamente iniettato vapore acqueo: si verifica una "seconda espansione", attraverso la quale le perle aumentano ancora leggermente di volume e si sinterizzano fra loro, dando origine al manufatto finale.

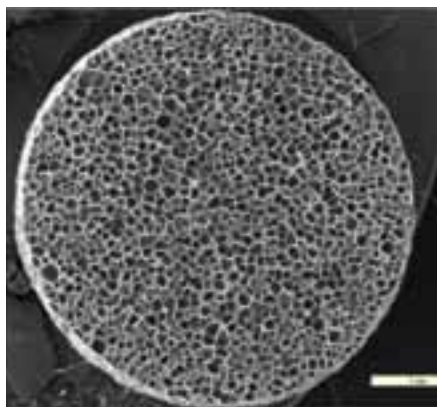


Figura 3 - Sezione di perla espansa. Immagine ottenuta al microscopio elettronico a scansione (SEM)

L'aspetto tipico della struttura sinterizzata è riportato in figura 4.

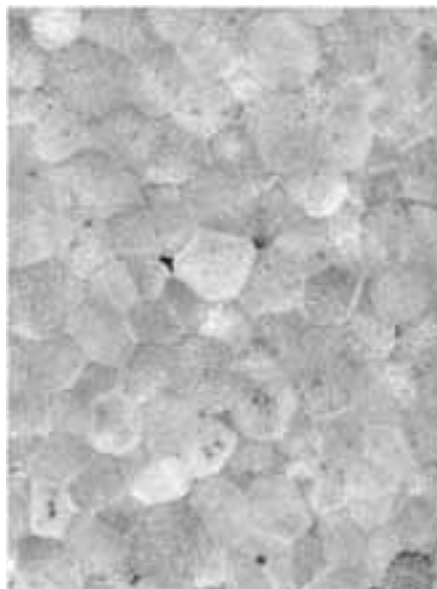


Figura 4 - Sezione di manufatto stampato di EPS. Micrografia ottica, ingrandimento circa 2x

Sono evidenti le qualità di semplicità tecnologica, flessibilità e costo moderato del processo di realizzazione di manufatti in EPS. Il materiale viene trasportato a densità elevata (le perle espandibili hanno densità equivalente a quella del PS), occupando quindi volumi estremamente ridotti rispetto a quelli dei manufatti finali; la trasmissione di calore nel processo di trasformazione avviene attraverso il vapore acqueo, facile da produrre e da controllare;

gli stampi non devono sopportare temperature e pressioni elevate, e quindi possono essere realizzati con materiali e tecnologie poco costose e in tempi relativamente brevi.

EPS – struttura e proprietà generali

La schiuma polimerica realizzata come descritto nel capitolo precedente, possiede alcune caratteristiche generali su cui è opportuno soffermarsi¹.

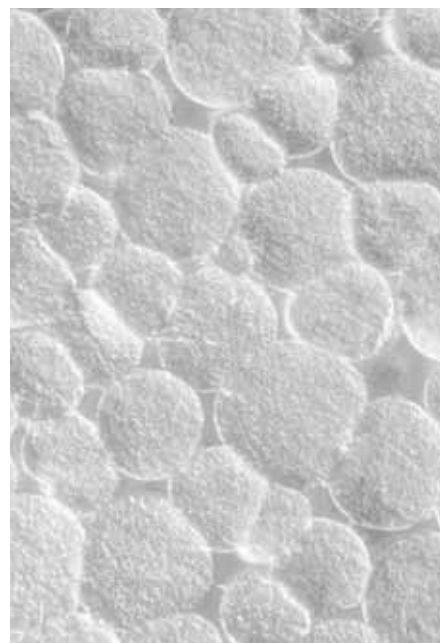
Struttura cellulare

Anzitutto, si tratta di una schiuma rigida a celle chiuse (vedi figura 3). Le schiume rigide si distinguono da quelle flessibili (ad esempio le schiume basate su elastomeri o su polimeri semi-cristallini a bassa rigidità quali le poliolefine) per il modulo elastico più elevato e per i diversi meccanismi di deformazione plastica. La rigidità dell'EPS nasce dal fatto che il materiale costituente è il PS, un polimero amorfo che a temperatura ambiente si trova nello stato vetroso: la struttura cellulare (figura 3) è quindi relativamente poco deformabile (modulo elastico elevato) ma, se il materiale viene sollecitato oltre il limite elastico, tende a deformarsi plasticamente in modo irreversibile. Le schiume a celle chiuse sono distinte da quelle a celle aperte: in queste ultime, durante l'espansione, le pareti cellulari si rompono e scompaiono, e quando il polimero si consolida la struttura rimane "aperta". Oltre a differenze di comportamento meccanico (le schiume a celle chiuse hanno, a pari densità, una maggiore rigidità e resistenza meccanica), questo determina evidentemente anche differenze nella mobilità e diffusione dei gas all'interno della schiuma.

Densità

È importante sottolineare che, come per tutti i solidi cellulari, anche per l'EPS la variabile strutturale più determinante nei confronti delle proprietà finali è la quantità di materiale solido¹ per unità di volume, cioè la densità relativa r/r_s (densità della schiuma/densità del materiale solido)¹.

Poiché la densità del PS è circa 1 g/cm³ (v. sopra), la densità dell'EPS di fatto coincide con la sua densità relativa. Negli utilizzi più comuni, i manufatti di EPS vengono realizzati a densità comprese tra circa 10 g/l e circa 30 g/l.



Proprietà meccaniche

Definito quindi l'ambito delle schiume polimeriche rigide a celle chiuse in cui l'EPS va considerato, è utile descrivere le caratteristiche generali del comportamento meccanico.

La figura 5 riporta un tipico grafico della relazione sforzo-deformazione ottenuta in una prova di compressione uni-assiale (EN ISO 844:2014; EN 826). Si osserva una prima parte lineare della curva, dove il materiale reagisce in modo elastico alla sollecitazione, seguita da una sorta di "snervamento", dopo il quale la pendenza della curva diminuisce sensibilmente.

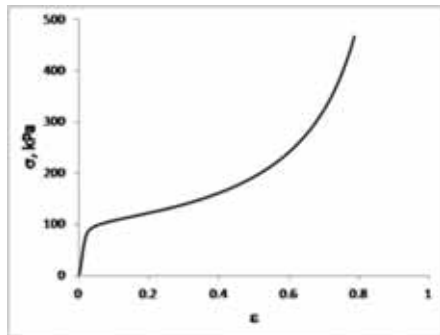


Figura 5 - Curva sforzo-deformazione di EPS ottenuta secondo EN 826

Di fatto, trattandosi di una struttura cellulare complessa e non di un materiale omogeneo, il termine snervamento non è appropriato: il brusco cambio di pendenza dopo il tratto elastico, è piuttosto dovuto al collasso plastico della struttura, che si "accartoccia" su se stessa. Dopo il collasso, la pendenza della curva sforzo-deformazione riprende ad aumentare progressivamente, e cresce sempre più rapidamente con l'avvicinarsi della deformazione al limite massimo, corrispondente alla "densificazione" della schiuma con eliminazione della parte vuota della struttura. Si può dimostrare che l'aumento di sforzo in questa regione è legato alla compressione del gas (aria) contenuto nelle celle¹⁻³.

La figura 6 riporta il confronto tra la curva di compressione di figura 5 e la curva che si ottiene se si ripete la prova una seconda volta sullo stesso provino.

Risulta qui evidente la conseguenza del fatto che l'EPS è una schiuma rigida, costituita da un polimero, il PS, vetroso e fragile: il comportamento cambia drasticamente fra la prima e la seconda compressione, con una diminuzione sia del modulo elastico che dello sforzo di collasso.

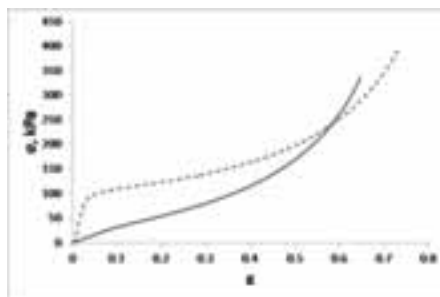


Figura 6 - Curve sforzo-deformazione a compressione di EPS: linea tratteggiata = prima compressione; linea continua = seconda compressione sullo stesso provino

Per contro, una schiuma flessibile (in particolare se si tratta di una schiuma elastomerica) mostrerebbe decrementi molto limitati, se non trascurabili, nelle curve sforzo-deformazione in prove di compressione ripetute. Nelle prove di compressione secondo EN ISO 844 l'EPS mostra in genere, nell'ambito di densità sopra citato (da 10 a 30 g/l) valori di modulo elastico compresi tra circa 2000 e circa 7000 kPa e valori di sforzo al collasso che possono variare fra poco meno di 50 kPa e circa 150 kPa.

Complementare al comportamento in compressione uniassiale, altrettanto indicativo delle caratteristiche meccaniche generali, è il comportamento dell'EPS in trazione.

La curva sforzo-deformazione in trazione riportata in figura 7 (determinata secondo EN 1607) mostra come il materiale sia sostanzialmente fragile, con andamento pressoché lineare elastico fino allo sforzo massimo, raggiunto il quale la frattura avviene improvvisamente.

La resistenza a trazione (sforzo massimo secondo EN 1607) dell'EPS nell'intervallo di densità compreso tra 10 e 30 g/l, può variare indicativamente fra circa 100 e circa 350 kPa.

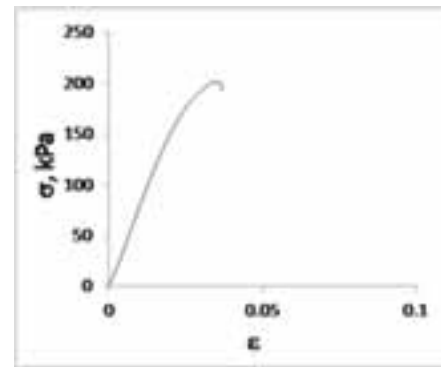


Figura 7 - Curva sforzo-deformazione a trazione di EPS ottenuta secondo EN 1607

Conducibilità termica

Come tutte le schiume polimeriche (e anche, di fatto, i materiali cellulari non polimerici) l'EPS è un buon isolante termico e questa è una delle sue più importanti caratteristiche. Il coefficiente di conducibilità termica λ , misurato in $W m^{-1} K^{-1}$, è il risultato della somma di tre contributi^[1]: il coefficiente di conduzione attraverso il materiale solido λ_s , quello attraverso il gas contenuto nelle celle λ_g , e infine il coefficiente di trasmissione di calore per irraggiamento λ_r [1, 4]. Il primo contributo è proporzionale alla quantità di solido, quindi alla densità λ ; il secondo contributo è proporzionale alla quantità di gas, e quindi a $(1-\rho)$; il contributo radiativo dipende dall'inverso del coefficiente di estinzione, il quale dipende linearmente dalla densità: λ_r è quindi proporzionale all'inverso della densità.

Ne risulta un andamento decrescente di λ verso ρ , che è rappresentato ad esempio nello standard europeo EN 13163:2012 (figura F.1, pag.47). Il peso relativo del contributo per irraggiamento è importante soprattutto alle basse densità, e diviene trascurabile dopo i 30 g/l circa. Poiché le densità tipiche dei manufatti di EPS sono proprio nell'intervallo in cui è importante tale contributo, nelle applicazioni di isolamento termico è frequente la additivazione del materiale con particelle disperse (solitamente di grafite o altre forme di carbonio) che, assorbendo e diffondendo la radiazione infrarossa, riducono sensibilmente la conducibilità termica. Questi prodotti per isolamento sono riconoscibili per il colore nero o grigio scuro, ben diverso dal colore bianco tipico dell'EPS non additivato.

EPS: applicazioni

Una dettagliata visione d'insieme delle applicazioni dell'EPS si trova nel sito web dell'Associazione Europea Produttori di Polistirene Espanso (EUMEPS) (<http://www.eumeps.org/>), ente nato nel 1989 i cui membri sono le associazioni nazionali di settore (in Italia l'AIPE, Associazione italiana Polistirene Espanso) e molte industrie produttrici di materia prime e di macchine di trasformazione.

Come illustrato nel sito EUMEPS, le applicazioni del polistirene espanso si possono dividere in due grandi categorie: il settore delle costruzioni e il settore del *packaging*.



Il primo comprende tutti gli impieghi in edilizia, dove l'EPS è uno dei materiali più utilizzati per l'isolamento termico e acustico, ma anche gli impieghi in ingegneria civile, quali i sottofondi e i rilevati stradali; il secondo include l'imballaggio in generale, dove l'EPS è largamente impiegato grazie alla capacità di assorbire gli urti e di isolare termicamente, ma anche altre applicazioni quali gli strati protettivi nei caschi, applicazioni decorative, ecc.

• EPS nelle costruzioni

Nel 1988 la Comunità Europea pubblicò la *Construction Products Directive* (CPD) 89/106, con lo scopo di eliminare le barriere interne al mercato europeo nel settore delle costruzioni, e promuovere così il libero scambio di prodotti e la competizione tra i produttori. Importante strumento operativo della direttiva CPD è l'attività normativa del Comitato Europeo di Normazione (CEN), che in risposta alla direttiva stessa ha dato vita a Comitati Tecnici (TC) specifici per la creazione e pubblicazione di norme armonizzate sulla determinazione delle proprietà e la misura delle prestazioni dei prodotti. Successivamente, la CPD ha dato vita al *Construction Products Regulation* (CPR) N 305, in vigore dal 2013, che definisce le metodologie e i criteri di caratterizzazione dei prodotti lasciando ai singoli stati membri la definizione dei livelli di specifica. Su questa base, i produttori europei possono effettuare, secondo CPR, la "*Declaration of Performance*" dei propri prodotti e ottenere per essi il Marchio CE⁵. Per quanto riguarda l'EPS, sono particolarmente importanti le attività dei comitati tecnici CEN TC 88 "*Thermal insulating materials and products*" e CEN TC 127 "*Fire safety in buildings*".

CEN/TC88 – EN13163

L'ambito in cui il comitato CEN/TC88 svolge la propria attività di standardizzazione, e gli obiettivi di tale attività, sono definiti nello "*Scope*" del comitato stesso :

"Standardization in the field of thermal insulating materials and products for application in buildings, including insulation for installed equipment and for industrial insulation, covering: terminology and definitions, list of required properties with regard to different applications, methods for the determination of these properties, sampling procedures, conformity criteria, specifications for insulating materials and products, marking and labeling of insulating materials and products."

Secondo queste linee di azione, il TC88 ha sviluppato un serie di documenti normativi indirizzati ai principali materiali impiegati per isolamento in edilizia.



I documenti sono congruenti tra loro e impostati sulla base dei requisiti applicativi. Esistono quindi norme generali sulla classificazione dei prodotti per isolamento e sui metodi di determinazione delle proprietà rilevanti; per ciascuna delle famiglie di materiali commercialmente importanti, ci sono poi norme specifiche che descrivono le particolarità di ciascun prodotto e indicano le modalità e le condizioni da utilizzare per applicare nei casi specifici i metodi di determinazione delle proprietà. Nei documenti normativi di prodotto sono anche definite le modalità di designazione e di verifica, elementi essenziali per la etichettatura dei prodotti che possono così essere certificati come conformi alle normative europee. Per l'EPS la norma di riferimento è la EN 13163, sviluppata dal gruppo di lavoro CEN/TC88/WG4 "*Expanded polystyrene foam*", la cui più recente edizione è del 2012. La norma definisce una dettagliata serie di proprietà che devono essere misurate per qualificare i prodotti EPS in base alle applicazioni e dichiararne la conformità. Le proprietà più importanti sono di seguito descritte.

Resistenza termica e conducibilità termica

Queste proprietà devono essere valutate in accordo con i documenti: EN 12667 "*Thermal performance of building materials and products - Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods - Products of high and medium thermal resistance*" e EN 12939 "*Thermal performance of building materials and products - Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods - Thick products of high and medium thermal resistance*".

L'apparecchiatura usata è di solito un termoflussimetro, e i documenti normativi citati ne descrivono il corretto utilizzo, le procedure di calibrazione e le cause di errore.

La EN 12939, in particolare, considera in dettaglio l'effetto dello spessore del campione sul risultato della misura di conducibilità termica, indicando per i diversi tipi di materiale isolante quali sono le condizioni di prova e gli spessori di provino per cui l'effetto dello spessore è significativo e deve essere calcolato.

Stabilità dimensionale

Questa valutazione fa riferimento alla norma EN 1604 "Thermal insulating products for building applications - Determination of dimensional stability under specified temperature and humidity conditions"

La EN 13163 indica direttamente le condizioni di temperatura e umidità in cui eseguire le prove e i limiti di tolleranza nella variazione delle dimensioni dei provini.

Sforzo di compressione al 10% di deformazione

Questa proprietà deve essere misurata in una prova di compressione uni-assiale eseguita secondo EN 826 "Thermal insulating products for building applications - Determination of compression behaviour".

La EN13263 definisce e codifica, in base al valore di sforzo al 10% risultante dalla prova, una serie di livelli di classificazione che devono essere usati nella dichiarazione di conformità del prodotto.

Resistenza alla flessione

Analogamente a quanto sopra descritto per la prova di compressione, la resistenza a flessione deve essere determinata secondo l'appropriata norme per i prodotti isolanti per costruzioni, la EN 12089 "Thermal insulating products for building applications - Determination of bending behaviour". Anche in questo caso la EN13163 definisce i livelli e i relativi codici per la dichiarazione di conformità

Resistenza a trazione perpendicolare alle facce

La peculiare denominazione di questa caratteristica nasce dal fatto che il metodo di prova di riferimento (EN 1607 "Thermal insulating products for building applications - Determination of tensile strength perpendicular to faces") è stato messo a punto per essere applicabile a tutti i materiali per isolamento in edilizia, quindi anche ai materiali fibrosi quali lane di vetro o di roccia. L'intento della prova è quello di misurare il massimo sforzo

in trazione che il materiale può sostenere, e poiché alcuni materiali isolanti (come quelli fibrosi sopra menzionati) non possono essere sollecitati con i convenzionali afferraggi delle macchine per prove meccaniche, il metodo prevede di incollare piastre rigide alle due facce opposte di un provino a forma di parallelepipedo e di collegare poi le piastre alla macchina di trazione. Anche per questa proprietà sono previsti livelli di resistenza e la relativa dichiarazione di conformità.

Creep a compressione

La deformazione in compressione a carico costante (*creep*) viene determinata secondo la norma EN1606 "Thermal insulating products for building applications - Determination of compressive creep", la quale fornisce anche il metodo e i criteri per una estrapolazione dei dati ottenuti. L'extrapolazione permette di prevedere la deformazione in scorrimento "*creep*" per tempi fino a 30 volte più lunghi del tempo di prova sperimentale. Conseguentemente, la EN13163 prescrive prove di *creep* a carichi diversi di durata almeno pari a 122 giorni, così da permettere una previsione a 10 anni.

Assorbimento d'acqua e resistenza ai cicli gelo-disgelo

Gli isolanti termici nelle costruzioni sono inevitabilmente esposti a variazioni di umidità, spesso anche al contatto diretto con acqua e a escursioni termiche che possono causare cicli di gelo e disgelo nell'acqua a contatto con l'isolante. Ad esempio, nella prova di assorbimento d'acqua per diffusione di vapore (EN 12088 "Thermal insulating products for building applications - Determination of long term water absorption by diffusion"), il campione di EPS, in forma di lastra piana, viene mantenuto al di sopra di un contenitore di acqua a 50 °C, mentre la sua superficie superiore è a contatto con una lastra metallica che viene raffreddata a 0°C. Il vapore acqueo permea all'interno della struttura cellulare dove condensa a causa della bassa temperatura.

La norma EN 12091 "Thermal insulating products for building applications - Determination of freeze - thaw resistance", invece, prevede di sottoporre i provini, precedentemente soggetti ad assorbimento d'acqua (p. es. secondo EN12088), a numerosi cicli termici da -20°C a +20 °C: l'integrità della struttura cellulare dopo tale trattamento viene verificata mediante una prova di compressione (EN 826, vedi capitolo precedente) misurando il decremento nello sforzo al 10% di deformazione.

Rigidità dinamica

Questa proprietà si riferisce all'utilizzo dell'EPS come isolante acustico nei cosiddetti "pavimenti galleggianti". Tali strutture permettono di attenuare la trasmissione dei suoni attraverso i solai delle abitazioni (tipicamente, il rumore da calpestio): ciò viene ottenuto progettando la struttura in modo che la sua frequenza di risonanza abbia il valore ottimale per la dissipazione delle vibrazioni che si vogliono isolare. La frequenza di risonanza del "pavimento galleggiante" dipende dalla sua massa e, appunto, dalla rigidità dinamica del substrato (l'EPS) su cui la massa del pavimento è appoggiata. La norma EN 29052-1 "Acoustics - Determination of dynamic stiffness - Part 1: Materials used under floating floors in dwellings" definisce il metodo di prova per sollecitare un provino di EPS su cui è appoggiata una piastra di carico in acciaio e analizzarne la risposta in frequenza. L'insieme provino-piastra di carico costituisce un sistema massa-molla e, misurandone la frequenza di risonanza come descritto dalla norma, si ricava la rigidità dinamica del materiale.

E' interessante osservare che le lastre di EPS destinate all'uso nei pavimenti galleggianti vengono sottoposte a compressione prima dell'utilizzo, per ridurre il modulo elastico e ottimizzare così la rigidità dinamica (cfr. figura 6).

Da notare infine come la EN 13163 consideri anche le necessità dei produttori di materiale EPS che devono effettuare controllo di qualità sulla produzione. In particolare, nell'"Annex B" della EN 13163 viene trattato il cosiddetto "*indirect testing*", un aspetto della caratterizzazione molto importante e tipico delle schiume polimeriche: tutte le proprietà di questi materiali dipendono fortemente dalla densità relativa del manufatto di schiuma che viene sottoposto a prova. La qualità di un prodotto EPS quindi non può essere valutata da un semplice risultato di prova (ad esempio sforzo a compressione al 10% di deformazione, vedi sopra), perché con lo stesso EPS possono essere realizzati provini di densità relative molto diverse, e il risultato di prova varia molto con il variare della densità.

E' quindi necessario conoscere, per ognuna delle proprietà che si vogliono misurare, la dipendenza dalla densità, così da poter giudicare un prodotto per come le sue proprietà si collocano, rispetto ad altri prodotti di riferimento, in un diagramma proprietà-densità. La EN 13163 fornisce appunto, per le proprietà più importanti quali la resistenza a compressione secondo EN 826 e la conducibilità termica secondo EN 12667, equazioni di interpolazione, basate sulle conoscenze teoriche disponibili e fornite di adeguati parametri "aggiustabili", attraverso le quali è possibile qualificare un prodotto EPS in termini dell'andamento della proprietà verso la densità del provino sottoposto a prova.



Riassumendo, si vede dunque come l'insieme di documenti normativi sviluppati da CEN TC88 in risposta alla *Construction Products Directive*, sia organizzato con chiaro riferimento all'applicazione e con notevole approfondimento e dettaglio nella identificazione degli aspetti tecnici e nella definizione delle metodologie di prova. L'insieme di documenti normativi è coerente e comprensivo, e permette una valutazione e certificazione di conformità dei prodotti adeguata alle esigenze del settore tecnico-commerciale specifico.

CEN/TC127 – EN13501

Reazione al fuoco

Il comportamento al fuoco del materiale va valutato nel quadro della classificazione europea dei prodotti da costruzione definita nel documento EN 13501 *"Fire classification of construction products and building elements - Part 1: Classification using data from reaction to fire tests"*. Per ognuna delle classi definite, la EN 13501 indica le metodologie di prova e i requisiti che il prodotto deve soddisfare.

Nel caso dell'EPS, i prodotti sono normalmente idonei alla Classe E, come risulta dell'esito del test di accendibilità alla piccola fiamma secondo EN ISO 11925-2. Ulteriori approfondimenti su questo argomento sono disponibili in questo stesso Dossier, nell'articolo "La reazione al Fuoco delle Materie Plastiche".

• EPS nell' imballaggio

Gli impieghi dell'EPS nei campi diversi da quello delle costruzioni sono molti e diversificati, al punto che EUMEPS, considerando il termine *"Packaging"* (l'equivalente inglese di "imballaggio") troppo limitato, indica oggi questo insieme di campi applicativi come *"Power Parts"*, denominazione che è difficile tradurre in italiano. Si tratta di applicazioni che traggono vantaggio da tre importanti caratteristiche del materiale:

- La flessibilità in trasformazione, cioè la possibilità di ottenere facilmente e con costi limitati oggetti di forme e dimensioni molto diverse.
- La capacità di assorbire gli urti, cioè di limitare, deformandosi, gli effetti dannosi di carichi impulsivi.
- Le ottime proprietà di isolamento termico.

Vengono compresi in questo ambito contenitori termicamente isolanti per alimenti (bicchieri per bevande calde, vaschette per gelati, cassette per pesce o carne); contenitori per medicinali (in particolare quando sono necessarie basse temperature); imballi protettivi per oggetti fragili (elettronica, oggetti di vetro, ecc.); protezioni nelle confezioni di elettrodomestici, mobili ecc. che, oltre a salvaguardare dagli urti accidentali, permettono anche una più efficiente movimentazione per i magazzini e le spedizioni.

Inoltre, rientrano in questo settore le applicazioni di protezione (la parte interna di caschi per moto, bici ecc., imbottiture nei sedili per bambini in automobile). Ci sono poi impieghi dell'EPS in applicazioni decorative (grazie alla possibilità di realizzare forme diverse e complesse) e alcuni impieghi in strutture composite *"foam-filled"* quali tavole da surf.

Attività EUMEPS e AIPE

Proprio per la diversificazione e la complessità delle applicazioni dell'EPS nell'imballaggio (o meglio nelle *"Power Parts"*, utilizzando il termine EUMEPS) non c'è in questo settore una struttura normativa coordinata e comprensiva come quella che abbiamo precedentemente visto per le costruzioni.

Esistono però molti documenti normativi che si occupano delle proprietà rilevanti per queste applicazioni, ed esistono precise esigenze di mercato che si manifestano in capitolati tecnici emessi dagli utenti finali.

Inoltre sono sempre più importanti anche per l'EPS, come per tutti i materiali utilizzati nel *"packaging"*, gli aspetti di sostenibilità: riciclo, smaltimento, costo energetico, termovalorizzazione, ecc.

È importante in questo contesto l'attività delle associazioni di settore, i cui membri sono i protagonisti principali del mercato specifico e sono gli stessi che possono lavorare negli enti normativi per creare metodi e regole comuni.

Nelle associazioni EUMEPS in Europa e AIPE in Italia c'è molta attenzione allo sviluppo di conoscenze comuni e alla promozione dell'attività normativa per le applicazioni dell'EPS nel settore *"Power Parts"*.

Da anni EUMEPS mette in evidenza i vantaggi della scelta dell'EPS come materiale per il *packaging*,

sia per le proprietà tecniche sopra accennate, sia per la particolare sostenibilità. La sostenibilità e "ecocompatibilità" dell'EPS sono evidenti se si considerano i seguenti aspetti di riduzione dei consumi energetici e di riciclabilità.

Risparmio di energia:

- L'EPS è costituito per il 98% da aria: il polistirene occupa solo il 2% circa del volume del manufatto.
- L'EPS è perciò leggerissimo, e questo permette risparmio di peso, e quindi di costi di trasporto, negli imballaggi.
- I processi di trasformazione sono a basso costo energetico.
- Le proprietà di isolamento termico permettono il risparmio di costi di raffreddamento, in particolare nel trasporto di generi alimentari.

Riciclabilità:

- L'EPS può venire facilmente fuso e riconvertito in polistirene, che può essere usato come normale polistirene riciclato.
- I rifiuti di EPS possono essere termo-valorizzati con grande efficienza, dato il potere calorifico paragonabile a quello dei migliori oli per riscaldamento e la pulizia della combustione e delle emissioni.
- L'EPS viene utilizzato (da anni e con successo) per l'alleggerimento di calcestruzzi e come inerte leggero di malte per intonaci coibenti.

Recentemente EUMEPS *Power Parts* ha promosso, in accordo con le più importanti aziende di trasformazione e di produzione di materia prima in Europa, la creazione del marchio *"airpop@engineered air"*. Questo marchio registrato può essere usato per i prodotti di polistirene espanso in luogo dei vari nomi commerciali, per evidenziare come l'EPS, che può così efficacemente isolare edifici e proteggere dagli urti, è costituito quasi solo da aria, sapientemente "ingegnerizzata". Un'altra iniziativa di EUMEPS è la creazione di "Centri di Competenza" per le tematiche più importanti che riguardano l'EPS nel settore *"Power Parts"*. Di questi, il Centro di Competenza *"EPS QualityPack"* è stato affidato proprio all'associazione italiana AIPE. Questo centro di competenza ha l'obiettivo di fornire supporto ai produttori europei di *packaging* in EPS per assicurare e gestire la qualità dei propri prodotti.



Ciò viene realizzato attraverso le seguenti linee di azione:

- Raccolta di standards e norme specifiche
- Analisi degli "end-user needs"
- Sviluppo di linee guida per promuovere e organizzare relazioni efficaci tra fornitori e utilizzatori di *packaging* in EPS.

Nell'attività del Centro di Competenza "EPS Quality Pack" sono state già identificate le più importanti norme europee applicabili al riciclo del *packaging* in EPS:

- EN 13193 (2001) *Packaging - Packaging and the environment - Terminology*;
- EN 13427 (2004) *Packaging - Requirements for the use of European Standards in the field of packaging and packaging waste*;
- EN 13428 (2004) *Packaging - Requirements specific to manufacturing and composition - Prevention by source reduction*;
- EN 13429 (2004) *Packaging - Reuse*;
- EN 13430 (2004) *Packaging - Requirements for packaging recoverable by material recycling*;
- EN 13431 (2004) *Packaging - Requirements for packaging recoverable in the form of energy recovery, including specification of minimum inferior calorific value*;
- EN 13432 (+ EC) *Packaging - Requirements for packaging recoverable through composting and biodegradation - Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging*.

Inoltre il Centro di Competenza raccoglie le esigenze degli utilizzatori analizzando e confrontando i capitolati tecnici esistenti. Questa attività permette di definire le proprietà importanti e quindi di selezionare, e proporre al mercato, i metodi standardizzati per una corretta determinazione delle proprietà stesse. Ciò costituisce la base per creare "linguaggio comune" che consenta la libera circolazione dei prodotti in Europa. Molte delle proprietà richieste in questo settore sono naturalmente le stesse che abbiamo già citato per il settore costruzioni: densità; tolleranze dimensionali; conducibilità termica; comportamento meccanico in compressione, in trazione e in flessione; assorbimento di acqua; reazione al fuoco (anche se per il comportamento al fuoco i requisiti nel *packaging* possono essere diversi da quelli del settore "constructions"). Per queste proprietà si rimanda ai documenti normativi già citati. Esistono poi proprietà di specifico interesse delle applicazioni di "packaging". E' degno di nota, in questo campo, il contributo in termini di documenti normativi a livello nazionale italiano, prodotto da UNI attraverso l'ente federato UNIPLAST. Per quanto riguarda l'EPS, gli standards UNI più importanti sono i seguenti.

- UNI 9918 (1992) *Imballaggi parallelepipedici in EPS del tipo monouso per prodotti orto-frutticoli. Tipi, requisiti e metodi di prova*;
- UNI 10612 (1998) *Vassoi di germinazione seminiere di materia plastica per la produzione di piantine da trapianto di prodotti ortofruttili. Tipi, requisiti e metodi di prova*;
- UNI 10558 (1996) *Imballaggi parallelepipedici di materia plastica accatastabili e riutilizzabili, per prodotti orto-frutticoli. Tipi, requisiti e metodi di prova*;



- UNI 6426 (1969) *Cassette in polistirene espanso sinterizzato (EPS) per il trasporto e lo stoccaggio di pesce fresco. Dimensioni, requisiti e metodi di prova*;
- UNI EN ISO 8611-1 (2004) *Pallets per la movimentazione di merci - Pallets piatti. Parte 1: Metodi di prova*;
- UNI ISO/TS 8611-2 (2011) *Pallet per la movimentazione di materiali - Pallet piatti. Parte 2: Requisiti di prestazione e selezione delle prove*;
- UNI ISO/TS 8611-3 (2011) *Pallet per la movimentazione di materiali - Pallet piatti. Parte 3: Carichi di lavoro massimi*.

La responsabilità italiana, attraverso AIPE, del Centro di Competenza "Quality Pack" di EUMEPS può favorire la valorizzazione delle norme italiane a livello europeo.

Rimanendo nell'ambito dei requisiti specifici delle applicazioni di *packaging*, altre proprietà importanti dell'EPS sono tuttora prive di un adeguato supporto normativo, o comunque richiedono sviluppi e approfondimenti tecnici. Se ne citano due particolarmente importanti:

- Sinterizzazione o coesione
I manufatti di EPS sono realizzati sinterizzando le perle ottenute in prima espansione (vedi sopra), e quindi è possibile, nel caso l'adesione tra le perle non sia ottimale, che avvengano fratture premature e che le perle tendano a staccarsi quando il manufatto viene manipolato e sollecitato. Non esistono metodi standard per la determinazione di questa caratteristica.

- Cushioning
La proprietà forse più caratteristica dei materiali usati per la protezione da urti negli imballi, nei caschi ecc. è la capacità di assorbire energia meccanica deformandosi sotto l'azione di carichi impulsivi. Questo è il meccanismo attraverso il quale viene ridotta l'accelerazione dell'oggetto imballato durante l'urto, accelerazione che è la causa primaria dei possibili danni, rotture ecc.

La corretta caratterizzazione delle proprietà di "cushioning" è relativamente complessa, perché bisogna determinare l'accelerazione (negativa) di una massa che cade sul campione a diversi valori della massa stessa e del rapporto tra l'altezza di caduta e lo spessore del campione. Anche in questo caso la disponibilità di documenti normativi è scarsa: le norme ASTM D1596-97 (2011), "Standard Test Method for Dynamic Shock Cushioning Characteristics of Packaging Material" e ASTM D4168-95 (2008), "Standard Test Method for Transmitted Shock Characteristics of Foam-in-Place Cushioning Materials" descrivono proprietà correlate alla prestazione ma non la misura diretta della proprietà sopra descritta. Lo standard ISO 4651:1988 "Cellular rubbers and plastics - Determination of dynamic

cushioning performance" descrive la prova richiesta, ma si tratta di un documento datato che potrebbe essere aggiornato. Ci sono in letteratura interessanti sviluppi sull'argomento [6,7] che riflettono l'importanza della prestazione di "cushioning" nell'imballaggio e la forte competizione fra materiali e soluzioni diverse che caratterizza questo settore.

Conclusioni

Il polistirene espanso (EPS) possiede una interessante combinazione di proprietà che gli permette, nell'ambito dei campi applicativi appropriati, di soddisfare i requisiti tecnici e di fornire soluzioni economicamente vantaggiose e nello stesso tempo molto interessanti dai punti di vista della sostenibilità, del risparmio energetico e della eco-compatibilità. La dimensione delle aziende produttrici di materia prima e delle industrie di trasformazione (includendo le aziende che producono macchine e attrezzature per la lavorazione), e le caratteristiche del mercato, rendono estremamente importante per l'EPS la eliminazione delle barriere locali e la creazione di regole comuni su scale europea o internazionale per la commercializzazione e l'applicazione. Si è visto in questo breve lavoro come le attività delle associazioni di settore, a livello nazionale e a livello europeo, e le attività normative degli enti nazionali, europeo (CEN) e internazionale (ISO) costituiscano strumenti essenziali sia per lo sviluppo tecnico del materiale e delle applicazioni sia per un utilizzo dell'EPS sempre più consapevole e sostenibile.

Leonardo Castellani

Presidente SC1/2 Prove meccaniche e fisico-chimiche, SC7 Materiali termoplastici UNIPLAST, Versalis SpA

Gilberto Friggerio

Delegato italiano EUMEPS Marketing e sviluppo edilizia, Versalis SpA

Alberto Riccadonna

Presidente SC 12 Materiali cellulari UNIPLAST, Versalis SpA

BIBLIOGRAFIA

1. L.J. Gibson, M.F. Ashby - "Cellular Solids" - Cambridge Univ. Press, 1997
2. F. Ramsteiner, N. Fell, S. Forster - *Polymer Testing* 20 (2001) 661-670
3. D.V.V.M. De Vries - Thesis - Eindhoven University of Technology, Dept. of Mechanical Engineering - 2009
4. E. Placido, M.C. Arduini-Schuster, J. Kuhn - *Infrared Physics & Technology* 46 (2005) 219-231
5. EPS White Book - EUMEPS 2014 - <http://www.eumeps.org/>
6. G. Burgess "Consolidation of cushion curves", *Packag. Technol. Sci.*, Vol. 3, 1990, pp. 189-194
7. Fu-de Lu, Wei-ming Tao and De Gao, "Virtual mass method for solution of dynamic response of composite cushion package system", *Packaging Technology and Science* vol. 26 (Suppl.1), 2012, pp. 32-42

Contenitori termici per alimenti

L'alimentazione è uno dei temi più trattati e discussi e presente in vari contesti.

Televisione, sagre, fiere, convegni, risaltano come l'utente finale sia stato coinvolto dall'argomento "cibo" e prodotti ad esso collegati.

Alcune situazioni molto preoccupanti sono scaturite dagli organi competenti di sorveglianza in ambienti non mantenuti nello stato igienico necessario e in contenitori non idonei in quanto i prodotti alimentari sono per definizione deperibili con tempi e modalità differenti.

Alcuni sono particolarmente soggetti all'azione della temperatura dell'ambiente in cui si trovano e mutando la loro composizione divengono non più utilizzabili.

Gli alimenti possiamo anche suddividerli in funzione dello stato in cui vengono trattati per essere utilizzati. Basti pensare al commercio dei cibi caldi e dei cibi freddi; entrambi necessitano di modalità precise per mantenere lo stato in cui vengono posti per la relativa commercializzazione.

È in preparazione in UNIPLAST una norma che vuole colmare tale lacuna, indicando quali siano le caratteristiche che un contenitore deve dichiarare per essere utilizzato nella catena del freddo e del caldo. È interessante come l'imballo venga definito "contenitori termici di materia plastica espansa per il confezionamento, il trasporto e la distribuzione di alimenti deperibili". L'approccio normativo è stato di emulare un edificio per abitazione ma senza impianto di climatizzazione, e cercando di definire per quanto tempo rimangano accettabili le condizioni imposte dal trasporto/confezionamento del prodotto imballato. Ciò ha permesso di analizzare l'imballo sotto una visuale differente; è vero, rimane un contenitore, ma deve esaudire alla particolare esigenza di mantenimento della situazione creata a tempo zero.

Il nuovo progetto normativo ha titolo: Materie plastiche - Contenitori termici di materia plastica espansa per il confezionamento, il trasporto e la distribuzione di prodotti alimentari deperibili - Dimensioni, caratteristiche, requisiti e metodi di prova.

La norma è indirizzata principalmente ai tre principali attori della filiera del manufatto: fabbricanti, utilizzatori



e consumatori finali. Definisce le caratteristiche e i requisiti degli imballaggi rigidi realizzati in materiale polimerico espanso (polisti-rene espanso sinterizzato, polipropilene espanso, polietilene espanso, ecc...) destinati al trasporto e allo stoccaggio di prodotti alimentari deperibili, (prodotti caseari, prodotti surgelati e congelati, pasti per la ristorazione ...), nonché i relativi metodi di prova.

Gli imballaggi considerati sono utilizzati per garantire una temperatura idonea per il mantenimento delle caratteristiche dei prodotti imballati, dal momento dell'imballo all'utilizzo. La materia plastica costituente gli imballaggi è nella forma espansa, rispondente a quanto stabilito dalla legislazione vigente riguardante le materie plastiche destinate a venire a contatto con i prodotti alimentari se richiesto e necessario per il contatto diretto. I materiali e gli oggetti destinati a venire a contatto con prodotti alimentari devono inoltre essere fabbricati conformemente alle disposizioni legislative vigenti

I materiali impiegati per la realizzazione dei contenitori termici sono caratterizzati da un coefficiente di conduttività termica (λ) inferiore a 0,040 W/(mK), allo scopo di ridurre il flusso di calore attraverso l'involucro dello stesso.

Per facilitare la raccolta, il riciclo e il recupero dell'imballaggio post-uso, il materiale viene identificato con i simboli e le abbreviazioni conformemente alla norma UNI EN ISO 1043-1 e con i numeri identificativi riportati negli allegati alla decisione 1997/129/CE che istituisce un sistema di identificazione per i materiali di imballaggio costituito da un codice alfanumerico per singolo materiale.

Il contenitore termico è progettato per la primaria finalità di mantenere il prodotto imballato in condizioni adeguate garantendo una idonea temperatura interna per un tempo definito in base alla dimensione dell'imballaggio stesso, al materiale con cui è realizzato, al prodotto imballato e alle condizioni esterne di trasporto.

La verifica del tempo di mantenimento nel limite fissato per la temperatura interna di progetto dell'imballo, può essere eseguita secondo un esempio di calcolo basato sull'applicazione del primo principio della termodinamica e sulle equazioni di Fourier di trasmissione del calore in regime di tempo variabile.



L'etichetta di accompagnamento oltre ad indicare all'utilizzatore finale la denominazione del fabbricante, le caratteristiche termiche dell'imballaggio, l'idoneità al contatto con alimenti, evidenzia alcuni degli aspetti delle dichiarazioni ambientali del suo ciclo di vita quali la riciclabilità e il contenuto di riciclato. È inoltre lasciata facoltà al fabbricante di avvalersi della dichiarazione ambientale del prodotto in conformità alla UNI EN ISO 14025:2010, *Etichette e dichiarazioni ambientali - Dichiarazioni ambientali di Tipo III - Principi e procedure*.



Marco Piana

Coordinatore del gruppo di studio SC21/GS5
Cassette di materia plastica, UNIPLAST
AIPE - Associazione Italiana Polistirene
Espanso



La normazione per gli imballaggi monouso e pluriuso. Esempi significativi

Le materie plastiche impiegate nel settore dell'imballaggio rappresentano il 40% dei consumi nazionali. In questo valore sono comprese tutte le applicazioni mono e pluriuso delle diverse famiglie di polimeri.

L'UNIPLAST - Ente Italiano di Unificazione delle materie plastiche federato all'UNI - segue attivamente l'evoluzione degli imballaggi sia rigidi che flessibili con la Sottocommissione 21 "Applicazioni di materie plastiche agli imballaggi". L'SC21 è strutturata in gruppi di studio specifici per il tipo di imballaggio da normare. Inoltre, al fine di garantire dei riferimenti normativi per il recupero dei diversi tipi di imballaggi di materia plastica fra cui quelli monouso, è stata costituita la Sottocommissione 25 "Recupero delle materie plastiche" che ha redatto le 18 parti di cui



è costituita attualmente la UNI 10667, principale norma per il settore del riciclo delle materie plastiche. Per gli imballaggi si evidenziano due esempi di



prodotti molto diffusi, le cui caratteristiche e prestazioni sono definite con da norme EN recepite da UNI. Si tratta delle seguenti applicazioni:

- tubi deformabili per alimenti, cosmetica, farmaceutica, detergenza;
- bottiglie di PET per acque minerali, bevande analcoliche, latte complete di chiusure in materia plastica;
- tappi a vite per bottiglie di PET.

Tubi Deformabili

I tubi deformabili sono un imballaggio destinato a contenere prodotti semisolidi pastosi. L'imballaggio è costituito da una spezzona di tubo su un lato del quale viene realizzata una chiusura che è dotata di una apertura filettata chiusa, a sua volta, da un tappo a vite. L'altro lato viene sigillato ermeticamente dopo aver introdotto il prodotto semisolido. L'utente finale preleva il prodotto, dopo aver tolto il tappo a vite, premendo manualmente il tubo che è deformabile. L'imballaggio permette un preciso dosaggio del prodotto da impiegare ed una richiusura. I fabbricanti forniscono ai loro clienti questi imballaggi completi di tappi a vite e con il fondo aperto per l'erogazione del contenuto di riempimento.

Il cliente riempie l'imballaggio dal fondo e provvede a chiudere il tubo schiacciandolo e sigillandolo. I primi tubi sono stati prodotti da una pastiglia di alluminio.

Ancora oggi si impiegano tubi di alluminio che hanno il pregio di essere impermeabili ai gas ed alla luce. Accanto a questi tipi l'industria della trasformazione

delle materie plastiche a messo a punto tubi deformabili prodotti con diverse tecnologie:

- tubi monolitici realizzati con un solo materiale, la tecnologia impiegata è lo stampaggio ad iniezione, la chiusura del fondo avviene per fusione del materiale. Questi tubi sono prodotti con polimeri poliolefinici (LDPE, HDPE e copolimeri). Il limite di questi tubi è la ridotta barriera ai gas, non sono quindi adatti alla confezione di prodotti ossidabili.
- tubi realizzati con l'impiego di foglie multistrato di materie plastiche e di materie plastiche e foglia di alluminio. La produzione avviene in due fasi: si parte da una foglia di accoppiato che viene tagliata a misura e saldata a formare un tubo. Su questo semilavorato viene inserita da un lato la testa filettata di erogazione del prodotto con la tecnologia dello stampaggio ad iniezione. Le strutture multistrato sono molto varie ed impiegano film aventi elevate prestazioni meccaniche, ottima stabilità dimensionale e flessibilità (BO-PET, BO-PP, BO-PA) accoppiate con film termosaldabili (in genere poliolefine). L'impiego della foglia di alluminio garantisce la barriera ai gas.

Attualmente l'impiego dei tubi realizzati da foglie multistrato è molto diffuso soprattutto per prodotti cosmetici e detersivi (dentifrici, shampoo, creme e simili). I tubi possono essere decorati con stampe realizzate tra gli strati di film plastici con ottimi effetti di immagine e presentazione.





Le prestazioni dei tubi deformabili sono definite da una serie di norme realizzate in seno al CEN TC261 "Packaging"/SC5 "Primary and transport packaging"/WG26 "Flexible packaging".

UNIPLAST ha la presidenza e la segreteria del CEN TC 261/SC5/WG26 e coordina le attività dei sottogruppi specifici per i diversi tipi di imballaggi. Vi è una efficace collaborazione con "etma" (*European Tube Manufacturers Association*) che rappresenta tutti i maggiori produttori di tubi deformabili della Comunità Europea. Fino ad oggi sono state pubblicate 20 norme EN che riguardano le dimensioni, le caratteristiche della stampa, la tenuta dei tappi e le prestazioni dei rivestimenti e sono in fase di sviluppo alcuni progetti su metodi di prova e sulle identificazioni dei costituenti (EN 12374, EN 12375, EN 12377, EN 13045, EN 13046, EN 13047, EN 13048, EN 14391, EN 14979, EN 15384, EN 15385, EN 15386, EN 15387, EN 15421, EN 15653, EN 15766, EN 16565, EN 16283, EN 16284, EN 16285).

Bottiglie di PET (Polietilen-terefalato)

Per la storia, il PET è stato impiegato industrialmente dagli anni '50 per la produzione di film biorientati stabilizzati e fiocco e filo per impieghi nel settore tessile. Nel 1973 *E.I. DuPont de Nemours* ottenne un brevetto che rivendicava la messa a punto di un tipo specifico di PET – avente peso molecolare più elevato – la tecnologia per produrre bottiglie biorientate aventi elevate prestazioni di resistenza meccanica, resilienza, trasparenza, stabilità

dimensionale e leggerezza. Fu un successo immediato negli USA. In Europa le prime bottiglie di PET furono impiegate nel Regno Unito nel 1979 e in Italia negli anni 1980 per le sole bevande analcoliche.

Oggi il consumo in Italia è di circa 400.000 tons/anno (circa 14 miliardi di bottiglie capacità 0,5 e 1,5 litri).

La produzione delle bottiglie avviene in due fasi:

- Produzione di una "preforma" avente un corpo cilindrico con la bocca filettata adatta alla bottiglia finita con la tecnologia dello stampaggio ad iniezione con stampi multicavità. La preforma deve essere perfettamente trasparente ed amorfa.
- Soffiaggio della preforma con biorientazione longitudinale e trasversale effettuato ad una temperatura leggermente superiore a quella della transizione vetrosa. In queste condizioni la preforma rammolisce e si ottengono bottiglie bi orientate parzialmente cristalline che hanno ottime prestazioni meccaniche e buone prestazioni di barriera ai gas. Il limite di queste bottiglie è la resistenza termica (70°C) che è la temperatura della transizione vetrosa e quindi la bottiglia tende a riprendere la forma della preforma.

Le industrie dell'imbottigliamento di acque minerali, bevande analcoliche e latte, sentirono la necessità di avere una norma UNI che definisse le caratteristiche della materia prima, delle preforme e le prestazioni delle bottiglie. Nei primi anni del secondo millennio,

venne costituito un Gruppo di Lavoro "Qualità del PET" che nel 2004 pubblicò la norma UNI 11127. UNIPLAST ha partecipato attivamente alla prima stesura della norma sia per la definizione delle caratteristiche della materia prima (PET) sia per le prestazioni richieste alla preforma ed alla bottiglia. Attualmente questa norma è in fase di revisione per valutare l'impiego di PET riciclato adatto al contatto con alimenti e bevande. Anche in questa fase UNIPLAST ha fornito un supporto importante per la valutazione delle caratteristiche tecniche del PET riciclato adatto al contatto con alimenti e bevande attraverso la collaborazione di esperti che operano stabilmente nella propria struttura. Si prevede la pubblicazione della norma aggiornata nel corso del 2015.



Tappi a vite per bottiglie di PET

La chiusura delle bottiglie si effettua con tappi a vite di PP o HDPE prodotti per stampaggio ad iniezione che non necessitano di guarnizione poiché la tenuta è garantita da un tronco di cono che aderisce sulla parete interna della bocca.

Questa soluzione è stata resa possibile dal fatto che la parte della bocca della bottiglia è prodotta nella fase di stampaggio della preforma le cui dimensioni sono rigorosamente costanti sia per la parte esterna (filetti in rilievo) sia per la parte interna liscia. Le filettature per i diversi tipi di bottiglie (diametri ed altezze) sono state definite a livello europeo con norme EN che sono state elaborate da CEN TC261/SC5/WG25 *Rigid plastic packages*. Fino ad ora sono state pubblicate 9 norme (EN 16063, EN 16064, EN 16065, EN 16066, EN 16067, EN 16068, EN 16592, EN 16593, EN 16594).



Oreste Pasquarelli

Presidente SC21 Applicazioni di materie plastiche agli imballaggi, UNIPLAST



L'evoluzione tecnologica nei film plastici per agricoltura

La tecnologia per la produzione di film plastici utilizzati in agricoltura come materiali coprenti per serre e tunnel, pacciamatura e fumigazione, insilaggio, in questi ultimi anni, ha avuto un notevole sviluppo. Si è avuta così la possibilità di produrre film multistrato utilizzando vari tipi di polimeri ed additivi per avere film "tailor made" idonei cioè per ogni tipo di coltura. Con questo articolo si illustrano le caratteristiche e le proprietà di alcuni film innovativi immessi recentemente sul mercato, quali:

- film per copertura serre ad elevata termicità e resistenza ai pesticidi;
- film per copertura serre a luce rifratta;
- film per fumigazione e pacciamatura.



Figura 1 - Film per copertura

Le applicazioni delle materie plastiche in agricoltura risalgono agli anni cinquanta, epoca in cui anche in Italia, ed in particolare in Toscana, furono realizzate le prime coperture di piccoli tunnel con film in polietilene.

Con l'avvento sul mercato di nuovi polimeri (EVA - copolimero etilene acetato di vinile-EVA) e il miglioramento dei processi tecnologici di estrusione dei nuovi polimeri (film multistrato), in questi ultimi anni, si è posta particolare attenzione allo sviluppo dei "film funzionali" utilizzabili cioè per regolare sia i parametri di crescita delle piante sia l'utilizzo mirato di fito-sanitari.

I film utilizzati nel settore agricolo sono suddivisi, secondo le normative europee, elaborata dal CEN (Comitato Europeo di Normazione), nelle seguenti grandi famiglie:

- EN 13206:2001 "Covering thermoplastic film for use in agriculture and horticulture" adottata come UNI EN 13206:2002;
- EN 13655:2002 "Plastics-Mulching thermoplastic film for use in agriculture and horticulture" adottata come UNI EN 13655:2003;
- EN 13207:2001 "Silage thermoplastic films" adottata come UNI EN 13207:2002;
- EN 14932:2006 "Plastics-Stretch thermoplastic films for wrapping bales- Requirements and test methods" adottata come UNI EN 14932:2007.



Figura 2 - Film termico di copertura

Alla prima famiglia appartengono tutti quei film che nel loro esercizio coprono le colture rimanendo sollevati dal terreno (serre, tunnel, intercapedine). Alla seconda appartengono i manufatti che nel loro esercizio poggiano completamente sul terreno (pacciamatura, solarizzazione e disinfezione del terreno).

Alla terza appartengono i film destinati allo stoccaggio ed alla conservazione dei foraggi nelle loro diverse forme (mais ceroso, foraggio secco, paglia, ...). L'ultima normativa è dedicata al film per rotoballe per stoccaggio insilati.

Film termici di copertura

In accordo alla normativa EN 13206:2001 i film termici vengono suddivisi in "film termici trasparenti" (con prevalente trasmissione di luce diretta) e "film termici traslucidi" (con prevalente trasmissione di luce diffusa).

Con una ulteriore classificazione nei film termici si possono distinguere due grandi categorie in funzione dei polimeri e/o additivi impiegati

Film con effetto termico

Sono quei film che influenzano le temperature minime notturne in quanto hanno la capacità di impedire, o quantomeno ridurre, l'emissione all'esterno della serra della radiazione IR lunga accumulata nell'ambiente protetto (l'emissione è misurata tra 7 e 13 μm di lunghezza d'onda - numeri d'onda 1430-770 cm^{-1}) nota come "effetto barriera alla radiazione termica" ovvero "effetto serra".

Ciò si può ottenere con:

- polimeri polari quali EVA (copolimero etilene acetato di vinile), EBA (copolimero etilene butilacrilato), EMA (copolimero etilene metilacrilato) e PVC (cloruro di vinile);
- aggiunta di cariche minerali quali silicati;
- nuovi polimeri come i fluorurati, quali PTFE (politetrafluoroetilene) e EFTE (tetrafluoroetilene). I film così ottenuti non sono riusciti ad affermarsi nella pratica soprattutto per i loro costi elevati e difficoltà di posa in opera;
- polimero PA (poliammide).

Film a elevata termicità e resistenza ai pesticidi

È stato di grande interesse l'introduzione sul mercato di questo nuovo film che utilizza la poliammide.

Si tratta di un film co-estruso a più strati con possibilità di utilizzare la poliammide sia nello strato interno che esterno. Con questa ultima soluzione si conseguono caratteristiche merceologiche molto importanti: il film non subisce l'effetto "sporramento", conseguente all'adesione del pulviscolo ambientale sulla superficie del film (non eliminabili con i film tradizionali fin qui prodotti), mentre la superficie all'interno della serra presenta un effetto antigoccia permanente in virtù della sua particolare formulazione ed una elevata resistenza ai pesticidi.

Le caratteristiche ottiche del film, quando posto in opera, risultano quindi notevolmente migliorate rispetto ai film tradizionali.

Film con effetto termico "speciale"

In questi ultimi anni la ricerca si è rivolta alla realizzazione di particolari film che, specialmente nell'area mediterranea, possano limitare un eccessivo innalzamento della temperatura dell'aria confinata all'interno della serra il cui effetto negativo condiziona la crescita e la produzione delle colture.

Ciò si può ottenere con:

- coloranti (rosso, blu, verde...);
- pigmenti di interferenza dispersi nel polimero (miche);
- micro bolle di gas;
- microsferi cave di vetro.

Film termico a luce rifratta

Il film prodotto con microsferi cave di vetro permette di ottenere un film termico capace, innanzitutto, di ridurre lo scarto tra le temperature estreme, massime e minime, nell'ambiente interno alla serra e, nel contempo, in grado di determinare un' apprezzabile diffrazione della luce trasmessa. Il nuovo materiale di copertura vuole rappresentare, in sostanza, un'evoluzione rispetto ai tradizionali film termici "a luce diretta", ma anche rispetto a quelli "a luce diffusa", ottenuti mediante l'inclusione di cariche minerali.



Figura 3 - Film termico a luce rifratta



Figura 4 - Film termico a luce rifratta tunnel



Figura 4 - Film per fumigazione del terreno



Il film rappresenta ottimamente la sintesi delle migliori performance dei film ad alto tenore di EVA associate a quelle dei film co-estrusi a luce diffusa con cariche minerali; grazie alla coestrusione si ha un buon controllo dello sporciamento del pulviscolo ambientale

Film per fumigazione del terreno

I film sono composti da tre strati aventi un polimero (poliammide-PA; etilvinilalcol-EVOH;) che deve conferire al film proprietà barriera. Infatti questi film, per poter essere impiegati, devono avere proprietà V.I.F (*virtually impermeabile film*) cioè un grado di permeabilità al fumigante $< 0.2 \text{ g/m}^2\text{h}$ in accordo alla normativa francese NFT 54-195.

Film per fumigazione e pacciamatura

Film costituito da due diversi tipi di film: un film V.I.F per poter effettuare la fumigazione accoppiato ad un film per pacciamatura forato.

Attualmente, secondo quanto tradizionalmente operato, è necessario effettuare prima la fumigazione del terreno mediante film barriera, quindi una volta terminato il ciclo di vita utile, rimuoverlo per poi mettere nuovamente in opera un film da pacciamatura forato.

Andrea Ferraresi

Presidente SC9 Foglie e film di materia plastica e SC19 Applicazioni di materia plastica per agricoltura, UNIPLAST

Centralizzazione dell'energia: tubazioni con maggior portata per applicazioni acqua calda e fredda all'interno degli edifici

È sempre più frequente l'affermazione che l'efficientamento energetico degli edifici costituisce il maggiore bacino di risparmio energetico in Italia, e non solo.

È ormai noto che le maggiori emissioni di gas effetto serra sono da imputare proprio all'utilizzo di combustibili fossili per il "condizionamento" degli edifici.

La parte più energivora in termini di fabbisogno di energia primaria è rappresentata proprio dal riscaldamento di questi ultimi ed è anche l'unico settore (a differenza di quello dei trasporti, industria, agricoltura etc.) ad aver registrato consumi in costante aumento nell'ultimo decennio, pur in presenza della forte crisi economica che ormai ci attanaglia dal 2008. È quindi fondamentale, partire da una corretta progettazione degli edifici per conseguire il nuovo obiettivo Europeo ("pacchetto clima energia 20-20-20" che prevede di ridurre del 20% le emissioni di gas a effetto serra, portare al 20% il risparmio energetico e aumentare del 20% il consumo di fonti rinnovabili entro il 2020).

Gli impianti termici di nuova generazione che devono servire complessi edilizi (riscaldamento di quartiere) o anche concentrazioni di numerose unità abitative (villette a schiera), si basano quindi sulla proposta di un sistema impiantistico con produzione centralizzata di calore ad elevato livello di rendimento stagionale e contabilizzazione individuale dell'energia.

Queste installazioni sono caratterizzate da una rete di distribuzione orizzontale, posta nei seminterrati o in un cavedio, che si origina in una centrale termica e si dirama in colonne montanti in corrispondenza delle scale o dei vani tecnici. La rete di distribuzione primaria fornisce a tutte le unità abitative il fluido termovettore a temperatura e portata prestabilite e sostanzialmente costanti

durante tutto l'arco dell'anno.

Tale soluzione, non più onerosa come costi di costruzione rispetto a quella autonoma (a caldaia singola), consente di installare dei generatori a una minor potenza in centrale termica e nel contempo risponde meglio alle esigenze dell'utente sia in termini di comodità, autonomia e sicurezza, che di minori costi di esercizio.

Inoltre, nell'impiantistica destinata a questa tipologia di edilizia, mentre l'adozione della contabilizzazione di calore è cogente secondo i decreti D.Lgs. 192/05, D.Lgs. 311/06 e D.P.R. 59/09, la stessa costruzione di questi impianti termici centralizzati è, in molti casi, requisito indispensabile per ottenere la concessione edilizia a livello comunale. Questo tipo di distribuzione del calore centralizzata (acqua calda sanitaria e riscaldamento) richiede pertanto, maggiori portate d'acqua nei collettori di distribuzione primaria e nelle colonne montanti. Le tubazioni asservite a tale scopo, devono quindi essere accuratamente dimensionate per limitare alte velocità (con conseguenti problemi di rumore e maggiori perdite di carico da vincere) e conseguenti elevati costi di pompaggio.

Si è potuto così constatare nel corso degli anni, la sempre maggiore richiesta di tubazioni di più grande diametro rispetto a quelle attualmente inserite nelle norme di prodotto relative alla distribuzione dell'acqua calda e fredda all'interno degli edifici (in particolare le norme UNI EN ISO 15874/15875/15876/15877 e UNI EN ISO 22391).

L'attività normativa (in CEN TC/155 e ISO TC/138) è attualmente volta all'estensione di gamma dei diametri fino al DN 250 (ad oggi il diametro massimo inserito nelle norme è il DN 160). A tal fine, esiste un gruppo di lavoro europeo CEN TC 155/WG16 "Systems for hot and cold water applications" che lavora congiuntamente con il gruppo di lavoro internazionale ISO TC 138/SC2/WG1 "Plastics piping systems for hot and cold water applications", che sta studiando se le prove meccaniche inserite nella norma EN ISO 15874-5 (relativa alle tubazioni in Polipropilene), siano adeguate per la valutazione dell'idoneità all'impiego di sistema di tubazioni di

più grande diametro. Particolare attenzione è stata rivolta alle prove dei cicli termici, che prevedono di testare l'assieme tubo-raccordo per 5000 cicli, alla pressione di progetto, con temperature di prova da 20°C a 95°C. È stato valutato, attraverso analisi termiche agli elementi finiti, che tubazioni di materiale plastico di maggiore diametro e quindi spessore, non raggiungono in realtà gli stessi profili termici delle tubazioni più piccole. Da qui la necessità di identificare nuovi criteri di valutazione, andando a modificare gli attuali parametri di prova o le metodologie di prova stessa. È da sottolineare come questa richiesta di estensione della gamma di diametro sia comunque congruente a quanto già incluso nella norma per le applicazioni industriali (UNI EN ISO 15494), che già contempla diametri fino al DN 400 SDR7.4 e al DN 530 SDR11 (esempio Polipropilene) e nelle relative norme americane ASTM, che già includono il DN 400 e che stanno lavorando su un'ulteriore estensione al DN 630.

Tubazioni di grande diametro per applicazioni idroniche (con trasporto di acqua calda e/o fredda e/o refrigerata) sono già impiegate nei moderni sistemi di climatizzazione, noti con l'acronimo inglese HVAC (*Heating, Ventilation and Air Conditioning*). In tale ambito, tubazioni di grande diametro sono già presenti nella norma americana, riconosciuta e impiegata a livello internazionale, ASHRAE 90.1. L'HVAC, per il momento, non fa parte però dello scopo delle norme prima citate ed è per questo motivo, per il differente campo applicativo in termini di frequenza d'uso, temperature, pressioni, che il gruppo di lavoro CEN TC 155/WG16 intende meglio approfondire l'idoneità all'impiego attraverso i test specifici già contenuti nelle norme stesse di prodotto.

Katia Lorusso

Membro SC8 Tubi, raccordi, valvole ed accessori di materia plastica, UNIPLAST Delegato ISO TC 138/SC3/WG7 Revision of industrial application standards NUPIGECO SpA



Posa delle tubazioni in polietilene

Ne è passata di acqua nei tubi dalla pubblicazione della prima raccomandazione di posa per condotte in polietilene, dal 1981 a oggi lo sviluppo delle resine, dei componenti e la ricerca nell'ampliamento della gamma di raccordi ha fatto sì che ormai il polietilene si possa considerare come il materiale più impiegato per la realizzazione di acquedotti e gasdotti (nelle sue pressioni applicative).

Il limite di diametri attualmente ha raggiunto dimensioni oltre i 2.500 mm anche se nel settore gas la normativa limita i diametri ad un massimo di 630 mm. Le attuali resine utilizzate hanno oggi raggiunto valori di MRS 10, vale a dire PE 100, consentendo di realizzare manufatti aventi aspettativa di vita ben oltre i 50 anni. La nuova generazione di PE 100 RC, utilizzata soprattutto a scopo di relining, amplia ulteriormente le applicazioni del polietilene grazie alla sua caratteristica di migliore resistenza alla propagazione della frattura.

In seguito agli sviluppi sui materiali sono seguiti aggiornamenti normativi fondamentali sui manufatti quali la UNI EN 12201 e UNI EN 1555 che classificano le resine, i tubi, i raccordi e le valvole. Contemporaneamente sono state elaborate le norme per la saldatura testa testa la UNI 10520, la saldatura ad elettrofusione la UNI 10521 e le relative norme di prodotto per le saldatrici: UNI 10565 per saldatrici testa testa e UNI 10566 per quelle a elettrofusione.

La norma UNI 10566 aggiornata nel 2013, ha aumentato il livello di sicurezza per gli operatori e per gli Enti gestori. Per la prima volta è stata resa obbligatoria la memoria di saldatura, una funzione prima solo prevista sulle saldatrici polivalenti. Questo consente la possibilità di verificare le saldature eseguite,

scaricarne i protocolli, risalire a eventuali errori garantendo così la tracciabilità del lavoro eseguito. Questo insieme normativo in aggiunta alla norma UNI 9737 per la qualifica dei saldatori PE, assicura una copertura a 360° sulla qualità dei materiali, delle attrezzature e sui lavori eseguiti per realizzare le giunzioni. Uno spazio particolare e importantissimo riveste la norma UNI 11149 "Posa in opera e collaudo di sistemi di tubazioni di polietilene per il trasporto di liquidi in pressione", questo documento è di fondamentale importanza per la posa di reti in polietilene. Lo scopo della norma è la posa in opera e collaudo di sistemi di tubazioni di polietilene per il trasporto di liquidi in pressione, si esclude quindi la posa di reti gas, demandando il compito al Decreto Ministeriale del 16.04.2008 "Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8. (GU n. 107 del 8-5-2008 - Suppl. Ordinario n.115)"

La UNI 11149 è da considerarsi la linea guida per le reti in polietilene poiché tratta l'argomento della posa considerando il comportamento visco elastico della resina e prevedendo per tutti i tipi di PE, compreso il PE 100 RC, metodi di posa con letto di sabbia.

Un capitolo fondamentale della UNI 11149 è quello relativo al collaudo, trattato specificatamente considerando le caratteristiche dei materiali.

Il collaudo prescritto dal Decreto Ministeriale dei lavori Pubblici del 12 dicembre 1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni" prevede una pressione minima di prova a 1,5 volte la pressione di esercizio con valore minimo di pressione di esercizio + 2 bar, senza considerare le proprietà viscoelastiche del polietilene e stabilendo a priori una pressione non

significativa per le caratteristiche del materiale stesso.

Il riferimento per il collaudo studiato in base alle proprietà visco elastiche del polietilene, è la norma UNI 11149. Anche questa norma prevede una pressione di prova pari a 1,5 volte la pressione di esercizio ma impone una pressione minima 6 bar. Le prescrizioni del collaudo prevedono che la tubazione sia sottoposta a una prima rampa che porti al valore iniziale della pressione di prova e il suo mantenimento per 30 minuti, con eventuali riempimenti dovuti a cali fisiologici in seguito alla dilatazione della condotta.

Al termine dei 30 minuti la pressione della condotta deve essere ridotta a 3 bar e mantenuta per 90 minuti; il polietilene grazie alle sue proprietà di elasticità creerà una risalita leggera della pressione generata dal recupero della dilatazione iniziale. Se ciò non avvenisse e la pressione scendesse sotto i 3 bar stabiliti, la prova idraulica di collaudo è da ritenersi fallita.

La scelta della metodologia del collaudo oltre a quanto previsto dal Decreto Ministeriale 12 dicembre 1985, deve tener conto delle proprietà viscoelastiche del polietilene che vengono considerate nel metodo prova della UNI 11149.

È quindi compito dei progettisti o di chi redige capitolati di collaudo tenerne debitamente conto. Il GLT (Gruppo di Lavoro Tecnico) in collaborazione con UNIPLAST sta operando per far sì che si possa arrivare a una definizione univoca con modifica sostanziale del Decreto Ministeriale.

Maurilio Freddi

Componente del GLT

Coordinatore del Gruppo di Studio SC8/GS18

Posa e collaudo di sistemi di tubazioni di polietilene, UNIPLAST



Installazione di tubi mediante tecniche senza scavo trenchless

Dall'assetto economico di un paese, al decorso di una malattia, dalla vita di un governo, al turbamento davanti a certi problemi, la parola "crisi" è in questo momento la più utilizzata in qualsiasi campo.

Come insegna la sua etimologia crisi rappresenta un momento difficile e duro ma anche di scelta e decisione, prospettando una nuova grande opportunità nel mondo delle reti interrate per il trasporto di fluidi.

Oggi ogni progettista deve guardarsi intorno per trovare nuove soluzioni ai problemi di "rehabilitation" delle reti idrauliche, che hanno ormai ampiamente superato il loro ciclo di vita. E' importante sapere che le nostre reti interrate perdono il 30% dell'acqua potabile, e ben oltre il 50% delle condotte fognarie Nazionali sono assolutamente inadeguate, oltre che al buon senso, agli standard Europei. Sappiamo tutti che le reti acquedottistiche e fognarie sono state le prime ad essere posate, con la conseguenza che oggi si trovano ormai sepolte da decine di altri servizi, da urbanizzazioni prive di reale coordinamento e da terreni di riporto che spesso, presentano stratificazioni secolari.

Queste problematiche sono all'ordine del giorno per i progettisti del sottosuolo, costretti ad estrarre dal cilindro idee sempre più complesse per realizzare il rifacimento dei tratti di reti idrauliche obsolete, coniugando le maggiori difficoltà logistiche e tecniche con quelle ancora più pressanti del quadro economico.

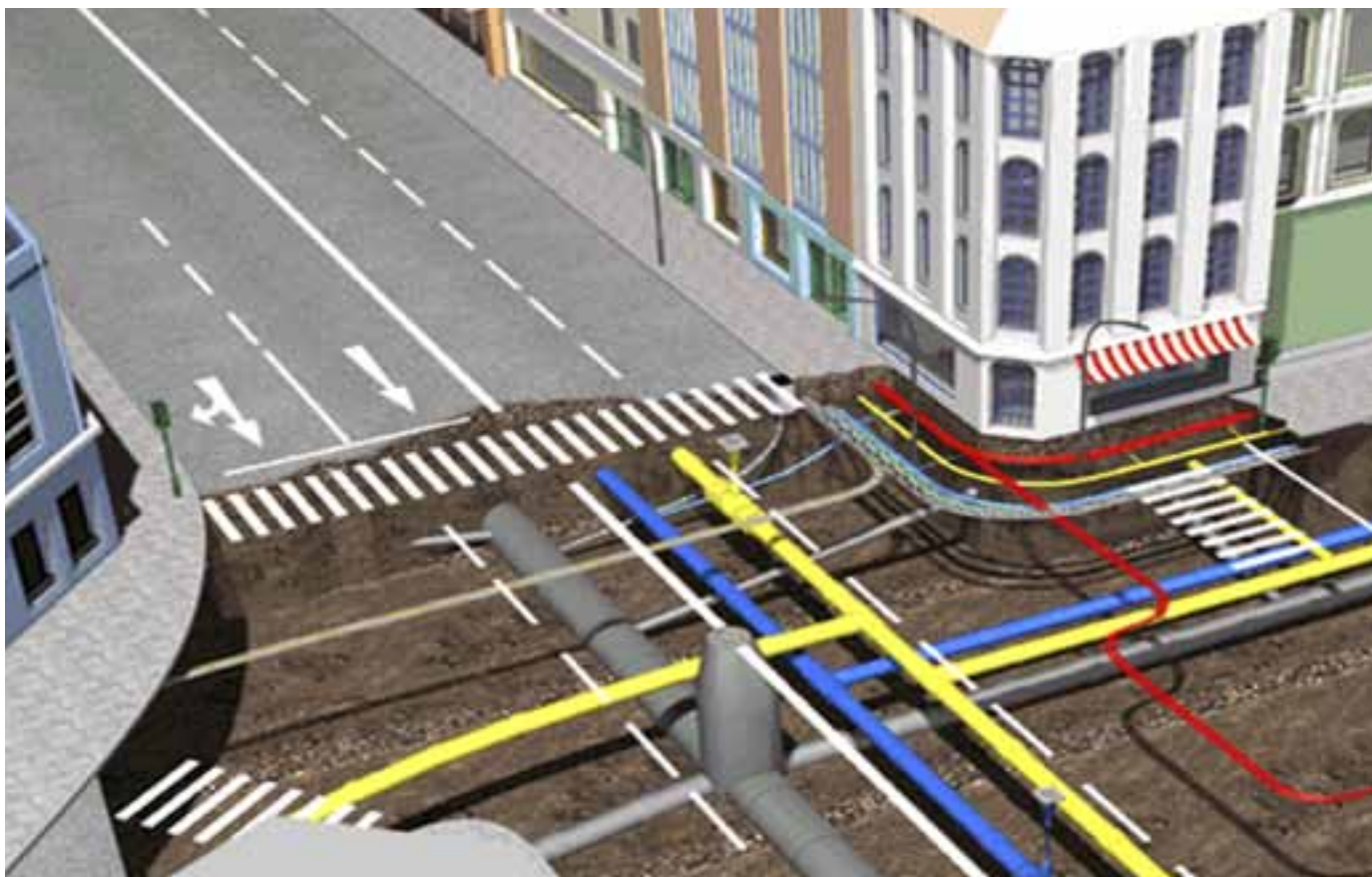
Quando questo non è possibile, ci si vede costretti a veder seriamente ridimensionata la portata del progetto e dell'intervento di riqualificazione, essendo la coperta troppo corta per tutto.

Questo porta con sé un sensibile calo della richiesta



di progettazione e una grave riduzione della qualità del progetto stesso già ridimensionato. Non volendo arrivare ad eseguire delle opere che hanno di per sé limiti e criticità qualitative, ci si deve guardare intorno. Oggi la ricerca di nuove tecnologie di ripristino strutturale di reti interrate può portare a soluzioni tecniche evolute e sicure, collaudate da decenni di applicazioni prevalentemente in Nord Europa, America e Asia. Ecco come la crisi diventa

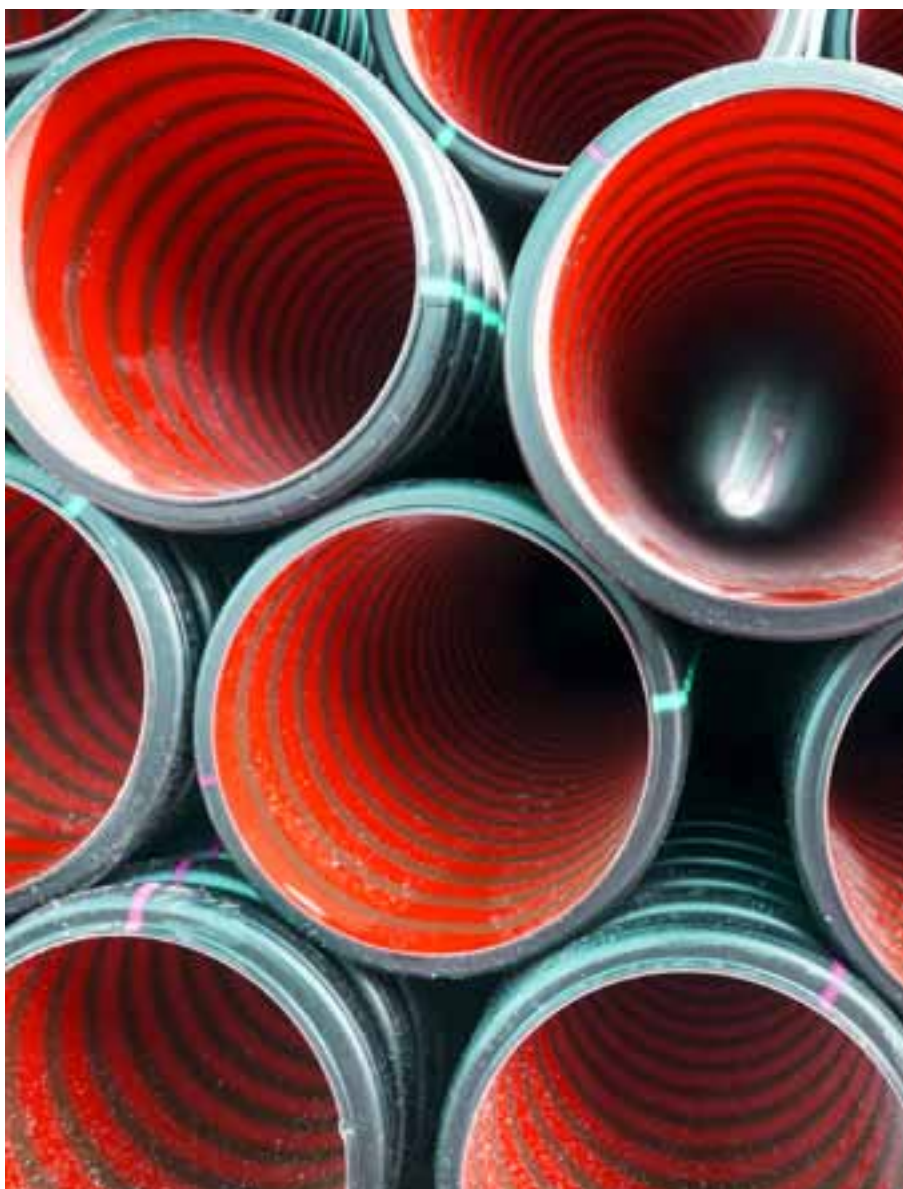
un'opportunità per le nuove tecnologie, spesso sconosciute ad amministratori e progettisti abituati a ragionare al suono di "si è sempre fatto così". Molti progettisti in Italia non sono a conoscenza dell'esistenza di metodi alternativi al classico scavo a cielo aperto per il ripristino di condotte sotterranee di acqua, gas e fognatura. Al contrario in questo settore la Germania fa da padrona in Europa dichiarando, già nel 2009, che meno del 30% delle



delle reti fognarie hanno più di 50 anni di vita. Questo avviene perché fanno un grande utilizzo, da oltre 20 anni, delle tecniche *trenchless* (dette anche no-dig), ovvero tecniche di sostituzione senza scavo (con basso impatto ambientale) di condotte ammalorate ed obsolete.

L'ISO già dal 1989 stabilisce un gruppo di lavoro (ISO/TC138/WG12) atto a costituire delle norme al fine di inquadrare tutte le tecniche di "Rehabilitation" di sistemi di condotte. Nel 1992 nasce il primo *Technical Report* ISO/TR 11295 che inquadra da un punto di vista generale, tutte le tecniche di risanamento senza scavo in un unico documento. Nell'arco degli anni l'ISO ha standardizzato le normative del settore no-dig, pubblicando ulteriori norme specifiche per ogni ambito: fognatura a gravità, a pressione, acqua e gas. Ognuna di queste è a sua volta suddivisa in parti, dove vengono descritte in modo approfondito le singole tecniche senza scavo. Nell'arco degli anni solo alcune tecniche sono state standardizzate in tutti gli ambiti di applicazione, per tali motivi nell'ultimo incontro internazionale svoltosi a Oslo nell'ottobre del 2013, e dopo numerose richieste da parte di molti paesi, è stato convertito il vecchio "working group 12" nella nuova "subcommittee" ISO TC 138/SC8 per dare un'accelerata alle norme del settore al fine di coprire tutti gli ambiti di applicazione per tutte le tecniche senza scavo. Uniplast ha partecipato all'incontro attraverso un proprio associato (l'Ing. Domenico Viola) inserito come membro nella ISO TC 138/SC8 "Rehabilitation of pipeline systems" che partecipa ai 4 sottogruppi creati: classificazione, fognatura, acqua e gas.

Per dare sempre più importanza alla diffusione delle tecniche no-dig, UNI ha pubblicato a giugno 2014 diverse norme del settore tradotte in italiano al fine di diffondere sempre più i sistemi *trenchless* in Italia (UNI EN ISO 11295, UNI EN ISO 11296-1, UNI EN ISO 11296-3, UNI EN ISO 11296-4, UNI EN ISO 11296-7, UNI EN ISO 11297-1, UNI EN ISO 11297-3). Nella sostanza, la "rehabilitation" di una rete idraulica, non più adeguata alla sua funzione per cui è stata progettata, significa "apportare fisicamente" quanto necessario, per ripristinarne la sua capacità operativa (tenuta idraulica e statica) rinnovando al



contempo l'aspettativa di vita del manufatto. Questo avviene a livello normativo, ma spesso le tecnologie senza scavo arrivano a superare di molto le caratteristiche originarie del sistema trattato con tali processi. Le tecniche no-dig permettono di

ripristinare condotte sotterranee senza effettuare il classico scavo a trincea. Oltre ad avere dei tempi di realizzazione estremamente ridotti (rispetto alle tecniche classiche) tali metodi permettono anche di ridurre i costi diretti di produzione, i costi socio ambientali, il rumore e l'inquinamento, i mezzi impiegati, gli incidenti sui cantieri, i danni alle infrastrutture etc. (studi effettuati da Telecom in partecipazione con l'università di Roma).

Una delle tecniche più utilizzate nel "rinnovo senza scavo" è il sistema C.I.P.P. conosciuto con l'acronimo di *Cured In Place Pipe*. Tale tecnica, molto usata nei sistemi di condotte fognarie a gravità è normata mediante la UNI EN ISO 11296 parte 4 (2011) che ha sostituito UNI EN 13566-4 del 2005. Tale sistema è basato sull'inserimento, all'interno della condotta da risanare, di un tubo composito (Liner) che preliminarmente all'inserimento viene configurato e impregnato con resina termoindurente idonea. Il liner è composto da un feltro di fili di poliestere, ricoperto su un lato da un *coating* (su cui il fluido scorrerà dopo il relining) in materiale plastico solitamente Polietilene o Polipropilene. Per applicazioni più tecniche (bassa pressione fognaria, pressione per acquedotti ed antincendio, gas, resistenza statica in classe A, etc.) il composito base del liner può variare ed essere stratificato in maniera molto esatta, sulla base del progetto che esamina le condizioni di operatività.



L'immagine mostra, attraverso uno spaccato, la complessità del composito usato nel relining tipico del sistema C.I.P.P.



Relining CIPP con posa ad inversione ad aria di un collettore diametro 100 cm direttamente da un chiusino standard.

Questa tecnologia di ritubaggio o ricostruzione della condotta ammalorata direttamente in situ, viene detta anche della "calza", in virtù dell'utilizzo di un tubolare composito flessibile che poi una volta posato indurisce per azione controllata e indotta. I materiali e le resine devono essere selezionati sulla base delle condizioni operative della condotta e sulla base del tipo di fluido con cui sarà messo a contatto.

Il tubolare deve essere dimensionato direttamente sulla misura del tratto di condotta ammalorata da trattare, e sul tipo di posa che si prevede; ovvero, per questa operazione è possibile utilizzare la pressione d'acqua, d'aria o il traino meccanico. Il successivo indurimento (catalisi e reticolazione della resina) potrà avvenire nei primi due casi, direttamente con il fluido di posa, nel terzo caso mediante il transito di speciali lampade a luce foto-attivante. Con queste tecniche lo "stampaggio" del nuovo tubolare avviene in poche ore, quasi indipendentemente dalle lunghezze da trattare e conferisce un apporto che va dalla sola impermeabilizzazione alla sostituzione strutturale della tubazione.

Domenico Viola

Membro SC8 Tubi, raccordi, valvole ed accessori di materia plastica, UNIPLAST Delegato ISO/TC 138/SC8 Rehabilitation of pipeline systems Ingegneria - Idroambiente S.r.l.



Sullo sfondo la colonna piezometrica di spinta per la posa del tubolare mediante inversione ad acqua; in primo piano il composito in arrivo poco prima dell'avvio del processo di indurimento.