



ISTITUTO GIORDANO



Istituto Giordano S.p.A.
Via Rossini, 2 - 47814 Bellaria (RN) Italy
Tel. +39 0541 343030 - Fax +39 0541 345540
istitutogiordano@giordano.it - www.giordano.it

Cod. Fisc./P.Iva 00 549 540 409 - Cap. Soc. € 880.000 i.v.
R.E.A. c/o C.C.I.A.A. (RN) 156766
Registro Imprese di Rimini n. 00 549 540 409
Organismo Europeo notificato n. 0407
Accreditamenti SINCERT (057A) - SINAL (0021) - SIT (20)

RICONOSCIMENTI UFFICIALI MINISTERI ITALIANI:

- Legge 1984/71 con D.M. 2701/82 e 22013 "Prove sui materiali da costruzione".
- D.M. 05/11/08 "Certificazione CE per le piastre di gresite".
- D.M. 04/08/04 "Certificazione CE sulle macchine".
- Notaio n. 75/880 del 15/12/08 "Certificazione CE per gli apparecchi a gas".
- D.M. 08/03/05 "Certificazione CE in materia di impianti sanitari a gas".
- D.M. 08/03/05 "Certificazione CE concernente la sicurezza dei giocattoli".
- Incasit: di verifica della sicurezza e conformità dei prodotti nell'ambito della ceramica sul mercato e tutela del consumatore.
- D.M. 02/04/98 "Rilascio di attestazioni di conformità delle caratteristiche e prestazioni energetiche dei componenti degli edifici e degli impianti".
- Legge 81/84 e D.M. 29/03/89 con autorizzazione del 21/03/89 "Prove di resistenza al fuoco secondo D.M. 29/08/84".
- Legge 81/84 e D.M. 29/03/89 con autorizzazione del 19/07/89 "Prove di resistenza al fuoco secondo Circolare n. 91 del 14/08/91".
- Legge 81/84 e D.M. 29/03/89 con autorizzazione del 03/07/92 "Prove di resistenza al fuoco secondo Circolare n. 7 del 02/04/91 norma CNPP/021 UNI 9751".
- Legge 81/84 e D.M. 29/03/89 con autorizzazione del 12/04/88 "Prove su sistemi d'arredo portati secondo D.M. 26/10/82".
- Legge 46/82 con D.M. 09/10/85 "Inasione refrattaria dei materiali ceramici a sviluppo recente e carattere applicativo a livello delle piccole e medie industrie".
- Circolare n. 718 del 27/03/87 "Isolazioni alle Scuderie Anagrafi Nazionale delle macchine con scotch M5430000".
- Decreto 34/05/92 "Certificazione CE di rispondenza delle conformità alle norme UNI e CEI".
- Decreto 34/05/92 "Certificazione CE di conformità in materia di rispondenza alle norme UNI e CEI".
- Decreto 05/03/93 "Emissione delle procedure di validazione della conformità all'impiego in ceramica".
- G.U.R.L. n. 238 del 07/03/04 "Certificazione CE degli acciai".
- Notaio per le attività di attestazione della conformità alle norme armonizzate della Direttiva 89/106 sui prodotti da costruzione.

ENTI TERZI:

- SINCERT: Accreditamento n. 0574 del 19/12/04 "Organismo di certificazione di sistemi di gestione per la qualità".
- SINAL: Accreditamento n. 0021 del 14/11/01.
- SIT: Centro europeo n. 20 (Rimini - Forlì) per garanzia tecnica e ricerca ed attività.
- ICM: "Prove di laboratorio nell'ambito degli schemi di Certificazione di Prodotto".
- IMQ: "Prove di laboratorio nell'ambito degli schemi di Certificazione di Prodotto per ceramica fucine".
- UNICOMAL: Riconoscimento del 26/02/95 "Laboratorio per le prove di certificazione UNICOMAL su ceramica e fucine ceramiche".
- IMQ UNI: "Prove di laboratorio nell'ambito degli schemi di Certificazione di Prodotto per termocamminati a tegole con fucine a circolazione forata".
- CSI-IM: "Prove di laboratorio in ambito degli schemi di Certificazione di Prodotto per ceramici esteri".
- KEYMARK (ex ISTAT) tecnico: "Misure di compatibilità fonora per sistemi isolanti".
- IT: "Prove di laboratorio e sorveglianza in azienda nell'ambito degli schemi di Certificazione di Prodotto per porte, finestre, frangisole esteriori (isolamento) e serramenti".
- ISO: "Prove di laboratorio su ceramici e altri prodotti di ceramica".
- AMOR: "Validazione della conformità ai fini della marcatura CE per alcuni prodotti in ceramica e altri prodotti da costruzione".
- VTF-Franzia: "Validazione della conformità ai fini della marcatura CE per alcuni prodotti in ceramica e altri prodotti da costruzione".
- C.C.I.A.A. Rimini 28/07/04 "Verifica periodica dell'attestazione dell'Organismo di Attestazione in materia di commercio".

PARTECIPAZIONI ASSOCIATIVE:

- AN: Associazione Italiana di Acqua.
- ANAFI: Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria Riscaldamento Refrigerazione.
- ANQ: Associazione Italiana per la Qualità.
- ANPIS: Associazione Italiana Prove non Destruttive.
- ALI: Associazione Laboratori Italiani Fucine.
- ALP: Associazione Laboratori di Prove Indipendenti.
- ASHRAE: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers Inc.
- ASTM: American Society for Testing and Materials.
- ATG: Associazione Tecnica Italiana del Gas.
- CTE: College del Tessile della Industriale Ceramica Edilizia.
- CII: Comitato Tecnico Italiano.
- EARRA: European Association of Research Managers and Administrators.
- EARTD: European Association of Research and Technology Organizations.
- EURL: European Group of Official Laboratories for the Testing.
- UNI: Ente Nazionale Italiano di Unificazione.

CLAUSOLE:

Il presente documento è rilasciato soltanto al campione e non può essere riprodotto o modificato.
Il presente documento non può essere riprodotto, parzialmente o integralmente, senza l'approvazione scritta del laboratorio.

RELAZIONE DI CALCOLO N. 223506

Luogo e data di emissione: Bellaria, 20/03/2007

Committente: ISOBLOC S.r.l. - Via Delle Castelline, 28 - 43019 SORAGNA (PR)

Data della richiesta del calcolo: 15/12/2006

Numero e data della commessa: 35320, 19/12/2006

Data del ricevimento dei disegni: 08/09/2006

Data dell'esecuzione del calcolo: dal 01/03/2007 al 19/03/2007

Oggetto del calcolo: Determinazione delle proprietà termiche di solai alleggeriti secondo la norma UNI EN 1745:2005 utilizzando il metodo di calcolo agli elementi finiti

Luogo del calcolo: Istituto Giordano S.p.A. - Blocco 2 - Via Rossini, 2 - 47814 Bellaria (RN)

Provenienza dei disegni: forniti dal Committente

Denominazione del campione*.

I solai alleggeriti rappresentati dai disegni sono denominati "SOLAIO ISOBLOC 16+4 cm", "SOLAIO ISOBLOC 20+4 cm", "SOLAIO ISOBLOC 24+4 cm", "SOLAIO ISOBLOC 28+4 cm".

(*) secondo le indicazioni del Committente.



Comp. n.
Revis. n.

La presente relazione di calcolo è composta da n. 21 fogli.

Foglio
n. 1 di 21

Descrizione del campione*.

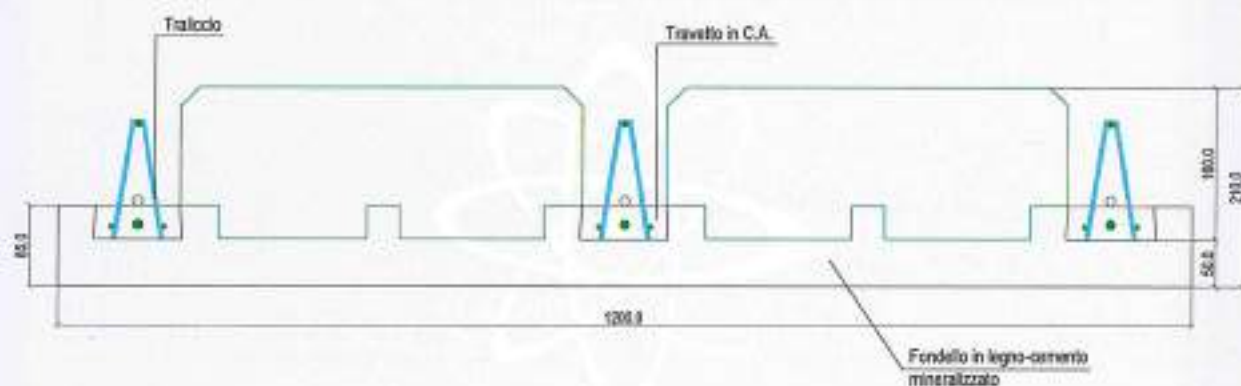
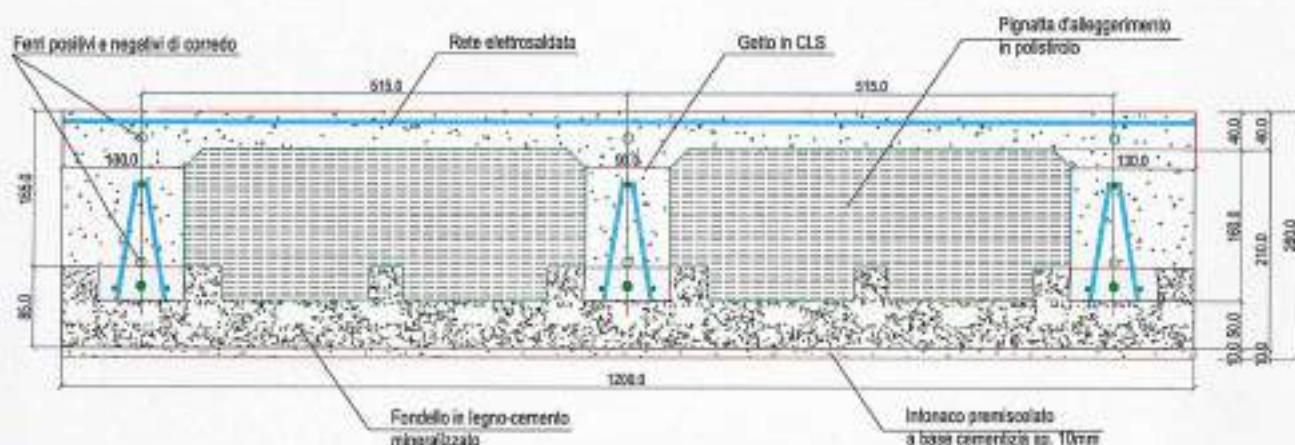
I disegni forniti dal Committente rappresentano dei solai alleggeriti con polistirene espanso composti da:

- intonaco premiscelato a base cementizia di spessore 10 mm;
- fondello in legno-cemento mineralizzato di lunghezza 1200 mm e spessore compreso tra 50 mm (per la parte omogenea) e 95 mm (nel punto di massimo spessore delle sagomature);
- pignatte d'alleggerimento in polistirene espanso sinterizzato di conduttività termica 0,041 W/(m K), secondo quanto dichiarato dal Committente, e di spessore pari, in centimetri, alla prima cifra che compare nella denominazione del solaio;
- travetti tralicciati in calcestruzzo di massa volumica 2500 kg/m³, con passo tra i tralicci pari a 200 mm, posti ad un interasse di 515 mm, eccetto che nell'accostamento di due fondelli adiacenti, dove l'interasse si riduce a 170 mm;
- getto in calcestruzzo di massa volumica 2500 kg/m³, armato con rete metallica elettrosaldata, che si estende oltre la pignatta in polistirene espanso per uno spessore pari, in centimetri, alla seconda cifra che compare nella denominazione del solaio.

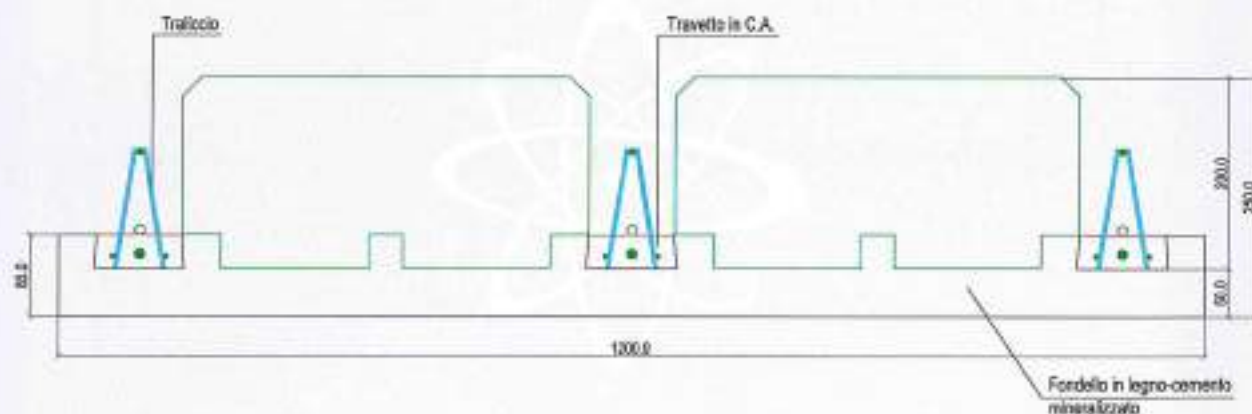
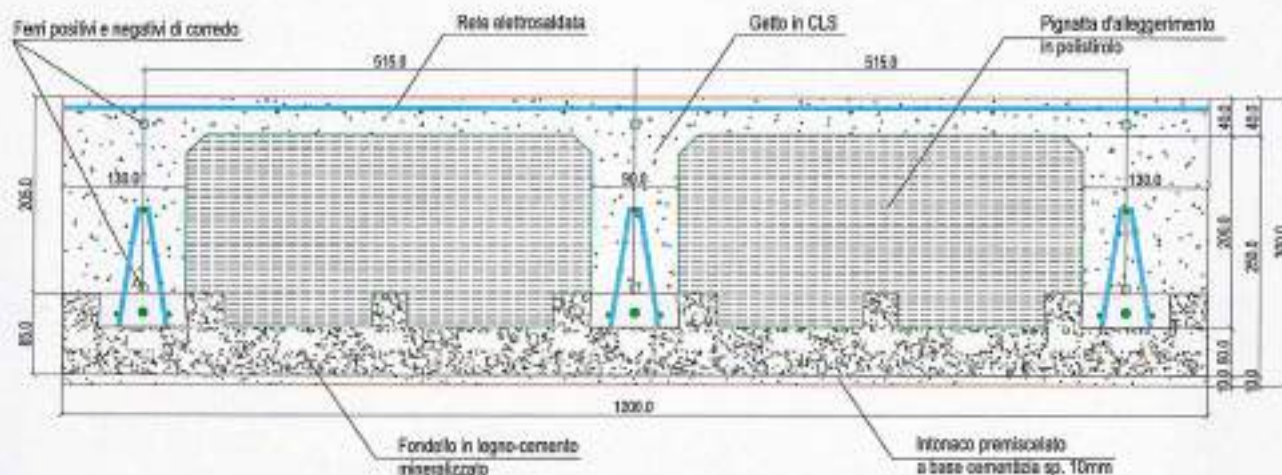


(*) secondo le dichiarazioni del Committente.

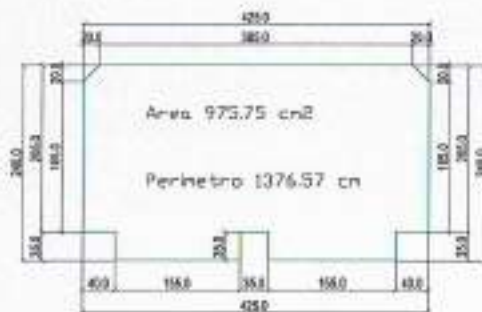
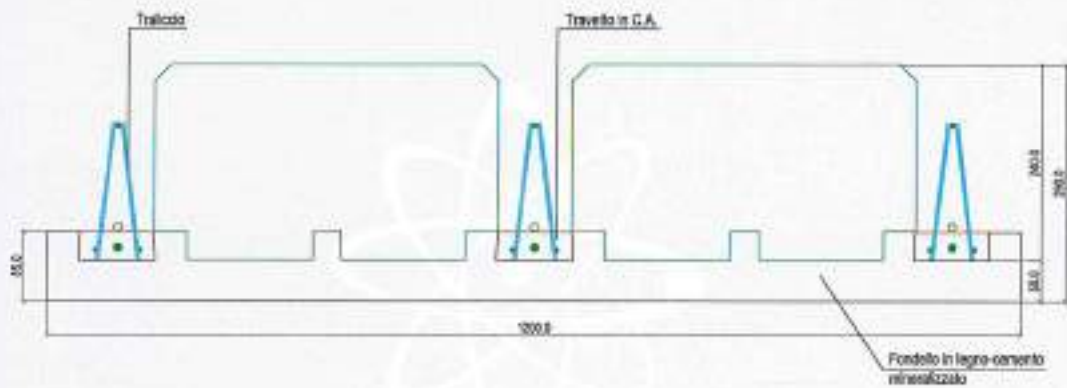
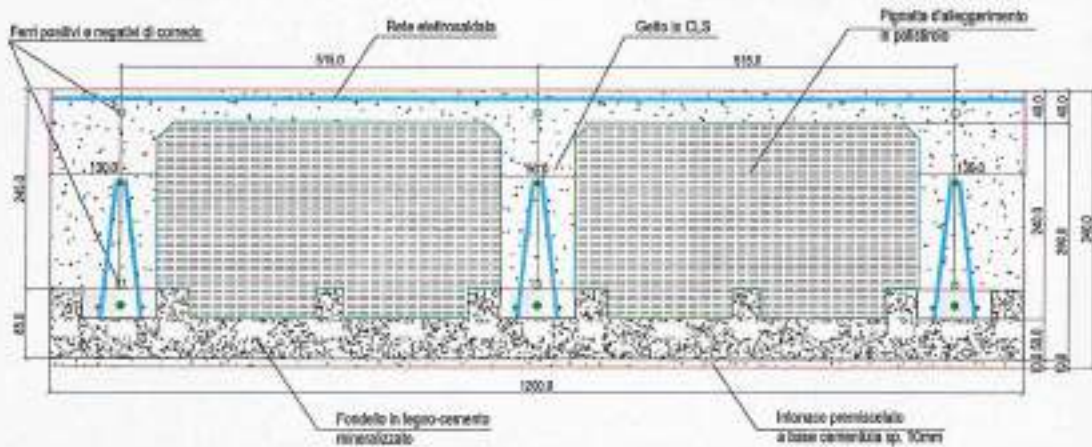
DISEGNI DELLE TIPOLOGIE DI SOLAIO "SOLAIO ISOBLOC 16+4 cm"



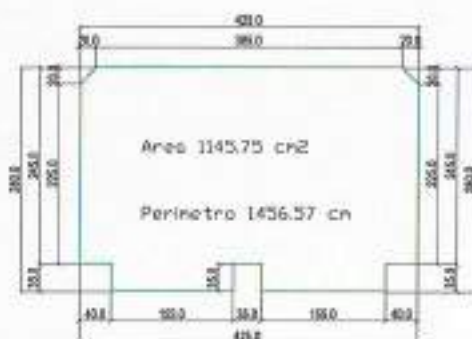
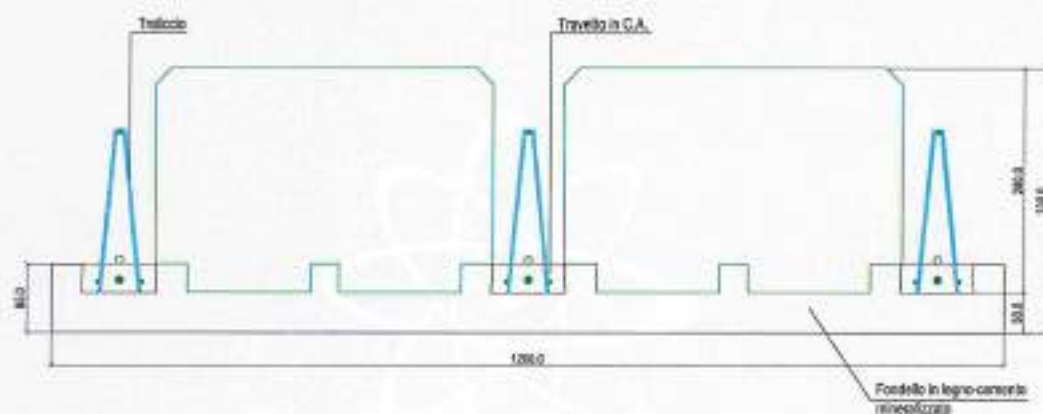
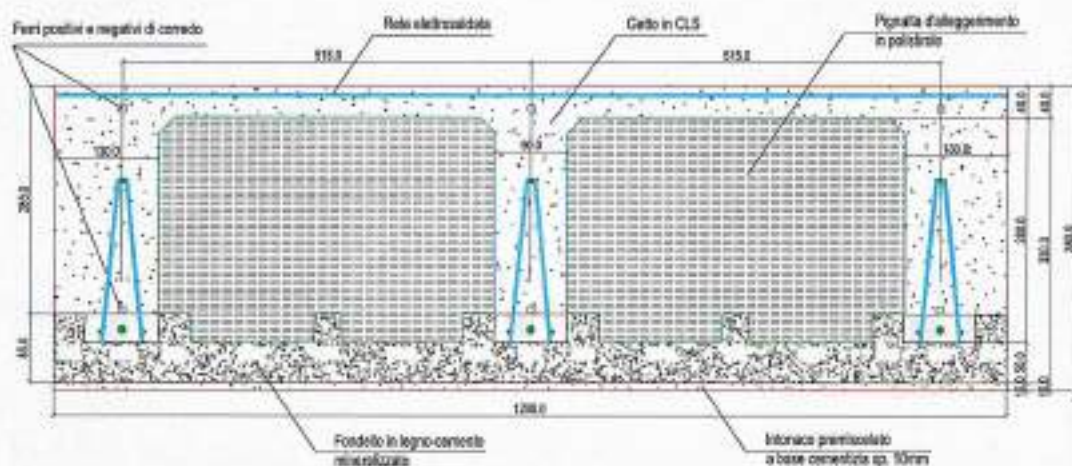
DISEGNI DELLE TIPOLOGIE DI SOLAIO "SOLAIO ISOBLOC 20+4 cm"



DISEGNI DELLE TIPOLOGIE DI SOLAIO "SOLAIO ISOBLOC 24+4 cm"



DISEGNI DELLE TIPOLOGIE DI SOLAIO "SOLAIO ISOBLOC 28+4 cm"



Dati relativi ai solai in esame.

Tipologia di solaio	"16+4 cm"	"20+4 cm"	"24+4 cm"	"28+4 cm"
Spessore totale del solaio gettato in opera	260 mm	300 mm	340 mm	380 mm
Lunghezza del fondello in legno-cemento	1200 mm			
Densità del materiale (legno-cemento)*	550 kg/m ³			

(*) si veda il rapporto di prova n. 161816 emesso da questo Istituto in data 10/07/2002.

Riferimenti normativi.

L'analisi è stata eseguita facendo riferimento alle seguenti norme:

- UNI EN 1745:2005 del 01/04/2005 "Muratura e prodotti per muratura. Metodi per determinare i valori termici di progetto";
- UNI EN ISO 10456:2001 del 31/05/2001 "Materiali e prodotti per edilizia. Procedimento per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto";
- UNI EN 12524:2001 del 30/09/2001 "Materiali e prodotti per edilizia. Proprietà igrometriche. Valori tabulati di progetto";
- UNI EN ISO 10211-1:1998 del 31/12/1998 "Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali - Metodi generali di calcolo";
- UNI EN ISO 6946:1999 del 30/09/1999 "Componenti ed elementi per edilizia. Resistenza termica e trasmittanza termica. Metodo di calcolo".



Procedura di calcolo.

Il calcolo è stato condotto sulla base dei disegni forniti dal Committente.

L'analisi termica ha lo scopo di determinare le "proprietà termiche dichiarate" specifiche della struttura in esame, valutate in condizioni di riferimento: essa è stata eseguita considerando i vari materiali sia nelle condizioni a secco che con un contenuto di umidità in equilibrio con un ambiente in condizioni standard.

Il valore della conduttività termica del calcestruzzo nella zona della tralicciatura e della rete di armatura è stato maggiorato secondo quanto prescritto nella norma UNI EN ISO 10211-1 § 5.2.2 b per tener conto dei ponti termici rappresentati dalle parti metalliche.

L'analisi è stata effettuata applicando il metodo agli elementi finiti a una sezione bidimensionale rappresentativa del solaio, utilizzando un programma di calcolo che soddisfa i requisiti dell'allegato D della norma UNI EN 1745.

Condizioni utilizzate per l'analisi termica a secco del solaio.

Le caratteristiche termiche (trasmittanza e resistenza termica) a secco dei materiali componenti il solaio sono state valutate nelle condizioni riportate nel prospetto 2 "Condizioni per il valore dichiarato" della norma UNI EN ISO 10456, per l'insieme di condizioni "Ia":

- temperatura di riferimento: 10 °C;
- umidità: u_{secco} (materiale essiccato).

Le conduttività termiche a secco del materiale costituente il fondello è stata determinata sperimentalmente attraverso il metodo della piastra calda con anello di guardia secondo la norma UNI 7745/77 con FA 112 aprile 1983 (si veda il rapporto di prova n. 161816 emesso da questo Istituto in data 10/07/2002).

Le conduttività termiche a secco del calcestruzzo e dell'intonaco sono state determinate impiegando i dati forniti dalla norma UNI EN 1745 in base alla densità del materiale (tabelle A.3 e A.12, per $P = 90 \%$).



Condizioni utilizzate per l'analisi termica della muratura con contenuto di umidità.

Le proprietà termiche (trasmissione e resistenza termica) dei materiali componenti il solaio con contenuto di umidità di riferimento sono state determinate nelle condizioni riportate nel prospetto 2 "Condizioni per il valore dichiarato" della norma UNI EN ISO 10456, per l'insieme di condizioni "Ib":

- temperatura di riferimento: 10 °C;
- umidità: contenuto all'equilibrio con aria a 23 °C ed umidità relativa del 50 %.

Il valore della conduttività termica dei materiali è stato determinato applicando le formule per il calcolo della conduttività termica di progetto riportate nella norma UNI EN 1745 § 4.3 al valore di conduttività termica precedentemente impiegato per il calcolo delle caratteristiche termiche a secco ed utilizzando i contenuti di umidità ed i coefficienti correttivi dell'umidità riportati nel prospetto 2 della norma UNI EN 12524. In assenza di valori specifici per il materiale costituente il fondello (legno-cemento mineralizzato) si è fatto riferimento al contenuto di umidità ed al coefficiente di correzione dell'umidità per pannelli in fibra di legno.

Il dettaglio di tutte le caratteristiche impiegate nei calcoli è riportato nel paragrafo seguente.



Dati di calcolo.**Dati per il calcolo delle proprietà termiche del solaio.**

Fondello	Materiale	legno cemento mineralizzato
	Densità del materiale essiccato (si veda il rapporto di prova n. 161816 emesso da questo Istituto in data 10/07/2002)	550 kg/m ³
	Conduttività termica del materiale essiccato "λ₁₀" (si veda il rapporto di prova n. 161816 emesso da questo Istituto in data 10/07/2002)	0,1085 W/(m·K)
	Coefficiente di correzione dell'umidità "f_v" (UNI EN 12524 - Prospetto 2 - Pannello in fibra di legno)	1,5
	Contenuto di umidità in peso e in volume del materiale (UNI EN 12524 - Prospetto 2 - Pannello in fibra di legno)	0,1 kg/kg
		0,055 m ³ /m ³
	Fattore di correzione Fm della conduttività termica del materiale (UNI EN 1745 § 4.3)	1,16
Conduttività termica del materiale nelle condizioni "Ib" (UNI EN 1745 § 4.3, UNI EN ISO 10456 prospetto 2)	0,1259 W/(m·K)	
Calcestruzzo	Massa volumica	2500 kg/m ³
	Conduttività termica del materiale secco "λ_{10, dry}" (UNI EN 1745 - Tabella A.3)	1,72
	Coefficiente di correzione dell'umidità "f_v" (UNI EN 12524 - Prospetto 2)	4
	Contenuto di umidità in peso e in volume del materiale (UNI EN 12524 - Prospetto 2)	0,01 kg/kg
		0,025 m ³ /m ³
	Fattore di correzione Fm della conduttività termica del materiale (UNI EN 1745 § 4.3)	1,11
	Conduttività termica del materiale nelle condizioni "Ib" (UNI EN 1745 § 4.3, UNI EN ISO 10456 Prospetto 2)	1,91 W/(m·K)



Isolante	Materiale	Polistirene espanso			
	Conduttività termica (dato dichiarato dal Committente)	0,041 W/(m·K)			
	Spessore (in mm)	160	200	240	280
Intonaco	Densità	1600 kg/m ³			
	Conduttività termica del materiale secco "$\lambda_{10, dry}$" (UNI EN 1745 - Tabella A.12)	0,76 W/(m·K)			
	Coefficiente di correzione dell'umidità "f_v" (UNI EN 12524 - Prospetto 2)	4			
	Contenuto di umidità in peso e in volume del materiale (UNI EN 12524 - Prospetto 2)	0,025 kg/kg			
		0,04 m ³ /m ³			
	Fattore di correzione F_m della conduttività termica del materiale (UNI EN 1745 § 4.3)	1,17			
	Conduttività termica del materiale nelle condizioni "I_b" (UNI EN 1745 § 4.3, UNI EN ISO 10456 Prospetto 2)	0,89 W/(m·K)			
Spessore	10 mm				
Temperatura ambiente interno "T_i"		20 °C			
Temperatura ambiente esterno "T_e"		0 °C			
Resistenza termica superficiale interna "R_{si}" (norma UNI EN ISO 6946 § 5.2)		0,13 m ² ·K/W			
Resistenza termica superficiale esterna "R_{se}" (norma UNI EN ISO 6946 § 5.2)		0,04 m ² ·K/W			



Risultati dell'analisi.

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi termica effettuata sulle tipologie di solaio realizzate dal Committente, analizzate secondo le modalità esposte nei precedenti paragrafi.

Proprietà termiche dei solai a secco.

Tipologia di solaio	Trasmittanza termica del solaio nelle condizioni "Ia"*	Resistenza termica del solaio nelle condizioni "Ia"*
	"U" [W/(m ² ·K)]	"R" [m ² ·K/W]
"16+4 cm"	0,694	1,27
"20+4 cm"	0,652	1,36
"24+4 cm"	0,626	1,43
"28+4 cm"	0,599	1,50

(*) Condizioni "Ia" - UNI EN ISO 10456 prospetto 2:

- temperatura di riferimento: 10 °C
- basso contenuto di umidità ottenuto mediante essiccamento del materiale

Proprietà termiche dei solai con contenuto di umidità all'equilibrio con aria a 23 °C e 50 % UR.

Tipologia di solaio	Trasmittanza termica del solaio nelle condizioni "Ib"*	Resistenza termica del solaio nelle condizioni "Ib"*
	"U" [W/(m ² ·K)]	"R" [m ² ·K/W]
"16+4 cm"	0,764	1,14
"20+4 cm"	0,719	1,22
"24+4 cm"	0,689	1,28
"28+4 cm"	0,660	1,35

(*) Condizioni "Ib" - UNI EN ISO 10456 prospetto 2:

- temperatura di riferimento: 10 °C
- contenuto di umidità all'equilibrio con aria a 23 °C ed umidità relativa del 50%

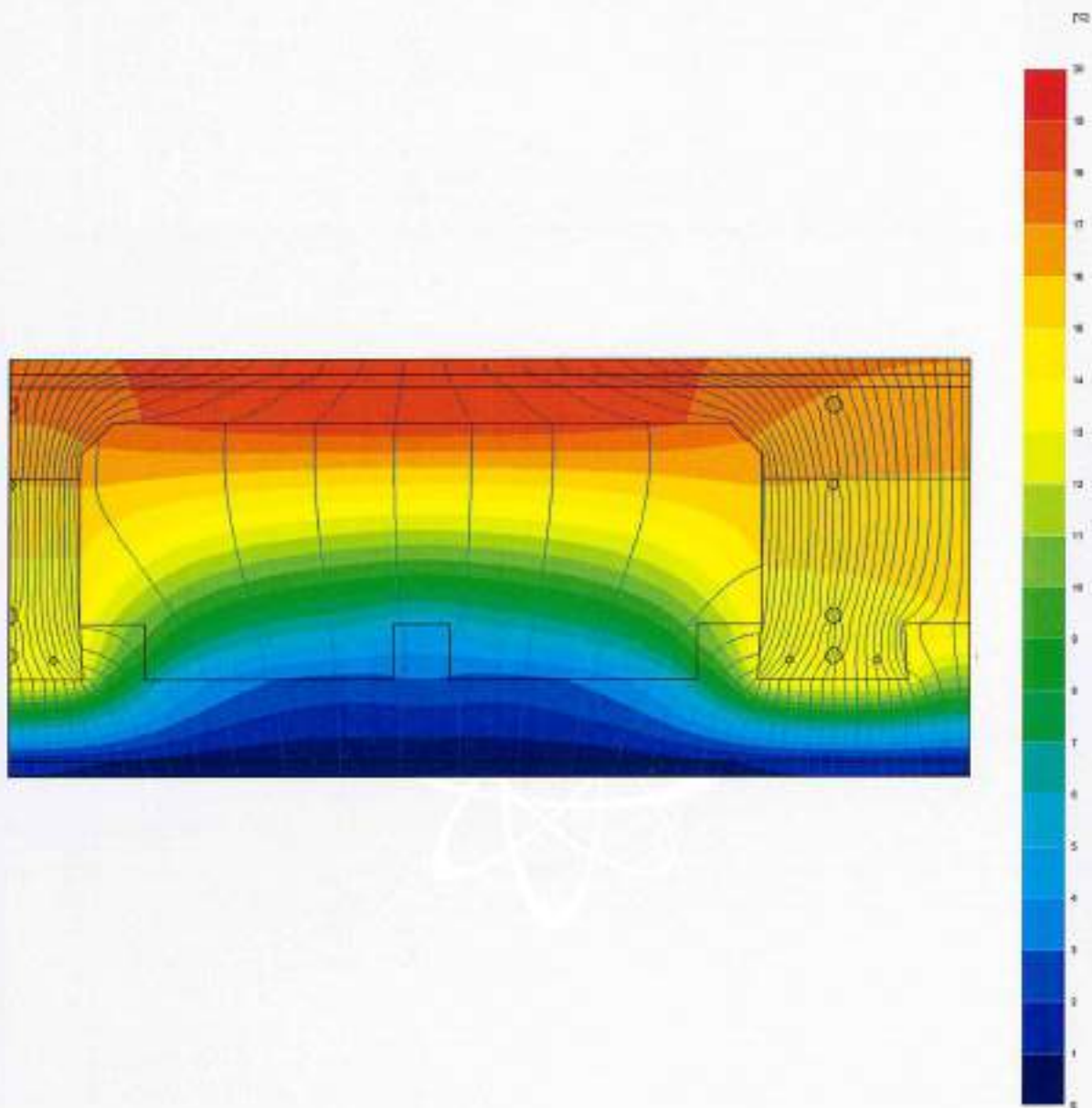


Note:

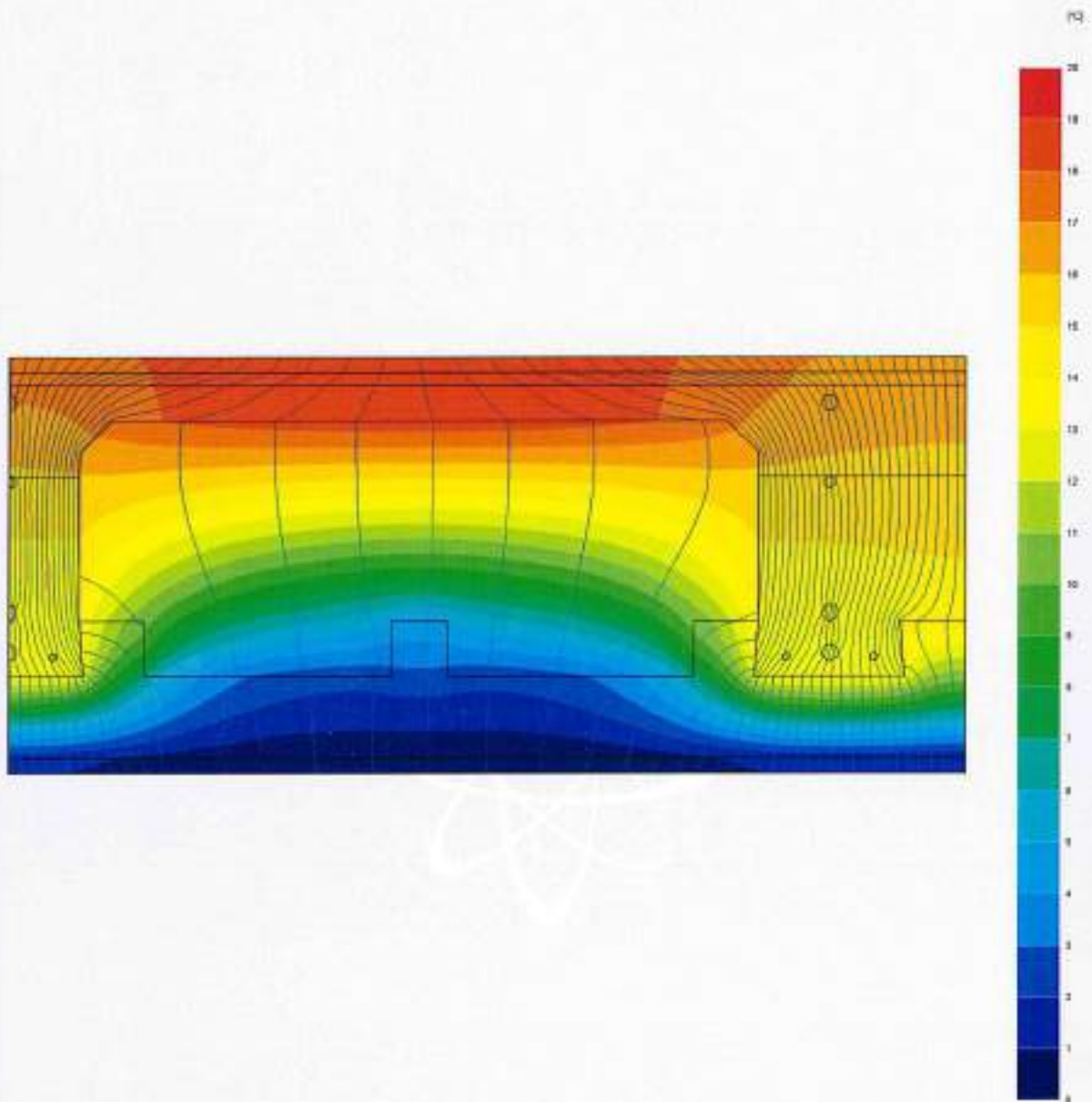
- le proprietà termiche sopra riportate sono state valutate sulla base della misura del valore sperimentale di conduttività termica eseguita sul materiale costituente il fondello (si veda il rapporto di prova n. 161816 emesso da questo Istituto in data 10/07/2002). Tale valore di conduttività termica non è tuttavia rappresentativo della totalità della produzione, in quanto riferito ad una singola misura sperimentale, quindi non è possibile determinare le proprietà termiche riferite ad un frattile ed un livello di confidenza definiti, come previsto dalla norma UNI EN ISO 10456;
- le proprietà termiche della struttura valutate in condizioni di materiali essiccati non possono essere utilizzate, tal quali, per determinare le dispersioni delle tipologie di solaio in esame, poiché non tengono conto del contenuto di umidità presente nella struttura;
- le proprietà termiche della struttura calcolate nelle condizioni "Ib" (norma UNI EN ISO 10456) possono essere impiegate per valutare le dispersioni della struttura purché le condizioni ipotizzate nel calcolo corrispondano alle condizioni di esercizio. Nel caso di impieghi che comportano contenuti di umidità diversi da quelli ipotizzati per il presente calcolo le proprietà termiche devono essere corrette come prescritto dalla norma UNI EN 1745, facendo riferimento al contenuto di umidità;
- le proprietà termiche della struttura possono essere confrontate con quelle di altri prodotti solo nel caso che siano state determinate con lo stesso procedimento e nelle stesse condizioni e si riferiscano agli stessi frattile e livello di confidenza.



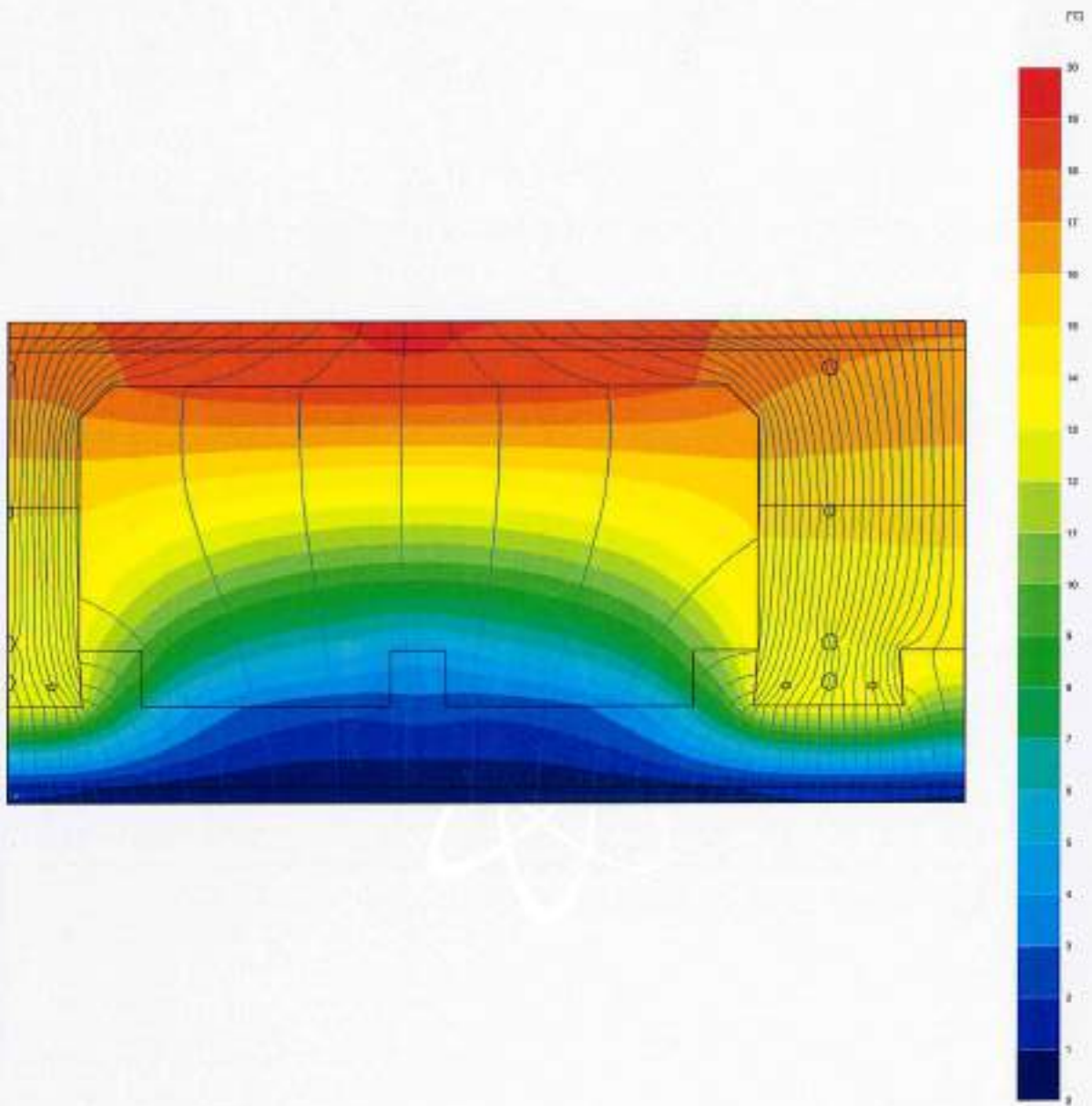
**ISOTERME E LINEE DI FLUSSO DELLE TIPOLOGIE
DI SOLAIO ANALIZZATE
"SOLAIO ISOBLOC 16+4 cm" (a secco)**



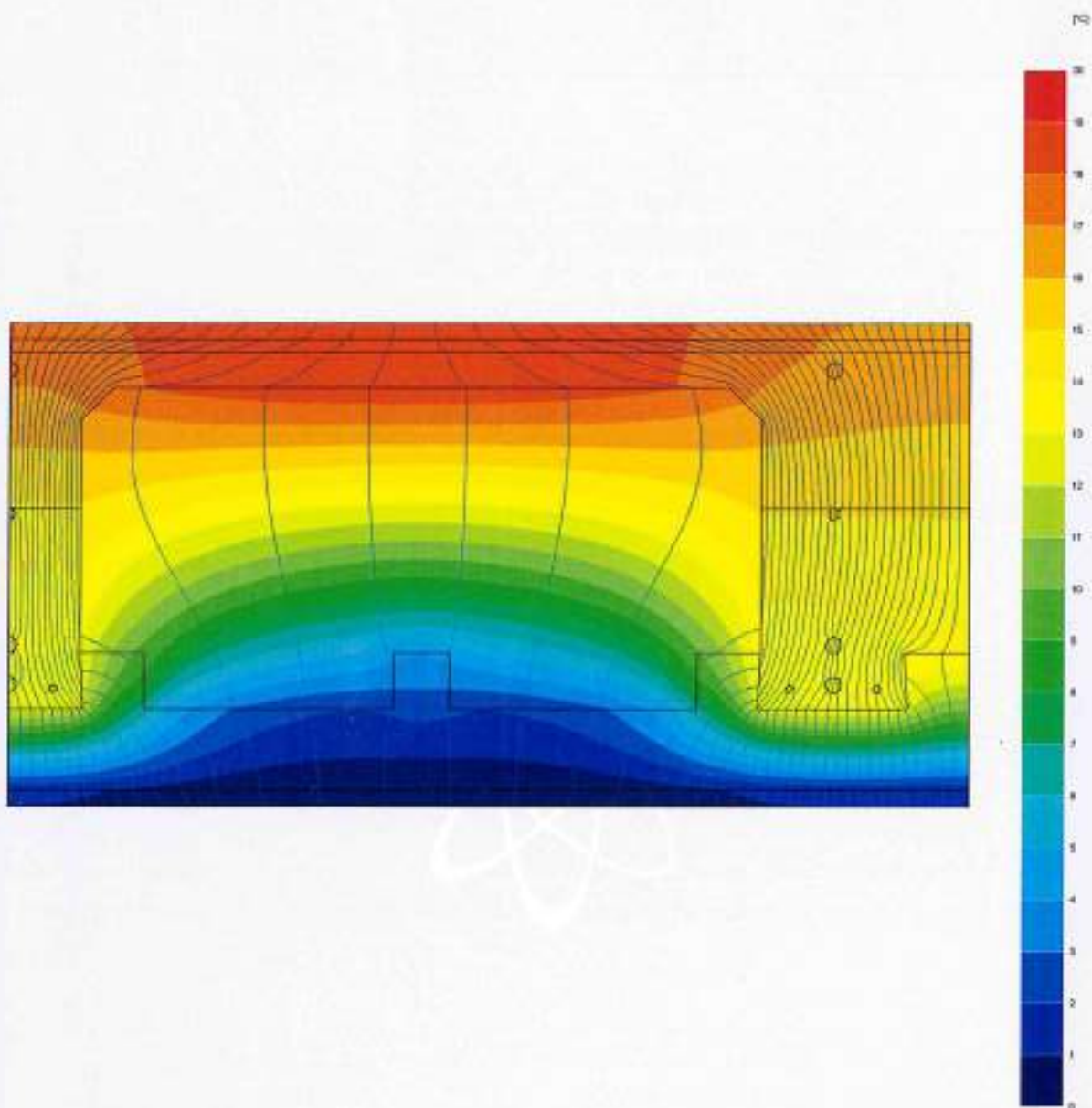
**ISOTERME E LINEE DI FLUSSO DELLE TIPOLOGIE
DI SOLAIO ANALIZZATE
"SOLAIO ISOBLOC 16+4 cm" (con contenuto di umidità)**



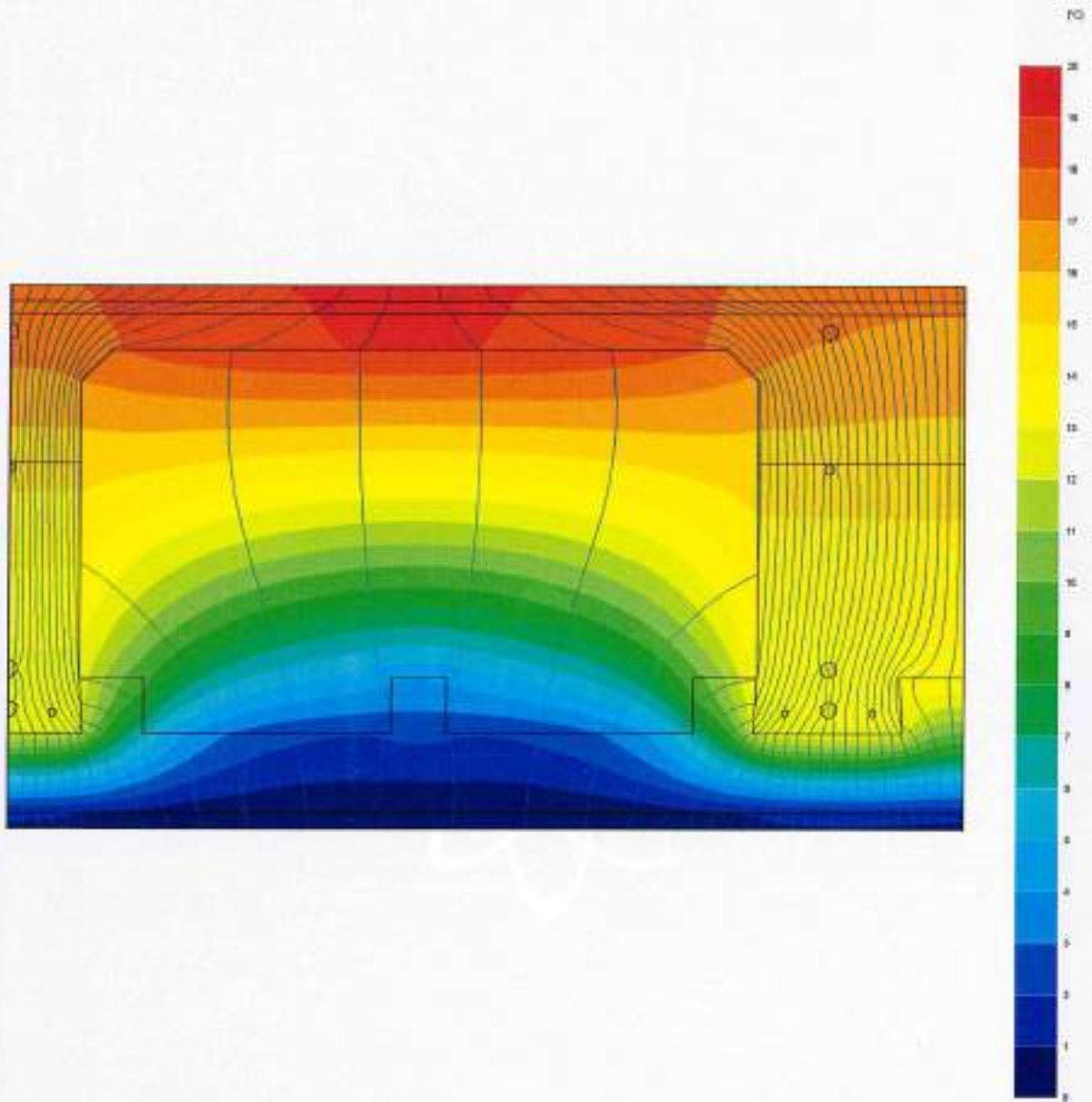
**ISOTERME E LINEE DI FLUSSO DELLE TIPOLOGIE
DI SOLAIO ANALIZZATE
"SOLAIO ISOBLOC 20+4 cm" (a secco)**



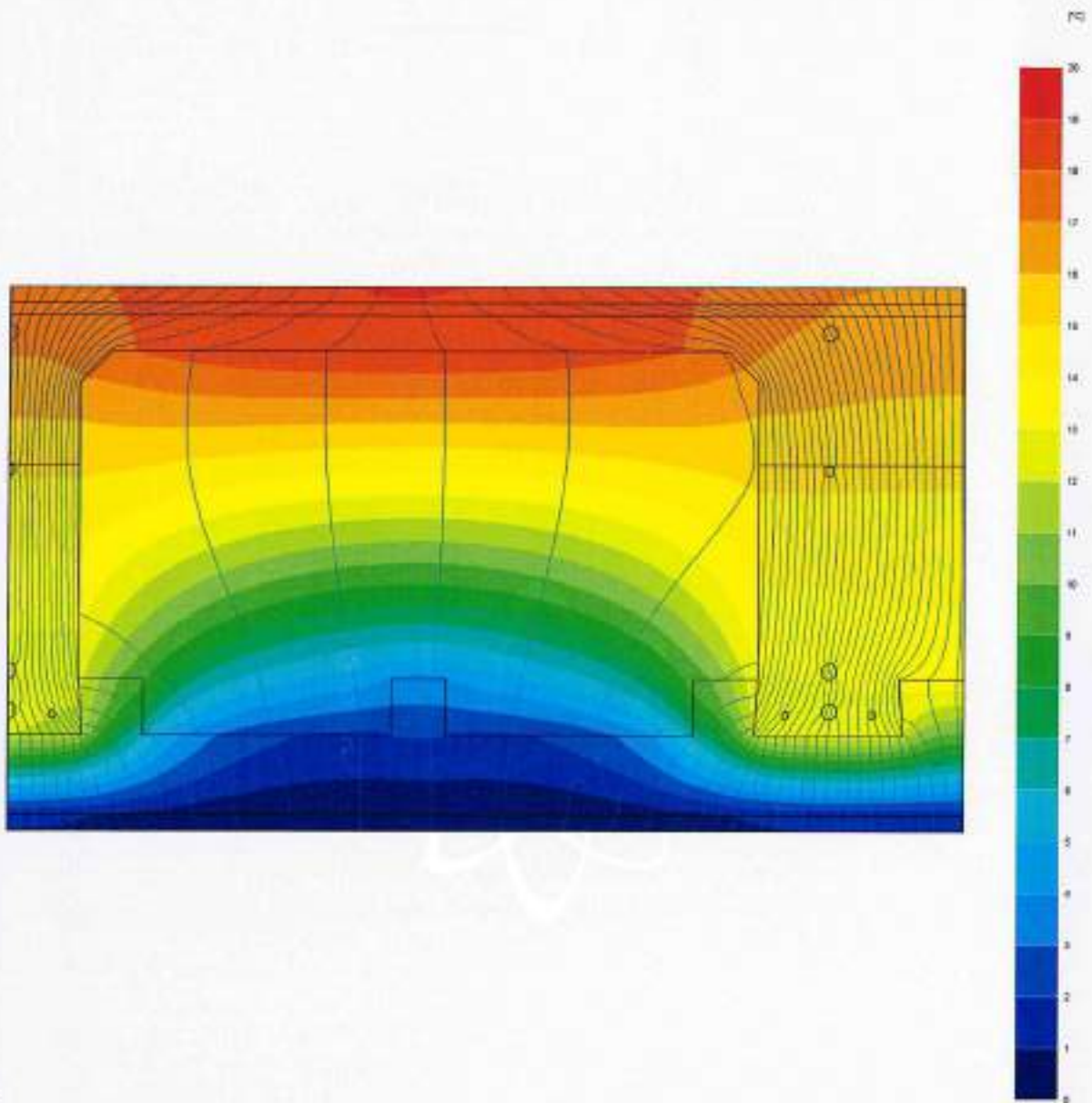
**ISOTERME E LINEE DI FLUSSO DELLE TIPOLOGIE
DI SOLAIO ANALIZZATE
"SOLAIO ISOBLOC 20+4 cm" (con contenuto di umidità)**



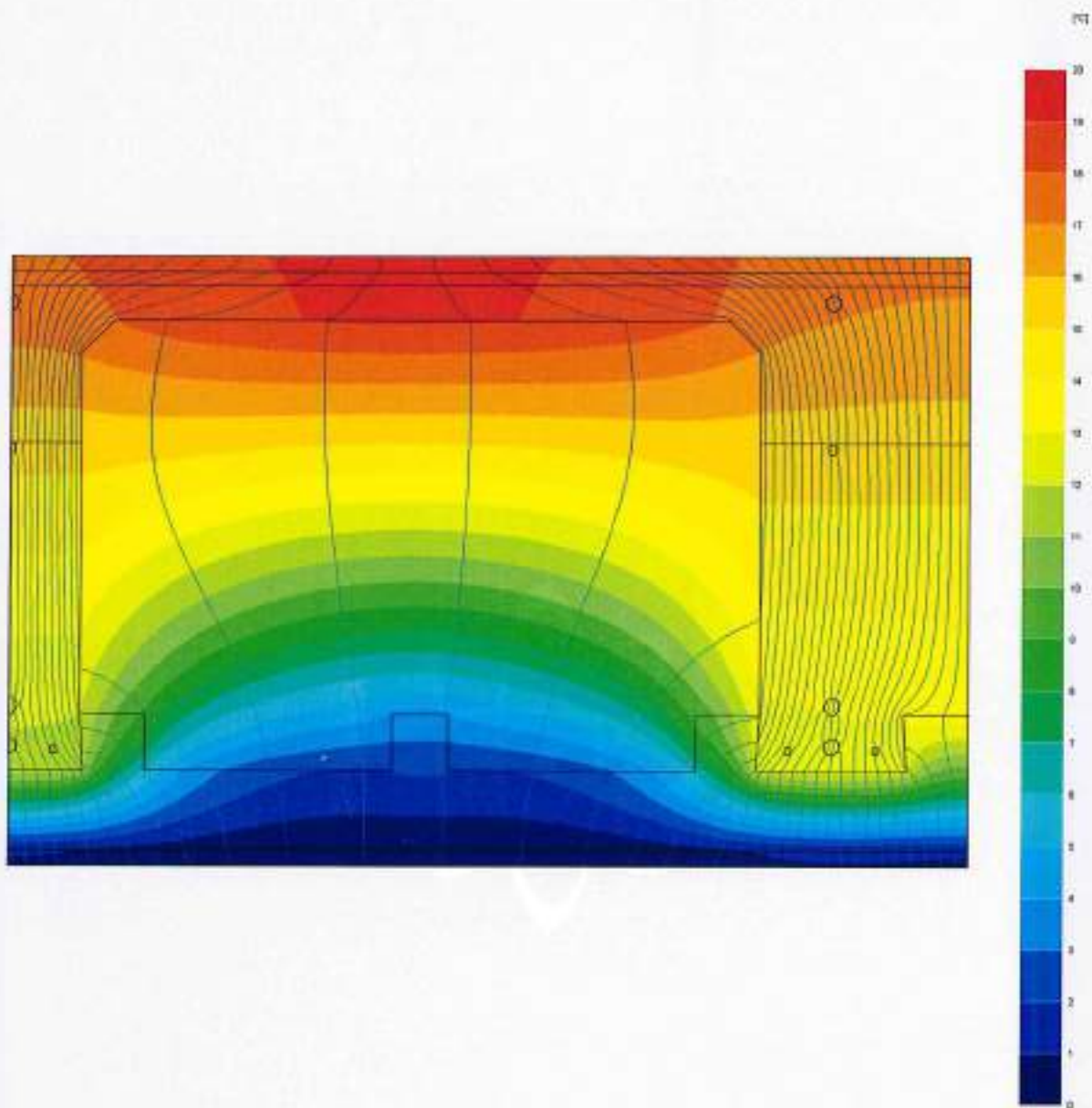
**ISOTERME E LINEE DI FLUSSO DELLE TIPOLOGIE
DI SOLAIO ANALIZZATE
"SOLAIO ISOBLOC 24+4 cm" (a secco)**



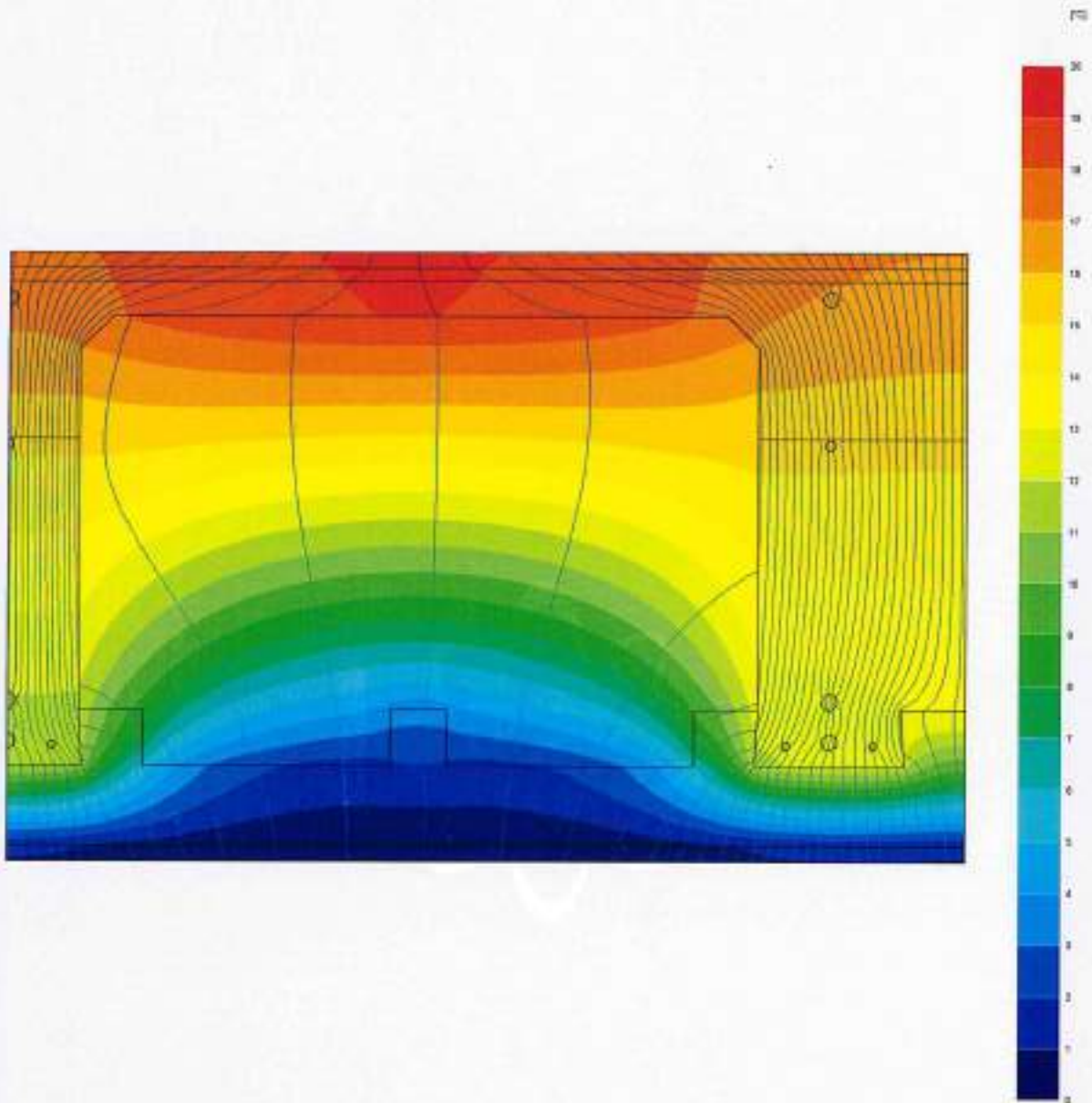
**ISOTERME E LINEE DI FLUSSO DELLE TIPOLOGIE
DI SOLAIO ANALIZZATE**
"SOLAIO ISOBLOC 24+4 cm" (con contenuto di umidità)



**ISOTERME E LINEE DI FLUSSO DELLE TIPOLOGIE
DI SOLAIO ANALIZZATE
"SOLAIO ISOBLOC 28+4 cm" (a secco)**



**ISOTERME E LINEE DI FLUSSO DELLE TIPOLOGIE
DI SOLAIO ANALIZZATE
"SOLAIO ISOBLOC 28+4 cm" (con contenuto di umidità)**



Il Responsabile
Tecnico
(Dott. Floriano Tamanti)





Il Responsabile del Laboratorio
di Fisica Tecnica
(Dott. Ing. Vincenzo Iommi)



Il Presidente o
l'Amministratore Delegato
Dott. Ing. Vincenzo Iommi

