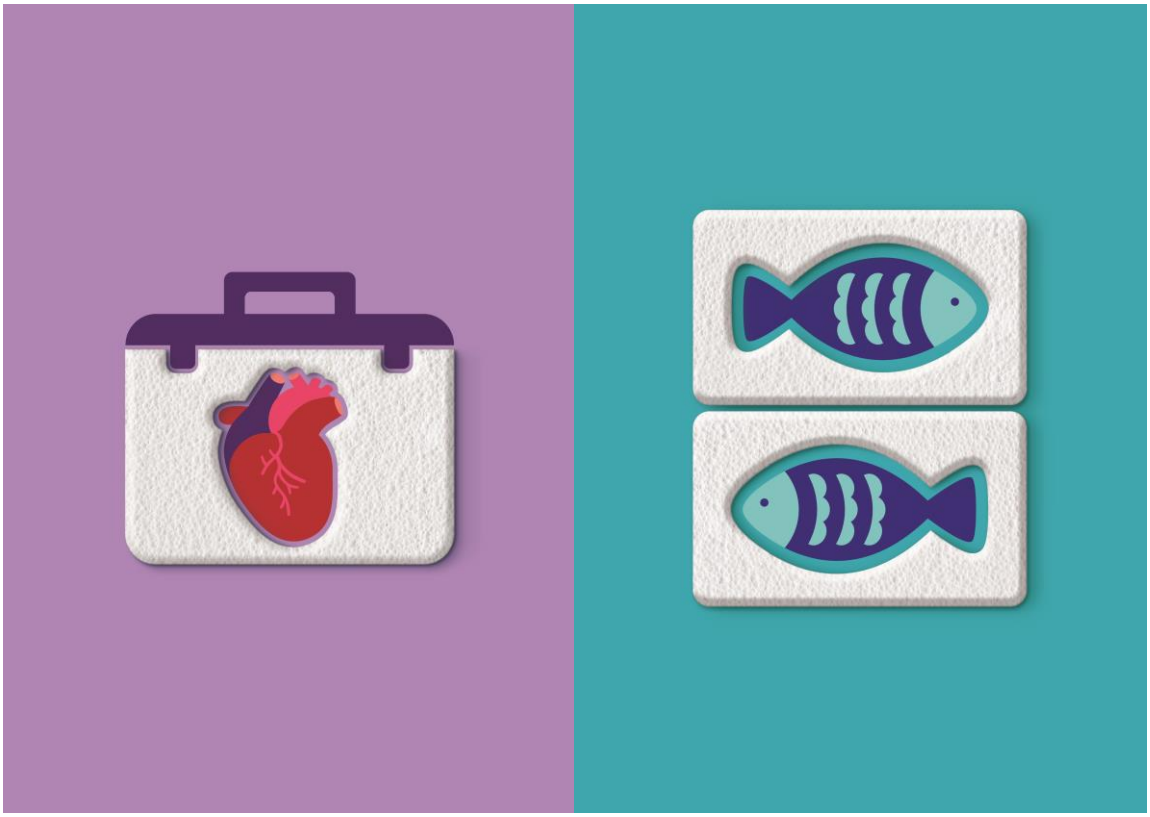
IMBALLI ISOLANTI IN EPS:

IL MANTENIMENTO DELLA TEMPERATURA INTERNA



VOLUME 23

AIPE
Associazione Italiana Polistirene Espanso

IMBALLI ISOLANTI IN EPS:

IL MANTENIMENTO DELLA TEMPERATURA INTERNA

VOLUME 23

Testi a cura di AIPE:

Marco Piana - Elisa Picchio

Associazione Italiana Polistirene Espanso

Via Marcantonio Colonna, 46 – 20149 Milano

Tel + 39 02 33 60 65 29

e-mail: aipe@epsass.it

Documentazione specifica sull'EPS può essere ritrovata nel sito dell'Associazione www.aipe.biz

INDICE

1 I MOTIVI PER SCEGLIERE UN IMBALLO IN EPS 4

2 ESEMPI APPLICATIVI: mantiene il caldo e il freddo 6
- Cassette per il trasporto del pesce

3 LA CAPACITA' ISOLANTE DELL'IMBALLO IN EPS E LA SUA DETERMINAZIONE 10
- Esempi applicativi

4 PROVE SPERIMENTALI 15

5 RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI 20

1 I MOTIVI PER SCEGLIERE UN IMBALLO IN EPS

L'EPS è un polimero resistente, versatile, leggero e sicuro per chi lo lavora e per l'utente finale. Mantiene inalterate nel tempo le sue eccellenti proprietà isolanti che, unite ad un rapporto costo/beneficio altamente competitivo sia dal punto di vista ambientale che economico, lo rendono la migliore soluzione per l'isolamento termico e acustico in edilizia e per l'imballaggio di prodotti alimentari, industriali, orto-frutticoli e farmaceutici.

L'imballo ottimale per i prodotti deperibili: l' EPS

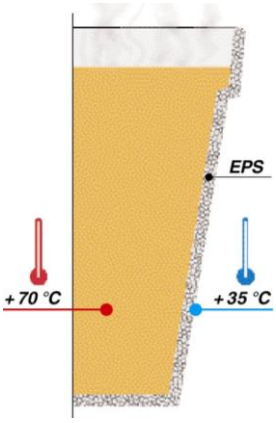
- È ***leggero***: realizzato con il 98% di aria è il materiale che permette il modo più intelligente di ingegnerizzare l'aria;
- È il ***materiale più utilizzato*** per isolare e proteggere e al contempo per trasportare prodotti sensibili, delicati, ma anche freschi e deperibili;
- Non assorbe acqua dall'esterno e/o dall'interno;
- Può essere ***cristallizzato*** internamente e/o esternamente per migliorare la resistenza superficiale e l'impermeabilità;
- E' igienico e sicuro: l'EPS non è tossico, è chimicamente inerte e non costituisce nutrimento per alcun essere vivente, microrganismi compresi, quindi non marcisce e non ammuffisce (i batteri non attaccano l'EPS);
- È ***personalizzabile*** nella forma e nelle dimensioni: può essere adattato alle diverse esigenze in modo da resistere alle sollecitazioni del trasporto e dello stoccaggio;
- E' ***isolante***: caratteristica primaria per gli imballi dedicati alla protezione termica dei prodotti deperibili sia durante il trasporto sia durante lo stoccaggio;
- ***L'elevato grado di isolamento termico*** è inoltre un elemento fondamentale per garantire le caratteristiche igieniche e organolettiche dei prodotti alimentari: l'imballo di EPS garantisce il mantenimento della temperatura del prodotto per altre 8 ore se posto all'esterno di celle frigorifere prevenendo l'aumento della carica batterica e garantendo le caratteristiche organolettiche in condizioni differenti da quelle garantite dai mezzi di trasporto isotermici.
- E' ***resistente***: i prodotti imballati non si deteriorano e vengono commercializzati come se fossero "appena pescati";
- E' ***recuperabile, riciclabile e concretamente riciclato***: il materiale dispone di un circuito specifico (l'imballo è realizzato con un solo materiale);
- L'impatto ambientale, valutato con l'analisi del ciclo di vita LCA dalla produzione della materia prima al riciclo dell'imballo dopo l'uso, risulta contenuto.

La vasta gamma di proprietà fisiche e la particolare adattabilità del Polistirene espanso (EPS) alle esigenze più diverse permettono soluzioni economiche ai più svariati problemi dell'imballaggio che sono molto differenti, in primo luogo secondo il diverso livello di protezione richiesto per i vari prodotti. Questi ultimi spaziano dalle cassette per il pesce agli imballaggi combinati con involucri termocontrattili per lavatrici, inserti semi-formati, guarnizioni d'angolo ed elementi laterali, scatole e vassoi per impilaggio, inserti di divisione e raccolta, pallet per il trasporto o il montaggio così come imballaggi per isolamento termico o contro il freddo diventando parte integrante nella cosiddetta catena del freddo.
Quando si opera una scelta per il tipo di materiale da imballo bisogna considerare in primis la funzione basilare cui esso deve adempiere e nel caso specifico dei prodotti conservati a temperature basse, quali può essere il gelato un esempio molto comune, si intuisce ovviamente che questa consista nel mantenimento di una adeguata temperatura per lunghi periodi di tempo per non pregiudicarne le qualità.

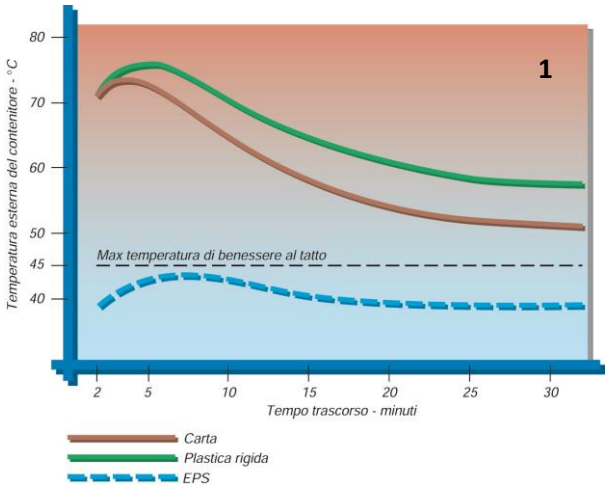
Da sempre la conservazione degli alimenti impegna l'uomo in una continua ricerca di sistemi di mantenimento sempre più sicuri e duraturi. La conservazione a freddo, senza entrare nel merito della distinzione tra refrigerazione, congelamento…, è a tal proposito la tecnica più attuale ed efficiente perché garantisce ai prodotti una buona durata e un'eccellente protezione delle loro qualità organolettiche. Anche in questo campo, però, la durata di conservazione non è ancora sicura al 100% e, specie nel trattamento di prodotti delicati come il pesce fresco, deve essere supportata e aiutata con opportuni materiali da imballaggio.
La principale peculiarità dell'EPS in questo ambito è, come ormai ben noto, quella di mantenere inalterate a lungo le caratteristiche fondamentali degli alimenti minimizzando le escursioni termiche dei prodotti in esso racchiusi. Questa ottima capacità isolante è dovuta principalmente alla sua struttura a celle chiuse composte per il 98% da aria in modo da possedere ottime prerogative di contrasto di fronte a fonti di calore o al freddo.

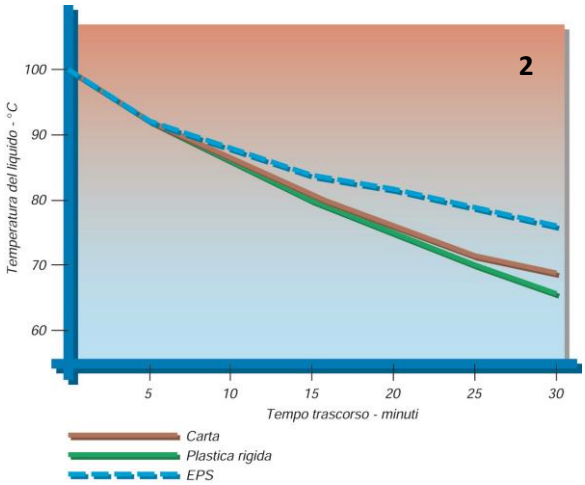
2 ESEMPI APPLICATIVI

Mantiene il caldo…

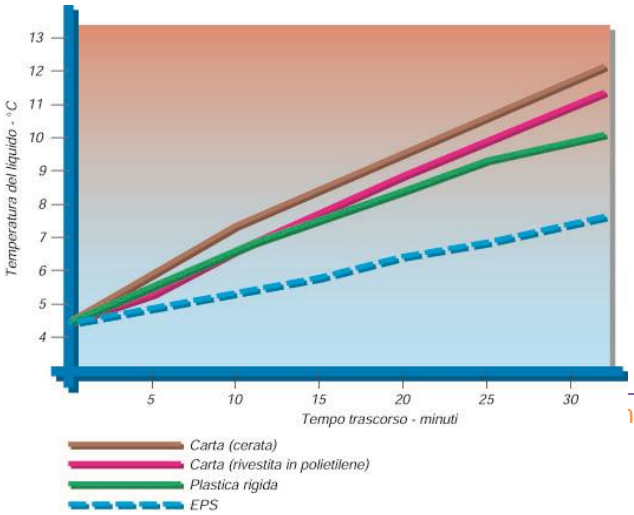


La proprietà isotermica consente di conservare a lungo all'interno un liquido caldo, sia esso caffè, tè o qualsiasi altra bevanda. Nel grafico 1 è evidenziato l'isolamento termico che permette di mantenere costante la temperatura del liquido contenuto. I 70°C della bevanda, rimangono quasi inalterati per diverso tempo: il calore non si trasferisce all'esterno del recipiente che fuori rimane costantemente a 35°C. Da confronti comportamentali effettuati tra contenitori monouso realizzati in materiali differenti (EPS, carta e plastica) emerge che un liquido introdotto in recipienti di carta o di plastica, alla temperatura di 100°C, dopo circa 10 minuti, è già a circa 85-87°C. Trascorsa mezz'ora la temperatura del liquido nel contenitore in EPS risulta superiore del 15% rispetto a quella nel recipiente di carta (grafico 2).





… e il freddo …



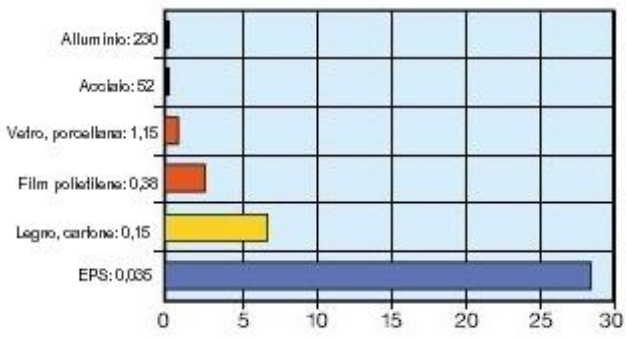
Per le bevande e i cibi freddi il concetto non varia e, come illustra il grafico 3, una bibita ghiacciata dentro un bicchiere in EPS, rimarrà tale per parecchio tempo. Se in aggiunta il liquido è frizzante manterrà di più la sua effervescenza poiché, con la bassa temperatura, l'anidride carbonica, rimane disciolta nel liquido per tempi maggiori. Si può addirittura asserire che i vantaggi dell'utilizzo del polistirene per le bevande fredde sono superiori a quelli ottenuti nel caso di bevande calde.

Il mantenimento di temperatura da parte di bicchieri in EPS è agevolato da un'ulteriore possibilità che i calici realizzati con altri materiali non offrono: quella di poter esser chiusi con coperti leggeri e isotermici che sigillano ermeticamente il contenitore conservando inalterata la temperatura interna e facilitandone il trasporto e l'uso in qualsiasi situazione.

La capacità isolante di un materiale viene misurata dal coefficiente di conducibilità termica (" ") che risulta una delle proprietà fisiche di maggior importanza per la caratterizzazione dei materiali nel settore dell'isolamento termico.
Definisce l'attitudine di un materiale, omogeneo e isotropo, a trasmettere il calore per conduzione e la definizione di materiale isolante si basa infatti sulle caratteristiche di quest'ultimo a diminuire il passaggio di calore fra due ambienti a differente temperatura.
Nello specifico la conduttività termica di un materiale misura la quantità di calore che attraversa in 1 secondo 1 metro quadrato di materiale spesso 1 metro, in presenza di una differenza di temperatura di 1K tra l'esterno e l'interno. Per tal motivo è definita come il rapporto tra il flusso di calore ed il gradiente di temperatura:

$$\lambda = \frac{|\phi_q|}{|gradT|} \qquad \text{espressa in} \qquad \left[\frac{W}{mK}\right]$$

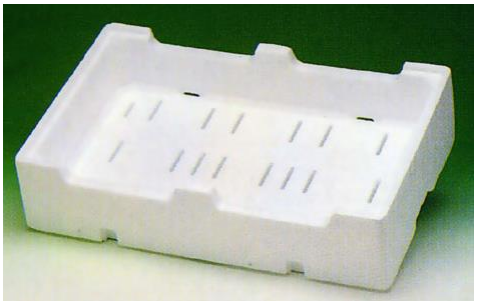
Esprimendo il potere isolante di un materiale come l'inverso della sua conduttività termica (1/λ), più tale valore è elevato, migliore è il suo potere isolante.



Come mostra il grafico sotto il potere isolante del Polistirene Espanso Sinterizzato è molto alto in confronto a quello di materiali da imballo convenzionali, facendo dell'EPS un prodotto ideale per realizzare imballaggi che debbono assicurare isolamento termico. Per questo è così usato per mantenere un prodotto delicato come il pesce in un ambiente omogeneamente fresco per tempi logistici necessari a portarlo sul mercato preservandolo da brusche variazioni di temperatura.

CASSETTE PER IL TRASPORTO DEL PESCE

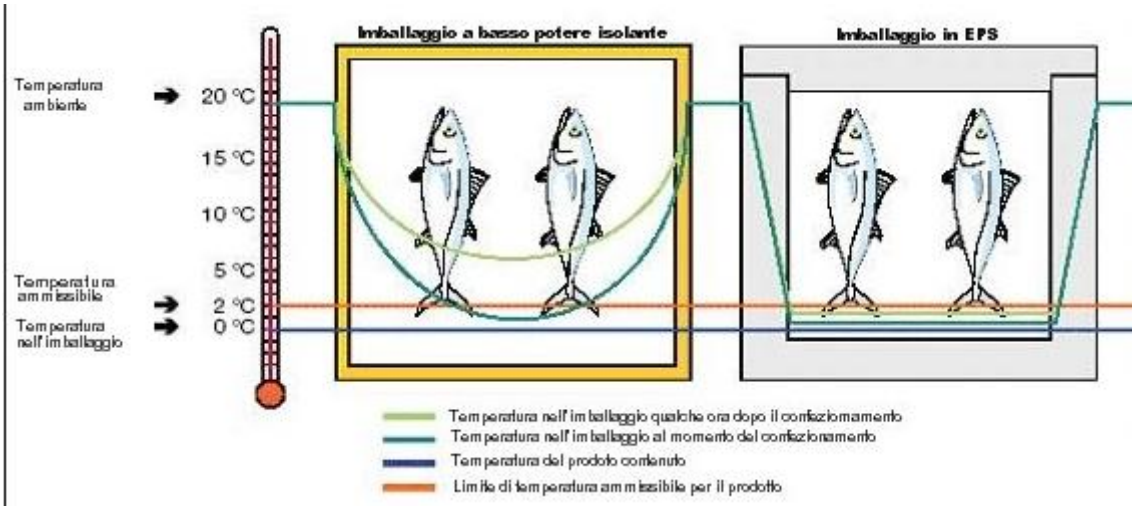
Un settore agroalimentare nel quale l'EPS risulta il materiale più usato è quello della commercializzazione dei prodotti della pesca, principalmente grazie a tre funzioni svolte contemporaneamente: protezione isotermica, igienica e meccanica dagli urti durante la movimentazione, unitamente al fatto di essere riciclabile e concretamente riciclato.
Nelle forme più diverse (casse, contenitori, vassoi, plateau, vaschette, etc) il packaging in EPS è ampiamente utilizzato per i prodotti di mare, un settore alimentare che ne utilizza svariate migliaia di tonnellate e che, come per tutti i prodotti da imballo, è sottoposto ad una normativa, sia a livello europeo che nazionale.



Per quanto riguarda la necessità di provvedere all'evacuazione dell'acqua prodotta dalla fusione del ghiaccio utilizzato per la refrigerazione dei prodotti freschi, come richiesto dai regolamenti europei vigenti in materia, la realizzazione progettuale delle cassette prevede due modalità:

- presenza nella parte inferiore di un comparto separato come sistema di raccolta, in modo che l'acqua, ed eventualmente i liquidi fisiologici del pesce, percolino in esso e non rimangano a contatto con il prodotto. Il prodotto appoggia così su una superficie che presenta (come mostra la figura) delle fenditure-intagli di dimensioni ridotte (senza che ne pregiudichi le prestazioni) sufficienti allo scopo;

- rivestimento interno realizzato con un apposito materiale in grado di assorbire per la durata necessaria l'acqua di fusione del ghiaccio e altri liquidi.



Nell'ambito del processo normativo italiano UNI, in seno alla sottocommissione UNIPLAST SC 21 «Applicazioni di materie plastiche negli imballaggi», sono state elaborate molteplici norme specifiche per gli imballaggi in EPS (settore orto- florovivaistico, alimentare…).
In merito alla specifica applicazione delle cassette per il pesce, di recente è stato concluso il lavoro di revisione di alcune norme esistenti che ha portato alla pubblicazione della:

UNI 11579 (2015)
Materie plastiche - Cassette di polistirene espanso sinterizzato (EPS) per il trasporto e lo stoccaggio di prodotti ittici freschi - Dimensioni, requisiti e metodi di prova.

La norma, che ha sostituito la precedente versione denominata UNI 6427 (del 1969), specifica le dimensioni, le caratteristiche e i requisiti delle cassette di polistirene espanso sinterizzato (EPS) destinate al trasporto e allo stoccaggio di prodotti ittici freschi, eventualmente frammisti a ghiaccio, e i relativi metodi di prova.
Il panorama normativo vede anche la:
UNI 6426 (1969) *"Cassette paletizzabili per trasporto di pesce fresco. Dimensioni e modalità di sistemazione delle cassette su palette"*

3 LA CAPACITA' ISOLANTE DELL'IMBALLO IN EPS E LA SUA DETERMINAZIONE

Conducibilità termica del materiale e resistenza termica equivalente dell'imballo
La capacità isolante del contenitore termico può essere espressa dal parametro "resistenza termica equivalente dell'imballo" *Req,i*., considerando la conducibilità termica del materiale λ e lo spessore s.

Nel caso in cui le pareti dell'imballo abbiano un ugual spessore, la "resistenza termica equivalente dell'imballo" *Req,i* viene calcolata secondo la seguente formula semplificata:

$$R_{eq,i} = \frac{s}{\lambda} \quad [m^2K/W]$$

dove
- s=spessore parete imballo [m]
- λ= conducibilità termica del materiale [W/mK]

Nel caso in cui il contenitore termico sia realizzato con differenti spessori nelle diverse parti dell'imballo (fondo, coperchio, pareti laterali…) la resistenza termica equivalente *Req i* deve essere ponderata sulle superfici specifiche e calcolata con la seguente formula:

$$R_{eq,i} = \frac{\frac{s_1}{\lambda} \cdot A_1 + \cdots + \frac{s_6}{\lambda} \cdot A_6}{A_1 + \cdots + A_6} \quad [m^2K/W]$$

dove
- s1…s6 = spessori delle differenti parti dell'imballo [m]
- A1…A6 = superfici delle parti specifiche del contenitore (fondo, pareti laterali, coperchio…) valutate considerando le dimensioni esterne dell'imballo[m^2]
- λ= conducibilità termica del materiale [W/mK]

<u>Esempio di calcolo della resistenza termica equivalente di un contenitore termico</u>

- **Caso a: imballo con spessore pareti uguale**

Si considera una scatola per l'imballo di prodotti caseari realizzata in polistirene espanso sinterizzato (EPS) avente le seguenti dimensioni: (270 x 174) mm e 200 mm di altezza, con spessore di parete 15 mm.

Valore di conducibilità termica dell'EPS → λ_{EPS}= 0,036 W/mK

Applicando la formula secondo il paragrafo 8, la resistenza termica equivalente risulta: Req = 0,417 m^2K/W

- **Caso b: imballo con diversi spessori di parete**

Si considera una scatola per l'imballo di prodotti caseari realizzata in polistirene espanso sinterizzato (EPS) avente le seguenti dimensioni: (270 x 174) mm e 200 mm di altezza, con spessore di parete 15 mm tranne che per il fondo-base dell'imballo che possiede uno spessore di 30 mm.
Valore di conducibilità termica dell'EPS → λ_{EPS}= 0,036 W/mK
Applicando la formula secondo il paragrafo 8, la resistenza termica equivalente risulta: Req = 0,489 m^2K/W

- **<u>Calcolo semplificato del tempo di mantenimento del contenitore termico nel limite della temperatura idonea</u>**

Il contenitore isotermico 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 può essere eseguita mediante apposite prove sperimentali o ricorrendo a metodi analitici complessi di simulazione dinamica.
Di seguito si propone un calcolo semplificativo per valutare la capacità dell'imballo di mantenere una temperatura idonea 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.

Il calcolo è inserito in una specifica norma in fase di approvazione che permetterà di dichiarare l'idoneità di un imballo al mantenimento delle caratteristiche dei prodotti deperibili e per dichiarare la sostenibilità ambientale dell'imballaggio stesso. Il titolo della futura norma è:

- **prUNI XXXXX (n° da definire)** *"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"*

Il calcolo proposto permette di valutare la variazione (decadimento o innalzamento) della temperatura

Conoscendo le condizioni di trasporto e di immagazzinamento e il valore di conducibilità termica, caratteristico del materiale impiegato, è possibile effettuare un dimensionamento dell'imballo termoisolante.
Il calcolo fornisce un'analisi analitica semplificata del fenomeno dell'isolamento termico di un imballo considerando le condizioni iniziali di base, le caratteristiche dell'imballo stesso e il prodotto contenuto.
Un'analisi analitica semplificata del fenomeno dell'isolamento termico di un contenitore termico considerando le condizioni iniziali, le caratteristiche termiche del contenitore stesso e del prodotto contenuto, conduce alla seguente formula per la determinazione del tempo di variazione (decadimento o innalzamento) della temperatura all'interno del contenitore termico:

$$t = m_v \cdot c_v \cdot \frac{\frac{1}{\alpha} + \frac{d}{\lambda}}{A \cdot 3{,}6} \cdot \ln \frac{T_u - T_a}{T_u - T_e}$$

A	Superficie del passaggio calore	m^2	Superficie interna
T_a	Temperatura della merce imballata all'inizio del tempo di isolamento termico	°C	Temperatura al momento dell'imballo
T_e	Temperatura della merce imballata alla fine del tempo di isolamento termico (temperatura massima ammissibile del prodotto contenuto)	°C	Temperatura al momento rilevato
T_i	Temperatura all'interno dell'imballo	°C	
T_u	Temperatura ambiente media	°C	
c_v	Calore specifico della merce spedita	KJ/(Kg K)	
m_v	Massa prodotto imballato	Kg	
t	Tempo di isolamento termico	h	
$1/\alpha$	Resistività termica su entrambe le pareti dell'imballo	0,5 (m^2 K)/W	dove $R_{eq,i} = \frac{s}{\lambda}$ $[m^2K/W]$
λ	Conducibilità termica dell'espanso	W/(m K)	
d	Spessore pareti imballo	m	

What is the minimum thickness of EPS packaging without cooling element?

When transport and storage conditions are known, the EPS packaging characteristics needed to guarantee that the food product will not suffer as a result of thermal environment variations can be determined.

In cases where thermal gradient between the contents of the package and its surroundings decreases (in other words where the product's temperature moves towards that of its surroundings if a cooling element is not placed inside the packaging with the product), the duration of thermal insulation which separates the moment at which the temperature of the product is θ_0 from the moment at which the temperature of the product is θ_1 can be calculated with the following formula.

Calculation of EPS packaging thickness – WITHOUT cooling element –

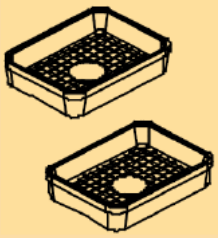
$$\Delta t = m_p \cdot c_p \cdot \left(\frac{\frac{1}{\alpha} + \frac{e}{\lambda}}{S \cdot 3{,}6} \cdot \ln \frac{\theta_e - \theta_0}{\theta_e - \theta_1} \right)$$

$$\text{so, } e = \lambda \left(\frac{\Delta t \cdot S \cdot 3{,}6}{m_p \cdot c_p \cdot \ln \frac{\theta_e - \theta_0}{\theta_e - \theta_1}} - \frac{1}{\alpha} \right)$$

Δt = thermal insulation duration between θ_0 and θ_1 – hours
m_P = packaged product weight – kg
c_P = packaged product specific heat capacity – kJ/(kg.K)
α = heat transfer resistance – W/(m². K)
e = EPS packaging wall thickness – m
λ = packaging material thermal conductivity – W/(m.K)
S = EPS packaging internal surface – m²
θ_e = room temperature – °C
θ_0 = product's initial temperature – °C
θ_1 = product's final temperature after Δt time – °C

Example 1: Application of minimum thickness calculation to an EPS box used as packaging for 500g of sausage meat in order to accommodate ruptures in the cold chain lasting no longer than 45 minutes.

	Basis for calculation	Value	Unit of measurement
Δt	Duration of ruptures in the cold chain	0.75	h
m_P	sausage meat packaged weight	0.500	kg
c_P	sausage meat specific heat capacity	2.13	kJ/(kg.K)
α	heat transfer resistance of an EPS wall in contact with air	2	W/(m². K)
λ	EPS thermal conductivity with 25g/l (at + 10°C) density	0.034	W/(m. K)
S	EPS packaging internal surface (size in mm: 165 x 120 x 35)	0.06	m²
θ_e	expected room temperature during breaks in the cold chain	+20	°C
θ_0	sausage meat initial temperature at packaging	±0	°C
θ_1	sausage meat final allowable temperature (by order of 20/07/98)	+4	°C



$$e = 0{,}034 \cdot \left(\frac{0{,}75 \cdot 0{,}06 \cdot 3{,}6}{0{,}500 \cdot 2{,}13 \cdot \ln \frac{20-0}{20-4}} - \frac{1}{2} \right)$$

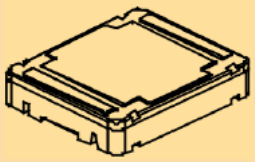
e = 0,006 m

Therefore EPS Packaging wall thickness must be at least **6mm**

How long does thermal insulation last in an EPS packaging with cooling element?

Example 2: Application of thermal insulation period to an EPS box used as packaging for 6kg of fresh fish with 2kg of ice.

	Basis for calculation	Value	Unit of measurement
e	average thickness of EPS packaging walls	0.02	m
m_g	quantity of ice used to chill the fresh fish	2	kg
c_g	ice heat of fusion	335	kJ/kg
α	heat transfer resistance of an EPS wall in contact with air	2	W/(m². K)
λ	EPS packaging thermal conductivity with 18g/l (at + 10°C) density	0.036	W/(m. K)
S	EPS packaging internal surface (size in mm: 380 x 320 x 100)	0.38	m²
θ_e	room temperature during storage	+20	°C
θ_1	EPS packaging internal temperature when filled with melting ice	±3	°C



$$\Delta t = 2 \cdot 335 \cdot \left(\frac{\frac{1}{2} + \frac{0{,}02}{0{,}036}}{0{,}38 \cdot 3{,}6} \cdot \frac{1}{20 - 3} \right)$$

Δt = 30.4 hours

Therefore EPS packaging provides **30 hours** of thermal insulation

A cooling element is often added to EPS packaging in order to increase the period of thermal insulation. The fish products sector generally uses melting ice.

In this case, as long as the ice has not totally melted, the thermal gradient between the content of the packaging and its surroundings stays constant (in other words, product temperature is maintained until the ice has not totally melted).

If transport and storage conditions are known, the period of thermal insulation expected from EPS packaging can be determined. This period corresponds to however long it takes for the ice to melt totally. This can be calculated with the following formula.

Calculation of the period of thermal insulation expected from an EPS packaging – WITH cooling element –

$$\Delta t = m_g \cdot c_g \cdot \left(\frac{\frac{1}{\alpha} + \frac{e}{\lambda}}{S \cdot 3{,}6} \cdot \frac{1}{\theta_e - \theta_i} \right)$$

Δt = thermal insulation period – hours
m_g = cooling element weight – kg
c_g = cooling element heat of fusion – kJ/kg
α = heat transfer resistance – W/(m². K)
e = EPS packaging wall thickness – m
λ = packaging material thermal conductivity – W/(m.K)
S = EPS packaging internal surface – m²
θ_e = room temperature – °C
θ_i = *EPS packaging internal temperature when filled with cooling element* – °C

Use of alignment chart to calculate wall thickness:

1 – Calculate the value of ratio $\frac{\theta_e - \theta_1}{\theta_e - \theta_0}$

2 – Choose the corresponding curve

3 – Read on the diagram the value of wall coefficient c_e relative to the period of thermal insulation Δt needed for your products.

Your EPS packaging thickness corresponds to: $e = c_e \cdot \frac{S}{m_p \cdot c_p} - 0{,}0175$

Calculation based on Example 1 from previous page:

Ratio $\frac{\theta_e - \theta_1}{\theta_e - \theta_0} = \frac{20 - 4}{20 - 0} = 0{,}8$

Chose the red curve 0,8

If Δt = 0,75, the diagram shows that : $c_e = 0{,}42$

S = 0.06 m_p = 0.500 C_p = 2.13

The EPS packaging thickness corresponds to: $e = 0{,}42 \cdot \frac{0{,}06}{0{,}500 \cdot 2{,}13} - 0{,}0175$

e = 0.006 m, **so e = 6 mm**

Use of alignment chart to calculate insulation period:

1 – Calculate the value of wall coefficient $c_e = (e + 0{,}0175) \cdot \frac{m_p \cdot c_p}{S}$

2 – Calculate the value of ratio $\frac{\theta_e - \theta_1}{\theta_e - \theta_0}$

3 – Choose the corresponding curve

4 – Read on the diagram the period of thermal insulc Δt corresponding to the calculated value of wall coefficient c_e.

(Application à l'emballage de 8 kg de fromage avec

S = 0,36 m² m_p = 8 kg c_p = 2,85 kJ/(kg.K) e = 0,02 r
θ_e = + 20°C θ_0 = ± 0°C θ_1 = + 10°C

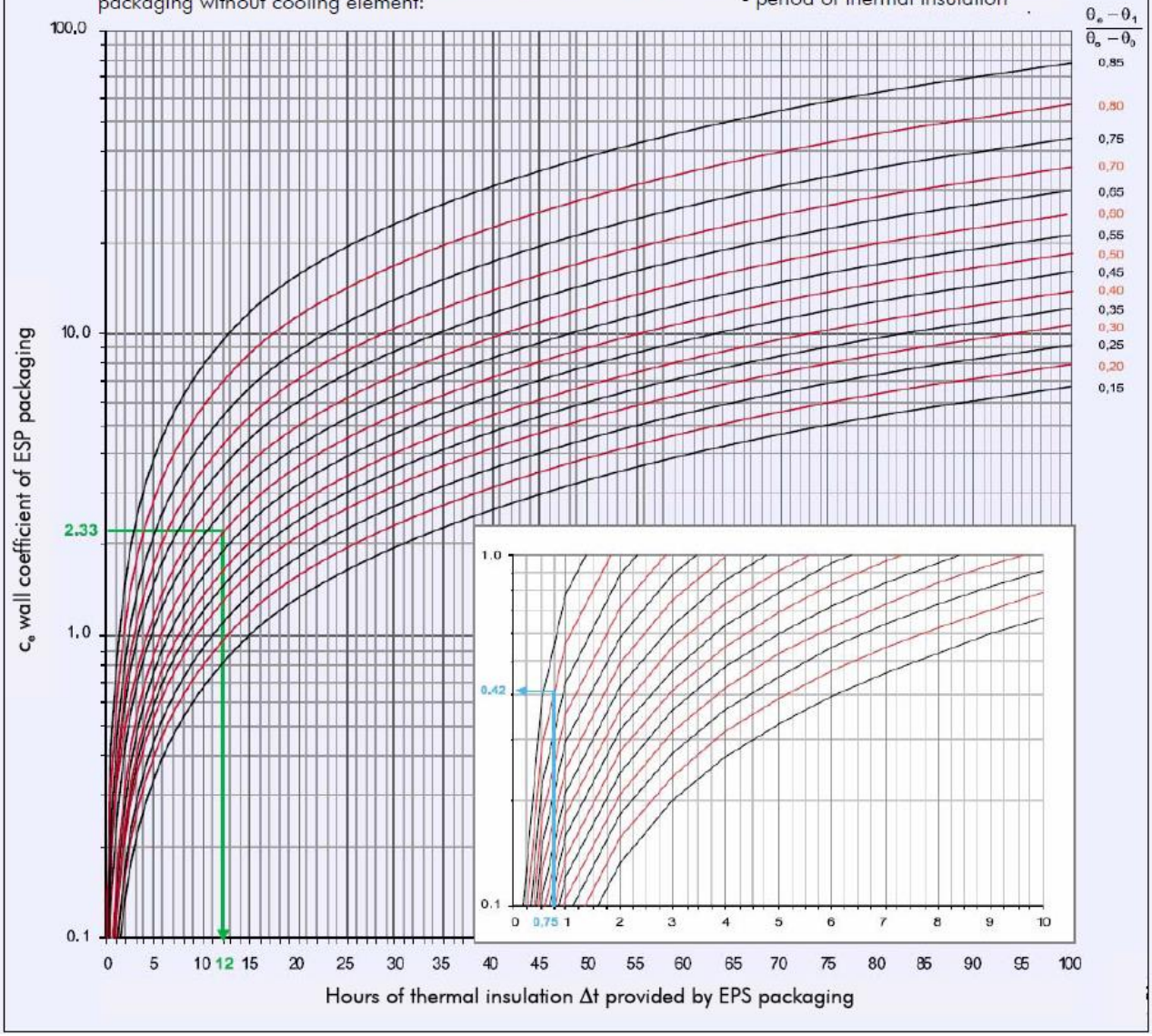
$c_e = (0{,}02 + 0{,}0175) \cdot \frac{8 \cdot 2{,}85}{0{,}36} = 2{,}3$

$\frac{\theta_e - \theta_1}{\theta_e - \theta_0} = \frac{20 - 10}{20 - 0} = 0{,}5$

Therefore the diagram shows a period of thermal insulation of: Δt = 12 hours

Alignment chart used to calculate the following values for an EPS packaging without cooling element:

- minimum wall thickness
- period of thermal insulation

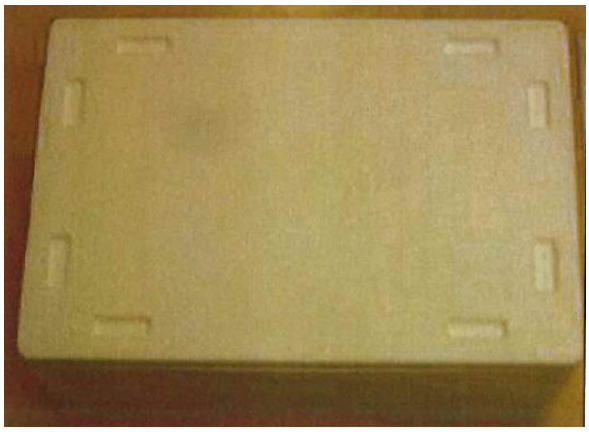


4 PROVE SPERIMENTALI

Di seguito si riportano i dettagli principali di alcune prove sperimentali condotte per determinare la capacità dei contenitori in EPS di mantenere la temperatura della merce in essa imballata a valori appropriati.

- **PROVA A (2014):** POLITECNICO DI MILANO - Dipartimento di chimica, materiali ed ingegneria chimica "G. Natta"**:** Laboratorio prove polimeri politecnico

Imballi in EPS testati: scatole in EPS per il trasporto delle mozzarelle (dimensioni: 38 x 27 x 17 cm)



L'imballo in EPS testato ha uno spessore medio di 0,016 m ed è caratterizzato da un valore sperimentale di conducibilità termica misurata con norma UNI EN 12667 a 10°C di 0,033 W/mK e con una resistenza termica R = 0,484 m2K/W

Test: Variazione temperatura con camera climatizzata

Scatola contenente 6 Kg di mozzarella + liquido di conservazione

Prove effettuate con variazione di temperatura:

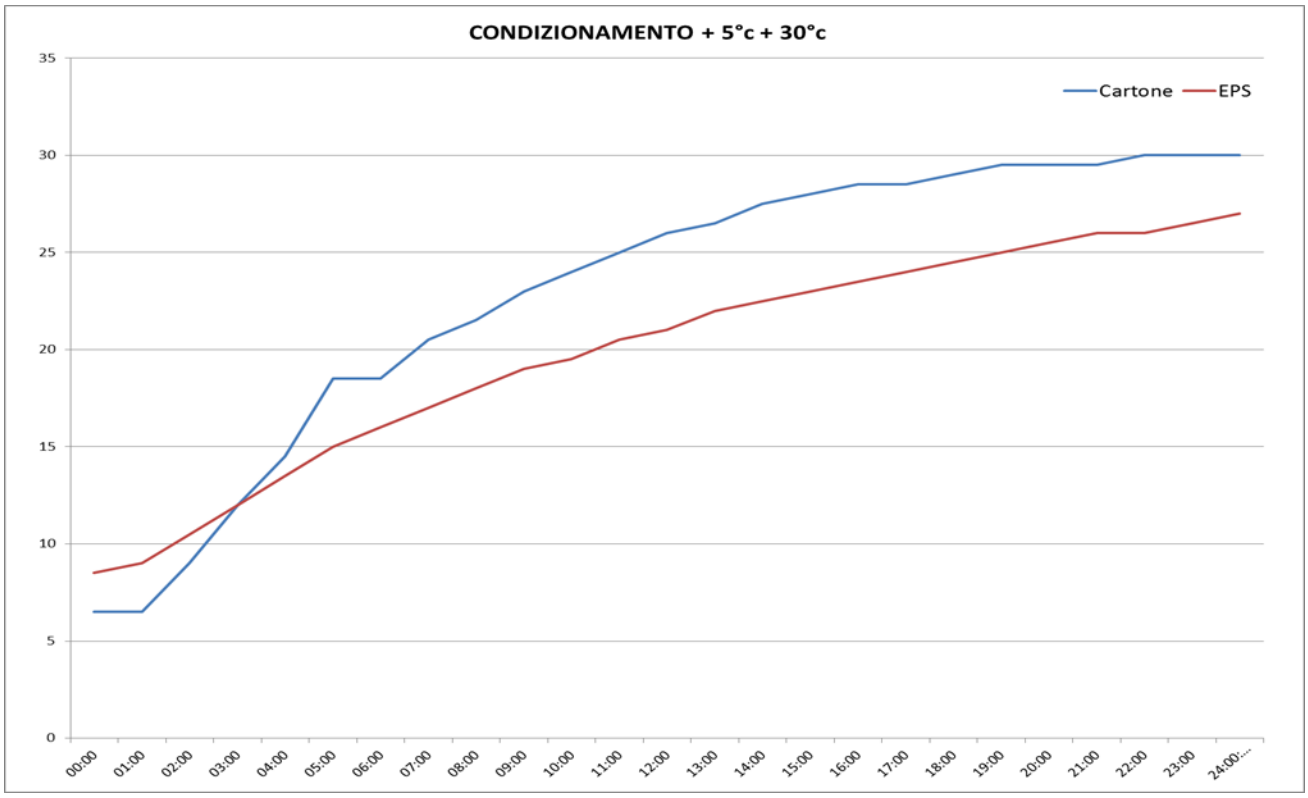
- ✓ Da + 12 °C a + 5°C (in 24 h)
- ✓ Da + 5 °C a + 30°C (in 24 h)
- ✓ Da + 5 °C a + 20°C (in 24 h)
- ✓ Da + 5 °C a - 5°C (in 24 h)

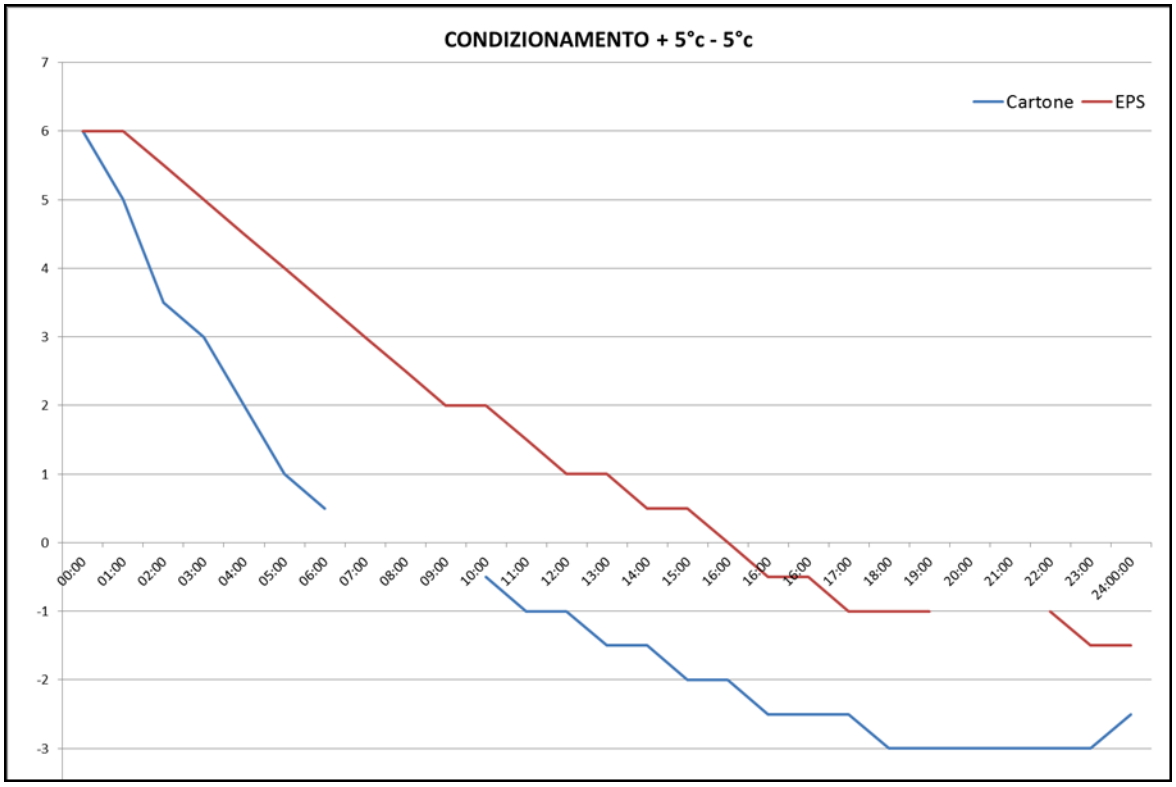
Tutti i campioni sono stati condizionati in modo da portare l'imballo alla temperatura prevista.

Le prove di maggior interesse per verificare una corretta conservazione sono:

- da + 5 °C a + 30°C (in 24 h)
- da + 5 °C a - 5°C (in 24 h)

Di seguito si riportano i grafici relativi alle due prove che specificano gli andamenti della temperature della mozzarella





I grafici evidenziano come l'imballo in EPS mantenga, per un tempo maggiore, il prodotto in esso contenuto a condizioni più idonee alla conservazione dell'alimento stesso.

→ Trasporto / consegna locale

Non è necessario utilizzo di furgoni refrigerati, ma solo isolati, in quanto cassetta EPS con 6 Kg di mozzarella mantiene la temperatura del prodotto per 6 ore nel range di temperature ammesse dalle disposizioni normative.

- **Prova di decadimento termico su contenitori isotermici in EPS per il trasporto di alimenti secondo UNI EN 12571**

La prova è stata effettuata presso il laboratorio "SSICA - Stazione sperimentale per l'industria delle conserve alimentari in Parma".

Le prove sono state effettuate secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN 12571 (1999) "Materiali ed articoli in contatto con gli alimenti - Unità di trasporto per contenitori per la ristorazione collettiva contenenti alimenti preparati - Requisiti di temperatura ed igiene e metodi di prova".
La norma permetti di dichiarare l'idoneità dei contenitori in EPS per il trasporto di alimenti sia in regime di caldo che in regime di freddo.
La norma specifica i requisiti di temperatura ed igiene e i metodi di prova per unità di trasporto su brevi distanze per contenitori per la ristorazione collettiva contenenti alimenti preparati.

I risultati sono considerati positivi se le temperature del contenuto dei contenitori test rimangono all'interno dei valori indicati dalla norma durante il periodo di 3 ore. Tali valori sono:

1. **Regime di freddo**
- temperatura iniziale di riferimento: 3 °C
- temperatura finale di riferimento: 7 °C
2. **Regime di caldo**
- temperatura iniziale di riferimento: 65 °C
- temperatura finale di riferimento: 75 °C

Le "unità di trasporto", così come designate dalla norma stessa, che sono state testate, sono dei contenitori isotermici in EPS caratterizzati dalle seguenti dimensioni esterne (L x P x A): 605 x 400 x 285 mm.

Condizioni del test: Le unità di trasporto sono state precondizionate per 24 h in una cella termostatica ad una temperatura media di circa 25 ± 0,5 °C e posizionate a 0,20 m dal pavimento della cella. La verifica della temperatura dell'unità di trasporto è stata effettuata mediante un termometro ad infrarossi BAMR mod. 8889 (risoluzione 0,1 °C, accuratezza ± 2%).

Preparazione dei test: sono stati utilizzati contenitori test in acciaio inossidabile di uguale dimensione, che sono stati distribuiti in maniera omogenea all'interno dell'unità di trasporto in modo tale che il rapporto tra il carico test e il volume interno dell'unità fosse uguale 50 ± 5%.
I contenitori sono stati riempiti di acqua e, insieme ai coperchi, sono stati precondizionati a un temperatura

a) 2°C più alta della temperatura iniziale di riferimento per le prove a caldo;
b) 2°C più bassa della temperatura iniziale di riferimento per le prove a freddo.

Misura delle temperature

Le temperature sono state rilevate mediante il sistema di rilevazione e registrazione di temperatura miniaturizzato TempStich R Probe con sensore esterno (Tecnosoft), abbinato al programma di gestione dei dati MTT (compatibile con la normativa 21 CFR Part11). La risoluzione del sensore è 0,03°C, con un'accuratezza ±0,25 °C. la rilevazione della temperatura è stata effettuata ogni minuto.
Sono state posizionate 3 sonde all'interno di tre contenitori test, mentre una sonda è stata utilizzata per la registrazione della temperatura della cella termostatica

Risultati

- **Decadimento termico in regime di freddo**

In figura 1 si riportano i tracciati delle temperature registrate all'interno dei contenitori test nell'arco delle tre ore previste dalla norma.

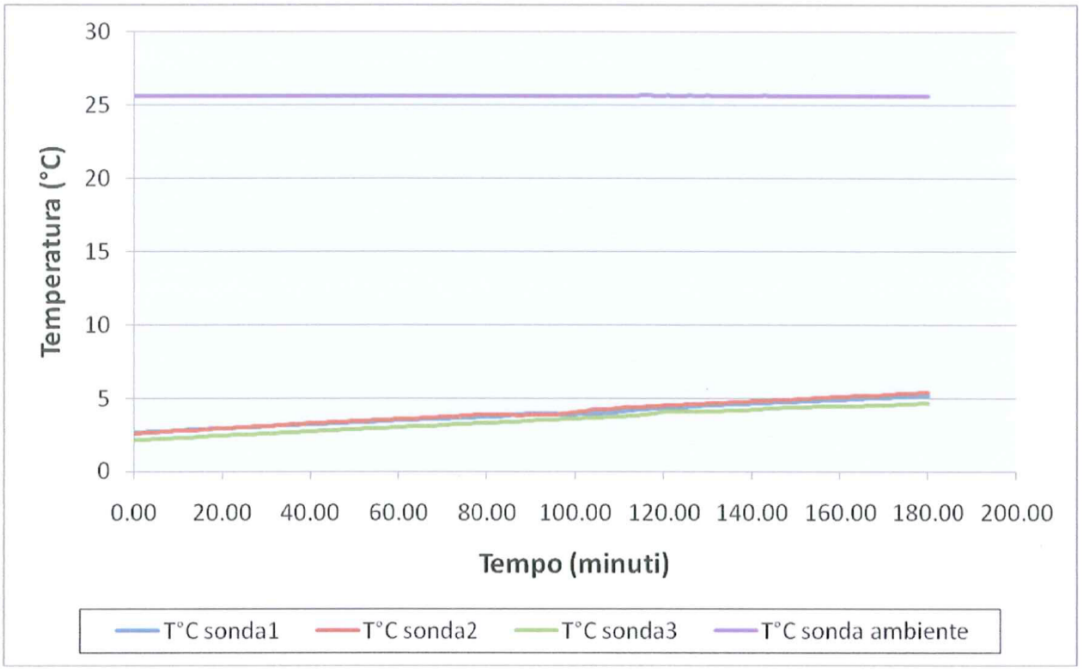


Figura 1. Andamento delle temperature nei contenitori test durante le prove di decadimento termico in regime di freddo.

La temperatura dell'ambiente in cui è stata condotta la prova è rimasta sempre intorno a 25,6°C. Come si può notare dai dati riportati nella tabella seguente la differenza tra le temperature registrate all'inizio e alla fine (ΔT) è risultata compresa tra 2,5 e 2,8 °C, e comunque al termine delle tre ore non ha superato 5,5,°C.

sonda	T iniziale [°C]	T finale [°C]	Δ [°C]
1	2,66	5,12	2,46
2	2,60	5,39	2,79
3	2,17	4,66	2,49

Data la velocità di aumento della temperatura registrata nel periodo considerato (andamento lineare con valore medio di circa 0,014°C/min) si può ritenere che *il valore soglia di attenzione (7°C) possa essere superato in un tempo non inferiore a 4,5 ore, anche partendo da una temperatura di 3°C.*

- **Decadimento termico in regime di caldo**

In figura 2 sono riportati i tracciati delle temperature registrate all'interno dei contenitori test nell'arco delle tre ore previste dalla norma.

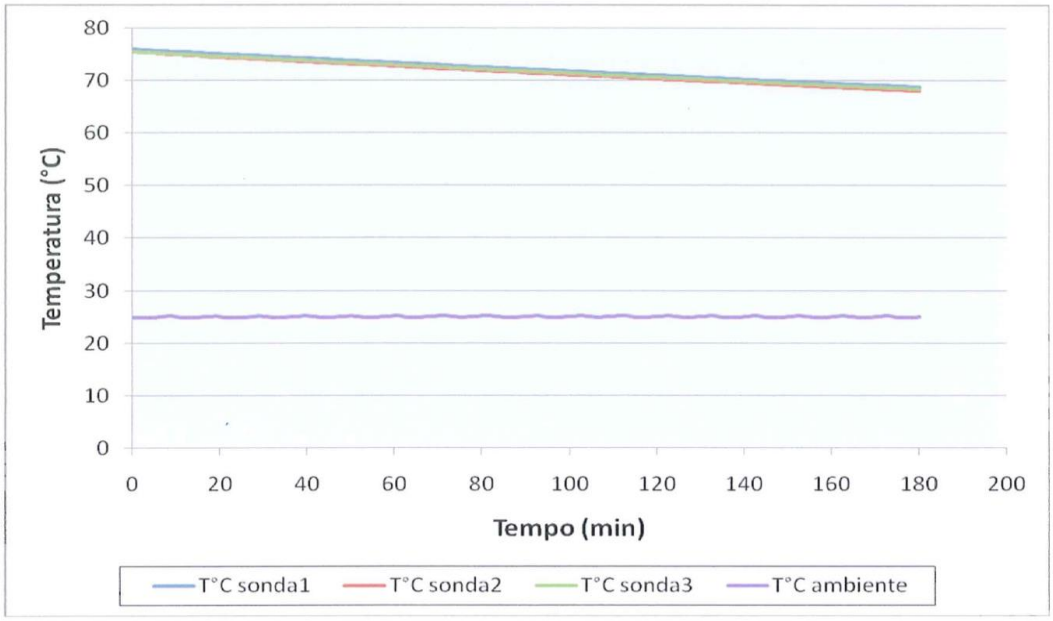


Figura 2. Andamento delle temperature nei contenitori test durante le prove di decadimento termico in regime di caldo.

E' riportata anche la registrazione della temperatura dell'ambiente in cui sono state condotte le prove. La temperatura media è stata di 25,03°C, con un massimo a 25,15 °C e un minimo a 24,95 °C.

Le temperature registrate dalle 3 sonde sono rimaste abbondantemente all'interno del valore di riferimento fanale previsto dalla norma nell'arco delle 3 ore di prova, come evidenzia la tabella seguente.

sonda	T iniziale [°C]	T finale [°C]	Δ [°C]
1	76,02	68,73	7,29
2	75,54	67,99	7,55
3	75,49	68,48	7,11

5 RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI

E' in fase di approvazione una nuova norma che permette di dichiarare l'idoneità di un imballo al mantenimento delle caratteristiche dei prodotti deperibili e per dichiarare la sostenibilità ambientale dell'imballaggio stesso. Il titolo della futura norma è:

- **prUNI XXXXX (n° da definire)** *"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"*

- **UNI 11579 (2015) "***Materie plastiche - Cassette di polistirene espanso sinterizzato (EPS) per il trasporto e lo stoccaggio di prodotti ittici freschi - Dimensioni, requisiti e metodi di prova."*

- **UNI 6426 (1969)** *"Cassette paletizzabili per trasporto di pesce fresco. Dimensioni e modalità di sistemazione delle cassette su palette"*

- **UNI EN 12571 (1999)** Materiali ed articoli in contatto con gli alimenti - Unità di trasporto per contenitori per la ristorazione collettiva contenenti alimenti preparati - Requisiti di temperatura ed igiene e metodi di prova

- **UNI EN 12546 (parte 1, 2, 3)** Materiali ed articoli in contatto con gli alimenti. Contenitori isolanti per uso domestico. Specifiche per recipienti isolanti, bottiglie e caraffe isolanti, per borse e scatole isolanti e per contenitori termici

Trasporto in regime di temperatura controllata – ATP per alimenti deperibili: (A.T.P. = Accord Transport Perissable) accordi sui trasporti internazionali delle derrate deteriorabili e dei mezzi speciali da utilizzare per questi trasporti".
La Norma ATP prescrive i tipi di alimenti deperibili da trasportare in regime di temperatura controllata e le temperature alle quali devono essere effettuati i trasporti frigoriferi e refrigerati, questi limiti sono in sintonia con quelli fissati dal Ministero della Sanità (D.P.R. n° 327/1980 e D.M. 12.10.81)
La normativa ATP ha assunto valore legislativo dal 1977 e vede dal un lato la competenza del Ministero dei Trasporti e della Navigazione per quanto riguarda le verifiche tecniche di collaudo tramite gli Uffici Provinciali M.C.T.C., mentre l'aspetto igienico sanitario è in capo al Ministero della Sanità, tramite le A.S.L..

"Pacchetto igiene": disposizioni in materia di sicurezza alimentare e igiene degli alimenti.
Reg. (CE) 852/2004) inerenti l'igiene dei prodotti alimentari e il regolamento europeo n°853/2004 che tratta degli alimenti di origine animale (oltre ai prodotti della pesca), e facendo riferimento all'imballaggio degli stessi.

AIPE
Associazione Italiana Polistirene Espanso

L'AIPE è l'Associazione Italiana Polistirene Espanso costituita nel 1984 per promuovere e tutelare l'immagine del polistirene espanso sinterizzato (o EPS) di qualità e per svilupparne l'impiego.

Le aziende associate appartengono sia al settore della produzione delle lastre per isolamento termico che a quello della produzione di manufatti destinati all'edilizia ed all'imballaggio. Fanno parte dell'AIPE le aziende produttrici della materia prima, il polistirene espandibile, fra le quali figurano le più importanti industrie chimiche europee. Un gruppo di soci è costituito dalle aziende fabbricanti attrezzature per la lavorazione del polistirene espanso sinterizzato e per la produzione di sistemi per l'edilizia.
Attraverso le aziende associate e le realtà a loro collegate AIPE copre l'80% del mercato nazionale, stimato nel 2012 in 125.000 tonnellate con circa 6.000 professionisti coinvolti.
A livello internazionale l'associazione rappresenta l'Italia in seno all'EUMEPS – European Manufacturers of Expanded Polystyrene, organizzazione europea che raggruppa le associazioni nazionali dei produttori di EPS - tra i fondatori del network INEPSA (International EPS Alliance) che garantisce il recupero e il riciclo di imballi e scarti in polistirene a livello mondiale. In Europa l'EPS copre circa il 35% del mercato relativo all'isolamento termico e l'industria del polistirene impiega oltre 55.000 lavoratori.

L'EPS è un polimero resistente, versatile, leggero e sicuro per chi lo lavora e per l'utente finale. Mantiene inalterate nel tempo le sue eccellenti proprietà isolanti che, unite ad un rapporto costo/beneficio altamente competitivo sia dal punto di vista ambientale che economico, lo rendono la migliore soluzione per l'isolamento termico e acustico in edilizia e per l'imballaggio di prodotti alimentari, industriali, orto-frutticoli e farmaceutici.

Utilizzando vari strumenti (libri, CD, documenti, convegni, corsi, sito Web, contatti diretti), e collaborando all'attività normativa e legislativa per i settori della termica, ambiente, riciclo, acustica, fuoco, l'associazione si pone inoltre come punto di riferimento qualificato e fonte di formazione e informazione per tutti gli attori del mercato, aziende, utenti, progettisti, nonchè per i media e per l'opinione pubblica.
I principali obiettivi di AIPE sono sostenere e promuovere l'EPS di qualità attraverso molteplici attività svolte ogni anno con il prezioso sostegno delle aziende associate divise per specifici Gruppi di Lavoro (Cappotto, SAAD Sistemi costruttivi in EPS ad armatura diffusa, Sistemi e Componenti per l'Edilizia, Macchine e Imballaggio).

www.aipe.biz - aipe@epsass.it

*A livello internazionale l'AIPE rappresenta l'Italia in seno all' **EUMEPS***
European Manufacturers of Expanded polystyrene