Paper n° 33
(il nr di riferimento verrà fornito all'autore)

EVOLUZIONE DELLE TUBAZIONI IN POLIETILENE PER LA PROTEZIONE DI CAVI ELETTRICI

Marco Michelotti

IDROTHERM 2000 – Divisione Ricerca e Sviluppo

1. INTRODUZIONE

Nel campo della protezione dei cavi elettrici, i tubi in polietilene si sono affermati come una delle soluzioni più affidabili e innovative grazie alle loro eccezionali proprietà chimico-fisiche e alla versatilità in diverse applicazioni industriali e civili. Il polietilene, un polimero termoplastico ampiamente utilizzato, offre un eccellente equilibrio tra leggerezza e resistenza meccanica, accompagnato da una notevole capacità di isolamento elettrico e di resistenza agli agenti chimici e atmosferici. Tali caratteristiche rendono questi tubi particolarmente indicati per proteggere i cavi da fattori di deterioramento come umidità, calore, abrasione, ed esposizione a raggi UV, contribuendo a prolungarne la durata e a garantirne il funzionamento in sicurezza.

Questo articolo si propone di fornire un'analisi tecnica dettagliata sui tubi in polietilene per la protezione dei cavi elettrici, prendendo in esame i seguenti aspetti:

- struttura e proprietà del materiale polietilenico, anche in funzione dell'evoluzione del polimero degli ultimi anni verso tipologie contraddistinte da elevata resistenza alla fessurazione e/o alle temperature elevate;
- normative di riferimento e standard di certificazione: panoramica delle regolamentazioni europee (come la norma CEI EN 61386) e dei requisiti tecnici che disciplinano la produzione e l'utilizzo di tubi protettivi;
- aspetti legati alla sostenibilità ambientale: possibilità di riciclo a fine vita, impatti ambientali della produzione e soluzioni innovative come i tubi in polietilene di origine sostenibile.

Con l'obiettivo di supportare i professionisti nella scelta del prodotto più idoneo, l'articolo fornirà linee guida pratiche per la selezione dei tubi in base a parametri operativi specifici, come tipologia di cavi da installare, carichi meccanici ed esigenze di installazione.

2. I TUBI IN POLIETILENE PER LA PROTEZIONE DI CAVI ELETTRICI

I tubi in polietilene rappresentano una soluzione versatile e affidabile per molteplici applicazioni, grazie alle loro straordinarie caratteristiche tecniche. Questo materiale termoplastico, leggero ma al tempo stesso resistente, offre elevata flessibilità, ottima tolleranza a diverse temperature e un'eccellente resistenza chimica. Utilizzati ampiamente in settori quali l'irrigazione, il trasporto di acqua potabile, i sistemi di drenaggio e le reti industriali, i tubi in polietilene sono apprezzati per la loro durabilità e facilità di installazione, mentre la loro capacità di adattarsi a diverse esigenze li rende una scelta ideale in molteplici contesti, garantendo prestazioni affidabili nel tempo.

Idrotherm 2000 è un'importante realtà italiana specializzata nella produzione di tubi in materiali termoplastici come il polietilene e il polipropilene. Con un percorso costruito su decenni di esperienza, l'azienda si è affermata sul mercato internazionale per la capacità di offrire soluzioni innovative, adatte a una vasta gamma di esigenze, che spaziano dall'approvvigionamento idrico alla gestione delle reti industriali, dall'irrigazione alle condotte per gas combustibili. Attraverso un costante impegno nella qualità e nell'attenzione all'ambiente, Idrotherm 2000 si

distingue oggi come un punto di riferimento nel settore, con un approccio orientato alla sostenibilità ed alla soddisfazione delle necessità tecniche dei propri clienti.

Figura 1. Tubazioni in polietilene per cavidotti interrati

Proprio grazie alla propria consolidata esperienza nell'estrusione di materiali termoplastici con linee di trasformazione che sfruttano i traguardi raggiunti negli impianti di ultima generazione, Idrotherm 2000 mette a disposizione un'ampia ed articolata gamma di tubi lisci in polietilene, linea Cablex, progettata specificamente per la protezione dei cavi elettrici, garantendo soluzioni affidabili e durature per la sicurezza e l'efficienza delle infrastrutture elettriche.

Il polietilene ad alta densità (PEAD) è stato uno dei primi materiali utilizzati per la produzione di tubi protettivi per cavi elettrici. Grazie alla sua resistenza meccanica, alla leggerezza e alla capacità di resistere agli agenti chimici, il PEAD ha stabilito nuovi standard di affidabilità per la protezione dei cavi in ambienti industriali e infrastrutturali. Le caratteristiche di base di questo materiale sono dettagliate nella tabella 1.

Tabella 1. Proprietà dei tubi in PEAD per la protezione di cavi

Proprietà	Unità di misura	Valore
Densità	g/cm^3	≥0,948
Modulo di elasticità	MPa	>1000
Coefficiente di dilatazione termica	mm/m·K	~0,2
Capacità termica specifica	J/kg·K	2300-2900
Conducibilità termica	W/m·K	~ 0,4
Resistenza superficiale	Ω	$>10^{13}$

La norma CEI EN 61386-24 (recentemente sostituita dalla CEI EN 50626-1, ma tuttora in vigore fino a luglio 2026) è un riferimento fondamentale per i sistemi di tubi e accessori destinati alle installazioni elettriche e/o nei sistemi di telecomunicazioni interrati: essa stabilisce le prescrizioni generali e specifiche per garantire la sicurezza, la qualità e la durabilità dei tubi utilizzati per la protezione e la sistemazione dei conduttori isolati e dei cavi elettrici. In particolare, questo standard europeo:

- definisce le prove di verifica delle proprietà meccaniche, come la resistenza agli urti ed alla compressione;
- include prescrizioni per la marcatura e le dimensioni dei tubi, assicurando che siano facilmente identificabili e compatibili con le esigenze delle installazioni.

Nel dettaglio, la norma CEI EN 61386-24 classifica i tubi in polietilene in base alla forza necessaria per deformare il diametro interno del tubo di una percentuale specifica determinandone la resistenza allo schiacciamento. Questa classificazione è fondamentale per definire l'idoneità dei tubi per diverse applicazioni, in particolare per installazioni sotterranee o in ambienti con carichi elevati. Il metodo di prova prevede una valutazione attraverso un test di compressione di un campione di tubo fino a raggiungere una deformazione del diametro interno pari al 5%. La forza applicata per ottenere questa deformazione determina la classificazione del tubo e le sue conseguenti applicazioni pratiche:

- Tipo N 250: tubi per lo più utilizzati in contesti residenziali o rurali, dove il terreno o l'ambiente non esercitano carichi elevati (assenza di traffico intenso);

- Tipo N 450: tubi ideali per installazioni sotterranee in aree residenziali o rurali, parcheggi leggeri o aree pedonali, dove i carichi sul terreno sono di media entità (traffico moderato);
- Tipo N 750: tubi adatti per infrastrutture urbane, strade o aree industriali, (installazioni sotto strade ed autostrade) dove è necessario sopportare carichi pesanti e pressioni elevate e prolungate per il passaggio di veicoli o macchinari.

La scelta tra N 250, N 450 e N 750 dipende pertanto dalle condizioni specifiche del sito di installazione e dai carichi che il terreno o l'ambiente esercitano sui tubi: ogni livello risponde a esigenze ben definite, garantendo una protezione adeguata in base alle sollecitazioni previste.

La resistenza all'urto è l'altra caratteristica essenziale, regolata dalla norma CEI EN 61386-24, che garantisce che i tubi in polietilene per la protezione di cavi elettrici possano sopportare sollecitazioni accidentali durante la fase di installazione e l'uso, senza compromettere la loro integrità strutturale o la protezione dei cavi. Il test specifico simula situazioni reali, come la caduta di pietre o altri oggetti pesanti sulla superficie del tubo durante l'interramento, includendo il condizionamento del campione alla temperatura di -5 °C per almeno due ore, l'utilizzo di un martello di 5 kg lasciato cadere da un'altezza variabile tra 300 e 800 mm in base al diametro nominale del tubo, e la valutazione del danno che possa comprometterne la funzione come guaina protettiva dei cavi elettrici.

La resistenza all'urto è particolarmente importante per le installazioni sotterranee, dove i tubi possono essere esposti a pietre o detriti, negli ambienti industriali, dove i tubi possono subire impatti accidentali da macchinari o attrezzature e nelle zone climatiche rigide, poiché le basse temperature aumentano la fragilità del materiale termoplastico.

I tubi in PEAD sono per lo più costituiti da materiali vergini o riprocessati (o da una miscela dei due) e contraddistinti da una limitata resistenza alla pressione interna *(creep)*, possono essere collegati mediante giunzione per saldatura testa a testa, elettrofusione o raccordi meccanici, ed infine vengono posati scegliendo il tipo di scavo in funzione della natura del terreno e delle conseguenti sollecitazioni a carico del cavidotto. Lo scavo può, infatti, essere classificato in base alle sue dimensioni geometriche, principalmente l'altezza di riempimento (H) e larghezza (B) della trincea, misurate al livello della generatrice superiore del tubo e poste in relazione al diametro esterno (d_e) del tubo installato (Figura 2).

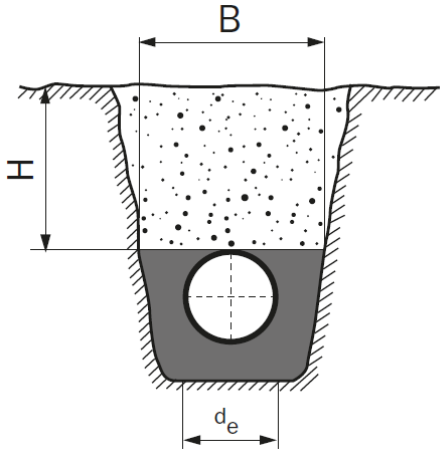

Figura 2. Posa in trincea di cavidotti in PEAD

La tabella 2 illustra le varie tipologie di trincea aperta realizzabili. Il tipo di trincea "stretta" è il migliore per la posa dei cavidotti, poiché il carico sovrastante si scarica sulle pareti dello scavo. Per questo motivo, dovrebbe essere utilizzato quanto più possibile compatibilmente con la natura del sottosuolo. Lo scavo a trincea "larga", prevalentemente adottato quando il terreno risulta incoerente (pareti di scavo poco stabili), comporta invece un carico gravante sul cavidotto maggiore, da tenere in considerazione in fase di progettazione. Il letto di posa, costituito possibilmente da sabbia mista a ghiaia (con diametro massimo del pietrisco in accordo alla CEN/TS 1046) deve essere compattato con molta accuratezza, in modo da consentite una ripartizione uniforme dei carichi sull'intera condotta, mentre il rinfianco deve essere eseguito con sabbia, escludendo materiali argillosi che impediscono una corretta costipazione. Il riempimento costituisce, infatti, la fase più critica della posa poiché deve garantire una perfetta interazione tra il cavidotto ed il terreno, consentendo al tubo di reagire sia alle deformazioni dovute agli assestamenti del sottosuolo che ai carichi gravanti sullo scavo. La migliore tecnica di riempimento consiste nel procedere attraverso strati successivi in modo da non danneggiare il cavidotto.

Tabella 2. Trincee per la posa dei tubi in PEAD per la protezione di cavi

Tipo di trincea	Condizione
Trincea stretta	$H \geq 2B$ se $B \leq 3d_e$
Trincea larga	$H \geq 2B$ se $3d_e < B \leq 10d_e$
Trincea infinita o terrapieno	$H \leq 2B$ se $B > 10d_e$

In linea generale, i tubi in PEAD standard non costituiscono, invece, la soluzione ottimale alla possa attraverso le tecniche *no dig*, in considerazione delle elevate forze di trascinamento richieste in questi casi. Le sollecitazioni a cui le condotte sono soggette durante la posa devono essere infatti compatibili con un elevato livello di uniformità strutturale del materiale base costituente. Quando l'obiettivo di un'installazione prevede una maggiore affidabilità e durata, il PE100 rappresenta pertanto una versione da preferire al PEAD standard, caratterizzata da una struttura molecolare più avanzata, che lo rende più resistente a pressioni interne ed esterne, nonché a condizioni ambientali difficili come terreni instabili o carichi pesanti. La scelta del PE100 è ideale per applicazioni in cui la protezione dei cavi deve resistere a sollecitazioni meccaniche, deformazioni e impatti, garantendo sicurezza e prestazioni nel lungo periodo per i progetti più critici.

L'introduzione del polietilene PE100 negli anni '90 nei sistemi di tubazioni in pressione (acqua, gas combustibili e fluidi industriali) ha segnato un'importante svolta nel settore delle condotte, grazie alla sua struttura molecolare avanzata e alle elevate prestazioni meccaniche. Il miglioramento delle prestazioni anche a lungo termine (inquadrato nei vincoli normativi degli standard DIN 8074 e DIN 8075) permette infatti di apprezzare la maggiore capacità di resistenza alle sollecitazioni meccaniche applicate durante una posa senza scavo (generalmente mediante aratura o trivellazione orizzontale teleguidata).

Nel contesto della posa di cavidotti la scelta tra PEAD e PE100 dipende dalle specifiche del progetto e dalle condizioni operative: il PE100 è senza dubbio la scelta migliore in caso di maggiore affidabilità, mentre il PEAD può rappresentare una soluzione economica per applicazioni meno impegnative. Nella tabella 3 sono messi a confronto le principali differenze tra le due tipologie di tubazioni in polietilene per la realizzazione dei cavidotti.

Tabella 3. Differenze tra tubi in PEAD standard e in PE100 per la protezione di cavi

Proprietà	Cablex Standard	Cablex Extra
Norma di riferimento	CEI EN 61386-24	CEI EN 61386-24 DIN 8074-8075
Materia prima	PEAD (materiali vergini e/o riprocessati)	PE100
Resistenza alla pressione interna	Limitata	Elevata (conforme a classificazione ISO/TR 9080)
Giunzione	Saldatura testa a testa, elettrofusione, meccanica	Saldatura testa a testa, elettrofusione, meccanica
Installazione	Trincea	Trincea No dig
Applicazione	Bassa tensione	Bassa e media tensione

3. L'EVOLUZIONE DEL POLIETILENE PER LA REALIZZAZIONE DI CONDOTTE

Con il tempo la necessità di materiali ancora più resistenti e adatti a condizioni operative impegnative ha portato allo sviluppo del PE100-RC (*RC = Raised Crack*, ad elevata resistenza alla fessurazione), un polimero innovativo che ha ampliato le possibilità di applicazione, ottimizzandone gli aspetti legati alla sostenibilità. Il PE100 era stato, infatti, sviluppato per rispondere alle esigenze di reti idriche e di distribuzione del gas in grado di sopportare pressioni elevate, con una struttura "bimodale" in grado di offrire una combinazione ottimale di rigidità e flessibilità e di garantire durabilità e affidabilità anche in ambienti difficili. Una delle principali sfide legate a questo materiale, legata alla propagazione lenta delle fessurazioni *(SCG, Slow Crack Growth)*, potenzialmente in grado di compromettere la vita utile delle tubazioni in condizioni di stress prolungato, ha portato all'evoluzione naturale verso il PE100-RC, concepito per superare i limiti del PE100 e fornire una resistenza superiore alla

propagazione delle fessurazioni accidentali prima e durante la posa ed ai carichi puntuali. Tra i principali vantaggi del PE100-RC nelle tubazioni si evidenziano i seguenti:

- il materiale è progettato per contrastare la formazione e la propagazione delle fessurazioni anche sotto condizioni di sollecitazione prolungata;
- il suo uso permette di ridurre o eliminare la necessità di letto di sabbia durante la posa in trincea, anche in terreni rocciosi, o di applicare più efficacemente l'ampia gamma di tecnologie di installazione *no-dig* a disposizione, minimizzando i costi e l'impatto ambientale;
- la maggiore resistenza all'invecchiamento *(stress cracking)* garantisce una vita utile significativamente più lunga (oltre 100 anni) rispetto al polietilene della generazione precedente, migliorando la sostenibilità del ciclo di vita del prodotto e contribuendo a ridurre la frequenza di interventi di manutenzione e sostituzione, con un impatto positivo sia economico che ambientale.

Per poter apprezzare il minore impatto ambientale dei tubi in PE100-RC, la gamma completa di tubi in polietilene prodotta negli impianti di Idrotherm 2000 ha ottenuto la validazione della Dichiarazione Ambientale di Prodotto *(EPD, Environmental Product Declaration)* da parte di un organismo terzo, certificando in questo modo l'impatto lungo tutto il ciclo di vita, dalla produzione delle materie prime fino allo smaltimento dei tubi a fine vita. In particolare, l'analisi del ciclo di vita *(LCA, Life Cycle Assessment),* condotta secondo ISO 14025 e EN 15804, ha permesso di misurare un'impronta al carbonio circa 4,8 volte inferiore, relativamente al segmento A5 *(Construction Installation)* del ciclo di vita, nell'installazione di tubazioni in PE100-RC con trivellazione orizzontale teleguidata (TOC) rispetto a quanto osservato nella posa in trincea aperta di tubazioni in polietilene PE100. I dati riportati nella tabella 4 prendono come riferimento la posa di 100 m di cavidotti DN160 SDR11 delle due tipologie nelle situazioni sopra citate.

Tabella 4. Confronto di impatti ambientali relativamente all'installazione (A5) nell'LCA

Parametro	Tubo in PE100 posato in trincea aperta	Tubo in PE100-RC posato con TOC
Potenziale di riscaldamento globale (GWP)	248,011 kg CO_2 eq	51,582 kg CO_2 eq
Potenziale scarsità idrica	799,530 m^3 eq	35,709 m^3 eq

In considerazione dell'evoluzione a livello normativo con la prossima pubblicazione della nuova PCR *(Product Category Rule)* sui prodotti da costruzione, la Dichiarazione Ambientale di Prodotto costituirà uno strumento sempre più prezioso per consentire agli utilizzatori finali di apprezzare, in modo trasparente ed affidabile, l'impronta al carbonio dei prodotti disponibili sul mercato, supportandoli così a fare scelte più consapevoli, responsabili ed informate a favore di un'economia più sostenibile.

Il polietilene PE100-RT (*RT= Raised Temperature*, ad alta resistenza alla temperatura) rappresenta un'ulteriore innovazione fondamentale nel settore dei materiali polimerici per la produzione di cavidotti destinati alla protezione dei cavi elettrici, specialmente in condizioni ambientali difficili o per applicazioni che richiedono caratteristiche tecniche avanzate. Si tratta di un'evoluzione del PE100, progettata per offrire una combinazione eccezionale di resistenza meccanica, chimica e termica, garantendo al contempo affidabilità e durata nel lungo termine anche ad alta temperatura, in accordo a quanto dettagliato all'interno degli standard DIN 16834 e DIN 16835. Una delle caratteristiche principali del PE100-RT consiste, infatti, nella sua capacità di resistere a temperature operative fino a 70°C in modo continuo, con picchi temporanei che possono raggiungere i 90 °C, una proprietà fondamentale per le installazioni in prossimità di fonti di calore o in ambienti industriali, dove materiali tradizionali potrebbero deformarsi o degradarsi. Questa maggiore resistenza termica consente di proteggere efficacemente i cavi elettrici da stress termici prolungati, aumentando la sicurezza e l'affidabilità dell'intero sistema soprattutto con i cavi ad alta tensione, soggetti alla produzione di calore durante il loro funzionamento (Figura 3).

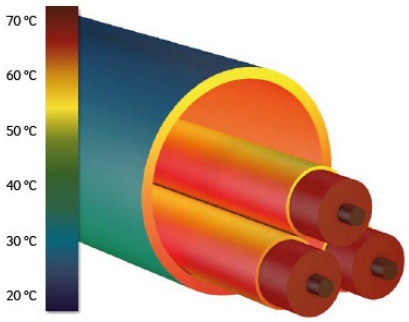

Figura 3. Guaine protettive per cavi elettrici ad alta tensione

La maggiore resistenza dal punto di vista termico dei tubi in PE100-RT viene valutata attraverso la determinazione dell'aspettativa di vita utile in accordo alla ISO 21003-2 utilizzando l'approccio di Arrhenius. La misurazione dell'allungamento % a rottura di provini ricavati da tubi, sottoposti preventivamente ad invecchiamento a 110 °C, mostra un comportamento nettamente distinto rispetto al PE100, come illustrato nella Figura 4. In base al metodo di prova messo a punto da LNE *(Laboratoire National d'Essais)*, licenziatario del marchio NF 114 per i cavidotti in polietilene, è infatti necessario che il decadimento di questa proprietà sia sempre superiore al 25% del valore originale: ciò rende soltanto il PE100-RT in grado estendere questo requisito fino a 18 mesi, equivalenti a ben oltre 50 anni di servizio a 70 °C.

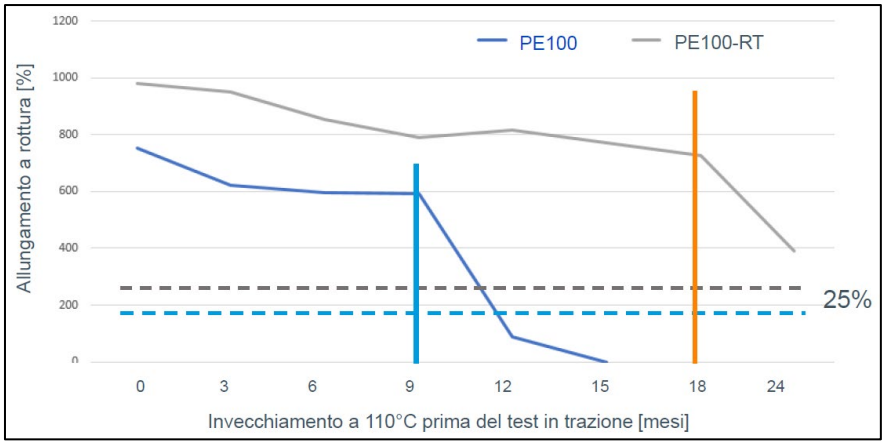

Figura 4. Confronto dell'andamento delle proprietà meccaniche tra PE100 e PE100-RT

Oggi i gradi di polietilene ad elevatissima prestazione a disposizione permettono di combinare in modo eccellente le caratteristiche del PE100-RC con quelle del PE100-RT, la cui sintesi trova realizzazione nella gamma Cablex Increased RT-RC prodotta da Idrotherm 2000. Nella tabella 5 sono messe a confronto le principali differenze tra queste tubazioni con quelle a base di PE100 nella realizzazione dei cavidotti.

Tabella 5. Differenze tra tubi in PE100 e in PE100-RT-RC per la protezione di cavi

Proprietà	Cablex Extra	Cablex Increased RT-RC
Norma di riferimento	CEI EN 61386-24 DIN 8074-8075	CEI EN 61386-24 ISO 21003 DIN 16834-16835
Materia prima	PE100	PE100-RT-RC
Resistenza alla pressione interna	MRS 10 (20 °C) (classificazione ISO/TR 9080)	MRS 10 (20 °C) - MRS 5 (70 °C) (classificazione ISO/TR 9080)
Giunzione	Saldatura testa a testa, elettrofusione, meccanica	Saldatura testa a testa, elettrofusione, meccanica

Installazione	Trincea No dig	Trincea No dig
Applicazione	Bassa e media tensione	Alta tensione

L'esperienza maturata da Idrotherm 2000 con i tubi in PE100-RT-RC ha contribuito alla più estesa rete interrata per cavi ad alta tensione in Europa gestita da RTE (Réseau de Transport d'Électricité), una società del gruppo EDF (Électricité de France) che ha fortemente investito nell'innovazione dei materiali per la protezione di cavi elettrici e nell'ammodernamento dell'intera rete di fornitura di energia elettrica in Francia.

4. CAVIDOTTI IN POLIETILENE DI ORIGINE SOSTENIBILE

I sistemi di tubazioni per cavidotti in PE100 e in PE100-RT-RC possono inoltre essere ottenuti anche con l'impiego di materiali *bio-based*, derivanti ad esempio da colture di piante oleifere (mais, colza, palma, ecc.) o da rifiuti e residui di oli vegetali dell'industria alimentare o della lavorazione della cellulosa (tallolio). L'etilene, ottenuto per raffinazione della bio-nafta ed il successivo processo *steam cracking*, entra in questo modo negli impianti di polimerizzazione con l'etilene di origine petrolchimica, dando vita a gradi di polimero aventi le stesse caratteristiche tecniche e la stessa prestazione a lungo termine, proiettata su oltre 100 anni di aspettativa di vita, di quelli aventi un'origine fossile al 100%.

Oltre a ridurre la produzione di rifiuti e le possibili contaminazioni di terreni e falde acquifere, l'impiego di fonti sostenibili riduce l'impronta al carbonio del prodotto finale rispetto a quella del prodotto ottenuto attraverso il processo basato su fonti fossili. In particolare, utilizzando il metodo dell'analisi del ciclo di vita (LCA), strutturato secondo le norme della serie ISO 14020, è stato infatti dimostrato che la produzione di polietilene da fonti sostenibili rispetto a quella derivante da fonti fossili è caratterizzata da un'impronta al carbonio parziale ridotta di oltre il 130%.

Al fine di valutare le emissioni e rimozioni di CO_2 biogenica imputabili alla biomassa presente all'interno delle materie prime sostenibili utilizzate nella produzione dei propri prodotti, Idrotherm 2000 ha calcolato i singoli contributi al GWP (Potenziale di Riscaldamento Globale) in accordo alla UNI EN ISO 14067, distinguendo tra GWP di origine fossile, GWP di origine biogenica (emissione e rimozione), GWP LULUC (uso del terreno e cambiamento d'uso del terreno). I valori, valutati per i moduli A1-A3 *(cradle-to-gate)* del Ciclo di Vita (LCA) secondo ISO 14040 e ISO 14044, mettono a confronto il caso in cui le materie prime sono di origine fossile con scenari alternativi in cui si utilizzino materie prime ottenute da olio di palma (PFAD), tallolio grezzo (CTO), oppure una miscela in identiche proporzioni dei due componenti precedenti (MIX). Il GWP totale evidenzia, in questo modo, un bilancio netto di CO_2 emessa nell'ambiente in caso di tubazioni di origine fossile considerevolmente superiore a tutte le opzioni alternative che prevedono l'utilizzo di fonti sostenibili (figura 5).

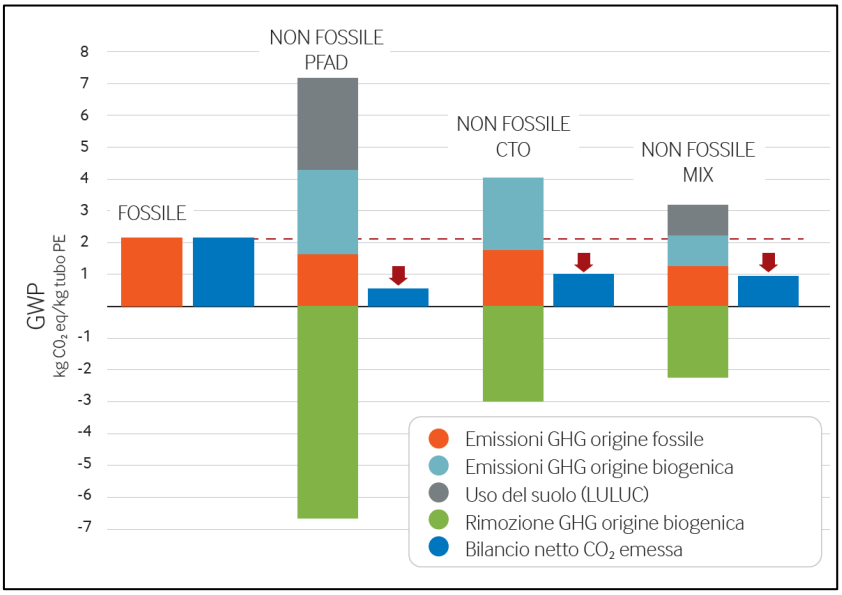

Figura 5. Confronto del GWP tra PE di origine fossile e PE di origine sostenibile

Per rendere concreto ed oggettivo il concetto di sostenibilità, Idrotherm 2000 si avvale dello schema di certificazione volontario ISCC Plus *(International Sustainability & Carbon Certification)*, riconosciuto a livello internazionale, che permette di dimostrare la sostenibilità di un prodotto attraverso la verifica della tracciabilità e l'approccio del bilancio di massa. Questa opzione di catena di custodia, che considera la possibilità di combinare materiali di origine fossile con quelli di origine sostenibile lungo la catena di approvvigionamento e produzione tenendone però separata la contabilità, viene sempre più utilizzata, a livello globale, a mano a mano che i materiali plastici a base di materie prime tradizionali vengono sostituiti da quelli di origine non fossile. Il sistema ISCC Plus, concepito come standard affidabile ideato per l'economia circolare e la bioeconomia sulla base dell'esperienza con gli obiettivi di sostenibilità della direttiva RED per l'uso dei biocarburanti e dei bioliquidi (Direttiva UE 2009/28/EC), permette oggi di tenere sotto controllo l'intera filiera produttiva, dalla produzione delle materie prime fino a quella dei prodotti sostenibili, attraverso verifiche puntuali e sistematiche della quantità di materiale di origine non fossile coinvolta lungo il processo manifatturiero anche per tutte le categorie di prodotti industriali non legati al mondo dei biocarburanti e delle bioenergie (alimenti, biomasse solide, prodotti chimici ed altro).

Poiché sono ottenuti dagli stessi polimeri di base, i tubi Cablex Extra e Cablex Increased RT-RC del tipo BS *(Bio-Sourced)* che rientrano nello schema ISCC Plus sono integralmente conformi agli standard di riferimento CEI ed ISO utilizzati a livello internazionale ed esibiscono le medesime caratteristiche tecniche per i campi applicativi a cui sono da sempre destinati.

5. LA DIRETTIVA BASSA TENSIONE E LA MARCATURA CE

La Direttiva 2014/35/UE, conosciuta come Direttiva Bassa Tensione, è fondamentale per garantire la sicurezza del materiale elettrico, inclusi i cavidotti in polietilene utilizzati per la protezione dei cavi elettrici. Questa direttiva si applica a tutti i materiali elettrici destinati a operare entro limiti di tensione compresi tra 50 e 1000 Volt in corrente alternata e tra 75 e 1500 Volt in corrente continua. L'obiettivo principale è assicurare che tali materiali siano progettati e fabbricati in modo da non rappresentare rischi per la salute e la sicurezza delle persone, degli animali domestici e dei beni.
Per quanto riguarda i cavidotti in polietilene, la direttiva richiede che essi soddisfino requisiti essenziali di sicurezza. Questi includono la resistenza meccanica, per proteggere i cavi da impatti e pressioni esterne, e la resistenza al calore, per evitare deformazioni o danni in condizioni di temperatura elevata. Inoltre, i cavidotti devono garantire una protezione efficace contro l'umidità e altri agenti esterni che potrebbero compromettere l'integrità dei cavi elettrici.

Un aspetto cruciale della direttiva è la marcatura CE, che indica la conformità del prodotto ai requisiti stabiliti. Per ottenere questa marcatura, i cavidotti devono essere sottoposti a una valutazione di conformità, che può includere test di laboratorio e verifiche documentali: la marcatura CE non solo garantisce la sicurezza del prodotto, ma facilita anche la sua libera circolazione all'interno del mercato europeo. Per questo motivo, la gamma di tubi Cablex prodotta da Idrotherm 2000 è stata interamente sottoposta a certificazione da parte di un ente esterno al fine di validarne tutte le caratteristiche alle prescrizioni generali dello standard CEI EN 50626-1, la cui appendice ZZ illustra gli obiettivi della Direttiva 2014/35/UE in tema di sicurezza.

La direttiva impone, infine, obblighi specifici ai fabbricanti, importatori e distributori. I fabbricanti devono assicurarsi che i cavidotti siano progettati e fabbricati in conformità ai requisiti della direttiva, mentre gli importatori e i distributori devono verificare che i prodotti siano conformi prima di metterli in commercio. Questo sistema di responsabilità condivisa contribuisce a mantenere elevati standard di sicurezza nel mercato.

6. CONCLUSIONI

I tubi in polietilene per la protezione dei cavi elettrici hanno rappresentato un progresso tecnologico fondamentale nel settore delle infrastrutture elettriche, grazie alla loro capacità di rispondere a esigenze sempre più complesse in termini di sicurezza, durabilità ed efficienza. L'evoluzione del polietilene, dalla sua forma base di HDPE fino alle versioni più avanzate come il PE100, il PE100-RC ed il PE100-RT, ha trasformato il modo in cui le reti di cavi elettrici vengono progettate, installate e mantenute, offrendo una combinazione unica di vantaggi tecnici ed economici. L'utilizzo di questi materiali moderni, che garantiscono una lunga vita utile e riducono la necessità di interventi frequenti, si traduce in un minore consumo di risorse naturali ed energetiche. Inoltre, molti tubi in

polietilene sono riciclabili, un valore aggiunto che allinea queste soluzioni alle crescenti esigenze di sostenibilità ambientale nel contesto globale.

L'attenzione crescente verso l'integrazione di materiali ancora più performanti, capaci di tollerare condizioni estreme e di ridurre ulteriormente l'impatto ambientale, apre la strada a innovazioni che potrebbero rivoluzionare ulteriormente il settore. Allo stesso tempo, la crescente digitalizzazione e automazione delle reti infrastrutturali pone nuove sfide che il polietilene, con le sue proprietà altamente adattabili, sembra ben posizionato per affrontare.

In conclusione, i tubi in polietilene rappresentano oggi un punto di riferimento nel settore della protezione dei cavi elettrici, dimostrando come la ricerca e lo sviluppo di materiali innovativi possano offrire soluzioni affidabili, economiche e sostenibili. Con un'evoluzione tecnologica che continua a rispondere alle sfide attuali e future, il polietilene si conferma una scelta indispensabile per garantire la sicurezza e l'efficienza delle reti elettriche, contribuendo al tempo stesso alla costruzione di un futuro infrastrutturale più sostenibile e resiliente.

7. REFERENZE

Laurent, E., Haubruge, H., Belloir, P. (2010) Polyethylene will grow with non conventional pipe installation techniques: PE100-RC development milestone perspectives, *Proceedings of the 15th Plastic Pipes Conference PPXV*, Vancouver.

Long, W., Baker, C.F., (2016) Advanced applications for HDPE pipes with new PE-RT material, *Proceedings of the 18th Plastic Pipes Conference PPXVIII*, Berlin.

Debever, L., Sejersen, P., Spirinckx, C., (2018) Product Environmental footprints (PEF) method compared with environmental product declaration (EPDS), *Proceedings of the 19th Plastic Pipes Conference PPXIX*, Las Vegas.

Brüning, H., Hascoët, S., Delanne, Y., Nozahic, D., Mansour, J., Santana, J., (2021) First use of PE100-HT for advancing the containment of underground high voltage cables, *Proceedings of the 20th Plastic Pipes Conference PPXX*, The Netherlands.