

Green building, la sfida energetica nel mondo delle costruzioni  
*Ravenna, Giovedì 29 settembre 2011*

**INVOLUCRI PREFABBRICATI IN CALCESTRUZZO  
AD ALTE PRESTAZIONI TERMO-IGROMETRICHE**  
**Il Progetto di Ricerca per il Gruppo QUERZOLI**

*Ing. Luca Laghi – CertiMaC*

## SOMMARIO

- **Laboratorio CertiMaC**
  - **Attività e partnership**
- **Efficienza Energetica degli Edifici**
  - **Contesto e macro-temi**
  - **Panorama normativo**
- **Servizi Innovativi di Ricerca e Qualificazione Materiali per l'Industria**
  - **Misure Sperimentali: Parametri Termo-fisici ed Igrometrici**
  - **Metodologie di Calcolo: Modelli di Simulazione FEM**

**CertiMaC** nasce nel 2005 grazie al finanziamento della Regione Emilia Romagna nell'ambito del **PRRITT** (Programma Regionale per la Ricerca Industriale, l'Innovazione e il Trasferimento Tecnologico) **misura 3.1, azione B, "Laboratori Industriali"**.

Enti promotori sono i protagonisti del distretto dei materiali ceramici di Faenza:

**APC** – Agenzia Polo Ceramico

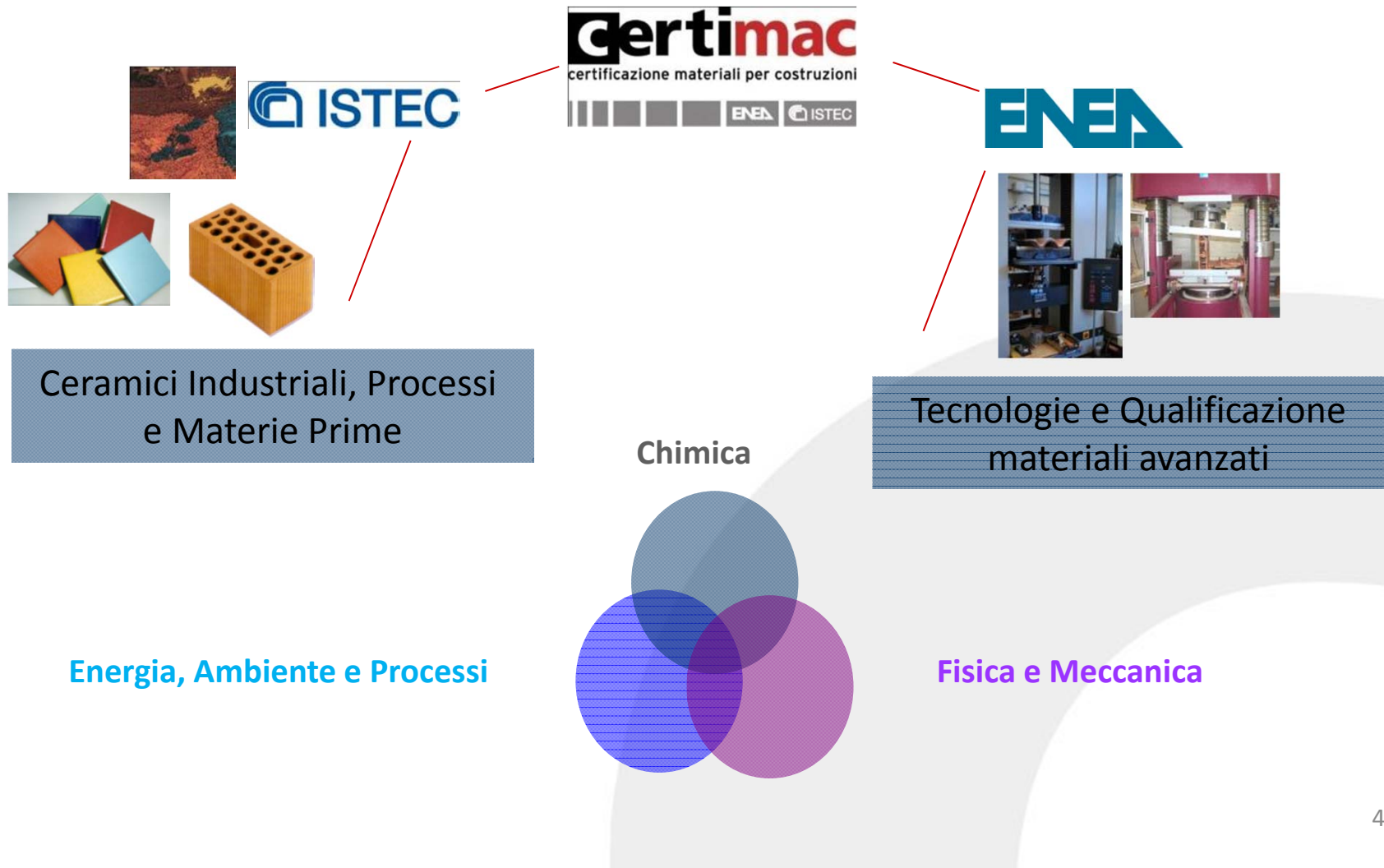
**CNR – Istec** Istituto di Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramici

**ENEA** – Laboratorio Ricerche Faenza



La nascita del laboratorio rappresenta la capitalizzazione delle competenze sviluppate in dieci anni di attività dal **Laboratorio sperimentale sui Ceramici Tradizionali** gestito da ENEA e da Agenzia Polo Ceramico, in stretta collaborazione con ANDIL – Assolaterizi, al servizio dell'industria dei laterizi.

## IL DISTRETTO FAENTINO DEDICATO AI MATERIALI



## IL DISTRETTO FAENTINO DEDICATO AI MATERIALI



**Efficienza energetica e  
sostenibilità**

**Prove ambientali e di durabilità  
dei materiali**

**Prove fisico-meccaniche**

**Analisi chimiche e  
caratterizzazione materie prime**

CertiMaC → unità operative

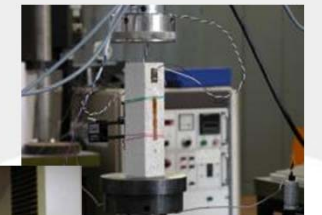
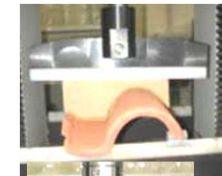
**Analisi chimiche e caratterizzazione materie prime**



- Spettrometria di emissione al plasma ad accoppiamento induttivo (ICP) per analisi chimica e sali solubili
- Composizione mineralogica tramite Diffrazione a raggi X
- Analisi termiche (DTA-TG, Termidilatometria, Fusibilità al microscopio riscaldante)
- Analisi granulometrica
- Preparazione e caratterizzazione tecnologica di argille e di impasti allo stato plastico e allo stato secco
- Analisi chimiche in microsonda mediante microscopio elettronico a scansione SEM LEO 438 VP con Sistema Oxford Link ISIS EDS

**Prove fisico-meccaniche**

- Resistenza a flessione, a compressione e a Taglio di Materiali per l'involucro (mattoni in laterizio, elementi per coperture, malte da muratura, materiali per pavimentazione, ecc.);
- Determinazione del Modulo Elastico in Compressione con Tecnologia Estensimetrica;
- Prove di pull-off su Malte e Materiali Cementizi per Riparazione del Cls, massetti, calci, impermeabilizzanti, ecc.;
- Impermeabilità, Assorbimento d'acqua, Controlli dimensionali
- Resistenza allo Scivolamento



CertiMaC → unità operative

Prove ambientali e di durabilità dei materiali



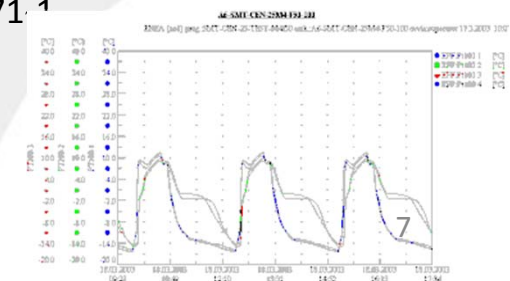
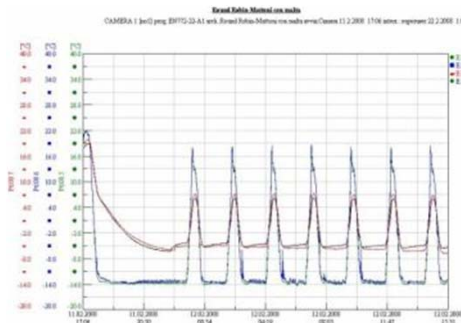
- Determinazione della resistenza al gelo-disgelo di materiali esposti all'esterno (laterizi, cementi, piastrelle, pannelli in cls prefabbricati) mediante 2 Camere Climatiche Vötsch Industrietechnik Modello VBT 03/1000.
- Partecipazione a Comitati Tecnici Nazionali ed Europei per lo sviluppo di metodologie di prova innovative per la determinazione della resistenza al gelo dei prodotti in laterizio:

**CEN TC/128 working group F.R.I.:** metodo unico per la durabilità delle coperture in laterizio

**CEN TC/125 working group 4:** metodo di prova su muretto

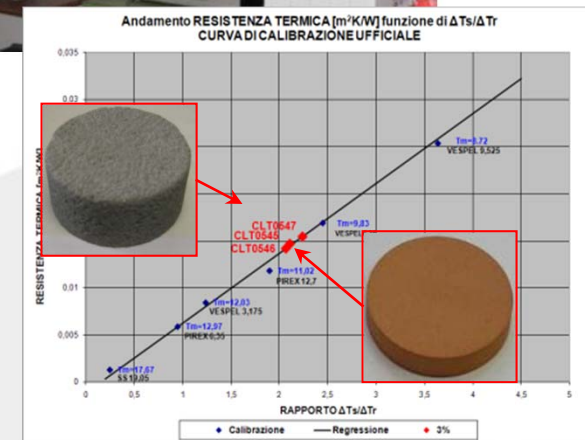
- Campagne di benchmarking nazionali per la validazione dei due metodi di prova (coperture e faccia a vista).

- Round-robin internazionali interlaboratorio per la validazione dei metodi di prova previsti dalla EN 771-1



**Efficienza energetica e  
sostenibilità**

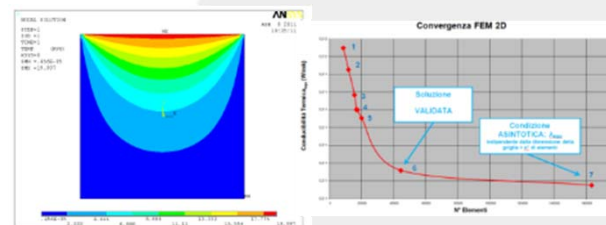
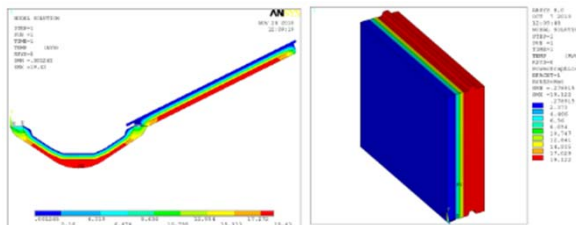
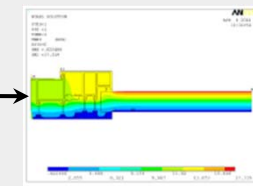
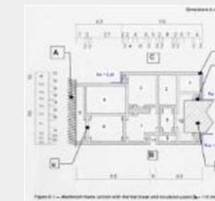
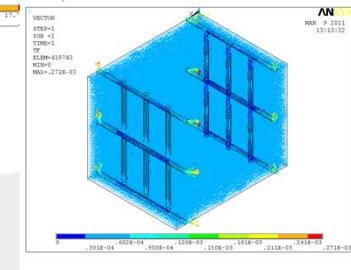
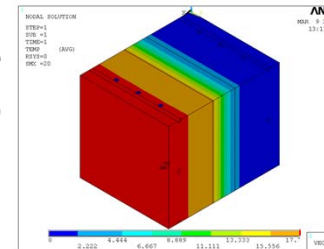
- Strumenti e Metodi per la determinazione sperimentale del potere termoisolante di materiali tradizionali e avanzati per l'involucro mediante Termoflussimetro con anello di guardia:
  - range di temperatura,  $-30 \div 300$  C (**energetica degli edifici, condizioni incidentali**);
  - range di resistenza termica  $0.002 \div 0.05$  m<sup>2</sup>K/W;
  - variabilità dei carichi applicati al campione: simulazione condizioni terreno – geotermia;
  - analisi a differenti livelli di Umidità.
- Materiali Analizzabili: mattoni, malte, vernici e coating ceramici, materiali isolanti incoerenti ed aggregati, pietre naturali, piastrelle ceramiche tradizionali e multistrato, terreni e materiali cementizi nel settore Geotermico, calcestruzzi, ecc.
- Attività di ricerca nazionale e internazionale per validazione e calibrazione delle metodologie di misura (CTMNC francese, Dip.to DIENCA della Univ. Di Bologna, Istituto di Metrologia INRIM, Univ. Di Padova, Univ. Di Urbino).
- Qualificazione Igrometrica dei Materiali: determinazione sperimentale della permeabilità al vapore di materiali per l'edilizia.





CertiMaC → efficienza energetica e sostenibilità

- Valutazioni Energetiche in strutture civili/residenziali volte alla determinazione del Grado di Isolamento Termico delle Strutture (involucro opaco e trasparente), dei ponti Termici e del rischio condensa – calcoli FEM 2D e 3D stazionari e dinamici
- Modelli di Scambio termico simulanti l'applicazione di pavimentazioni integrate in impianti a pannelli radianti.
- Modelli di Scambio termico simulanti la condizione incidentale (incendio) entro infrastrutture civili – prefabbricati, gallerie.
- Modelli di Scambio termico per Applicazioni in ambito Geotermico a bassa Entalpia (scambio sonda/terreno).



**DIRETTIVA EUROPEA 2002/91/CE (EPBD)**

D. Lgs. 192/2005 aggiornato e integrato dal D. Lgs. 311/2006

- Valori limite **Trasmittanza "U"** strutture opache verticali
- Valore limite funzione della **Zona climatica** (Gradi giorno)
- Calendario di Attuazione



Tabella 2.1 Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache verticali espressa in W/m<sup>2</sup>K

ZONA CLIMATICA	DAL 1° GEN.2006 U (W/m <sup>2</sup> K)	DAL 1° GEN.2008 U (W/m <sup>2</sup> K)	DAL 1° GEN.2010 U (W/m <sup>2</sup> K)
A	0,85	0,72	0,62
B	0,64	0,54	0,48
C	0,57	0,46	0,40
D	0,50	0,40	0,36
E	0,46	0,37	0,34
F	0,44	0,35	0,33

DPR 59/2009 Decreto attuativo del D. Lgs. 192/05



D. 26 Giugno 2009 Linea Guida nazionali per la Certificazione Energetica degli edifici

VS

**Leggi Regionali**  
(es. Emilia Romagna DAL 156/08 e DGR 1362/10)

## CLASSIFICAZIONE DEGLI EDIFICI - D.P.R. 412/93

**E.1** Edifici adibiti a residenza e assimilabili

**E.2** Edifici adibiti a uffici e assimilabili: pubblici o privati, indipendenti o contigui a costruzioni adibite ad attività industriali, purché siano da tali costruzioni scorporabili agli effetti dell'isolamento termico;

**E.3** Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili;

**E.4** Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto e assimilabili (Cinema, Teatri, Musei, Chiese, Ristoranti);

**E.5** Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili (negozi, magazzini, supermercati, esposizioni);

**E.6** Edifici adibiti ad attività sportive (piscine, palestre, servizi di supporto alle attività sportive);

**E.7** Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;

**E.8 Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili.**

**EDIFICI INDUSTRIALI**

D.Lgs. 192/05 integrato con D.Lgs. 311/06 – art. 3 (Ambiti di Intervento)  
D.A.L. 158/08 Regione Emilia Romagna – art. 3.6 (requisiti Minimi)



**SONO ESCLUSI SALL'OBBLIGO DI ISOLAMENTO:**

- ❑ *I fabbricati industriali, artigianali e agricoli non residenziali quando gli ambienti sono riscaldati per esigenze del processo produttivo o utilizzano reflui energetici del processo produttivo non altrimenti utilizzabili.*
- ❑ *I fabbricati isolati con una superficie utile totale inferiore a 50 m<sup>2</sup>;*

VERIFICA TRASMITTANZA TERMICA - EDIFICI E.8				
NUOVA COSTRUZIONE			RISTRUTTURAZIONE	
	D.Lgs. 311/2006		D.Lgs. 311/2006	
	SI	STRUTTURE VERTICALI	SI	
	SI	STRUTTURE ORIZZONTALI	NO	
	SI	STRUTTURE TRASPARENTI	NO	
	NO	TRAMEZZATURE INTERNE	NO	

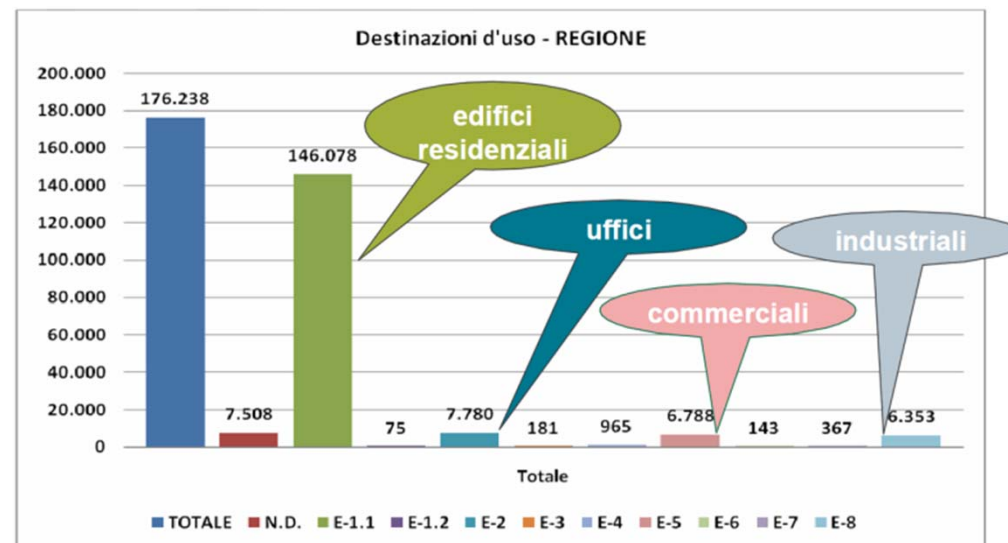
## **DGR 1362/10 – Edifici Industriali e Assimilabili**

*Per gli edifici adibiti ad attività industriali artigianali e assimilabili, la certificazione energetica può limitarsi alle sole porzioni di essi adibite ad uffici e assimilabili ai fini della permanenza di persone, purché scorporabili agli effetti dell'isolamento termico, sempre che le residue porzioni siano escluse dall'obbligo ai sensi di quanto sopra indicato; l'attività agricola è assimilabile ad attività industriale o artigianale.*

## DGR 1362/10 – Edifici Industriali e Assimilabili

*Per gli edifici adibiti ad attività industriali artigianali e assimilabili, la certificazione energetica può limitarsi alle sole porzioni di essi adibite ad uffici e assimilabili ai fini della permanenza di persone, purché scorporabili agli effetti dell'isolamento termico, sempre che le residue porzioni siano escluse dall'obbligo ai sensi di quanto sopra indicato; l'attività agricola è assimilabile ad attività industriale o artigianale.*

### N° Certificati Energetici registrati dal 2008 ad oggi in base alla destinazione d'USO



Fonte: Regione Emilia Romagna

## DGR 1362/10 – Edifici Industriali e Assimilabili

*Per gli edifici adibiti ad attività industriali artigianali e assimilabili, la certificazione energetica può limitarsi alle sole porzioni di essi adibite ad uffici e assimilabili ai fini della permanenza di persone, purché scorporabili agli effetti dell'isolamento termico, sempre che le residue porzioni siano escluse dall'obbligo ai sensi di quanto sopra indicato; l'attività agricola è assimilabile ad attività industriale o artigianale.*



### In tale contesto

La certificazione energetica dei componenti l'involucro prefabbricato, oltre che adempimento obbligatorio, si configura come **importante leva strategica per lo sviluppo competitivo dei PRODUTTORI e dell'intero settore COSTRUZIONI**



In tale ambito **CertiMaC** ha messo a disposizione per l'Industria delle Costruzioni – settori prefabbricati in cls - una serie di **servizi innovativi** di Ricerca e di Qualificazione Materiali



1. Misure Sperimentali: Parametri Termo-fisici ed Igrometrici
2. Metodologie di Calcolo: Modelli di Simulazione FEM



### **OBIETTIVI**

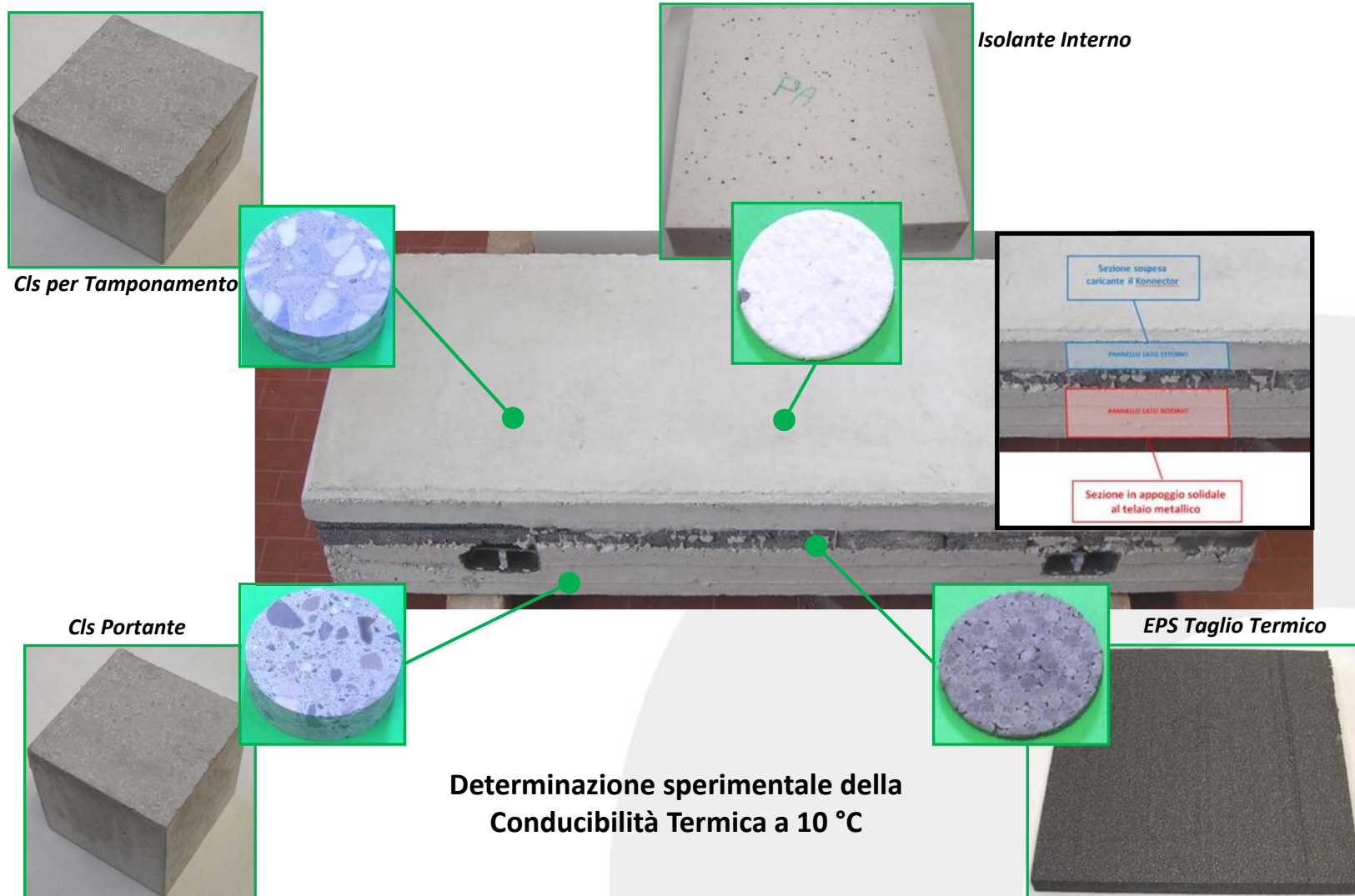
- Studio, Qualificazione ed Ottimizzazione delle Prestazioni Termoigrometriche dei materiali impiegati nei sistemi a parete e di copertura prodotti da Querzoli;
- Simulazione FEM del Comportamento termico di sistemi a parete e di copertura;
- Valutazione e Correzione dei ponti termici;
- Determinazione della Resistenza al Gelo/Disgelo di sistemi a parete

L'attività è stata svolta in partnership con la Facoltà di Ingegneria di Bologna –Dipartimento DIENCA

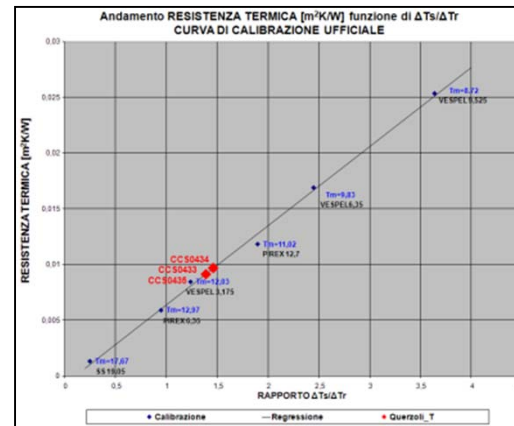
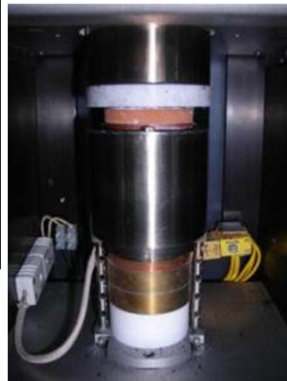




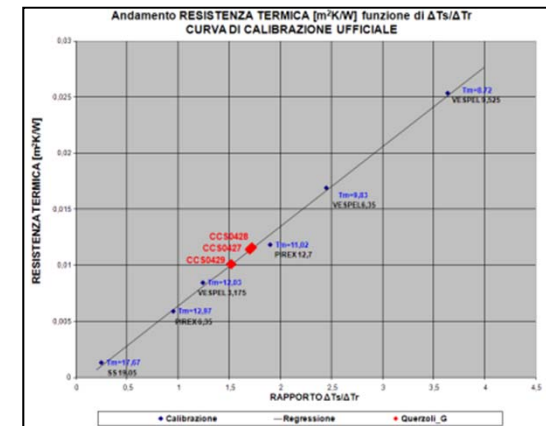
## ANALISI TERMO-IGROMETROCHE SU SISTEMI A PANNELLO



## Determinazione della prestazione TERMO-IGROMETRICA dei singoli componenti che costituiscono il **PANNELLO**



Risultati: Cls per Tamponamento



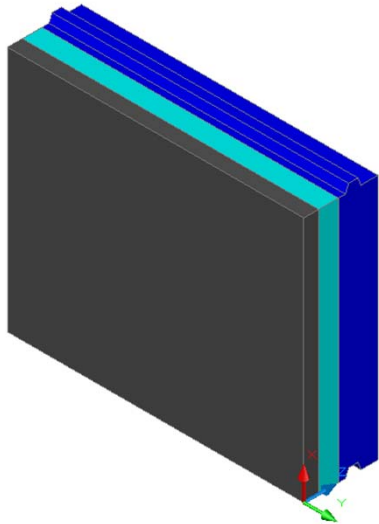
Risultati: Cls portante



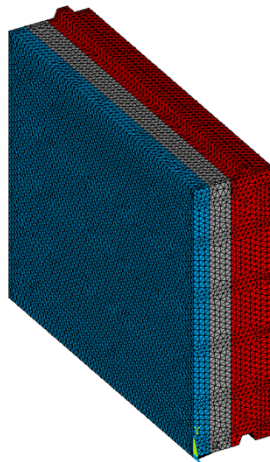
Misura della Permeabilità al Vapore

Progetto Querzoli → attività numerica

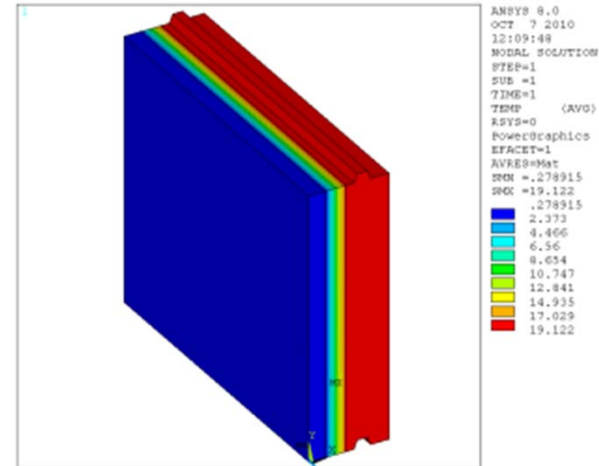
**ANALISI TERMO-IGROMETROCHE SU SISTEMI A PANNELLO**



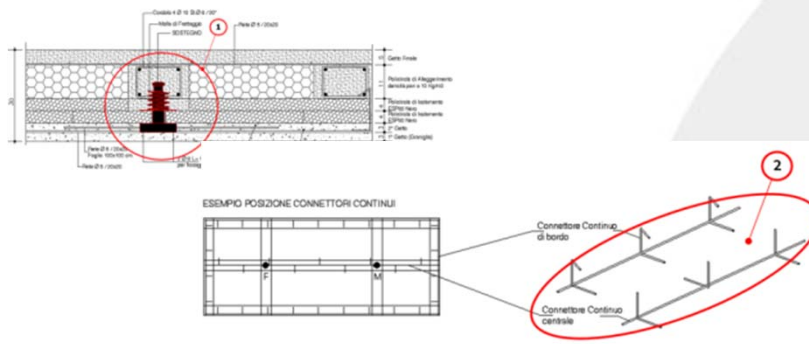
Ricostruzione CAD 3D



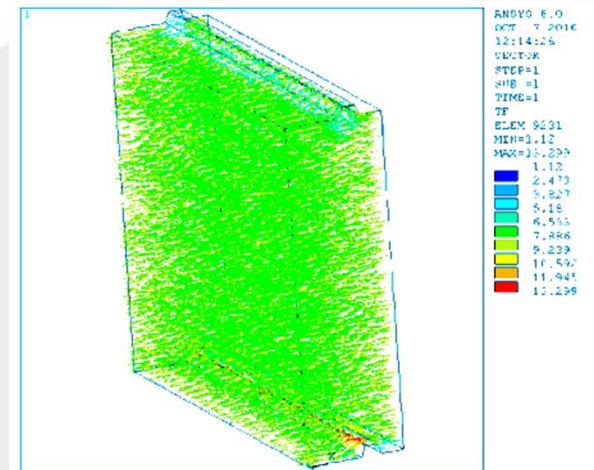
Discretizzazione e MESH



Distribuzione delle TEMPERATURE



Valutazione dei PONTI TERMICI puntuali



Andamento VETTORIALE del FLUSSO TERMICO

## ANALISI TERMO-IGROMETROCHE SU SISTEMI A PANNELLO

Software di Calcolo interfaccia EXCEL



Calcolo automatico di 'U' al variare dei due Parametri di Progetto:

**L** – Lunghezza Pannello (1,2 ÷ 16 m)

**H** – Altezza Pannello (1 ÷ 3 m)

U PANNELLI ORIZZONTALI sp 30\_0.033 [modalità compatibilità] - Microsoft Excel

**Foglio di calcolo per la determinazione della trasmittanza termica di PANNELLI ORIZZONTALI TAGLIO TERMICO DI Sp. 30 cm**

Lunghezza pannello (L)	12,2 m	Area pannello	18,30 m <sup>2</sup>
Larghezza pannello (H)	1,5 m	Numero sostegni connector	3

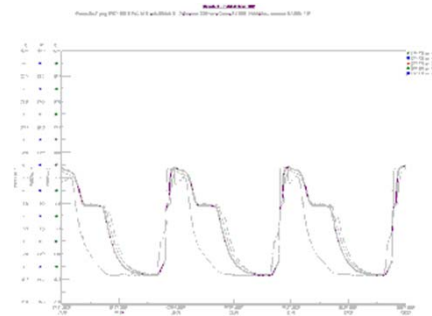
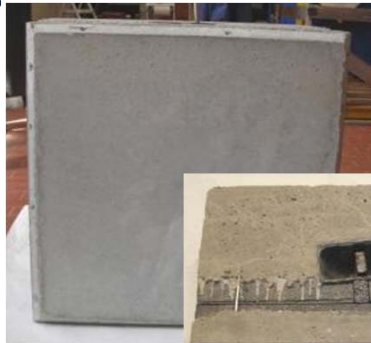
**TRASMITTANZA PANNELLO 0,301 W/m<sup>2</sup>K**

**N.B.:** Il presente risultato è da ritenersi valido solo per le tipologie di pannelli di cui sopra e per valori di Larghezza H e Lunghezza L compresi, rispettivamente, tra 1 e 3 m e tra 1.2 e 16 m

**N.B.:** Risultato di Valutazioni 2D, 3D con correzione dei ponti termici puntuali legati ai connettori ed ai ferri di rinforzo

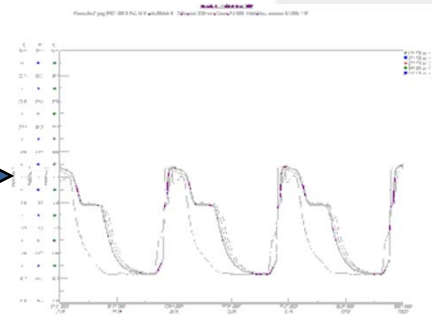
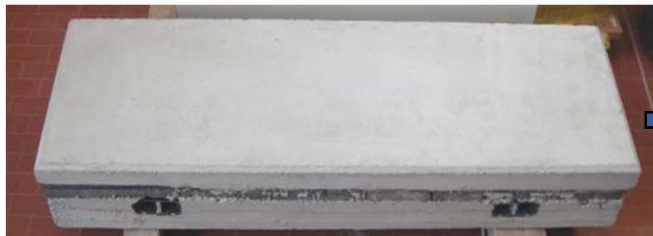
## ANALISI AMBIENTALI (GELO/DISGELO) SU SISTEMI A PANNELLO

1



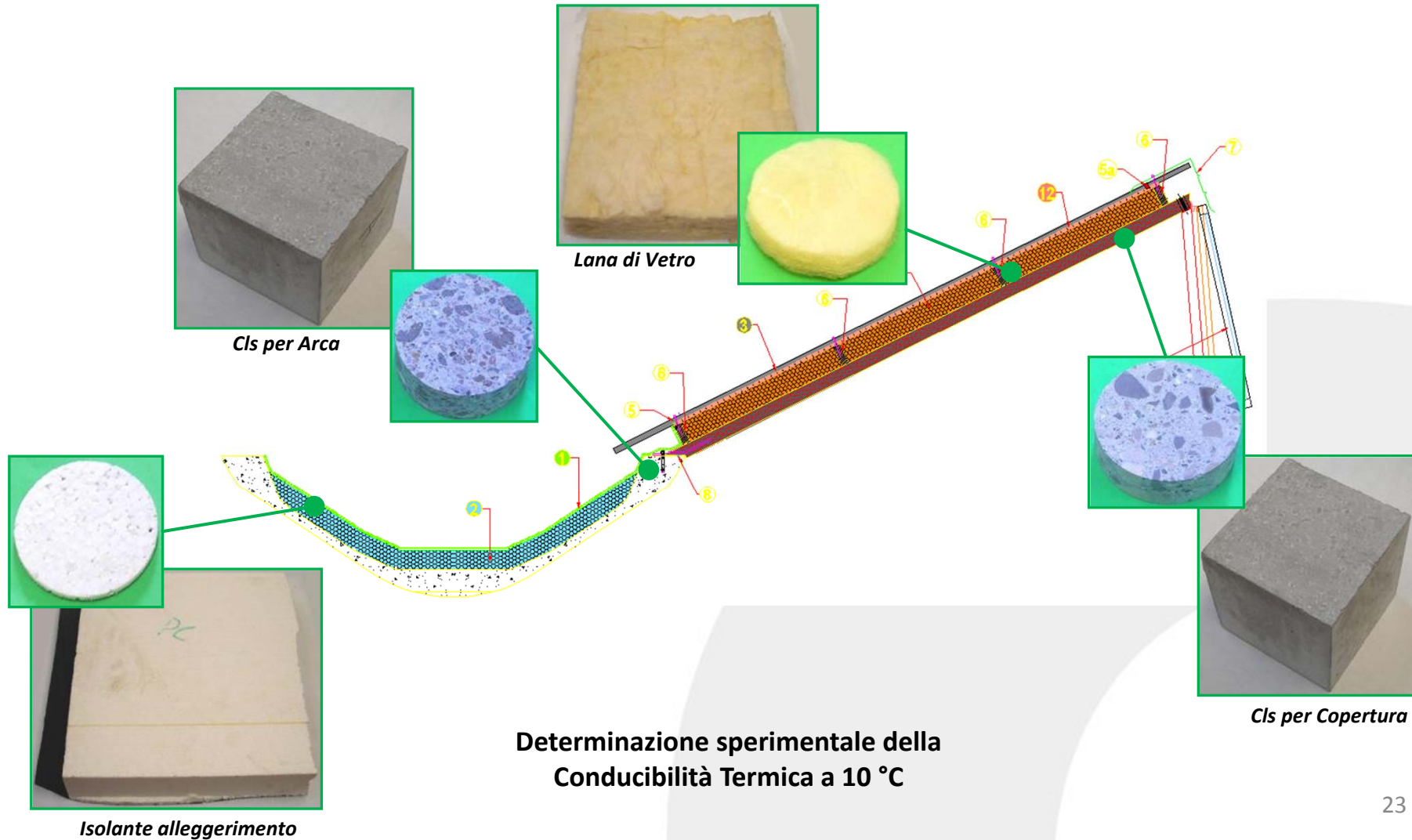
Pannello a Taglio Termico 50x50x30 cm sottoposto a 200 cicli di Gelo/Disgelo

2

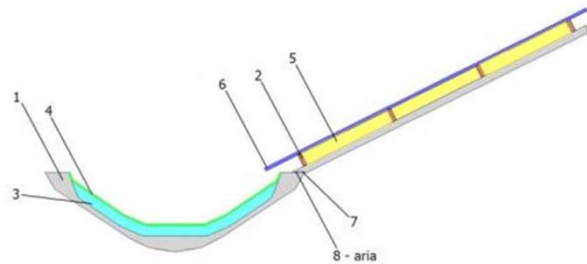


Pannello a Taglio Termico ottimizzato 160x55x30 cm sottoposto a 200 cicli di Gelo/Disgelo

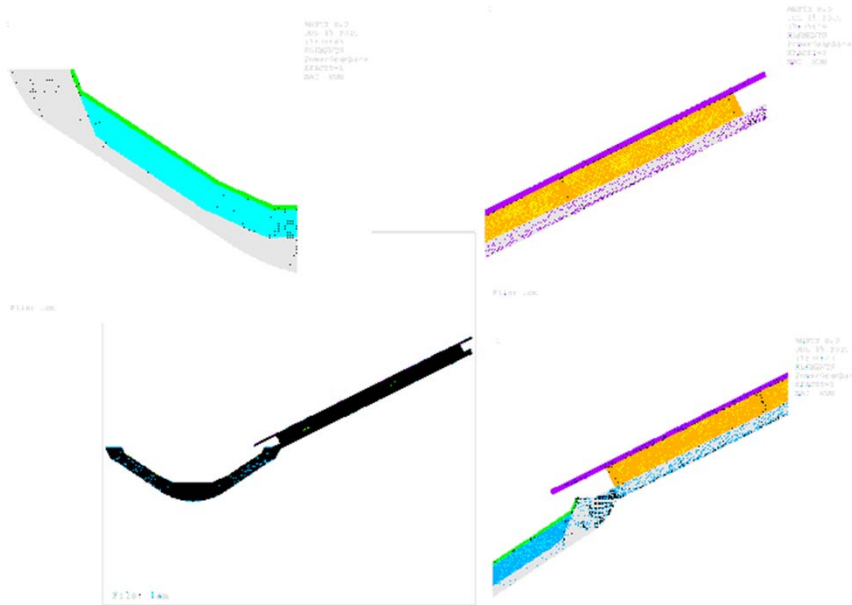
## ANALISI TERMO-IGROMETROCHE SU SISTEMI DI COPERTURA



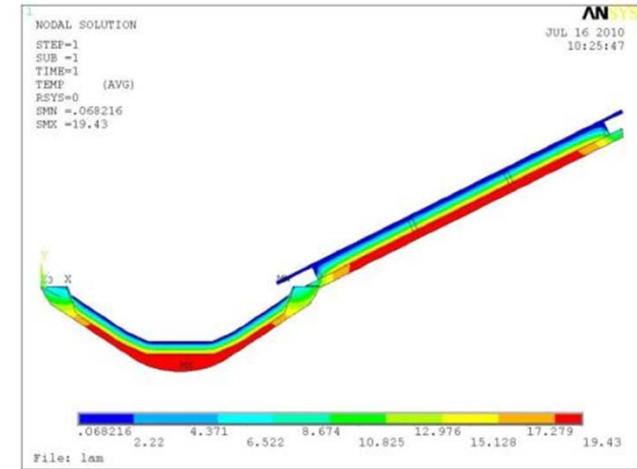
**ANALISI TERMO-IGROMETROCHE SU SISTEMI DI COPERTURA**



Ricostruzione CAD 2D

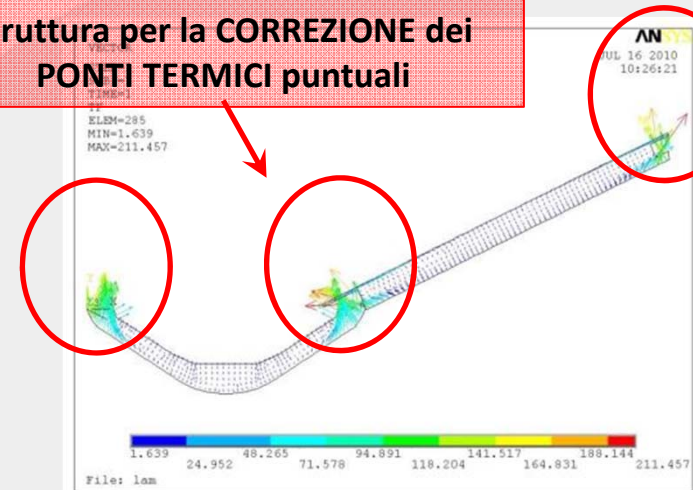


Discretizzazione e MESH



Distribuzione delle TEMPERATURE

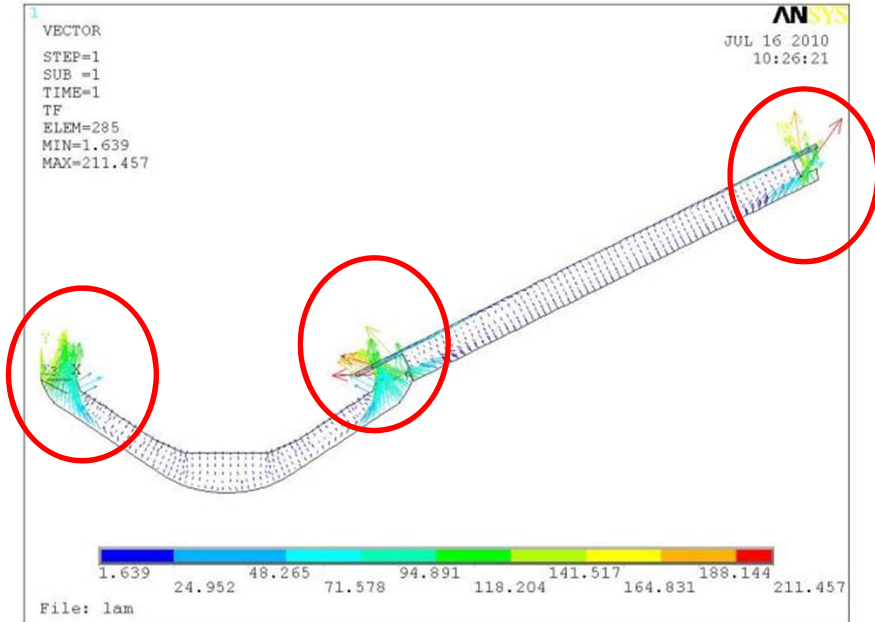
**Contributo all'ottimizzazione della struttura per la CORREZIONE dei PONTI TERMICI puntuali**



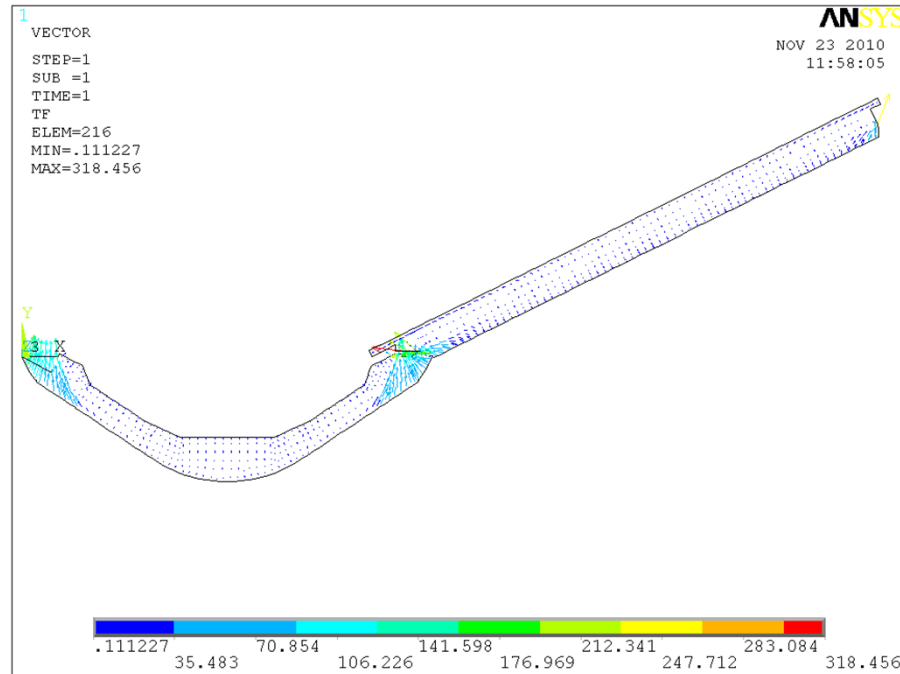
Andamento VETTORIALE del FLUSSO TERMICO



## ANALISI TERMO-IGROMETRICHE SU SISTEMI DI COPERTURA



Configurazione INIZIALE



Configurazione OTTIMIZZATA

- 20% U

**GRAZIE DELL'ATTENZIONE**

## CONTATTI

**Direzione Tecnico–Scientifica:** Ing. Martino Labanti

[m.labanti@certimac.it](mailto:m.labanti@certimac.it)

**Divisione Termica–Efficienza Energetica:** Ing. Luca Laghi

[l.laghi@certimac.it](mailto:l.laghi@certimac.it)

**Laboratorio Analisi e Prove–Marcatura CE:** Dr. Marco Marsigli

[m.marsigli@certimac.it](mailto:m.marsigli@certimac.it)

**Comunicazione–Marketing:** Dr.ssa. Giulia Ruta

[g.ruta@certimac.it](mailto:g.ruta@certimac.it)

Laboratorio fondato e partecipato da:



in collaborazione con:



con il finanziamento:

