TI SKIN

QUADERNO TECNICO GENERALE

Il documento tecnico di riferimento del sistema TI-SKIN®: ricerca, case study, calcoli e simulazioni, certificazioni, garanzia, norme di sicurezza, soluzione tecnica, tipologie di posa e FAQ.

«The most intelligent, the cleanest, the cheapest, and the greenest energy is the energy we do not consume.»

BY PURE ORGANICA CORP.
PARTNER SYNDEGO ITALIA S.R.L.

INDICE DEL DOCUMENTO

Undici paragrafi per l'intero ciclo tecnico del sistema TI-SKIN

01	**La filiera** — Pure Organica Corp. · Syndego LLC · Syndego Italia S.r.l.	pag. 3
02	**Case study e case history** — progetti di ricerca · installazioni e risultati	pag. 4
03	**Calcoli** — simulazione termica statica e dinamica · la simulazione termodinamica	pag. 10
04	**Certificazioni** — resistenza al fuoco USA ed Europa · certificazioni termiche	pag. 12
05	**Assistenza autorizzata** — premessa · formazione	pag. 14
06	**Garanzia** — condizioni e termini di garanzia	pag. 15
07	**Norme generali di sicurezza** — uso, movimentazione, smaltimento, scheda di sicurezza	pag. 16
08	**La soluzione tecnica** — PCM, flusso termico, sfasamento, trasmittanza periodica, CAM	pag. 23
09	**Tipologia di posa** — applicazioni · manuale di posa del cappotto a secco	pag. 31
10	**Pubblicazioni, riconoscimenti e premi**	pag. 35
11	**FAQ** — le domande più frequenti	pag. 36

Nota all'edizione Pure Organica. Questo Quaderno Tecnico riprende e riorganizza la documentazione tecnica ufficiale del sistema TI-SKIN® (rev. 01). I contenuti scientifici — progetti di ricerca, calcoli, certificazioni, prescrizioni di sicurezza e di posa — sono riportati fedelmente; le sezioni societarie e di assistenza sono aggiornate alla filiera distributiva attuale. Le sezioni originali costituite da documenti in immagine (paper integrali, rapporti di prova, tavole di simulazione) sono qui presentate in forma di sintesi strutturata: i documenti integrali restano disponibili su richiesta a info@pureorganica.us.

Un solo documento, tutta la tecnica

Dalla ricerca universitaria alle istruzioni di cantiere: il Quaderno Tecnico è lo strumento di riferimento per progettisti, tecnici e partner commerciali del sistema TI-SKIN.

01 · LA FILIERA

Pure Organica Corp. · Syndego LLC · Syndego Italia S.r.l.

1.1 — UNA FILIERA INTERNAZIONALE PER UN PRODOTTO GLOBALE

Il sistema TI-SKIN® nasce da quasi un decennio di ricerca e sviluppo sui materiali a cambiamento di fase inorganici e sulle loro applicazioni in campo residenziale, industriale, sanitario e logistico. Il percorso tecnico ha portato a versioni successive dei pannelli isolanti dinamici, fino all'attuale generazione definitiva in termini di performance, durabilità, facilità di applicazione e sostenibilità ambientale. La distribuzione e lo sviluppo commerciale del sistema sono oggi affidati a una filiera internazionale dedicata.

Pure Organica Corp.

Società statunitense di business consulting & development con sede in Delaware. Sviluppa i mercati internazionali del sistema TI-SKIN e ne cura la presentazione tecnica e commerciale, partner Syndego Italia S.r.l.

Syndego LLC

Società statunitense titolare dei diritti di distribuzione del sistema TI-SKIN per il mercato nordamericano, dove il prodotto è applicato da anni in ambito scolastico, industriale e logistico.

Syndego Italia S.r.l.

Società italiana con sede ad Aosta, presidio tecnico e commerciale del sistema per l'Italia e l'Europa: progettazione termica, supporto alla posa, assistenza autorizzata e sviluppo delle soluzioni applicative.

1.2 — IL CONTESTO

Il bisogno di efficientamento energetico è in costante crescita: negli ultimi dieci anni i consumi per la climatizzazione sono raddoppiati, spinti anche dai cambiamenti climatici che hanno aumentato in modo esponenziale la domanda estiva e il discomfort degli ambienti abitativi e lavorativi. Il mercato richiede oggi materiali performanti e sostenibili sotto il profilo ambientale; le nuove normative europee su risparmio energetico ed emissioni hanno accelerato l'adozione di soluzioni innovative come TI-SKIN.

Più le condizioni climatiche sono difficili, meglio il sistema funziona: TI-SKIN è auto-adattivo rispetto all'energia termica esterna e interna agli edifici. Sono attivi contatti di filiera che spaziano dalle costruzioni e ristrutturazioni agli ambienti ad alto consumo energetico come i data center, fino alla gestione della temperatura negativa per l'industria della conservazione dei cibi. Un ambito applicativo specifico riguarda inoltre gli ambienti per l'allevamento: il benessere animale è un tema di grande rilievo etico e finanziario, con aree a clima estremo che registrano decessi prematuri di oltre il 20% degli animali allevati.

Un cambio di paradigma nella gestione dell'energia termica

Dall'isolamento statico all'involucro dinamico: TI-SKIN accompagna l'evoluzione normativa e tecnica del settore, un passo avanti rispetto alle soluzioni tradizionali.

02 · CASE STUDY – CASE HISTORY

2.1 Progetti di ricerca · 2.2 Installazioni e risultati

2.1 — PROGETTI DI RICERCA

Il sistema TI-SKIN è stato oggetto di numerosi progetti di ricerca condotti con università ed enti scientifici italiani e internazionali. In questo paragrafo se ne riportano i principali; i paper integrali, troppo estesi per essere riprodotti in questa sede, sono disponibili su richiesta.

Primo progetto – Controllo termico indoor di un locale di conservazione dell'olio EVO

«Environmental indoor thermal control of EVOO storage room with Phase Change Materials»

F. Barreca, P. Praticò — Dipartimento di Agraria, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria. Lo studio dimostra l'efficacia dei materiali a cambiamento di fase nel mantenere stabile la temperatura di un locale di stoccaggio dell'olio extravergine d'oliva, proteggendo le qualità organolettiche del prodotto senza impianti di climatizzazione attiva.

Secondo progetto – Mitigazione dei guadagni solari nei tetti ventilati in laterizio

«Solar gain mitigation in ventilated tiled roofs by using phase change materials»

M. Bottarelli (Università di Ferrara, Dip. di Architettura); F.J. González Gallero, I. Rodríguez Maestre (Universidad de Cádiz — Escuela Politécnica Superior de Algeciras); G. Pei (University of Science and Technology of China); Y. Su (University of Nottingham). La ricerca internazionale valuta l'inserimento di pannelli PCM nei tetti ventilati con copertura in tegole, quantificando la riduzione dell'onda termica solare trasmessa all'ambiente sottostante.

Il metodo. In entrambi i progetti le prestazioni sono state misurate su installazioni reali strumentate e confrontate con modelli di simulazione dinamica, secondo la prassi scientifica di validazione incrociata misura-modello.

2.1 — PROGETTI DI RICERCA · IL QUADRO COMPLETO

RICERCA E COMPLIANCE SCIENTIFICA

Oltre ai due studi principali, il sistema TI-SKIN e i suoi materiali sono stati oggetto dei seguenti progetti di ricerca con enti e università:

Progetto di ricerca	Ente
Realizzazione di un container NZEB per uso agricolo	Università Mediterranea di Reggio Calabria — Dip. di Agraria
Progetto SUSTANZEB: pannelli PCM accoppiati a isolante naturale (sughero) per edifici residenziali, commerciali e direzionali	Università della Calabria — Dip. di Energia
Riduzione della temperatura operativa dei pannelli fotovoltaici	Politecnico di Milano — Dip. di Energia
Test di un nuovo dispositivo per la caratterizzazione termica di materiali isolanti statici e dinamici	IUAV Venezia · ENEA — Dip. tecnologie per l'energia (Casaccia)
Applicazione di pannelli PCM per la gestione termica latente in ambiente controllato	ENEA — Laboratorio efficienza energetica (Palermo)
Pannelli PCM accoppiati a pareti attive con serpentine ad acqua per climatizzazione estiva e invernale ad altissima inerzia termica	ENEA — Laboratorio efficienza energetica (Palermo)
Progetto DEMO LIFE: edificio prefabbricato in legno per il trasferimento tecnologico di soluzioni innovative, isolamento realizzato con pannelli TI-SKIN	CNR di Pisa — Dip. TGV Integrated Technologies for the Quality of Living

STUDI ACCADEMICI SUI MATERIALI

- «Misura delle proprietà termiche equivalenti in materiali a cambiamento di fase (PCM) attraverso il metodo del termoflussimetro dinamico» — Politecnico di Torino, Dipartimento Energia.
- «Monitoraggio in opera del comportamento termico di un pannello contenente materiale a cambiamento di fase (PCM) installato sul tetto di un edificio» — Politecnico di Torino, Dipartimento Energia.
- «Environmental indoor thermal control of EVOO storage room with Phase Change Materials» — Università Mediterranea di Reggio Calabria, Dipartimento di Agraria.
- «Solar gain mitigation in ventilated tiled roofs by using phase change materials» — Università di Ferrara, Universidad de Cádiz, University of Science and Technology of China, University of Nottingham.

La scienza prima del mercato

Università, politecnici, ENEA e CNR: ogni prestazione dichiarata del sistema TI-SKIN poggia su misure indipendenti e pubblicazioni scientifiche.

2.2 — INSTALLAZIONI E RISULTATI

EDIFICI SCOLASTICI – CALIFORNIA, USA

Programma di efficientamento su **10 sedi scolastiche** di distretti della California (contee di Riverside, San Diego, San Bernardino, Santa Cruz e Lake), con l'obiettivo di identificare una tecnologia di risparmio energetico «next generation» con payback di 3–4 anni.

Soluzione

Posa di materassini PCM sopra i pannelli dei controsoffitti, installazione notturna, circa 3–5 ore per sede. Superficie media per sede: 480 m². Baseline: 24 mesi di bollette 2016/17; verifica: 4 mesi di consumi post-installazione, normalizzati sul clima con i gradi-giorno di riscaldamento e raffrescamento.

Risultati misurati

- ≈ **28%** di risparmio sull'energia HVAC totale (gas ed elettricità per riscaldamento, raffrescamento e ventilazione)
- **19%** di risparmio sul gas per riscaldamento nelle sedi a gas
- ≈ **10–15%** di riduzione dell'energia totale degli edifici

SEDI
10
scuole in 5 contee californiane

RISPARMIO HVAC
28%
normalizzato sui gradi-giorno

RISPARMIO GAS
19%
nei periodi di riscaldamento

POSA
3-5 h
per sede, di notte, senza interrompere le lezioni

Metodo di misura. I risultati confrontano il periodo con PCM con la media dello stesso mese nei due anni precedenti, sede per sede: il confronto pre/post su tutte le sedi (kBtu totali per grado-giorno) mostra riduzioni costanti sia sui siti elettrici che su quelli a gas. Obiettivi di progetto raggiunti.

2.2 — INSTALLAZIONI E RISULTATI

STABILIMENTO MANIFATTURIERO – GRUPPO FORTUNE 500, USA

Stabilimento produttivo di una società Fortune 500 con requisiti stringenti sul movimento dell'aria e forti problemi di stress termico per lavoratori e produzione: il carico termico di forni, macchinari e processi faceva calare la produzione nei mesi caldi. Sono stati installati **221.000 sq ft (≈ 19.500 m²)** di materassini PCM all'intradosso della copertura metallica esistente.

Risultati

- Riduzione dei picchi di temperatura in stabilimento **oltre 11 °C**
- Riduzione media oraria di **4,5 °C** al livello dei lavoratori
- Il picco di 41 °C misurato nel luglio 2015 (senza PCM) è stato ridotto di oltre 9 °C in giornate climaticamente equivalenti
- Produzione costante tutto l'anno, senza aumento delle spese operative (HVAC o manutenzione)
- Netto miglioramento di comfort e produttività dei lavoratori

Verifica in doppio

Nel corso dell'estate 2017 le temperature orarie al livello dei lavoratori sono state rilevate anche in uno stabilimento gemello, a 4 ore di distanza, usato come baseline: il confronto ha mostrato forti riduzioni medie e di picco nello stabilimento trattato. Lo stabilimento di confronto ha poi installato il PCM a settembre 2017, e i risultati hanno aperto la strada ad altre due fabbriche del gruppo.

> **Dalla prima sede ad altre tre.** Il cliente ha registrato «il miglior mese estivo di produzione di sempre» dopo l'installazione, estendendo la soluzione ad altri siti del gruppo.

SUPERFICIE
19.500 m²
sotto copertura metallica

PICCO
−11 °C
riduzione temperatura di picco

MEDIA ORARIA
−4,5 °C
al livello dei lavoratori

MONITORAGGIO
8 punti
sonde a pavimento e soffitto, log continuo

2.2 — INSTALLAZIONI E RISULTATI

SALA RIUNIONI INDUSTRIALE · BIOEDILIZIA PASSIVE HOUSE

Sala riunioni – stabilimento industriale

Descrizione. Sala riunioni del management tecnico, in zona centrale dello stabilimento di controllo, verifica e logistica. Area 40 m², installazione all'interno del controsoffitto, baseline 12 mesi.

Problema. Carico termico dalle aree di stabilimento circostanti, forte presenza di persone e computer; climatizzazione con diffusori a soffitto e picchi termici dovuti allo start & stop continuo dell'impianto.

Soluzione. Posa di pannelli TI-SKIN 23 °C nel controsoffitto, con isolante termoriflettente da 6 mm sul lato superiore per schermare il PCM dall'ambiente sovrariscaldato.

Risultati. Riduzione drastica dei picchi termici e stabilizzazione della temperatura; maggiore comfort lavorativo; forte riduzione dell'uso dell'aria condizionata durante la presenza in sala e della CO_2 prodotta durante le riunioni.

> **Sperimentazione: 3 mesi** (dicembre–febbraio), dati di temperatura, umidità, CO_2 e rumore rilevati con il sistema industriale interno prima e dopo l'installazione, sopra e sotto il controsoffitto.

Bioedilizia – passive house certificata Minergie

Descrizione. Edificio passive house certificato Minergie, prefabbricato in legno con tecnologia X-LAM, conforme alle più restrittive norme su risparmio energetico e comfort. Nessun impianto di climatizzazione estiva; ricambio d'aria con impianto centralizzato.

Problema. Gestire il flusso termico estivo senza supporto impiantistico attivo, rigenerare l'energia termica autoprodotta nella stagione invernale e stabilizzare le temperature eliminando i picchi.

Soluzione. Pannelli TI-SKIN 23 °C nelle pareti e nel pacco tetto; quantità e temperatura di transizione calcolate con software dinamico su tutte e quattro le stagioni.

Risultati. Eliminazione dei picchi termici; temperatura stabile intorno a 23 °C in estate e 22 °C in inverno; riduzione dei consumi (nessun impianto estivo presente); comfort abitativo elevatissimo e riduzione delle emissioni di CO_2. I nodi costruttivi (parete esterna-solai, pareti interne-interpiano) sono stati progettati con la stratigrafia TI-SKIN integrata.

2.2 — INSTALLAZIONI E RISULTATI

ALLEVAMENTO SUINI – BENESSERE ANIMALE

Campo di sperimentazione per verificare l'effetto della temperatura ambientale sul rendimento dei suini in fase di crescita (da 23 a 57 kg). Fuori dalla **zona termica neutrale** (18–25 °C) l'animale consuma più mangime e cresce più lentamente; lo stress termico riduce la crescita di 35–57 g/giorno per ogni grado oltre il limite critico, con costi elevati di climatizzazione attiva. **Soluzione:** pannelli PCM 25 °C (85 Wh/m²) applicati a pareti e soffitto, installazione a vista realizzata in tempi molto brevi.

STAGIONE ESTIVA (1 MAG – 2 SET 2016) · SOLO VENTILAZIONE

Giorni con temperatura porcilaia	≥ 26°	≥ 27°	≥ 28°	≥ 29°
Senza PCM	55	42	32	19
Con PCM 25 °C	20	10	4	0
Riduzione stress termico	**64%**	**76%**	**88%**	**100%**

STAGIONE INVERNALE (18 SET – 22 GEN 2017) · ARIA CALDA

Giorni con temperatura porcilaia	≤ 17°	≤ 16°
Senza PCM	16	6
Con PCM 25 °C	3	0
Riduzione stress da freddo	**81%**	**100%**

PICCHI TERMICI

Eliminati

temperatura stabilizzata per la maggior parte dei periodi estivi e invernali

CONSUMI INVERNALI

–21%

riduzione dei consumi in fase invernale

ESTATE

0 clima

solo ventilazione, nessun utilizzo di aria condizionata

Perché conta. Nella zona termica neutrale l'animale converte il mangime in crescita in modo ottimale: mantenere la porcilaia dentro l'intervallo 18–25 °C con un materiale passivo significa più benessere animale, meno mangime sprecato e meno energia consumata.

03 · CALCOLI

Simulazione termica statica e dinamica · la simulazione termodinamica

3.1 — CALCOLI CON SOFTWARE DI SIMULAZIONE TERMICA STATICA

La componente statica del sistema TI-SKIN si verifica con i software di calcolo tradizionali (ex Legge 10). Due schede di calcolo reali (TerMus — componenti opachi, solai di copertura con pannello PCM) mostrano il punto essenziale: se il pannello viene rappresentato con la sola conducibilità statica dichiarata, il suo contributo alla stratigrafia risulta marginale; rappresentandolo con il **valore medio dinamico equivalente**, il calcolo restituisce il contributo reale del materiale.

Scheda di calcolo (solaio di copertura con pannello PCM)	U [W/m²K]	Y_{ie} [W/m²K]	Sfasamento	Fattore di attenuazione
Pannello PCM a **valori statici** (λ dichiarata 0,466 W/mK → R 0,043 m²K/W)	0,357	0,34	1,76 h	0,97
Pannello PCM al **valore medio dinamico** equivalente (R 13,33 m²K/W)	**0,070**	**0,01**	**10,83 h**	**0,11**

Schede TerMus (ACCA) su due stratigrafie di solaio di copertura con isolamento termico e pannello PCM; valori conformi all'Allegato A del D.lgs. 192/05. La verifica statica resta comunque parziale: descrive il comportamento a regime, non la capacità del PCM di accumulare e rilasciare calore nel ciclo giornaliero, che va valutata in regime dinamico (§ 3.2).

3.2 — CALCOLI CON SOFTWARE DI SIMULAZIONE TERMICA DINAMICA

Si riporta un estratto dei calcoli effettuati per il **CNR di Pisa** su un edificio DEMO per il trasferimento tecnologico delle tecnologie innovative. La verifica dell'involucro e dei consumi attesi è stata eseguita con **IDA ICE 4.8 Expert**; il modello è stato semplificato per zone climatiche attigue e simili, per esposizione e materiali d'involucro, riproducendo il più fedelmente possibile il modello fornito dall'Area della Ricerca CNR di Pisa. Sono state effettuate due simulazioni, estiva e invernale.

Conclusione 1 – Pareti perimetrali

Nelle pareti perimetrali è consigliata l'installazione del **TI-SKIN 23°**, compresa la zona del patio.

Conclusione 2 – Piano primo

Le grandi finestre apportano molta radiazione solare anche in inverno: si consiglia il **TI-SKIN 25°** nel controsoffitto (risolve le alte temperature del tardo pomeriggio estivo) con **free cooling notturno** tramite impianto aeraulico controllato.

GLI STANDARD DI VALIDAZIONE DI IDA ICE

Tutte le simulazioni sono eseguite con il software commerciale di simulazione dinamica IDA ICE v. 4.8, convalidato dai principali standard di settore: **ANSI/ASHRAE Standard 140-2004** · **CEN EN 15255-2007** e **EN 15265-2007** · **CEN EN 13791** · **International Energy Agency SHC Task 34** · **Technical Memorandum 33 (TM 33)**. IDA ICE utilizza un risolutore a passo variabile che regola automaticamente i timestep della simulazione, ottimizzando precisione e velocità.

3.3 — LA SIMULAZIONE TERMICA DINAMICA

DALLA PROGETTAZIONE TERMOSTATICA ALLA TERMODINAMICA

L'inserimento della tecnologia PCM nei sistemi costruttivi moderni genera inevitabilmente un cambio di paradigma, a partire dalla progettazione per arrivare alle molteplici soluzioni applicative che caratterizzeranno positivamente le nuove costruzioni e le nuove tecniche di ristrutturazione. Al centro dell'attenzione non c'è solo il risparmio energetico, ma anche e soprattutto il benessere abitativo e lavorativo.

Per questo motivo gli strumenti di progettazione termica attualmente utilizzati dalla quasi totalità dei professionisti non sono più adeguati: non sono in grado di contemplare soluzioni altamente innovative e performanti come il PCM. Si passa necessariamente da una soluzione statica a una dinamica, e anche la progettazione deve passare **da termostatica a termodinamica**, con software di simulazione capaci di restituire dati precisi sul comportamento degli involucri edilizi nelle 24 ore di ogni giorno dell'anno.

IDA ICE con algoritmi PCM

Il software IDA ICE, aggiornato con algoritmi specifici per il calcolo del PCM, permette di elaborare con precisione le stratificazioni di pareti e tetti integrate con pannelli PCM: temperatura operativa, flussi orari, attivazione della transizione di fase e fabbisogni stagionali, per ogni zona termica dell'edificio.

Simulazioni attendibili fino al 98%

La componente statica si calcola con gli strumenti tradizionali; il comportamento reale dell'involucro con TI-SKIN si progetta in regime dinamico. Syndego Italia affianca i progettisti nella modellazione IDA ICE dei propri edifici.

04 · CERTIFICAZIONI

Resistenza al fuoco USA ed Europa · certificazioni termiche Europa

4.1 — CERTIFICAZIONE RESISTENZA AL FUOCO USA

Test di comportamento al fuoco superficiale secondo **ASTM E84** («Surface Burning Characteristics of Building Materials»), eseguito da laboratorio indipendente accreditato (Commercial Testing Company, Georgia, USA). Risultati del rapporto di prova:

Parametro ASTM E84	Valore
Flame Spread Index (indice di propagazione di fiamma)	**5**
Smoke Developed Index (indice di sviluppo fumi)	**5**
Classificazione (NFPA 101 Life Safety Code)	**Class A** (FSI 0–25, SDI 0–450)

4.2 — CERTIFICAZIONE RESISTENZA AL FUOCO EUROPA

Prove di reazione al fuoco secondo **UNI EN ISO 11925-2:2020** (ignibilità con fiamma diretta, single-flame test) e **UNI EN 13238:2010** (condizionamento e substrati): su 6 provini, in entrambe le direzioni di taglio, **nessuna ignizione** né propagazione superficiale o sul bordo. Prova con attacco termico di singolo oggetto ardente (SBI) secondo **UNI EN 13823:2022**, laboratorio accreditato ACCREDIA: FIGRA 0,2MJ = 0–1 W/s · THR 600s = 0,3 MJ · SMOGRA = 0 m²/s² · nessun gocciolamento (DROP = No).

CLASSIFICAZIONE EUROPEA DI REAZIONE AL FUOCO — UNI EN 13501-1:2019

B - s1, d0

combustibilità molto limitata · produzione di fumo quasi nulla · nessun gocciolamento incandescente

Nota. I rapporti di prova integrali (USA ed Europa) sono documenti in formato originale dei laboratori: sono disponibili su richiesta a info@pureorganica.us.

4.3 — CERTIFICAZIONI TERMICHE EUROPA

PROVE TERMICHE E MARCATURA CE

Prove condotte sul pannello **TI-SKIN — Dynamic Insulating Panel** con i metodi di riferimento internazionali: ASTM E 1530:2019 e EN 12664:2002 (conducibilità termica con termoflussimetro e piastra calda con anello di guardia), DSC/MDSC per calore specifico (ISO 11357-1), ASTM E 903-12 / C 1371-15 / G 173-12 / E 1980-11 per riflettanza, emissività e indice SRI. Prove certificate da **Istituto Giordano** (resistenza e propagazione al fuoco) e **Certimac** (proprietà termiche statiche e dinamiche).

Conducibilità termica	Valore misurato
λ a 0 °C (fase solida)	0,346 – 0,407 W/mK
λ a 50 °C (fase liquida)	0,456 – 0,489 W/mK

Calore specifico (MDSC)	Valore misurato
tra –25 e –15 °C	1.039 – 1.161 J/(g·°C)
tra 40 e 70 °C	1.993 – 2.062 J/(g·°C)

Riflettanza ed emissività	Lato lucido	Lato opaco
Indice SRI medio	81	97
Riflettanza solare ρ	0,83	0,82
Emissività termica ε	0,05	0,58

Marcatura CE. L'obbligo di marcatura CE e DoP per i pannelli in materiali a cambiamento di fase è legato alla pubblicazione in GUUE dello standard europeo armonizzato di riferimento; i prodotti rispettano i requisiti regolatori UE e USA applicabili (Direttiva 2001/95/CE, D.lgs. 206/2005, UNI EN 13172:2012, UNI EN 13786:2009, UNI EN 10351, UNI EN ISO 6946 e correlate).

Certificato da enti terzi, in due continenti

Comportamento al fuoco Class A (USA) e B-s1,d0 (Europa); proprietà termiche misurate da laboratori accreditati con metodi ASTM, EN e ISO.

05 · ASSISTENZA AUTORIZZATA

Premessa · formazione del personale

5.1 — PREMESSA

L'assistenza autorizzata sul prodotto viene eseguita direttamente dalla filiera ufficiale — per l'Italia e l'Europa da **Syndego Italia S.r.l.**, per gli altri mercati dalla rete coordinata da **Pure Organica Corp.** — o da un tecnico abilitato e incaricato dalla stessa. In caso di necessità è possibile scrivere a **info@pureorganica.us**.

> NOTA
> AL RICEVIMENTO DEL PRODOTTO, PRIMA DI ESEGUIRE QUALSIASI OPERAZIONE, LEGGETE ATTENTAMENTE IL PRESENTE MANUALE.

Il presente manuale contiene le istruzioni per l'uso del materiale termico ed è composto da varie sezioni, ognuna delle quali tratta una serie di argomenti suddivisi in capitoli e paragrafi. La numerazione delle pagine è progressiva. Il manuale è destinato al soggetto preposto all'uso del prodotto ed è relativo alla sua vita tecnica dopo produzione e vendita. Nel caso in cui il prodotto venisse successivamente ceduto a terzi a qualsiasi titolo (vendita, comodato d'uso o altro), deve essere consegnato completo di tutta la documentazione.

5.2 — FORMAZIONE

Prima di iniziare qualsiasi operazione è necessario aver letto l'intero manuale e approfondito l'argomento relativo alle operazioni che si intendono effettuare. Questo manuale contiene informazioni di proprietà riservata e non può essere fornito a terzi, nemmeno parzialmente, per alcun uso e in qualsiasi forma, senza il preventivo consenso scritto del produttore.

Il produttore dichiara che le informazioni contenute in questo manuale sono congruenti con le specifiche tecniche e di sicurezza del materiale termico a cui il manuale si riferisce. Copia conforme del manuale è depositata nel fascicolo tecnico del prodotto, conservato presso il produttore, che non riconosce documentazione non prodotta, rilasciata o distribuita da sé stesso o da un suo mandatario autorizzato.

Il manuale, come tutto il fascicolo tecnico, sarà conservato a cura del fabbricante per il periodo previsto dalla legge. Durante tale periodo potrà essere richiesta copia della documentazione che accompagna il prodotto al momento della vendita; l'intero fascicolo tecnico resta disponibile esclusivamente per le autorità di controllo, che potranno richiederne copia. Trascorso tale periodo, sarà obbligo e cura di chi gestisce il prodotto accertarsi che prodotto e documentazione rispettino le leggi in vigore al momento del controllo.

06 · GARANZIA

Condizioni e termini di garanzia del prodotto

6.1 — GARANZIA

Le norme di garanzia hanno valore soltanto se il prodotto viene impiegato nelle condizioni d'uso previsto. Qualsiasi riparazione o modifica apportata al prodotto dall'utilizzatore o da ditte non autorizzate determina il decadimento della garanzia. La garanzia non si estende ai danni causati da imperizia o negligenza nell'uso, o da cattiva od omessa manutenzione. I prodotti venduti sono coperti da garanzia alle seguenti condizioni:

- **a)** La garanzia è valida per un periodo di 12 o 24 mesi a seconda del tipo di acquirente (giuridico o privato).
- **b)** La ditta produttrice si impegna a sostituire a propria discrezione le parti mal funzionanti o di errata fabbricazione, solo dopo un accurato controllo e riscontro di cattivo assemblaggio.
- **c)** Sono sempre a carico del compratore le spese di trasporto e/o spedizione in caso di errato utilizzo dei termini di garanzia.
- **d)** Durante il periodo di garanzia i prodotti sostituiti diventano di proprietà del produttore.
- **e)** Della garanzia può beneficiare solo l'acquirente originale che abbia rispettato le indicazioni di normale manutenzione contenute nel manuale. La responsabilità sulla garanzia scade nel momento in cui il proprietario originale ceda la proprietà del prodotto, oppure siano state apportate modifiche allo stesso.
- **f)** La garanzia non comprende danni derivati da eccessiva sollecitazione, come l'utilizzo del prodotto dopo la constatazione di un'anomalia, l'uso di metodi d'esercizio non adeguati o la mancata osservazione delle istruzioni d'uso e manutenzione.
- **g)** Il produttore non si assume alcuna responsabilità per eventuali difficoltà nella rivendita o nell'utilizzo all'estero dovute alle disposizioni in vigore nel Paese in cui il prodotto è stato venduto.
- **h)** Il prodotto o la parte difettosa devono essere consegnati a proprie spese alla ditta produttrice per la sostituzione, accompagnati dalla prova di acquisto (fattura, copia di avvenuto pagamento); in caso contrario la parte sostituita verrà addebitata all'acquirente.

Avviso — qualora si ritenesse necessario l'utilizzo della garanzia, indicare i seguenti dati: **1)** tipologia; **2)** data di acquisto (presentazione del documento di acquisto); **3)** descrizione dettagliata del problema.

NOTA

IL MANCATO RISPETTO DELLE MODALITÀ DI INTERVENTO E USO DEL PRODOTTO DESCRITTE NELLA PRESENTE DOCUMENTAZIONE COMPORTA IL DECADIMENTO DEI TERMINI DI GARANZIA.

07 · NORME GENERALI DI SICUREZZA

Avvertenze, uso, movimentazione, smaltimento e scheda di sicurezza

7.1 — AVVERTENZA

Qualora parte della documentazione fosse anche parzialmente mancante o illeggibile, consultare il produttore tramite la filiera autorizzata (info@pureorganica.us) prima di eseguire qualsiasi ulteriore operazione sul prodotto. In questo capitolo sono descritte le norme generali di sicurezza da osservare durante qualsiasi operazione eseguita con il materiale termico. Le procedure d'intervento devono essere eseguite rispettando sia le modalità di esecuzione indicate, sia le norme di sicurezza generali di questo capitolo; esse integrano le norme di sicurezza sul lavoro quando il materiale termico viene utilizzato in ambito professionale. Nazioni diverse possono avere normative di sicurezza diverse: nei casi in cui le norme della documentazione fossero in conflitto o riduttive rispetto a quelle della nazione in cui il prodotto viene commercializzato, le norme nazionali hanno valore prioritario.

NOTA

LA DITTA PRODUTTRICE NON PUÒ ESSERE RITENUTA IN ALCUN CASO RESPONSABILE DI INCIDENTI O DANNI CONSEGUENTI ALL'USO INAPPROPRIATO DEL PRODOTTO, NONCHÉ DALL'INOSSERVANZA ANCHE PARZIALE DELLE NORME DI SICUREZZA E PROCEDURE DI INTERVENTO DESCRITTE NELLA DOCUMENTAZIONE. La non osservanza delle norme d'uso e delle modalità di utilizzo e manutenzione contenute nel manuale determina inoltre l'annullamento dei termini di garanzia.

7.2 — DESCRIZIONE

Il prodotto è un materiale con proprietà termiche attive destinato alla stratificazione di tetti, pareti interne ed esterne, intercapedini e sottotetti, accoppiato a soluzioni isolanti statiche e applicato su costruzioni nuove o in modalità retrofit su costruzioni esistenti. La posa dei pannelli è sempre «a secco», salvo le versioni in cui il pannello sia già integrato in pannelli per posa con incollaggi o leganti in cemento. I pannelli TI-SKIN gestiscono flusso termico e trasmittanza termica (UNI EN 10077), trasmittanza termica periodica (UNI EN 13786) e conduttività termica (UNI EN 10351): riducono le dispersioni e stabilizzano le temperature dell'ambiente. Il materiale è disponibile in un'unica larghezza (50 cm) e diverse lunghezze per multipli di 120 cm.

Gamma	Temperature di transizione gestite
TI-SKIN COMFORT	10 °C · 15 °C · 18 °C · 20 °C · 23 °C · 29 °C
TI-SKIN COLD	–20 °C · –23 °C
TI-SKIN HEAT	48 °C

7.3 — DESTINAZIONE D'USO

Il materiale è destinato a più modalità di posa: nella stratificazione di pacchi tetto e di pareti perimetrali, accoppiato a isolante statico verso il lato interno o esterno, o inserito tra due isolanti statici secondo il calcolo dinamico progettuale; all'interno di intercapedini esistenti; in versione retrofit per sottotetti, controsoffitti o pareti interne attrezzate; in posa a secco di pareti ventilate interne o esterne, o in modalità cappotto termico se fornito accoppiato a un pannello isolante statico adatto a incollaggio o fissaggio a contatto con parete esistente (intonacabile). Grazie alle proprietà dei materiali a cambiamento di fase, i pannelli TI-SKIN permettono anche utilizzi diversi da quelli dei prodotti da costruzione.

7.4 — RISCHI RESIDUI

In fase di progettazione il produttore ha effettuato un'analisi dei rischi approfondita sul prodotto. Da tale analisi sono emersi rischi ineliminabili per loro natura, esaminati singolarmente: nel manuale sono enfatizzate le indicazioni su come evitarli. È perciò importante che chiunque debba utilizzare e manutenere il materiale termico abbia preventivamente letto il manuale. In particolare:

- È assolutamente **vietato apportare qualsiasi modifica al prodotto**. Qualsiasi danno a persone, animali o cose derivante dall'utilizzo del prodotto modificato impropriamente da un operatore non autorizzato solleva la ditta produttrice da ogni responsabilità.
- Conservare con cura il presente manuale, necessario per un corretto e sicuro utilizzo del prodotto.
- Se la struttura del materiale termico presenta rotture o danni a seguito di un urto accidentale, tali da renderlo pericoloso o presumerne l'impossibilità di utilizzo, contattare l'assistenza autorizzata e seguirne le indicazioni.
- Non mettere il prodotto a disposizione di bambini con scopi ludici: **non è un giocattolo**.
- Smaltire il materiale di imballaggio in conformità alla legislazione vigente nel territorio di utilizzo; non lasciare mai gli imballaggi a disposizione dei bambini.

> **Importante.** I pannelli, se installati in maniera corretta, non necessitano di manutenzione ordinaria. Per le soluzioni a secco i pannelli possono essere riutilizzati o comunque smaltiti in maniera ordinaria.

7.5 — MOVIMENTAZIONE

I prodotti in versione pannello vengono forniti in contenitori di cartone che ne preservano le caratteristiche durante stoccaggio e trasporto; rimuovere i contenitori e smaltirli nella raccolta carta e cartone. Al ricevimento controllare l'integrità del prodotto e delle sue parti: in caso di danni, mancanze, deformazioni o tracce di urti dovuti al trasporto, darne comunicazione alla ditta produttrice prima di procedere. Peso e dimensioni dei pannelli ne consentono la movimentazione manuale.

7.6 — PREPARAZIONE ALL'UTILIZZO

Verifiche preliminari — controllo di eventuali danni. Verificare che le parti del prodotto non presentino danni fisici dovuti a urti o abrasioni. Controllare in modo particolare: che non vi siano segni e/o tagli indicativi di urti avvenuti durante il trasporto; che non vi sia traccia di muffe o residui di altra sporcizia. Nel caso si riscontrino danni fisici, interrompere la procedura di utilizzo e segnalare la natura dei danni all'ufficio supporto clienti della ditta produttrice.

7.7 — USO

MODALITÀ DI POSA PREVISTE

Modalità	Prescrizione
Posa a secco in pareti ventilate esterne (strutture in legno o ferro)	Applicare i pannelli secondo la stratificazione di progetto, con viti o sparapunti, utilizzando i lati esterni del pannello privi di macro-capsule PCM.
Posa a secco in contropareti interne (struttura da cartongesso in legno o ferro)	Applicare i pannelli secondo la stratificazione di progetto, con viti o sparapunti, sui lati esterni privi di macro-capsule PCM.
Posa in retrofit — sottotetto	Applicazione al di sotto del tetto esistente (se abitato) o direttamente sulla soletta in appoggio.
Posa in retrofit — controsoffitti nuovi o esistenti	Applicazione in appoggio sulla struttura esistente, previa verifica della portata del controsoffitto considerando il peso del prodotto: **5 kg/m²**.

7.8 — SMALTIMENTO

TI-SKIN è prodotto secondo criteri di robustezza, durata e flessibilità che ne consentono l'utilizzo per numerosi anni. Una volta raggiunta la fine della vita tecnica e operativa, deve essere messo fuori servizio in condizioni tali da non poter più essere utilizzato per gli scopi per cui era stato progettato e costruito, rendendo comunque possibile il riutilizzo delle materie prime che lo costituiscono. La possibilità di riutilizzare alcune parti del prodotto è subordinata alla totale responsabilità dell'utilizzatore. Smaltire il prodotto nei rifiuti indifferenziati; si consiglia di consultare il centro di raccolta rifiuti locale.

NOTA

LA DITTA PRODUTTRICE NON È IN ALCUN MODO RESPONSABILE DI DANNI CAUSATI DAL PRODOTTO SE NON UTILIZZATO NELLA VERSIONE INTEGRALE E PER GLI USI E LE MODALITÀ D'USO SPECIFICATE NEL PRESENTE MANUALE, NÉ DI ALCUN DANNO A PERSONE O COSE DERIVANTE DAL RECUPERO DI PARTI DEL PRODOTTO UTILIZZATE DOPO IL SUO SMALTIMENTO. Qualsiasi uso non previsto del prodotto comporta inoltre il decadimento dei termini di garanzia.

Un prodotto pensato per il riutilizzo

Nelle soluzioni a secco i pannelli si smontano e si riposano: la vita utile del materiale supera quella della singola installazione.

7.9 — SCHEDA DI SICUREZZA E PRESCRIZIONI SANITARIE

COMPOSIZIONE E PANORAMICA

Nota bene: il pannello di isolante dinamico TI-SKIN **non è igroscopico ma idrofobico**. Una volta idratata, la combinazione chimica viene confezionata in una pellicola a tenuta stagna, multistrato e termosaldabile: in questa configurazione il prodotto è ritenuto a bassissimo rischio per l'uso industriale. L'involucro del pannello è coperto da brevetto ed è progettato per garantire le migliori performance termiche statiche e dinamiche, resistenza meccanica e durabilità.

Nome del composto	% nella miscela	Numero CAS
Solfato di sodio	> 45 – > 60	7757-82-6
Tetraborato di sodio	< 5	1303-96-4
Alluminosilicato di magnesio idrato	> 10 – > 25	12174-11-7
Acqua	> 35 – > 60	7732-18-5

PANORAMICA

Aspetto: marrone-rosa-marrone. Se, mentre il materiale è in fase liquida, si verifica una lacerazione nella pellicola, una piccolissima quantità di materiale liquido potrebbe entrare in contatto con la pelle. **Organi potenzialmente danneggiabili:** nessun dato riscontrato. **Potenziali effetti sulla salute** — occhi: può causare irritazione; pelle: può causare irritazione cutanea; ingestione: l'ingestione di grandi quantità può causare irritazione gastrointestinale (basso rischio per la movimentazione industriale abituale); inalazione: estremamente improbabile, il prodotto è un solido denso o un liquido simile a un gel; effetti cronici: nessun dato riscontrato.

MISURE DI PRIMO SOCCORSO

- **Occhi:** sciacquare con abbondante acqua per almeno 15 minuti, sollevando di tanto in tanto le palpebre superiori e inferiori. Se si sviluppa irritazione, consultare immediatamente un medico.
- **Pelle:** lavare con abbondante acqua e sapone per almeno 15 minuti e rimuovere gli indumenti sporchi. Consultare un medico se l'irritazione si sviluppa o persiste; lavare gli indumenti prima di riutilizzarli.
- **Ingestione:** non somministrare mai nulla per bocca a una persona non cosciente; non indurre il vomito. Se la persona è cosciente e vigile, sciacquare la bocca e far bere 2–4 tazze di acqua o latte. Consultare un medico in caso di irritazione o sintomi.
- **Inalazione:** portare immediatamente all'aria aperta. Se non respira, praticare la respirazione artificiale; se la respirazione è difficile, somministrare ossigeno. Consultare un medico se si manifestano tosse o altri sintomi.

7.9 — SCHEDA DI SICUREZZA E PRESCRIZIONI SANITARIE

ANTINCENDIO, FUORIUSCITE, STOCCAGGIO E PROTEZIONE

MISURE ANTINCENDIO

Informazioni generali: come in qualsiasi incendio, indossare un autorespiratore a pressione MSHA/NIOSH (approvato o equivalente) ed equipaggiamento protettivo completo. Durante un incendio possono essere generati gas irritanti e altamente tossici dalla decomposizione termica e dalla combustione. **Mezzi di estinzione:** TI-SKIN non è infiammabile; utilizzare l'agente più appropriato per estinguere l'incendio circostante.

MISURE PER LA FUORIUSCITA ACCIDENTALE

Informazioni generali: utilizzare un adeguato equipaggiamento di protezione personale come di seguito indicato. **Spruzzi e perdite:** aspirare o spazzare il materiale e metterlo in un contenitore adatto allo smaltimento. Evitare il deflusso in fognature e fossi che portano ai corsi d'acqua. Pulire immediatamente le fuoriuscite osservando le precauzioni della sezione «Dispositivi di protezione»; evitare l'uso di acqua, poiché la combinazione può diventare scivolosa.

MOVIMENTAZIONE E STOCCAGGIO

Movimentazione: durante la movimentazione indossare i guanti, così che la pellicola di imballaggio sia più facile da controllare; lavarsi accuratamente dopo la movimentazione. Nell'improbabile caso di strappo della pellicola ed esposizione al materiale contenuto: togliere gli indumenti sporchi e lavarli prima di riutilizzarli; lavarsi le mani prima di mangiare; ridurre al minimo produzione e accumulo di polvere; evitare il contatto con occhi e pelle; evitare inalazione e ingestione. **Stoccaggio:** conservare nei contenitori originali non aperti, se possibile al riparo dalla luce solare diretta.

DISPOSITIVI DI PROTEZIONE

Protezione	Prescrizione
Occhi	Occhiali protettivi appropriati o occhiali di sicurezza per prodotti chimici secondo le norme OSHA 29 CFR 1910.133 o UE EN 166.
Apparato respiratorio	Protezione respiratoria quando è possibile superare i limiti di esposizione delle linee guida o quando si verificano effetti avversi (irritazione, disagio respiratorio).
Pelle	Guanti protettivi appropriati per evitare la possibile esposizione della pelle.
Abbigliamento	Indumenti protettivi appropriati per evitare la possibile esposizione della pelle.

7.9 — SCHEDA DI SICUREZZA E PRESCRIZIONI SANITARIE

PROPRIETÀ, STABILITÀ, TOSSICOLOGIA E AMBIENTE

Proprietà fisiche e chimiche	
Forma	Solido sotto la temperatura di transizione, liquido sopra
Odore	Nessuno
Colore	Da marrone a grigio
Classe NFPA (stimata)	Salute: 1 · Infiammabilità: 0 · Reattività: 0
Solubilità	Insolubile
Densità	1,27

STABILITÀ E REATTIVITÀ

Stabile a temperatura ambiente in confezioni chiuse e in condizioni normali di stoccaggio e movimentazione. I cambiamenti di fase all'interno della confezione avvengono quando l'imballaggio è esposto a temperature che superano la temperatura di transizione del prodotto. **Condizioni da evitare:** aree ad alto flusso di persone con rischio di foratura del film. **Incompatibilità con altri materiali:** nessuna. **Polimerizzazione pericolosa:** non si verifica.

INFORMAZIONI TOSSICOLOGICHE

Carcinogenicità: CAS 10043-52-4 non elencato da IARC, NTP o OSHA. **Dati sulla tossicità:** LD50 orale (ratto) 918–1668 mg/kg; LD50 cutanea (coniglio) > 5.000 mg/kg. Per i componenti minori (CAS 7747-40-7) gli effetti riportati negli animali dopo ingestione riguardano dosi molte volte superiori ai livelli attesi dall'uso. CAS 8031-18-3: l'inalazione ripetuta e prolungata di polvere di silice cristallina respirabile può causare lesioni polmonari ritardate; una volta lavorato e confezionato non è presente silice respirabile. **Effetti sulla riproduzione:** nessuna informazione riscontrata. **Mutagenicità:** nessuna evidenza di effetto mutageno (CAS 10043-52-4, 8031-18-3); per CAS 7747-40-7 gli studi in vitro sono stati positivi ma la rilevanza per l'uomo è da escludere.

ECO-COMPATIBILITÀ

Non si prevede riduzione dell'ossigeno nei sistemi acquatici; basso potenziale di influenzare gli organismi acquatici e quelli del trattamento secondario dei rifiuti. CAS 8031-18-3 insolubile in acqua e non biodegradabile. Tossicità pesci d'acqua dolce: LC50 Bluegill 8350–10.650 mg/l; LC50 trota iridea 4236 mg/l. Tossicità alghe: IC50 (test OECD 209) inibizione > 1000 mg/l. **Bio-accumulo:** nessuno; è improbabile che il prodotto si bioconcentri.

Considerazioni sullo smaltimento. I generatori di rifiuti chimici devono determinare se una sostanza scartata sia classificata come rifiuto pericoloso: nel caso di TI-SKIN **il rifiuto non è pericoloso**. L'involucro è totalmente riciclabile, mentre il PCM inorganico, a seguito dell'evaporazione dell'acqua, ritorna al suo stato originale salino. Linee guida EPA 40 CFR Parts 261.3; serie P RCRA: nessuna classificazione; serie U RCRA: nessun elenco. Consultare anche le normative statali e locali sui rifiuti.

7.10 — INFORMAZIONI SU TRASPORTO E NORMATIVE

TRASPORTO E QUADRO REGOLATORIO USA

Informazioni sul trasporto

Non classificato come merce pericolosa per il trasporto. U.S. DOT 49 CFR 172.101: non regolamentato. Non regolamentato ai sensi della TDG (Canada). Assicurarsi che non si crei polvere (e che non venga soffiata dal vento) durante il trasporto.

Normativa	Posizione del prodotto
TSCA Inventory	CAS 10043-52-4 elencato; CAS 8031-18-3 elencato o esente dai requisiti TSCA
Norme sui test chimici	Nessun componente soggetto
TSCA Sezione 12b	Nessun componente elencato
TSCA Significant New Use Rule	Nessun componente con SNUR
Section 302 (RQ) / 302 (TPQ)	Nessuna sostanza con RQ o TPQ
Section 313	Nessuna sostanza soggetta a notifica
Classificazione WHMIS D2A	Tutti i componenti elencati nella DSL o nella NDSL

7.11 — ALTRE INFORMAZIONI

Le informazioni di cui sopra sono ritenute accurate e rappresentano le migliori informazioni attualmente disponibili. Tuttavia non viene fornita alcuna garanzia di commerciabilità o di qualsiasi altro tipo, esplicita o implicita, in relazione a tali informazioni, e non si assume alcuna responsabilità derivante dal loro utilizzo. Gli utenti devono effettuare proprie indagini per determinare l'idoneità delle informazioni per i propri scopi. In nessun caso il produttore sarà responsabile di reclami, perdite o danni di terzi per perdita di profitti o per qualsiasi danno speciale, indiretto, incidentale, consequenziale o esemplare.

Sicurezza documentata, filiera responsabile

Composizione salina inorganica, involucro brevettato a tenuta stagna, nessuna classificazione di pericolo per il trasporto: la sicurezza di TI-SKIN è parte del progetto, non un adempimento.

08 · LA SOLUZIONE TECNICA

Visione · PCM · flusso termico · sfasamento · trasmittanza periodica · CAM

8.1 — VISIONE

Il bisogno di efficientamento è sempre più necessario. Grandi aziende, medie imprese, piccole realtà e clienti privati hanno aumentato il loro fabbisogno di energia, con consumi che soltanto negli ultimi dieci anni sono raddoppiati. Se si pensa che, anche in casa, un semplice phon e un forno accesi contemporaneamente superano la disponibilità del classico contatore da 3 kW, è semplice rendersi conto che le necessità stanno cambiando: molti utenti privati richiedono l'aumento dell'energia disponibile. Ecco la nostra scommessa, anzi la nostra promessa: una sempre migliore gestione delle risorse energetiche, nel pieno e totale rispetto dell'ambiente in cui viviamo.

8.2 — COSA SONO I PCM

I PCM ottimizzano le fluttuazioni giornaliere della temperatura attraverso la riduzione dei picchi di calore interni, consentendo un risparmio energetico e di climatizzazione dell'ambiente. I più utilizzati sono i materiali a cambiamento di fase **organici**, di cui fanno parte le paraffine e gli acidi grassi; vi sono poi i materiali **inorganici**, come i sali idrati, e infine, ultima categoria e meno presente sul mercato, quella dei materiali **eutettici**.

La scelta TI-SKIN: PCM inorganici

Il sistema TI-SKIN utilizza esclusivamente **PCM inorganici**: non tossici, non generano rifiuto speciale a fine vita, duraturi e performanti. Una scelta che unisce prestazioni termiche, sicurezza al fuoco e sostenibilità ambientale.

8.3 — COME FUNZIONANO

I PCM (Phase Change Materials) sono sostanze organiche o inorganiche, di origine naturale o di sintesi, utilizzate per accumulare e rilasciare energia termica durante il passaggio di fase tra stato solido e liquido e viceversa, sfruttando la capacità termica sensibile ma anche quella latente di fusione. Negli ultimi 10–15 anni la ricerca sul calore latente e sui materiali per l'immagazzinamento di energia termica si è evoluta rapidamente, e l'uso dei PCM in edilizia si sta diffondendo sempre di più. L'ostacolo principale di qualsiasi dispositivo di raccolta di energia destinato al riscaldamento di un'abitazione è la necessità di conservare il calore raccolto per l'uso in una fase successiva: l'accumulo di calore latente fornisce uno strumento pratico per immagazzinare l'energia solare raccolta durante la giornata, per l'uso durante la notte o quando c'è necessità.

8.3 — COME FUNZIONANO · IL CALORE LATENTE

L'ESEMPIO DELL'ACQUA E L'APPLICAZIONE EDILIZIA

Il calore latente di accumulo e scarico durante il cambiamento di fase si illustra con l'esempio più classico, l'acqua. Ci sono due zone di temperatura dove si verifica il carico e scarico del calore latente: la **fase di carico**, quando l'acqua in stato cristallizzato (ghiaccio) viene sottoposta a una fonte di calore e si osserva un aumento della temperatura con conseguente fusione e accumulo del calore latente; la **fase di scarico**, quando l'acqua passa dallo stato liquido allo stato cristallizzato dopo essere stata raffreddata, cedendo calore. Il processo è simile a ciò che avviene a 100 °C: ebollizione con immagazzinamento di calore e condensazione con scarico. Il calore latente a 100 °C è definito **calore latente di vaporizzazione**; quello a 0 °C è il **calore latente di fusione**. Nei materiali a cambiamento di fase per usi edilizi viene preso in considerazione solamente il calore latente di fusione.

Tali materiali sono usati in edilizia per ridurre i consumi energetici necessari alla climatizzazione degli ambienti: in sostanza accumulano calore di giorno, sottraendolo all'ambiente interno, per rilasciarlo di notte quando la temperatura esterna si abbassa. La capacità di accumulo rispetto ai classici materiali da costruzione è notevole.

MODELLI FUNZIONALI DI PARETE CON PCM (PROTEZIONE DA SOVRATEMPERATURA ESTERNA)

1° modello

Stratigrafia: intonaco interno · isolante termico · strato di PCM · intonaco esterno. **Giorno:** lo strato PCM assorbe il flusso termico dovuto all'assorbimento della radiazione solare e alla differenza di temperatura dell'aria. **Notte:** la maggior parte dell'energia termica accumulata viene ceduta all'ambiente esterno.

2° modello

Stratigrafia: intonaco interno · isolante termico · intercapedine ventilata · strato di PCM · intonaco esterno. **Giorno:** lo strato PCM assorbe il flusso termico dovuto alla radiazione solare. **Notte:** il calore va verso la parte esterna della parete ed è rimosso dall'aria all'interno dell'intercapedine.

3° modello

Stratigrafia: intonaco interno · isolante termico · strato di PCM · intercapedine ventilata · intonaco esterno. **Giorno:** lo strato PCM assorbe il flusso termico solare e da differenza di temperatura. **Notte:** la maggior parte del calore filtra attraverso la parte esterna, rimosso per ventilazione naturale nell'intercapedine.

8.4 — IL FLUSSO TERMICO

RIDURRE ΔT INVECE DI AUMENTARE R

L'involucro edilizio è progettato per ridurre il flusso termico attraverso pareti e tetto. Il flusso di calore è la quantità di energia termica che passa attraverso una superficie e può essere calcolato con una semplice equazione:

Flusso termico = ΔTemperature / Valore di R

L'isolamento tradizionale riduce il flusso **aumentando R** · TI-SKIN™ riduce il flusso **abbassando ΔT**

Esempio – tetto piano convenzionale

Temperatura sulla superficie del tetto: 57 °C · temperatura interna di set-up: 24 °C · R (isolamento): 1,75 m²K/W.

Flusso = (57–24) / 1,75 = 19 W/m²

Stesso tetto con strato TI-SKIN 26 °C

Lo strato PCM blocca la temperatura alla sua soglia di transizione: la superficie «vista» dall'isolante resta a 26 °C.

Flusso = (26–24) / 1,75 = 1 W/m²

N.B. L'equazione è valida per tutto il periodo di transizione (fusione) del PCM.

EFFETTO SU UN TETTO DI 2.300 M²

–40 kW

riduzione del carico termico aggiungendo TI-SKIN nelle condizioni dell'esempio

EMISSIONI EVITATE

11 t CO_2

equivalenti non emesse in atmosfera

RIDUZIONE DEL FLUSSO

19 → 1

W/m² nel periodo di transizione del PCM

Test di laboratorio — flusso termico con R3.3. Le verifiche sperimentali con e senza TI-SKIN su pacchetto R = 3,3 m²K/W (TI-SKIN Comfort M230) misurano le **ore di spostamento del picco** verso la temperatura interna di 20 °C: in regime estivo lo shift cresce con l'accoppiamento a R più alti (curve R2 < R4 < R6, da ~10 a oltre 100 ore al variare della temperatura esterna 25–45 °C); in regime invernale lo shift cresce al salire della temperatura esterna da –15 a +15 °C. I grafici integrali sono disponibili nei rapporti di prova.

8.5 — LO SFASAMENTO TERMICO E LA TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA

ISOLANTE LEGGERO VS ISOLANTE MASSIVO

Analizzando due coperture in legno, una isolata con un isolante molto performante (λ = 0,031 W/mK) e leggero (25 kg/m³), l'altra con un isolante meno prestazionale (λ = 0,039 W/mK) ma più massivo (160 kg/m³), si nota che, a parità di spessore, l'isolante leggero offre un miglior comportamento invernale; tuttavia, sebbene la Y_{ie} sia verificata, la struttura non garantisce un buon comfort interno in estate (solo 3 ore e 10 minuti di sfasamento). L'isolante massivo mostra un comportamento invernale inferiore, ma nella stagione calda offre un comfort coerente con le linee guida per la certificazione energetica, rientrando in classe III.

TABELLA 1 — CONFRONTO PRESTAZIONI INVERNO/ESTATE TRA ISOLANTE LEGGERO E MASSIVO (S = 14 CM)

Parametro	Isolante leggero – λ 0,031 · 25 kg/m³ · C_p 1.350 J/kgK	Isolante massivo – λ 0,039 · 160 kg/m³ · C_p 2.100 J/kgK
Trasmittanza U [W/m²K]	0,20	0,25
Trasmittanza periodica Y_{ie} [W/m²K]	0,178	0,103
Fattore di attenuazione	0,87	0,40
Sfasamento termico	**3 h 10 min**	**9 h 23 min**
Classe prestazione estiva	V	III
Diffusività termica α [m²/s]	$0{,}959 \cdot 10^{-6}$	$0{,}116 \cdot 10^{-6}$

Stratigrafia di riferimento: tegole · intercapedine ventilata · membrana traspirante · isolante · freno al vapore · perline di legno. La struttura, così come si oppone alle sollecitazioni esterne, allo stesso modo deve opporsi a quelle interne: gli apporti gratuiti (solari e interni) devono essere adeguatamente controllati per evitare variazioni importanti della **temperatura operante**, il cui valore — più della temperatura dell'aria — è indice del comfort termico.

8.5 — LO SFASAMENTO TERMICO E LA TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA

L'ACCOPPIAMENTO CON IL PCM

TABELLA 2 — STESSA U O STESSO SFASAMENTO: LE DUE STRADE A CONFRONTO

Parametro	Isolante massivo ispessito – S = 18 cm · λ 0,039 · 160 kg/m³	Isolante leggero + PCM – S = 44 cm eq. · λ 0,031 · 25 kg/m³ · PCM ρ 905 kg/m³, C_p 2.496 J/kgK
Trasmittanza U [W/m²K]	0,20	0,068
Trasmittanza periodica Y_{ie} [W/m²K]	0,05	0,028
Fattore di attenuazione	0,25	0,412
Sfasamento termico	**12 h 10 min**	**9 h 34 min**
Classe prestazione estiva	I	III
Diffusività termica α [m²/s]	$0{,}116 \cdot 10^{-6}$	$0{,}959 \cdot 10^{-6}$

L'accoppiamento dell'isolante leggero con il PCM (λ_D = 0,15 liquido; 0,98 solido) permette di ottenere lo sfasamento termico dell'isolante massivo **senza rinunciare al comportamento invernale**, con U nettamente migliore. La trasmittanza termica periodica è efficace nella riduzione del flusso proveniente dall'esterno, ma è poco indicativa ai fini del comfort quando al flusso esterno si somma quello prodotto nell'ambiente interno (persone, elettrodomestici, illuminazione, radiazione diffusa e guadagni solari attraverso le finestre).

Un parametro legato a tale fenomeno è la **capacità termica areica interna periodica (C_{ip})**: la quantità di calore per unità di superficie che la parete, in regime dinamico, è in grado di accumulare in seguito a una fluttuazione unitaria di temperatura interna sulla sua faccia esposta. Maggiori sono i carichi interni — edifici ad alto indice di affollamento o con elevato rapporto superficie vetrata/superficie utile — tanto più importante sarà fissare un valore elevato di C_{ip}. La struttura deve essere in grado di accumulare calore anche dal lato interno senza variare la temperatura superficiale.

> **Dove posizionare il PCM.** Dalle simulazioni dinamiche emerge che la posizione più efficace del PCM nella stratigrafia muraria è **prima dell'isolante**: la sollecitazione termica che attiva il PCM è indotta dall'irraggiamento e dalla convezione incidenti sull'involucro, e in prossimità del PCM si instaura un gradiente di temperatura maggiore che ne attiva la transizione di fase e la grande capacità di accumulo. Così si interrompe il flusso di calore verso l'interno, con comfort migliore e potenza di raffrescamento più contenuta. L'uso di un involucro leggero e fortemente coibente è invece controindicato soprattutto per il comfort: determina oscillazioni maggiori delle temperature interne e temperature superficiali più alte (mediamente da 1,5 a 3 °C in più).

8.5 — LO SFASAMENTO TERMICO E LA TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA

IL PCM COME «INERZIA ARTIFICIALE»

Nel periodo più caldo dell'anno il PCM riesce ad attivarsi con continuità: i picchi di temperatura interna e di richiesta di potenza di raffrescamento risultano più contenuti, con una conseguente riduzione dei consumi energetici. La riduzione dei picchi di potenza permette anche di **sottodimensionare l'impianto di climatizzazione e la rete di distribuzione**; le simulazioni mostrano una riduzione dei consumi del **29%** rispetto allo scenario senza PCM, con gestione ottimale della temperatura interna nel periodo più caldo. La fase di rilascio del calore accumulato avviene alla temperatura di transizione (21–23 °C), escludendo il rischio che il PCM diventi una sorgente calda per l'ambiente interno; poiché la temperatura esterna anche nei mesi più caldi scende costantemente sotto i 20 °C, il rilascio può essere favorito con l'apertura delle finestre o la modalità free cooling dei terminali di immissione.

I VANTAGGI DELL'APPLICAZIONE DEI PCM IN EDILIZIA

- Con spessori molto ridotti offrono una capacità di accumulo termico paragonabile a un muro in mattoni di spessore maggiore.
- Peso ridotto: gli involucri contenenti questi materiali garantiscono smorzamento e sfasamento temporale nella trasmissione del calore pur con ridotta massa frontale.
- Innalzano il comfort interno riducendo i picchi di temperatura.
- Abbassano il fabbisogno di freddo in estate: climatizzatori evitabili o sottodimensionabili perché i carichi di picco sono abbattuti — costi di investimento e di esercizio ridotti, risparmio energetico ed economico.
- Migliorano le prestazioni estive degli edifici a scarsa inerzia termica svolgendo la funzione di **«inerzia artificiale»** basata sul calore latente anziché sull'accumulo inerziale dei materiali tradizionali.

Nella strategia passiva l'involucro edilizio non è più un elemento immutabile, ma un componente del sistema energetico che interagisce con continuità con l'ambiente. Il PCM assorbe calore di giorno passando dalla fase solida alla liquida (reazione endotermica), immagazzinando il calore in eccesso che altrimenti surriscalderebbe l'ambiente; di notte, al calare della temperatura, si solidifica cedendo il calore accumulato, pronto per un nuovo ciclo. In estate il carico frigorifero si sposta dalle ore diurne a quelle notturne, diminuendo i picchi operativi dei dispositivi refrigeranti; la rigenerazione avviene con ventilazione manuale a finestra, ventilazione automatizzata notturna o raffreddamento degli strati PCM con feltri integrati raffreddati ad acqua. Il funzionamento invernale è basato sull'accumulo di calore diurno e sul rilascio notturno, quando le temperature esterne imporrebbero un carico termico maggiore. I PCM consentono quindi di **stabilizzare la temperatura interna**, riducendo l'ampiezza dell'oscillazione nell'arco della giornata.

8.6 — CRITERI AMBIENTALI MINIMI (CAM)

DM 11 OTTOBRE 2017 – EDILIZIA PUBBLICA

Cosa sono i CAM. I Criteri Ambientali Minimi sono i requisiti ambientali ed ecologici definiti dal Ministero dell'Ambiente per indirizzare le Pubbliche Amministrazioni verso una razionalizzazione dei consumi e degli acquisti, fornendo indicazioni per individuare soluzioni progettuali, prodotti o servizi migliori sotto il profilo ambientale. Gli acquisti verdi devono tener conto dell'intero ciclo di vita di un prodotto o servizio: dallo smaltimento alla disponibilità sul mercato, alla trasparenza della filiera produttiva.

In Italia l'efficacia dei CAM è assicurata dall'art. 18 della Legge 221/2015 e dall'art. 34 «Criteri di sostenibilità energetica e ambientale» del D.lgs. 50/2016 (Codice degli appalti, modificato dal D.lgs. 56/2017): le stazioni appaltanti, nell'acquisto di beni, lavori e servizi nelle categorie individuate dal PAN GPP, sono obbligate a inserire nei bandi — a prescindere dall'importo — le specifiche tecniche e le clausole contrattuali dei CAM. Questo obbligo garantisce che la politica nazionale sugli appalti verdi sia incisiva non solo nel ridurre gli impatti ambientali, ma nel promuovere modelli di produzione e consumo più sostenibili.

CAM PER I MATERIALI ISOLANTI — CRITERI

- Non devono essere prodotti con ritardanti di fiamma oggetto di restrizioni o proibizioni previste da normative nazionali o comunitarie applicabili.
- Non devono essere prodotti con agenti espandenti con potenziale di riduzione dell'ozono superiore a zero.
- Non devono essere prodotti o formulati utilizzando catalizzatori al piombo quando spruzzati o nella formazione della schiuma plastica.
- Se prodotti da resina di polistirene espandibile, gli agenti espandenti devono essere inferiori al 6% del peso del prodotto finito.
- Se costituiti da lane minerali, devono essere conformi alla nota Q o R del Regolamento (CE) 1272/2008 (CLP).
- Se il prodotto finito contiene componenti previsti dalla tabella CAM, questi devono essere costituiti da materiale riciclato e/o recuperato secondo le quantità minime indicate sul peso del prodotto finito.

> **Chiarimenti applicativi (Circolare MiSE 15/11/2018).** I criteri progettuali (specifiche tecniche) vanno inseriti integralmente nel capitolato speciale d'appalto; i criteri premianti sono da tenere in considerazione e possono essere integrati o resi più stringenti dalla stazione appaltante; il progetto esecutivo messo a gara deve essere già conforme ai CAM; computo metrico ed elenco prezzi devono comprendere tutte le voci di spesa previste; per i materiali non citati nei CAM non esiste prescrizione specifica, salvo obblighi da altre norme. I CAM serramenti sono stati sostituiti dai CAM edilizia fin dall'edizione del gennaio 2017.

8.6 — CRITERI AMBIENTALI MINIMI · IL PANNELLO TI-SKIN

CARATTERISTICHE CAM DEI PANNELLI TI-SKIN

L'INVOLUCRO DEL PANNELLO

L'involucro del pannello TI-SKIN impiega **PVC**, materiale termoplastico ricavato da materie prime naturali, versatile per flessibilità e — in funzione dei processi produttivi — rigidità. La produzione può conferire proprietà meccaniche e di resistenza ad abrasione, usura, invecchiamento, agenti chimici e attacco di funghi e batteri. Il PVC è leggero, idrorepellente, difficilmente infiammabile e auto-estinguente; in edilizia i manufatti devono rispondere a elevati standard di resistenza, stabilità, impermeabilità, perfezione di superficie, facilità d'uso e manutenzione nel tempo.

Il cloruro di polivinile (PVC) è il polimero del cloruro di vinile, formula $–(CH_2CHCl)n–$, peso molecolare tra 60.000 e 150.000 u: il polimero più importante della serie dei monomeri vinilici e una delle materie plastiche di maggior consumo al mondo. È di origine prevalentemente naturale, non fa uso di materie prime a disponibilità limitata e non rinnovabili; è possibile recuperare gli sfridi di estrusione del profilo e i residui di produzione. Riduce l'inquinamento sia per l'energia impiegata nella produzione rispetto ad altri materiali, sia per l'elevato isolamento termico che consente risparmio energetico; rispetto a legno e alluminio, la lavorazione del PVC produce pochissima polvere, un'emissione minima di ossido di carbonio e una bassa diffusione di anidride solforosa.

DICHIARAZIONE CAM

36%

di materiale riciclato utilizzato per la produzione della parte polimerica dei pannelli TI-SKIN

COMPOSIZIONE DEL NUCLEO PCM

Composto	%	CAS
Solfato di sodio	> 45–60	7757-82-6
Tetraborato di sodio	< 5	1303-96-4
Alluminosilicato di Mg idrato	> 10–25	12174-11-7
Acqua	> 35–60	7732-18-5

Fine vita. Involucro totalmente riciclabile; il PCM inorganico, evaporata l'acqua, ritorna al suo stato salino originale: nessun rifiuto speciale.

Pronto per gli appalti verdi

Contenuto riciclato dichiarato, nucleo salino non pericoloso, filiera trasparente: TI-SKIN si inserisce nei bandi pubblici soggetti ai CAM edilizia.

09 · TIPOLOGIA DI POSA

Applicazioni residenziali, industriali, direzionali, sanitarie, allevamenti e serre

9.1 — TIPOLOGIA DI POSA

I pannelli TI-SKIN possono essere accoppiati a qualsiasi isolante statico e inseriti nella stratificazione di tetti, pareti, solette e controsoffitti. Il pannello ha dimensioni **60 × 122 cm, spessore 1,5 cm**; può essere incollato, avvitato o semplicemente appoggiato nel caso di posa su tetti o solette. Si presenta nella versione a **macro-capsule** che contengono la miscela di PCM inorganico: le macro-capsule non devono essere forate, ma in ogni caso, se questo dovesse accadere, la composizione dell'involucro TI-SKIN impedirebbe la fuoriuscita di PCM quando questo è in fase liquida (fase di carica o saturazione). TI-SKIN ha un'ottima resistenza meccanica e **non cambia di volume** nei passaggi di stato solido/liquido.

LE STRATIGRAFIE APPLICATIVE TIPICHE

Pareti

In muratura: intonaco · isolamento statico · pannelli TI-SKIN (anche accoppiati a calcestruzzo) · finitura. In legno: rivestimento esterno · spazio di ventilazione · membrana · pannello OSB o block-house · isolamento statico · barriera vapore · aria + pannelli TI-SKIN · cartongesso.

Solai e soffitti

Parquet o piastrelle · massetto (anche con riscaldamento radiante) · isolamento statico e acustico · membrana · pannello OSB · pannelli TI-SKIN™ · telaio in legno o cartongesso. Nei controsoffitti: posa in appoggio con verifica di portata (5 kg/m²).

Ambiti applicativi

Residenziale · industriale · direzionale · sanitario · allevamenti · serre. Le tavole tecniche complete delle stratigrafie (pareti interne/esterne, primo solaio, interpiano, copertura) sono disponibili su richiesta.

9.2 — ESEMPIO DI CAPPOTTO TERMICO A SECCO, ESTERNO E INTERNO

Descrizione prodotto. Pacchetto isolante a bassissimo impatto composto da pannelli PCM TI-SKIN e pannelli sottovuoto VIP (Vacuum Insulated Panels) o pannelli EPS grafite; struttura in metallo; chiusura della parete a scelta in funzione della situazione di posa (interno o esterno); finitura a scelta. **Campi d'impiego:** facciate esterne (dietro controparete, spessore totale da 4,0 cm); pavimentazioni di terrazze; tetti piani pedonabili; isolamento di coperture sotto tegola; pareti interne e soffitti (dietro controparete, spessore totale da 4,0 cm). **Vantaggi:** elevate prestazioni isolanti, minori consumi energetici, spessori ridotti, facilità di posa.

> **Istruzioni per una corretta posa.** Nel caso di pareti interne e/o controsoffitti, il cappotto va applicato dietro una classica controparete o controsoffitto in cartongesso (spessore minimo del pacchetto ≈ 4 cm totali). Verificare per prima cosa le condizioni del supporto (parete o soffitto) e applicare un primer/fissativo.

9.2 — MANUALE DI POSA

1ª FASE – TRACCIAMENTO E POSA DELL'ORDITURA

I profili sono di due tipi: **guide a «U»**, da posizionare a pavimento e soffitto, e **montanti a «C»** (solitamente con profondità di soli 30 mm per il minimo spessore), da inserire nelle guide. La costruzione di una parete in cartongesso comincia dal tracciamento della posizione delle guide a «U» a pavimento: determinato lo spessore finale della parete, tracciare la posizione della guida a pavimento e riportarla, con filo a piombo o laser, sul soffitto per posizionare la guida superiore. Riportare da subito anche la posizione di aperture, porte e sanitari, per posizionare correttamente i montanti nelle guide.

- Applicare il nastro mono/biadesivo di guarnizione isolante in polietilene espanso sull'anima della guida, per contenere le trasmissioni acustiche laterali.
- Fissare la guida inferiore con fissaggi a interasse 50 cm; applicare la guida superiore al soffitto con fissaggi idonei al supporto, a interasse massimo 50 cm.
- Fissate le guide a «U», fissare sulla parete i cavalieri (distanziatori), preferibilmente con spessore di ~0,5 cm, ogni 60 cm in orizzontale e 90 cm in verticale. È consigliato applicare una striscia di feltro isolante nanotecnologico sotto il profilo del telaio per isolare il potenziale ponte termico.
- Tagliare i montanti a «C» a lunghezza pari alla distanza tra le guide meno 15 mm, per facilitarne l'inserimento; inserirli a scatto a interasse 50 cm (o secondo parametri statici e/o di certificazione antincendio, acustica o di resistenza agli urti prestabiliti).
- Se la parete è alta e occorre giuntare i profili, realizzare una sovrapposizione. Per canalizzazioni impiantistiche usare montanti dello spessore necessario.
- Se è previsto l'incollaggio di rivestimenti ceramici, l'interasse dei montanti non deve superare i 40 cm: in questo caso valutare progettualmente la tipologia di posa dei pannelli TI-SKIN.
- Per angoli e incroci a T, interrompere le guide a «U» lasciando lo spazio anche per il rivestimento con le lastre, che dovrà essere continuo.

Cantiere a secco, tempi certi

Tutta la posa TI-SKIN avviene con tecniche a secco standard del cartongesso: squadre già formate, nessun tempo di maturazione, ambienti subito utilizzabili.

9.2 — MANUALE DI POSA

2ª E 3ª FASE – POSA DEGLI ISOLANTI IN INTERCAPEDINE

2ª FASE — POSA DEL PANNELLO ISOLANTE STATICO

I pannelli sono disponibili in diversi formati (vedi scheda tecnica); sarà cura del progettista, del tecnico o del posatore verificare la misura dei pannelli per ottimizzare l'isolamento a parete o a soffitto. I pannelli possono essere posati sia in orizzontale che in verticale — è come avere il doppio dei formati — riuscendo a isolare il 95–97% della superficie. Negli spazi o fessure dove il pannello non arriva si utilizza il feltro isolante nanotecnologico da 1 cm, facile da tagliare, forare e sagomare anche con un semplice taglierino. **Attenzione:** esercitare una leggera pressione tra pannello e pannello per eliminare le eventuali fughe; è possibile sigillare le fughe nastrandole con nastro adesivo argentato tipo «americano».

Dopo la posa delle orditure metalliche, inserire il pannello isolante (spessori disponibili 10-15-20-30 mm) tra i montanti. Incollare il pannello (già dimensionato alla larghezza esatta dell'interasse dell'orditura) a parete tra i profili verticali della struttura con una delle seguenti modalità: **a)** colla a schiuma poliuretanica non espandente, posta sui bordi e centralmente a zig-zag sul retro del pannello isolante statico; **b)** con spatola dentata e colla adeguata, generare la parte adesiva che metterà a contatto il pannello isolante statico con il pannello isolante dinamico TI-SKIN.

3ª FASE — POSA DEL PANNELLO TI-SKIN

Dopo la posa dei pannelli di isolante statico tra i montanti, incollare il pannello TI-SKIN (60 × 122 cm, già dimensionato alla larghezza dell'interasse) direttamente sui pannelli precedentemente installati: **a)** con colla a schiuma poliuretanica non espandente sui distanziatori sul retro del pannello TI-SKIN, oppure con graffatrice o viti autofilettanti — verificando che l'isolante statico non sia del tipo sottovuoto, in quanto **non forabile**. Sarà cura del progettista o del posatore verificare la misura della parete per ottimizzare la posa a parete o a soffitto.

ATTENZIONE

Se restano spazi vuoti dove il pannello TI-SKIN non può essere posato per intero: con spazio di almeno 30 cm si può tagliare il pannello seguendo le scanalature presenti; con distanze minori di 10 cm si consiglia di lasciare lo spazio vuoto.

9.2 — MANUALE DI POSA

4ª E 5ª FASE – LASTRE, STUCCATURA E FINITURA

4ª FASE — POSA E FISSAGGIO DELLE LASTRE ALL'ORDITURA

Le orditure metalliche si rivestono con lastre di misura pari all'altezza del locale meno 1 cm, disposte verticalmente (lato di maggior sviluppo lungo la verticale). Tenere le lastre sollevate di circa 1 cm dal pavimento e appoggiarle al soffitto, eventualmente con alzalastre meccanico o sollevatore a pedale. Avvitare le lastre all'orditura dall'alto verso il basso (circa ogni 25 cm), con il rivestimento perfettamente aderente all'orditura portante; i bordi longitudinali delle lastre devono trovarsi al centro delle ali dei montanti. Regolare la punta dell'avvitatore in modo che le viti siano alla giusta profondità, con la testa perfettamente a filo del rivestimento; viti a ~1 cm dal bordo longitudinale e ~1,5 cm dal bordo di testa.

5ª FASE — STUCCATURA CON RETE AUTOADESIVA

Far aderire perfettamente la rete adesiva centrata sul giunto tra le lastre. Distribuire lo stucco della prima mano lungo il bordo fino al livello della superficie della lastra, facendo penetrare bene lo stucco tra le maglie della rete e nel giunto. Prima della seconda e terza mano assicurarsi che lo strato precedente abbia fatto presa e sia completamente asciutto, a ritiro terminato. Ad asciugatura avvenuta verificare che non vi siano imperfezioni lungo il giunto stuccato, trascinando la spatola a cavallo del giunto e rimuovendo le asperità con la spatola stessa o con tampone a carta vetrata a grana fine. Applicare la seconda mano di stucco per una larghezza di circa 30 cm, per portare la superficie stuccata a filo della superficie cartonata; attendere la completa asciugatura, carteggiare se necessario, quindi stendere la terza mano di finitura, larga e sottilissima.

La stuccatura delle teste delle viti si effettua contemporaneamente a quella dei giunti, previa sostituzione delle viti non correttamente posizionate, con almeno due mani di stucco su ciascuna vite, premendo con la spatola per livellare; tra una mano e l'altra attendere l'asciugatura. Infine applicare primer/fissativo e finitura bianca o colorata a piacimento. **Nota:** per aggiungere anche un migliore isolamento acustico, usare lastre in cartongesso già accoppiate a guaine in gomma fonoisolanti. Il pannello, grazie al suo speciale involucro sottovuoto molto impermeabile al vapore, funge anche da **barriera al vapore**, eliminando il problema delle condense interstiziali.

RESTRIZIONI E ACCORTEZZE

- I pannelli TI-SKIN vanno trattati con particolare attenzione e delicatezza: prima della posa controllare che non siano danneggiati, che non abbiano subito forature e/o tagli che possano far uscire la miscela dalle celle, e che l'isolante statico abbia intatte le condizioni di posa.
- Alla consegna, controllare a vista l'integrità dei pannelli secondo i criteri citati.
- I pannelli non possono essere tagliati e piegati (salvo lungo le scanalature previste, § 9.2 fase 3).
- È sconsigliato forare i pannelli, per non diminuirne la prestazione.
- La superficie di posa dei pannelli isolanti statici dovrà essere regolare, liscia e piana, senza spigoli o protuberanze taglienti.

> **Note legali.** I consigli sulle modalità d'uso dei prodotti corrispondono allo stato attuale delle conoscenze e non comportano l'assunzione di alcuna garanzia e/o responsabilità sul risultato finale delle lavorazioni; non dispensano il cliente dalla responsabilità di verificare l'idoneità dei prodotti per l'uso e gli scopi prefissi attraverso prove preventive. L'ultima revisione della documentazione tecnica è disponibile su www.pureorganica.us: in caso di dubbio, verificarne la data di emissione.

10 · PUBBLICAZIONI, RICONOSCIMENTI E PREMI

Il percorso scientifico e i riconoscimenti della tecnologia

Riconoscimento / pubblicazione	Dettaglio
Philip Morris «Be Leaf Be The Future» — 1° classificato	La tecnologia di gestione termica passiva del sistema vince l'Innovation Day di Philip Morris Italia, con un progetto di ricerca in campo agro-industriale realizzato in collaborazione con l'Università Mediterranea di Reggio Calabria.
Premio Innovazione SMAU Milano — 2019 · 2020 · 2022	Tre edizioni del premio per l'innovazione tecnologica assegnate alla tecnologia alla fiera SMAU di Milano (informazioni sui premi disponibili sul sito SMAU).
Premio Odisseo 2024 — Regione Piemonte e Comune di Torino	Premio per l'innovazione tecnologica.
Università Mediterranea di Reggio Calabria	Pubblicazione R&D sulla conservazione dell'olio di oliva extravergine con controllo termico PCM.
Seminario internazionale — Politecnico di Torino	Gestione termica per il benessere animale. Relatore: Mauro Papagni (Syndego Italia).
AICARR Journal	Pubblicazione dell'articolo scientifico «Impiego dei PCM in edilizia».
International Journal of Low-Carbon Technologies — Università di Ferrara	Gestione termica per il benessere animale, Prof. Michele Bottarelli (Università di Ferrara); R&D sull'applicazione dei pannelli PCM su tetti ventilati.

Riconosciuta dal mercato, validata dalla scienza

Premi all'innovazione e pubblicazioni peer-reviewed accompagnano da anni lo sviluppo della tecnologia alla base del sistema TI-SKIN.

11 · FAQ

Le domande più frequenti sul sistema TI-SKIN

a. La soluzione TI-SKIN è certificata per l'utilizzo in Italia e in Europa?

Sì, la soluzione è certificata nel rispetto delle normative europee e americane. Eventuali normative o procedure specifiche riferite ai singoli Paesi dovranno essere verificate dall'importatore.

b. La soluzione TI-SKIN è tossica o può essere nociva per le persone, la flora o la fauna?

No. TI-SKIN è composto da materiali a cambiamento di fase inorganici: sali idrati miscelati in acqua. Non sono tossici, non sono infiammabili, non inquinano e a fine vita non sono considerati rifiuti speciali.

c. Il pannello TI-SKIN è riciclabile?

Sì. La parte dell'involucro è composta principalmente da film di alluminio.

d. La soluzione TI-SKIN sostituisce completamente gli isolanti tradizionali?

Dipende. Nelle ristrutturazioni, in presenza di isolamento tradizionale anche in minime quantità, TI-SKIN può essere installato senza aggiunta di isolante statico; dove non c'è isolamento statico è opportuno accoppiare a TI-SKIN un minimo di isolamento per eliminare i ponti termici.

e. TI-SKIN funziona solo per le temperature di climatizzazione ambiente?

No. TI-SKIN può gestire temperature da +45 °C fino a –23 °C, grazie alle miscele di PCM adattabili alle temperature di set-up dell'involucro da gestire.

f. TI-SKIN può essere utilizzato solo all'interno degli edifici?

No. TI-SKIN può essere utilizzato anche per soluzioni esterne come cappotti a secco o facciate ventilate. L'utilizzo all'interno permette di stabilizzare le temperature sfruttando il principio di accumulo e rilascio dell'energia termica a temperatura costante.

g. TI-SKIN è complicato da posare?

No. TI-SKIN rientra nella lista dei materiali da costruzione a secco (pareti in cartongesso, controsoffitti, ecc.) e viene installato utilizzando tasselli, viti da ferro, viti da legno o colle.

11 — FAQ · SEGUITO

h. Qual è la durata delle performance di TI-SKIN?

TI-SKIN ha superato importanti test di invecchiamento che garantiscono piene performance per oltre 30 anni.

i. TI-SKIN è una soluzione riconducibile a procedure di sostenibilità ambientale?

Sì. TI-SKIN è realizzato nel rispetto delle normative di sostenibilità ambientale; il processo di produzione del pannello è privo di emissioni in atmosfera, essendo privo di sistemi a combustione.

l. TI-SKIN può essere ritenuto un elemento di un sistema integrato per il risparmio energetico?

Sì. TI-SKIN può essere integrato anche in sistemi IoT dotati di IA, che permettono di ottimizzare l'utilizzo delle componenti attive della climatizzazione con il comportamento dell'involucro.

m. Quali sono gli strumenti di calcolo e di simulazione?

TI-SKIN è un pannello di isolante statico e dinamico in un'unica soluzione. Con i software di simulazione statica (ex Legge 10) si determinano le performance della componente statica e di riflettanza dell'energia termica, definendo una media rispetto alle performance di trasmittanza termica. Per una simulazione attendibile fino al 98% è necessario utilizzare software di simulazione termica in regime dinamico (IDA ICE o altri).

n. TI-SKIN costa molto di più dell'isolante tradizionale?

No. TI-SKIN ha un valore che lo colloca al vertice dei prodotti di isolamento termico: performance di isolamento statico e dinamico in un solo prodotto, facilità di posa, spazi occupati molto contenuti (almeno un terzo dell'isolamento tradizionale). Genera parametri ESG di sostenibilità ambientale, riduce fortemente le emissioni di CO_2 ed è auto-adattante alle condizioni climatiche esterne.

o. TI-SKIN è una soluzione ancora sperimentale?

No. TI-SKIN è un prodotto che deriva da un decennio di ricerca, sviluppo e applicazioni in più parti del mondo. Attualmente la soluzione è presente e utilizzata in Francia, Svizzera, Italia, Austria, Stati Uniti e Australia, e sono in corso aperture di nuovi mercati anche in Medio Oriente.

TI-SKIN® – Il sistema brevettato di isolamento dinamico

Per approfondimenti tecnici, rapporti di prova integrali, tavole di posa e supporto alla progettazione dinamica:
info@pureorganica.us · www.pureorganica.us — partner Syndego Italia S.r.l.