

Progetto CLIWAX



Sistemi di accumulo termico innovativi basati su schiume metalliche e PCM

Dott. Claudia Naldi, Prof. G.L. Morini

CIRI Edilizia e Costruzioni

Bologna, 16 ottobre 2020

TekneHub 



cidea
CENTRO INNOVATIVO
PER TERAPIE E TERAPIE



UNIMORE InterMech
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

LaRCo 

Presupposti

I nuovi impianti sfruttano **fonti rinnovabili**

➔ Fonti **variabili** nel tempo

➔ Necessità **accumulo** termico

➔ Migliorare prestazioni accumulo tramite **materiali a cambiamento di fase (PCM)**:

Maggiore accumulo di energia a parità di dimensioni
oppure

Riduzione volume serbatoio a parità di energia termica
immagazzinata



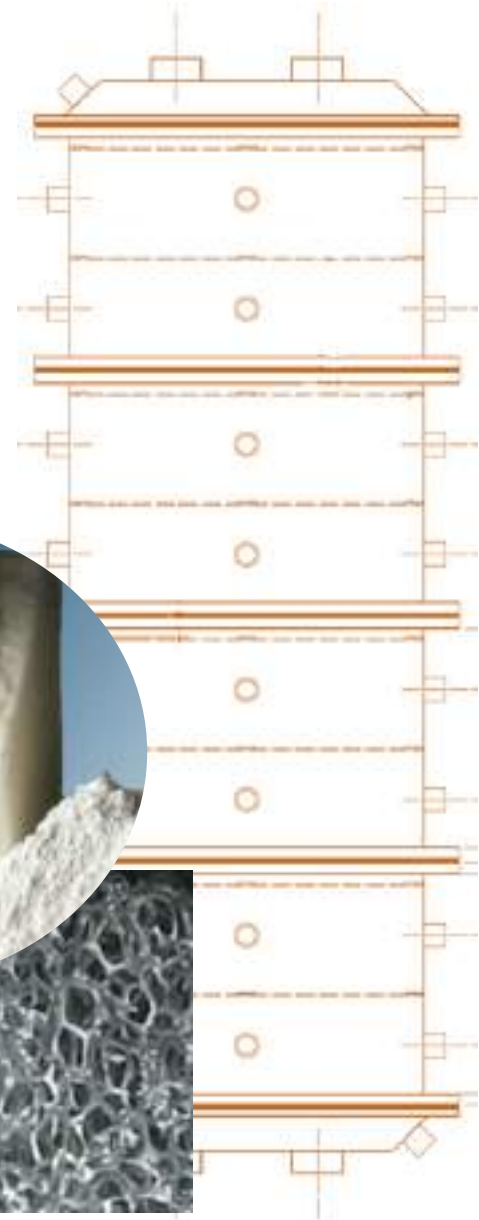
Obiettivi

- Costruzione di un prototipo di **serbatoio di accumulo termico** contenente **schiume metalliche** e **PCM** da abbinare ad impianti a pompa di calore.

Posizione: tra PdC e terminali / componente interno PdC (defrost, calore testa compressore)

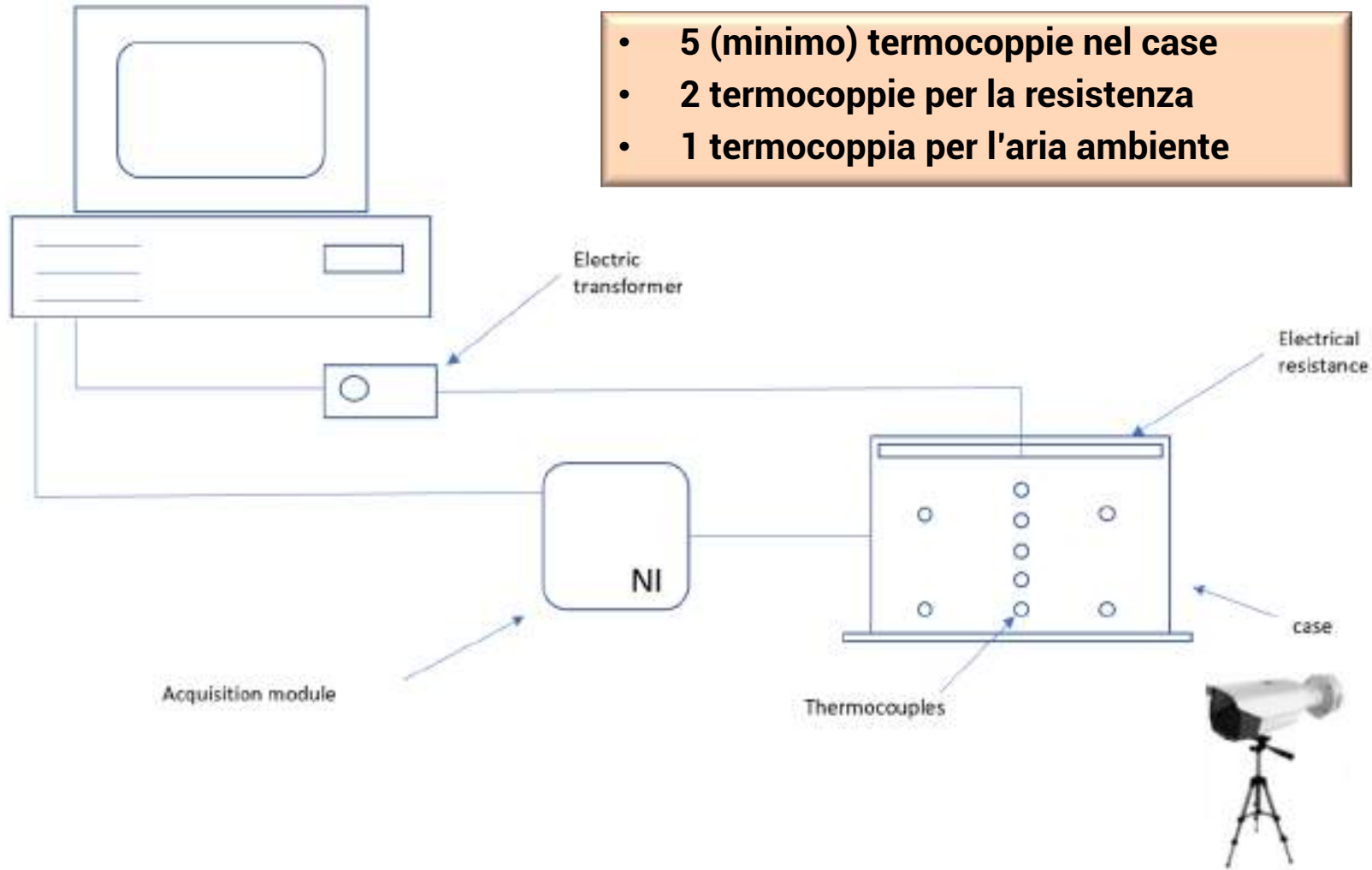
➔ Comfort indoor

- **Caratterizzazione PCM** candidati all'impiego nel sistema di accumulo.

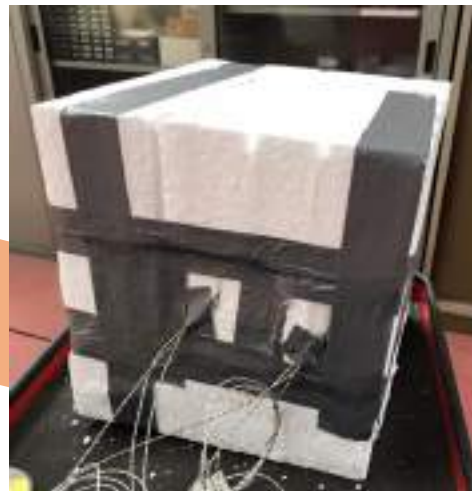
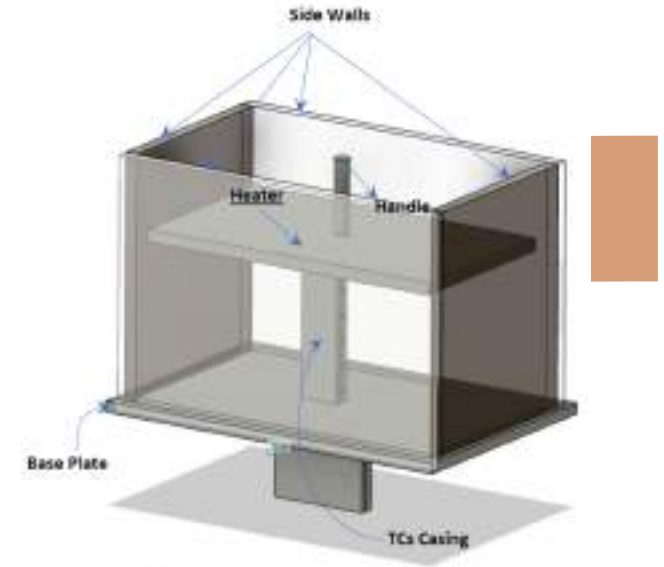


Prove preliminari sulle proprietà dei PCM

- 5 (minimo) termocoppie nel case
- 2 termocoppie per la resistenza
- 1 termocoppia per l'aria ambiente



Prove preliminari sulle proprietà dei PCM



PCM oggetto dei test

Materiali a cambiamento di fase **organici**:

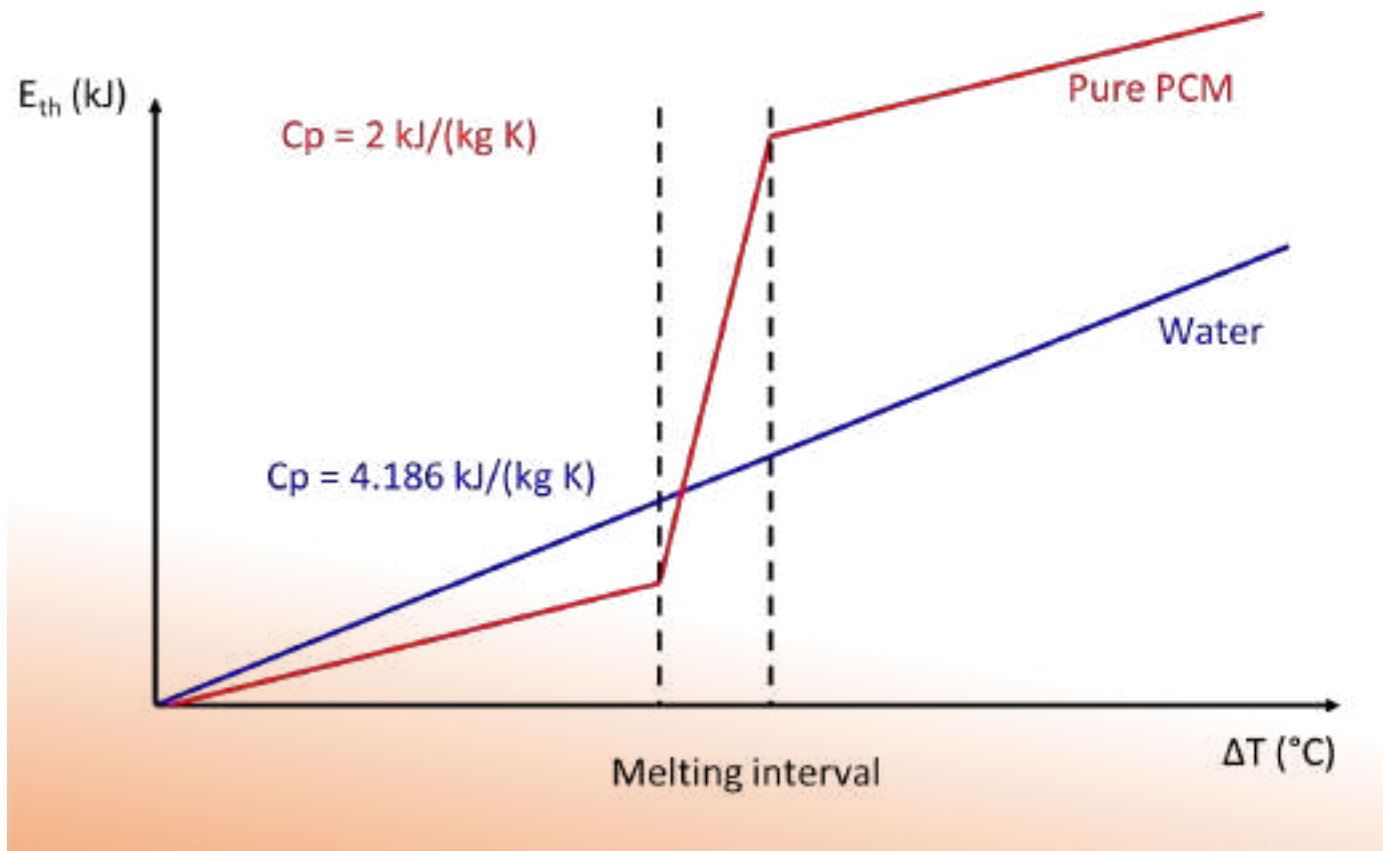
paraffine commerciali con diversi punti di fusione

- RUBITHERM RT 31
- RUBITHERM RT 35
- RUBITHERM RT 35 HC
- RUBITHERM RT 42
- RUBITHERM RT 50
- RUBITHERM RT 70 HC

Proprietà:

- elevata capacità di accumulo di energia termica
- accumulo e rilascio di calore a temperature relativamente costanti
- nessun sotto-raffreddamento
- chimicamente inerti
- prestazioni stabili durante i cicli di cambio di fase

Potenzialità di accumulo termico



➡ accumulo più energia / stessa energia con volume più piccolo

PdC: 10 litri $\text{H}_2\text{O}/\text{kW}$

Es. PdC da 200 kW

➡ accumulo ingombrante da 2000 l

➡ con PCM diminuisco volume $\approx 30 \%$

Schiume metalliche

Problema dei PCM: **bassa conducibilità termica:** $\lambda \approx 0.2 \text{ W/(m K)}$

➔ **Schiume metalliche ad elevata porosità (96 %) riempite di PCM.**

Materiali: rame / alluminio / nichel-cromo

La presenza della matrice solida della schiuma è in grado di **aumentare la conducibilità termica** del PCM:

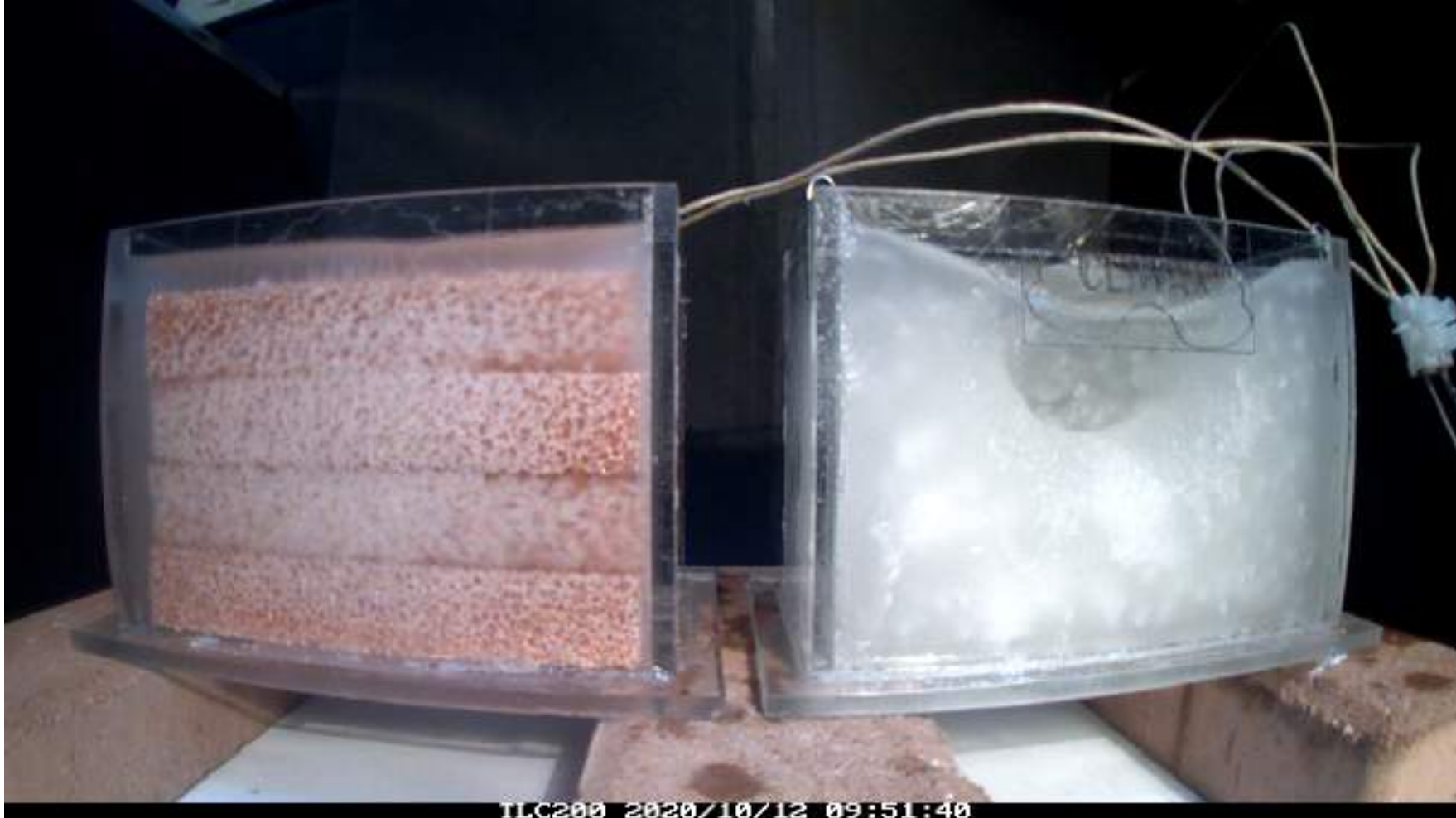
$\lambda \times 10 - 20 !$

$\lambda = 2.5 \text{ W/(m K)}$ (Al) – 4 W/(m K) (Cu)



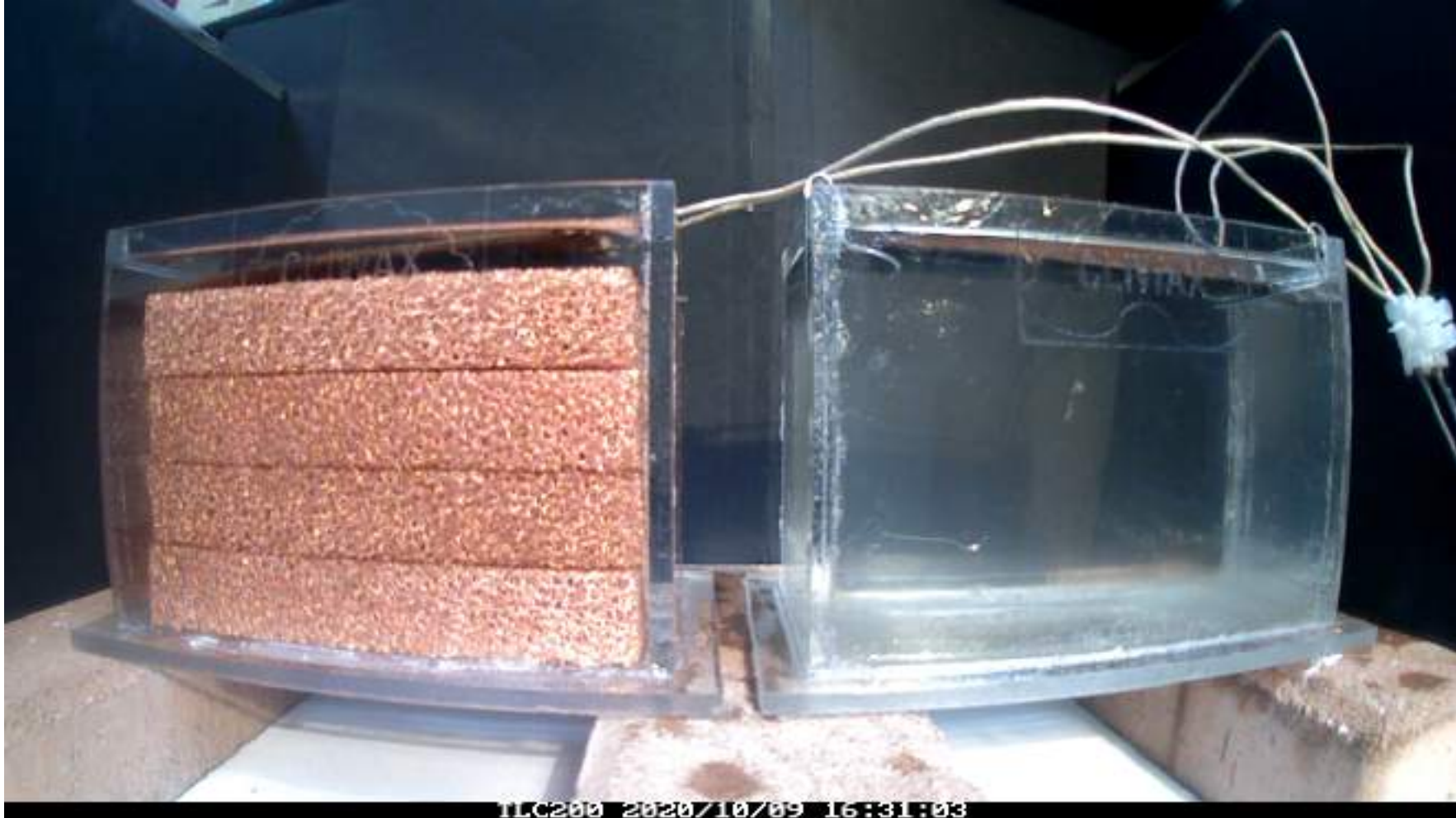
Prove tempi carico-scarico

Fusione



Prove tempi carico-scarico

Solidificazione

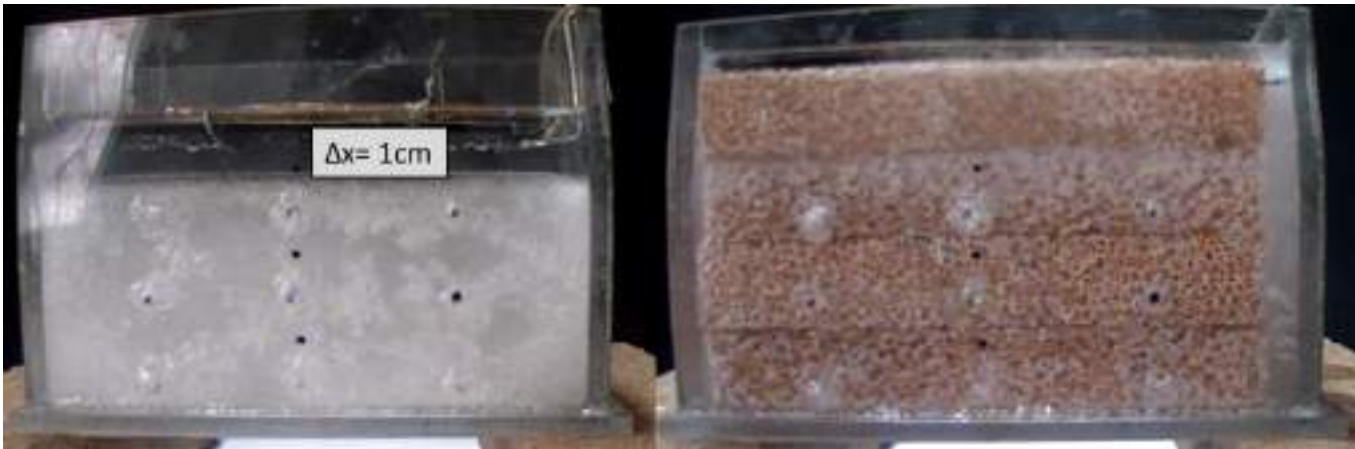


Prove tempi carico-scarico

Riscaldamento



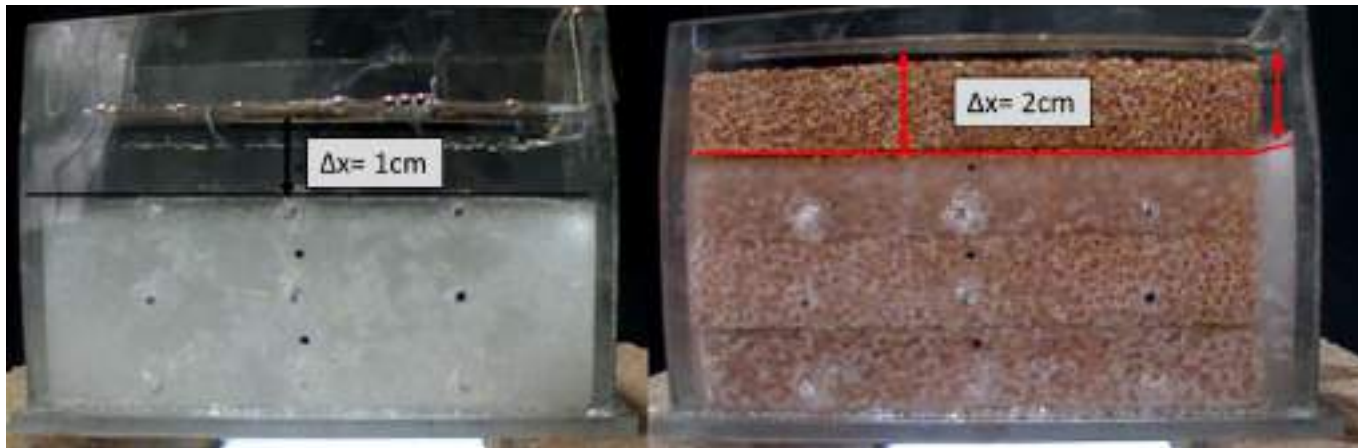
Inizio



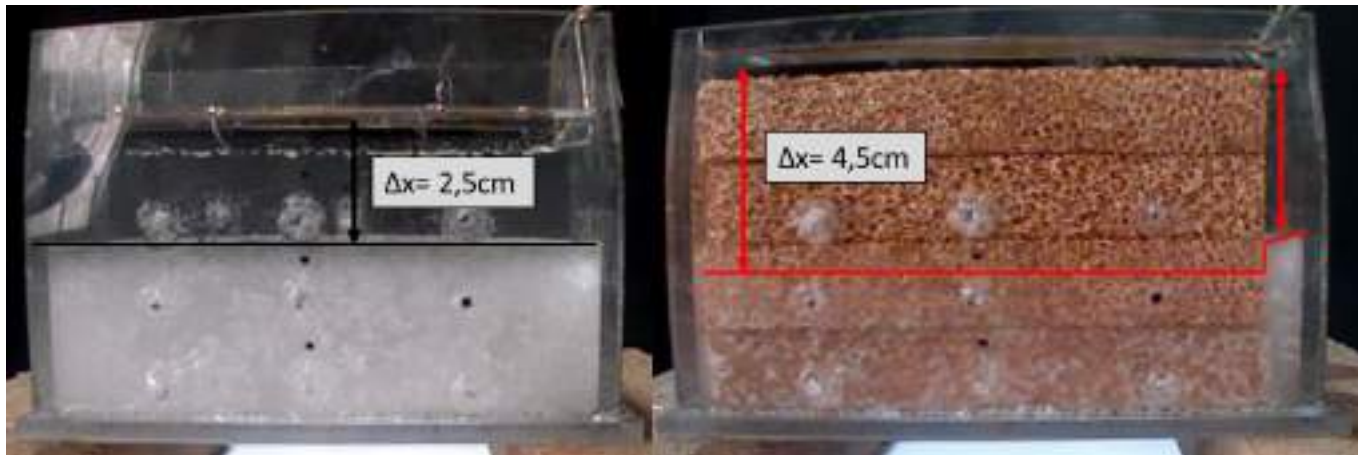
Dopo 1 h

Prove tempi carico-scarico

Riscaldamento



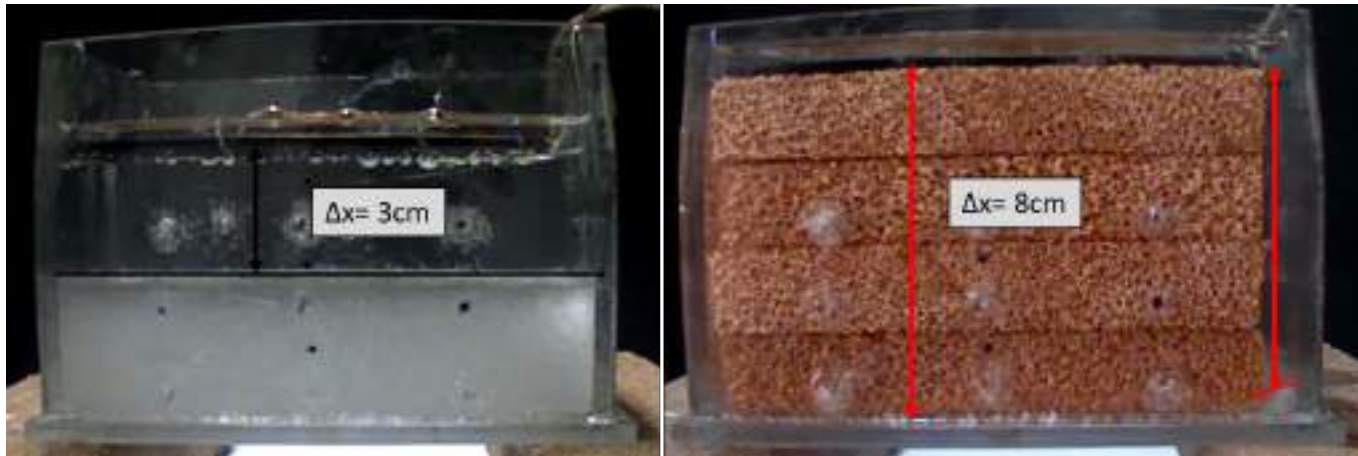
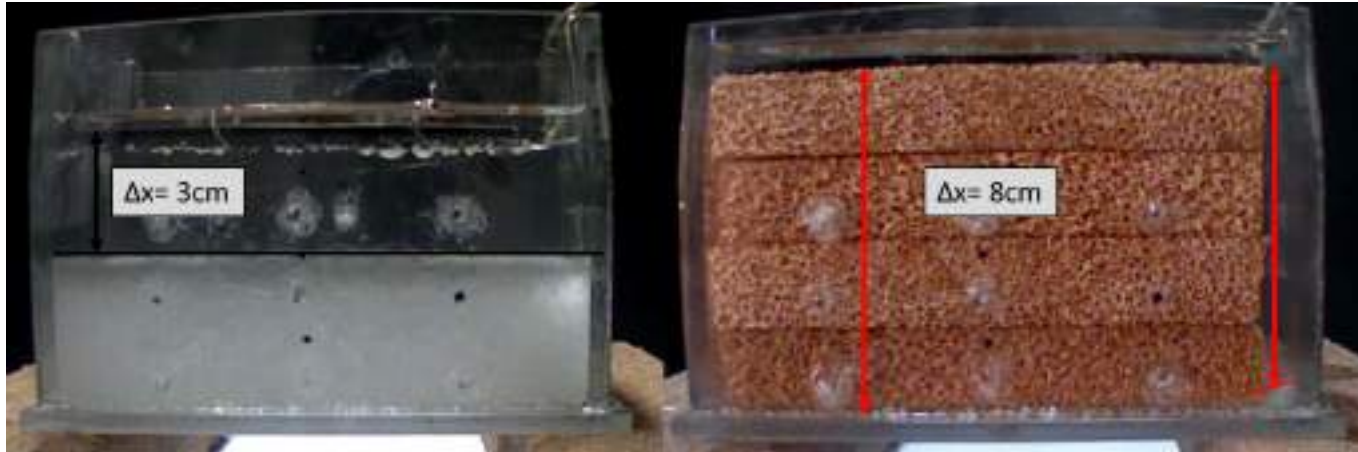
Dopo 2 h



Dopo 4 h

Prove tempi carico-scarico

Riscaldamento



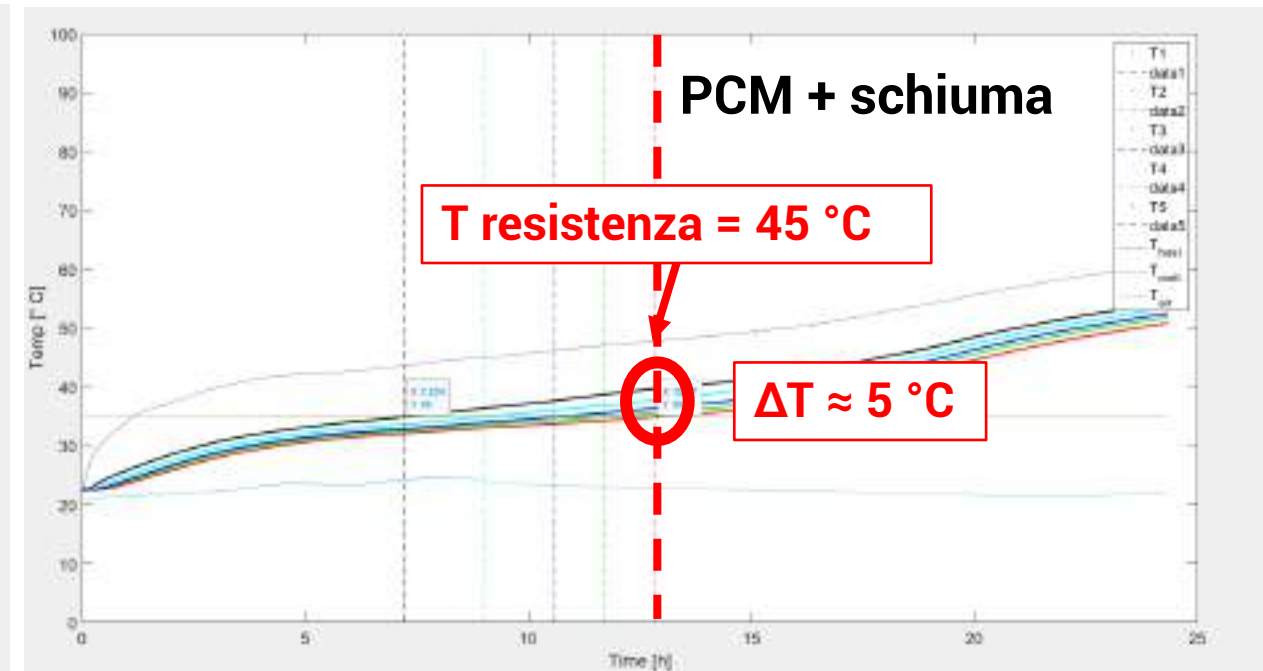
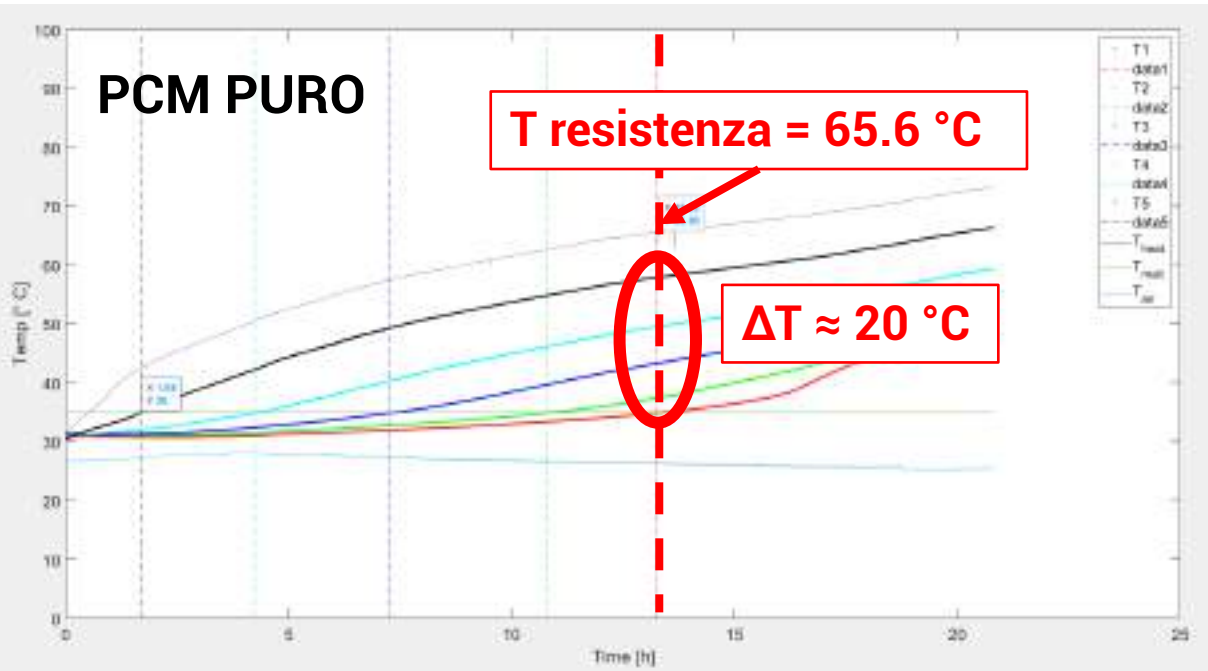
Dopo 6 h

Dopo 7 h

Il PCM puro ha raggiunto uno stato stazionario e non è totalmente fuso.

Il PCM con schiuma metallica è fuso al 100 %.

Risultati sperimentali



Tempistiche simili (≈ 13 ore) per la fusione completa, ma con schiume temperature più omogenee all'interno del case ($\lambda >$)

➔ fusione con temperature resistenza <

➔ miglioramento COP PdC

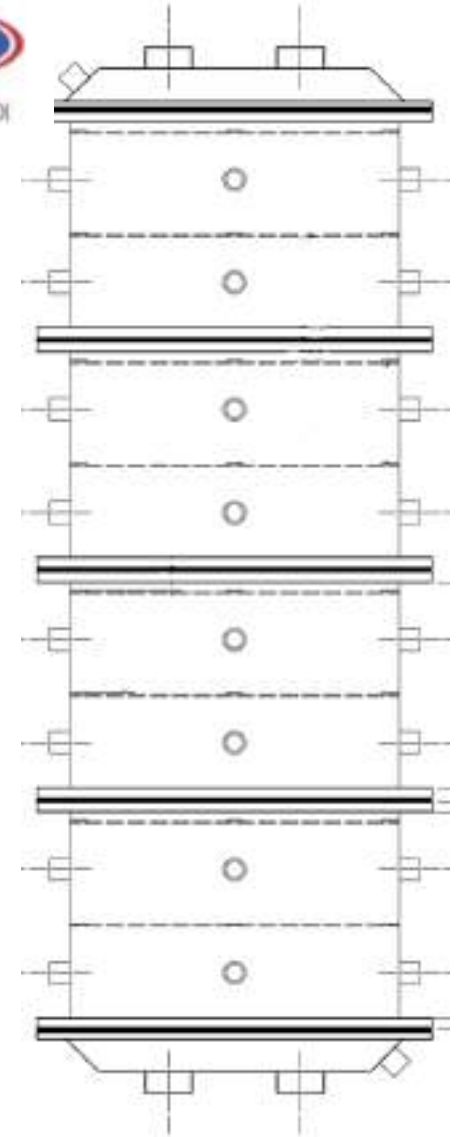
Prototipo accumulo termico



È in corso di realizzazione un **circuito sperimentale** per prove su **accumuli termici**.


PCM puro / PCM + schiume metalliche **incapsulati**.

Accumulo 50 – 200 l (**modulare**) con PCM 10 – 40 % volume.




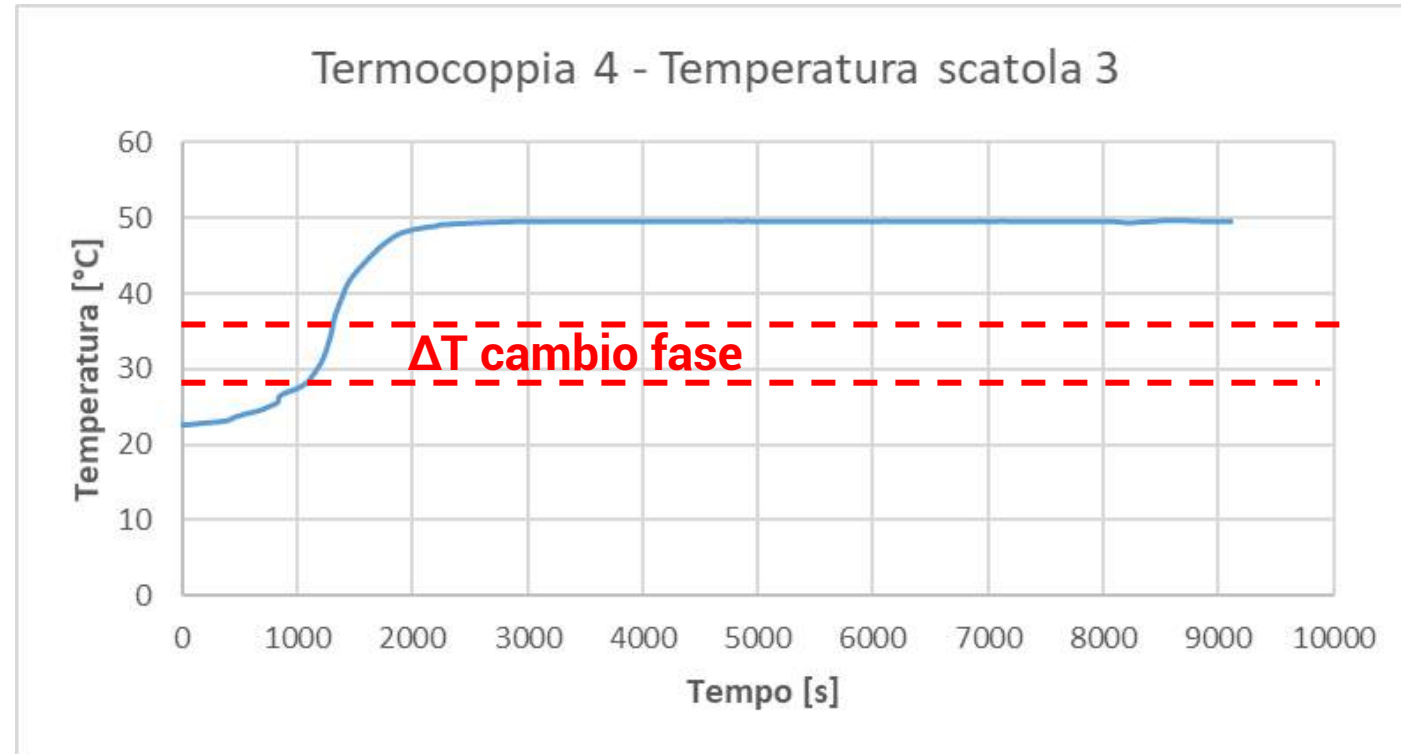
Prototipo accumulo termico

Andamento temperatura PCM RT 35 incapsulato immerso in un bagno termostatico ad acqua a 50 °C

PCM nello stato **solido**  crescita temperatura più **lenta**.

Coesistenza fase **liquida e solida**

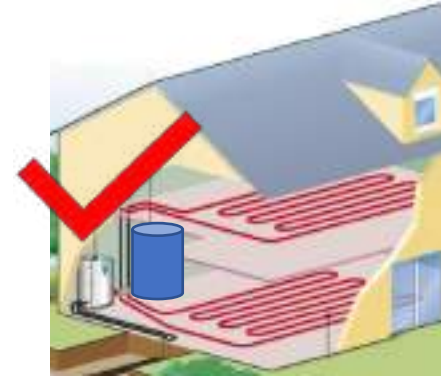
 **impennata** temperatura: innesco di **celle convettive** che aumentano lo scambio termico.



Sviluppi

L'energia immagazzinata nei serbatoi dotati di PCM e schiume metalliche permetterà:

- Realizzazione **serbatoi accumulo termico meno ingombranti** (soluzione problemi spazio)



- **Stabilizzazione prestazioni pompa di calore**, con riduzione numero cicli di defrost e di on-off

- Immagazzinamento calore da **collettori solari** durante momenti **massima insolazione** e **rilascio** energia accumulata in un **secondo momento**



Grazie per l'attenzione!

Dott. Claudia Naldi

claudia.naldi2@unibo.it

Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale (CIRI) – Edilizia e Costruzioni

ALMA MATER STUDIORUM – UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
CENTRO INTERDIPARTIMENTALE
DI RICERCA INDUSTRIALE EDILIZIA E COSTRUZIONI

