FIBRAE et TERRAM®

Costruisce la Natura

Nuovi ed innovativi sistemi costruttivi brevettati

“antisismici”

“super-industriali”

“green-economy”

FIBRAE ET TERRAM

La nostra finalità è quella di dare sistemi **costruttivi innovativi e più evoluti alle imprese che non dispongono di capitali elevati** dandogli **forte competitività pur costruendo nel rispetto delle normative**.

L'originalità di questo insieme di soluzioni è che i manufatti in questione sono realizzabili a mano o con l'aiuto e l'impiego di macchine confezionatrici non complesse. Il supporto "pannello" nei nostri progetti è in materiale biologico ma si possono benissimo utilizzare altri materiali come il polistirene. I risultati che si ottengono sono validi ed interessanti perché ci permettono di restare nella logica dell'ottenimento di:

- *bassi costi produttivi*
- *alta qualità abitativa*
- *industrializzazione di piccoli cantieri.*

La tipologia innovativa del pannello doppio in versione terra cruda o calcestruzzo risolve i problemi dell'antisismica offrendo i massimi requisiti e vantaggi dell'abitare biologico. La composizione dei pannelli è di soli componenti biologici (se non in polistirene) facilmente reperibili sul posto dove si deve costruire e quindi a costo zero o a bassissimo costo. Al proposito di facilitare comunque il reperimento della materia prima del posto dove si deve costruire abbiamo previsto due tipologie di pannello.

Essi sono preparati, costruiti, realizzati e biologicamente protetti con componenti naturali dall'attacco di micro-organismi. I processi di industrializzazione studiati sono semplici, richiedono l'impiego di attrezzature di semplice meccanizzazione. Le varietà delle composizioni degli impasti sono in realtà tre perché due riguardano i pannelli parete ed uno i manufatti per il getto dei solai. Al centro dei manufatti, cioè nel verso dello spessore del pannello, è collocata una leggerissima rete (vegetale, metallica o sintetica, secondo le indicazione dei responsabili progettisti, comunque collaborante nel doppio terra) allo scopo di migliorarne la coesione dell'impasto e rendere il pannello più resistente. Questi sistemi costruttivi già esistenti e di cui noi ne abbiamo assimilato il principio, vengono impiegati per la realizzazione di edifici a setti portanti o muri portanti.

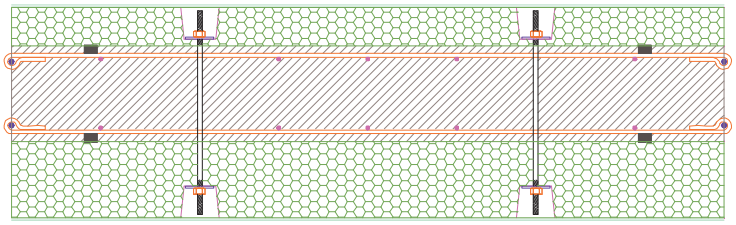
Il metodo dei pannelli modulari precostruiti, così come il nostro, facilitano l'industrializzazione di piccoli cantieri e quindi sono **in grado di abbatte fortemente i tempi ed i costi delle realizzazioni edilizie rispetto a quelle di tipo tradizionale**. Inoltre volutamente, secondo le nostre finalità progettuali, esso dovrà coniugare non solo l'aspetto economico ma anche quello delle elevate qualità abitative rispettando le **normative Europee (eurocodici 2 ed 8) "Sempre ed ovunque venisse utilizzato nel mondo"**. I vantaggi maggiori di questi nostri brevetti li potranno avere gli utilizzatori di quei paesi poveri o del terzo mondo che volessero realizzare abitazioni sicure, di qualità, a prezzi decisamente bassi, con tempi di realizzazione fortemente ridotti e con facilità d'esecuzione. Una conseguenza positiva del loro utilizzo è **una forte riduzione delle importazioni di quei materiali non prodotti in loco** ma necessari alla costruzione e la manodopera non necessita di specializzazione.

Anche l'installazione di una fabbrica produttiva avrà un costo modesto annullando quasi i costi incidenti degli ammortamenti. Le imprese che si orientano su questi sistemi costruttivi faranno anche una scelta di civiltà poiché oltre ad ottenere i vantaggi d'impresa contribuiranno alla **riduzione delle emissioni in atmosfera dei gas ad effetto serra CO2** ed apporteranno unforte risparmio di energia dando una destinazione "nobile" alla paglia e alla carta derivante dalla raccolta differenziata trasformandola da costo a ricchezza e posti di lavoro.

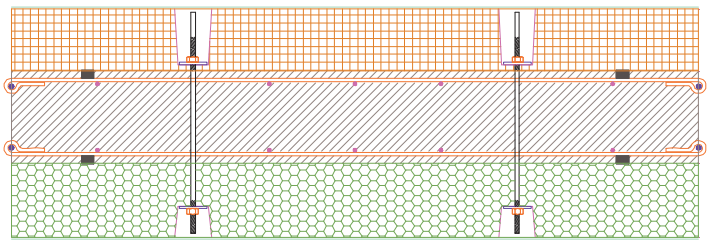
FIBRAE et TERRAM®
costruisce la natura

Con i sistemi brevettati da FIBRAE ET TERRAM si possono avere edifici a setti portanti realizzati mediante casseri a perdere come di seguito descritto.

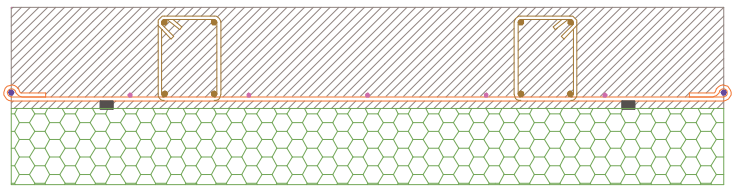
- Sistema doppio pannello, lastra polistirene esterna (12cm) – cls – lastra polistirene interna (6cm)



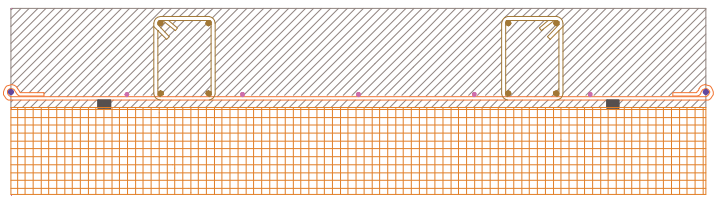
- Sistema doppio pannello, lastra polistirene esterna (12cm) – cls – pannello biologico interno (10cm)



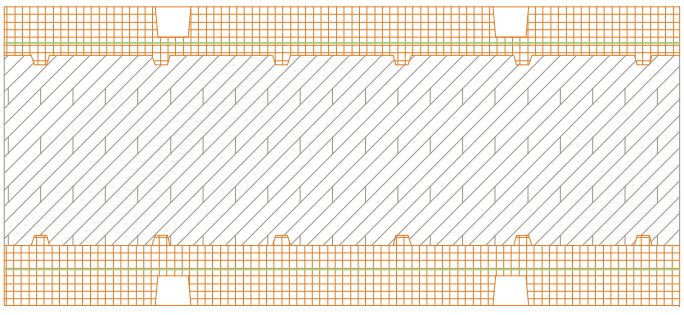
- Sistema mono-pannello, lastra polistirene esterna (12cm) – cls interno



- Sistema mono-pannello, pannello biologico esterno (14cm) – cls interno



- Sistema in terra cruda, pann. biologico esterno (12cm) – terra cruda (40cm) – pann. biologico interno (8cm)



CHI SIAMO

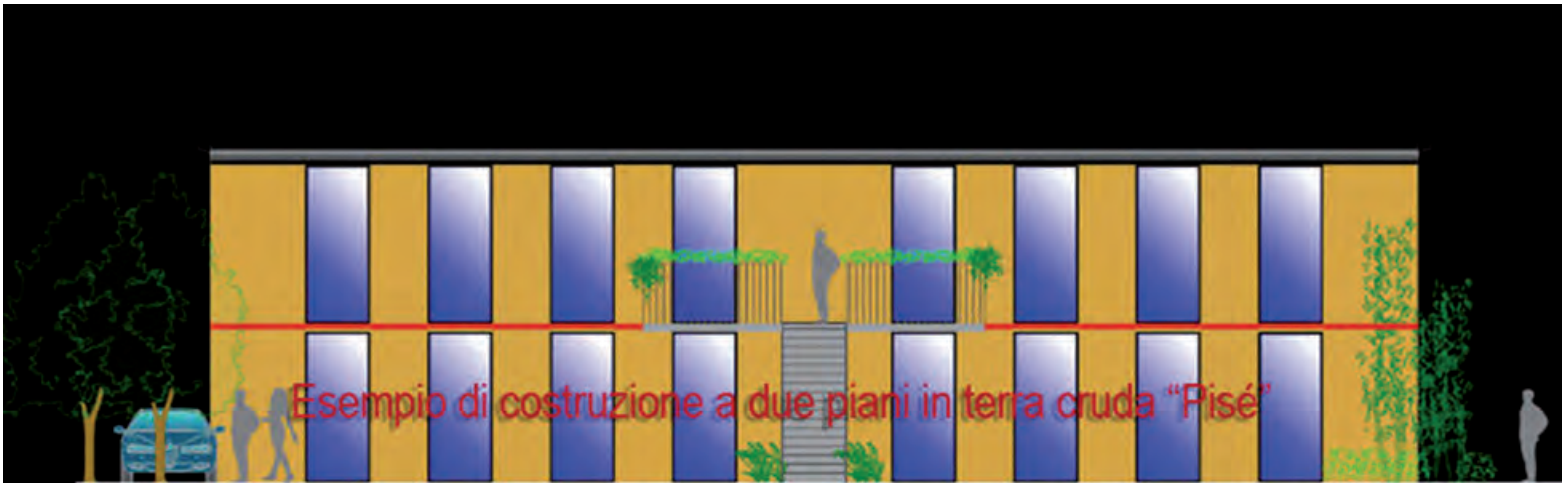
Fibrae et Terram Engineering di Nicola Angelo Vitullo Codice fiscale VTL NLN 44B13 A367 K
Partita IVA IT 0380 061 0408

Titolare delle proprietà intellettuali, Know How, Impianti e Macchinari che concorrono alla realizzazione di edifici, fortemente innovativi, da iscriversi alla Green-Economy e dalla forte industrializzazione.
I sistemi costruttivi sono tre. Tutti con metodo strutturale costruttivo dei setti portanti.

• Sistema Pannello Doppio, nel pieno rispetto delle normative Italiane. Trattasi di un cassero a perdere utilizzando come supporti a ricevere cls le lastre di polistirene o lastre di materiale biologico, con tre opzioni di composizione. Si possono realizzare anche grattacieli in zone sismiche di prima categoria.

• Sistema del Mono–Pannello, da impiegare, nel mondo, dove non vi siano contraddizioni tra calcolo strutturale e normativa. In Italia andrebbe certificato. Trattasi di un supporto solo a ricevere cls utilizzando lastre in polistirene e in biologico. Si possono realizzare alloggi fino a due livelli in zone di prima categoria.

• Sistema di terra cruda con metodo Pisé. Utilizza un cassero a perdere utilizzando due lastre realizzate con materiali biologici. Si possono realizzare abitazioni di due livelli in zone sismiche di prima categoria.
A questi sistemi costruttivi aggiungiamo il brevetto di un cappotto termico innovativo in quanto elimina l'impiego dei tasselli.



LE NOSTRE INNOVAZIONI

Ecco quali traguardi abbiamo raggiunto con la nostra ricerca, le realizzazioni degli impianti e delle campionature:

- avere un involucro abitativo di alta qualità
- di forte risparmio energetico
- antisismico
- di grande durabilità
- di forte risparmio economico avendo eliminato il lavoro in cantiere di ferraioli, muratori e carpentieri.

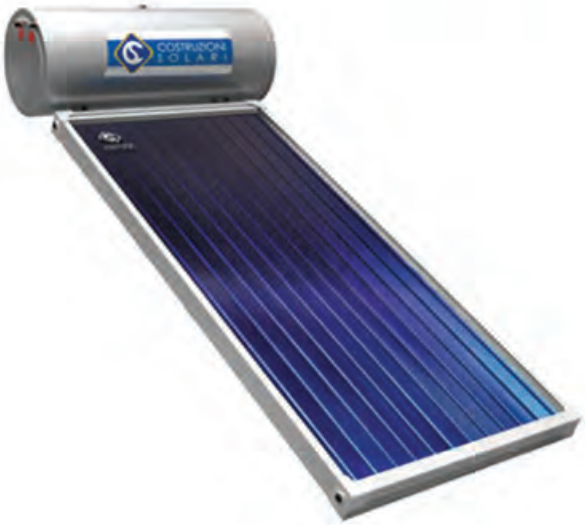
Abbiamo anche studiato una piattaforma mobile elettrica che sostituisce l'utilizzo delle impalcature.

Il nostro prossimo obiettivo è quello di avere le realizzazioni edilizie non più servite dalle utenze come fognature, allacci elettrici, allacci del gas, allacci dell'acqua; tutte queste funzioni saranno già inserite con impianti tecnologicamente studiati come il recupero di tutte le acque domestiche per mezzo di evaporazione.

Anche dall'essiccazione di tutti i rifiuti solidi organici potremo recuperare dell'acqua.

Sarà disponibile la produzione propria di energia elettrica mediante fotovoltaico o eolico; saranno utilizzati anche i pannelli solari termici.

Avremo una significativa riduzione di rifiuti casalinghi, tale da annullarne completamente l'organizzazione di recupero; in più per alcuni liquidi, come olii da cucina usati potranno essere trasformati in sapone e la carta verrà utilizzata per la produzione di energia.



ELENCO BREVETTI/MODELLI (61.V3157)

NS. RIF.	STATO PRATICA	DESCRIZIONE	DEPOSITO	CONCESSIONE	SCADENZA	NAZIONE/I	TITOLARE/I
12.CD.1	domanda depositata	Rete di armatura per pannelli edilizi portanti, pannello edilizio portante, struttura edilizia a setti portanti e metodo di realizzazione di un pannello edilizio portante.	NP/037/EXT/2012 / 13 set 2012		13 set 2032	Rep. Democratica Del Congo	VITULLO Nicola Angelo
12.IT.1D1	concesso	Struttura edilizia a setti portanti	BO2013A000168 / 16 apr 2013	1414290 / 4 mar 2015	13 set 2031	Italia	VITULLO Nicola Angelo
12.IT.1D2	concesso	Procedimento di realizzazione di un pannello edilizio portante.	BO2013A000170 / 17 apr 2013	1414291 / 4 mar 2015	17 apr 2033	Italia	VITULLO Nicola Angelo
12.IT.1	concesso	Rete di armatura per pannelli edilizi portanti, pannello edilizio portante, struttura edilizia a setti portanti e metodo di realizzazione di un pannello edilizio portante.	BO2011A000522 / 13 set 2011	1407829 / 16 mag 2014	13 set 2031	Italia	VITULLO Nicola Angelo
12.BR.1W	domanda depositata	Rete di armatura per pannelli edilizi portanti, pannello edilizio portante, struttura edilizia a setti portanti e metodo di realizzazione di un pannello edilizio portante.	BR112014005691-9 / 12 mar 2014 Deposito PCT: PCT/IB2012/054743 / 12 set 2012	Pubblicazione PCT: WO2013/038348 / 21 mar 2013	12 set 2032	Brasile	VITULLO Nicola Angelo
12.EP.1W	domanda depositata	Rete di armatura per pannelli edilizi portanti, pannello edilizio portante, struttura edilizia a setti portanti e metodo di realizzazione di un pannello edilizio portante.	12780831.9 / 12 set 2012 Deposito PCT: PCT/IB2012/054743 / 12 set 2012	Pubblicazione PCT: WO2013/038348 / 21 mar 2013	12 set 2032	Brevetto Europeo	VITULLO Nicola Angelo
12.MA.1W	concesso	Rete di armatura per pannelli edilizi portanti, pannello edilizio portante, struttura edilizia a setti portanti e metodo di realizzazione di un pannello edilizio portante.	36808 / 6 mar 2014 Deposito PCT: PCT/IB2012/054743 / 12 set 2012	35429 / 1 set 2014 Pubblicazione PCT: WO2013/038348 / 21 mar 2013	12 set 2032	Marocco	VITULLO Nicola Angelo
12.RU.1W	domanda depositata	Rete di armatura per pannelli edilizi portanti pannello edilizio portante, struttura edilizia a setti portanti e metodo di realizzazione di un pannello edilizio portante.	2014109110 / 12 mar 2014 Deposito PCT: PCT/IB2012/054743 / 12 set 2012	Pubblicazione PCT: WO2013/038348 / 21 mar 2013	12 set 2032	Federazione Russa	VITULLO Nicola Angelo
12.IT.2	concesso	Telaio reggispinta per una cassaforma a perdere	BO2011A000755 / 22 dic 2011	1409114 / 23 lug 2014	22 dic 2031	Italia	VITULLO Nicola Angelo
12.EP.2W	domanda depositata	Telaio reggispinta per una cassaforma a perdere.	12824714.5 / 21 dic 2012 Deposito PCT: PCT/IB2012/057580 / 21 dic 2012	Pubblicazione PCT: WO2013/093866 / 27 giu 2013	21 dic 2032	Brevetto Europeo	VITULLO Nicola Angelo
12.IT.3	concesso	Cappotto prefabbricato per una struttura muraria, struttura muraria comprendente detto cappotto	BO2013A000704 / 20 dic 2013	1421249 / 14 mar 2016	20 dic 2033	Italia	VITULLO Nicola Angelo

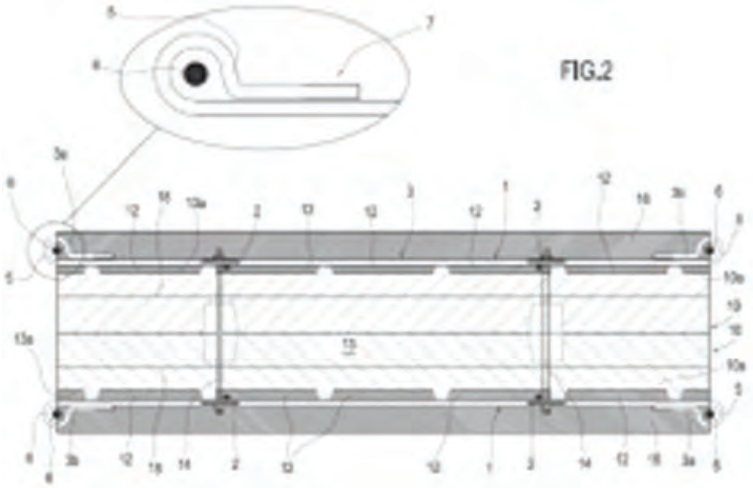


FIG.2

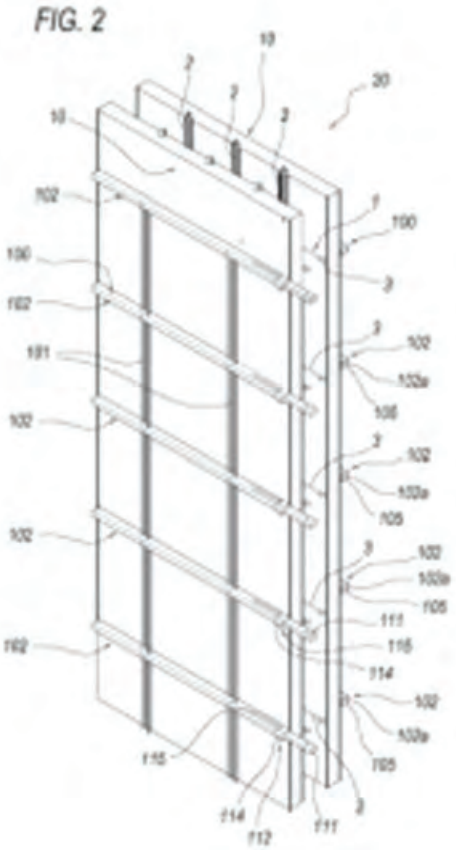


FIG. 2

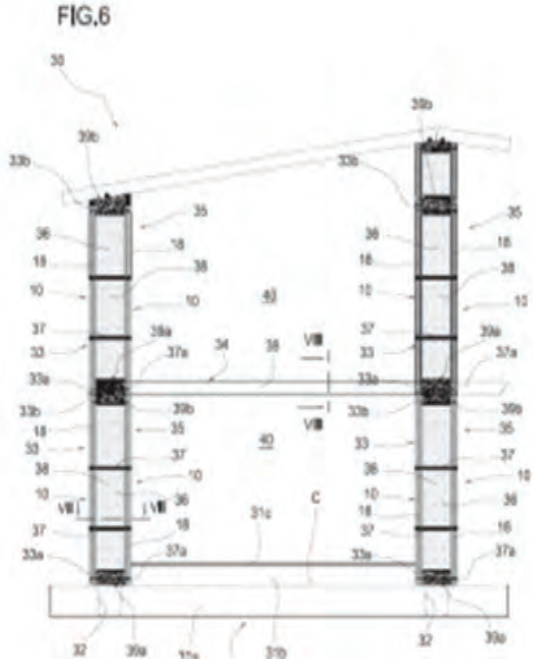
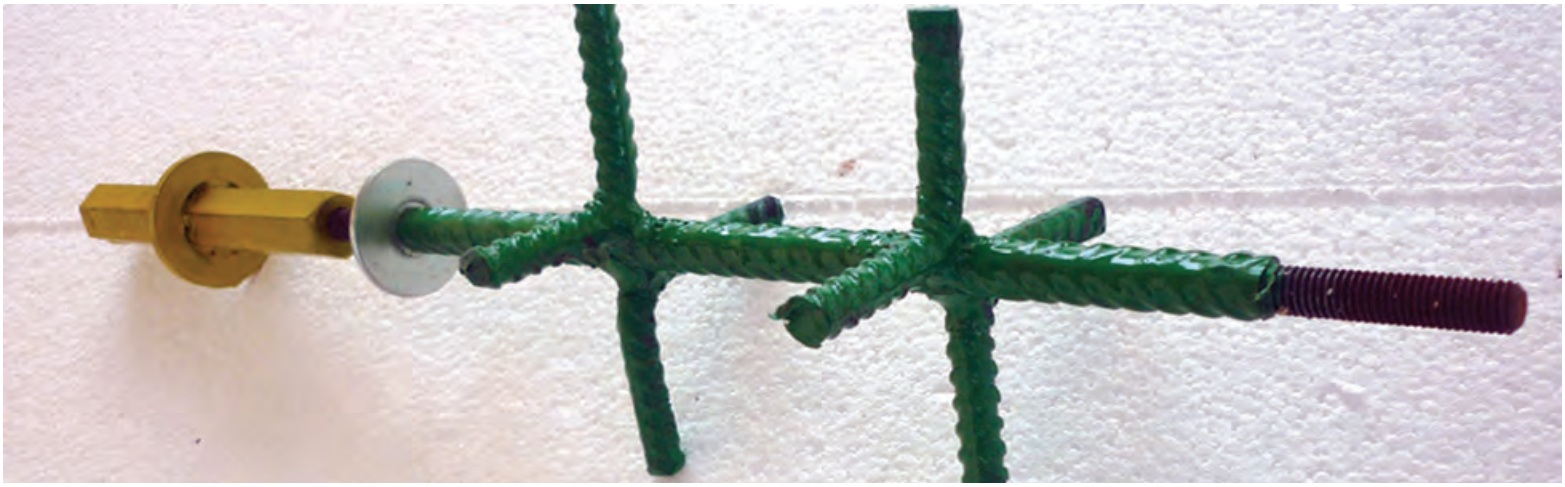


FIG.6



Ministero dello Sviluppo Economico
Ufficio Italiano Brevetti e Marchi

Domanda numero **102011901977865 (BO2011A000522)** Tipologia **Invenzioni**

N.B. Non tutte le schede riportano la medesima struttura, essendo questa strettamente correlata alla tipologia.
Dati aggiornati al **28 luglio 2016** (fonte: *www.uibm.gov.it*)

Data Deposito	N. Brevetto	Data Brevetto
13 settembre 2011	**0001407829**	**16 maggio 2014**
Stato Domanda	Anticipata accessibilità	Data di Pubblicazione
rilasciata	**no**	**14 marzo 2013**

Titolo
rete di armatura per pannelli edilizi portanti, pannello edilizio portante, struttura edilizia a setti portanti e metodo di realizzazione di un pannello edilizio portante.

Titolare			Inventori
VITULLO NICOLA ANGELO	**RIMINI**	**(RN)**	**VITULLO NICOLA ANGELO**

Domicilio elettivo	Indirizzo
BUGNION S.P.A.	**VIA DI CORTICELLA 87 - 40128 BOLOGNA (BO)**

Centro raccolta colture microrganismi
-

Classi

Codice Classi
E04C

Priorità

Nazione	Numero domanda	Data domanda
-	-	-

CCP/CCPF

Nel database non sono state trovate domande di CCP o CCPF

Conversione della domanda

Nel database non risultano pervenute domande di trasformazione o di deposito contemporaneo.

Annotazioni

Nel database non sono state trovate annotazioni per questa domanda

Trascrizioni

Nel database non sono state trovate trascrizioni per questa domanda

Ministero dello Sviluppo Economico
Ufficio Italiano Brevetti e Marchi

Domanda numero **102011902007580 (BO2011A000755)** Tipologia **invenzioni**

N.B. Non tutte le schede riportano la medesima struttura, essendo questa strettamente correlata alla tipologia.
Dati aggiornati al **28 luglio 2016** (fonte: *www.uibm.gov.it*)

Data Deposito	N. Brevetto	Data Brevetto
22 dicembre 2011	**0001409114**	**23 luglio 2014**
Stato Domanda	Anticipata accessibilità	Data di Pubblicazione
rilasciata	**no**	**23 giugno 2013**

Titolo
telaio reggispinta per una cassaforma a perdere

Titolare			Inventori
VITULLO NICOLA ANGELO	**RIMINI**	**(RN)**	**VITULLO NICOLA ANGELO**

Domicilio elettivo	Indirizzo
BUGNION S.P.A.	**VIA DI CORTICELLA 87 - 40128 BOLOGNA (BO)**

Centro raccolta colture microrganismi
-

Classi

Codice Classi
E04B

Priorità

Nazione	Numero domanda	Data domanda
-	-	-

CCP/CCPF

Nel database non sono state trovate domande di CCP o CCPF

Conversione della domanda

Nel database non risultano pervenute domande di trasformazione o di deposito contemporaneo.

Annotazioni

Nel database non sono state trovate annotazioni per questa domanda

Trascrizioni

Nel database non sono state trovate trascrizioni per questa domanda

Ministero dello Sviluppo Economico
Ufficio Italiano Brevetti e Marchi

Domanda numero **102013902147385 (BO2013A000168)** Tipologia **Invenzioni**

N.B. *Non tutte le schede riportano la medesima struttura, essendo questa strettamente correlata alla tipologia.*
Dati aggiornati al **28 luglio 2016** (fonte: *www.uibm.gov.it*)

Data Deposito	N. Brevetto	Data Brevetto
16 aprile 2013	**0001414290**	**04 marzo 2015**
Stato Domanda	Anticipata accessibilità	Data di Pubblicazione
rilasciata	**no**	**17 ottobre 2014**

Titolo
struttura edilizia a setti portanti

Titolare			Inventori
VITULLO NICOLA ANGELO	**RIMINI**	**(RN)**	**VITULLO NICOLA ANGELO**

Domicilio elettivo	Indirizzo
BUGNION S.P.A.	**VIA DI CORTICELLA 87 - 40128 BOLOGNA (BO)**

Centro raccolta colture microrganismi
-

CLASSI

Codice Classi
E04B

PRIORITÀ

Nazione	Numero domanda	Data domanda
-	-	-

CCP/CCPF

Nel database non sono state trovate domande di CCP o CCPF

CONVERSIONE DELLA DOMANDA

Nel database non risultano pervenute domande di trasformazione o di deposito contemporaneo.

ANNOTAZIONI

Nel database non sono state trovate annotazioni per questa domanda

TRASCRIZIONI

Nel database non sono state trovate trascrizioni per questa domanda

Ministero dello Sviluppo Economico
Ufficio Italiano Brevetti e Marchi

Domanda numero **102013902147927 (BO2013A000170)** Tipologia **Invenzioni**

N.B. Non tutte le schede riportano la medesima struttura, essendo questa strettamente correlata alla tipologia.
Dati aggiornati al **28 luglio 2016** (fonte: *www.uibm.gov.it*)

Data Deposito	N. Brevetto	Data Brevetto
17 aprile 2013	**0001414291**	**04 marzo 2015**
Stato Domanda	Anticipata accessibilità	Data di Pubblicazione
rilasciata	**no**	**18 ottobre 2014**

Titolo
procedimento di realizzazione di un pannello edilizio portante.

Titolare			Inventori
VITULLO NICOLA ANGELO	**RIMINI**	**(RN)**	**VITULLO NICOLA ANGELO**

Domicilio elettivo	Indirizzo
BUGNION S.P.A.	**VIA DI CORTICELLA 87 - 40128 BOLOGNA (BO)**

Centro raccolta colture microrganismi
-

Classi

Codice Classi
E04C

Priorità

Nazione	Numero domanda	Data domanda
-	-	-

CCP/CCPF

Nel database non sono state trovate domande di CCP o CCPF

Conversione della domanda

Nel database non risultano pervenute domande di trasformazione o di deposito contemporaneo.

Annotazioni

Nel database non sono state trovate annotazioni per questa domanda

Trascrizioni

Nel database non sono state trovate trascrizioni per questa domanda

Ministero dello Sviluppo Economico

Direzione generale per la lotta alla contraffazione

Ufficio Italiano Brevetti e Marchi

ATTESTATO DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE

N. 0001421249

Il presente brevetto viene concesso per l'invenzione della domanda sotto specificata:

num. domanda	anno	C.C.I.A.A.	data pres. domanda	classifica
000704	2013	BOLOGNA	20/12/2013	E04F13 08

TITOLARE/I VITULLO NICOLA ANGELO
RIMINI

MANDATARIO ZERMANI UMBERTO

INDIRIZZO BUGNION S.P.A.
VIA DI CORTICELLA 87
40128 BOLOGNA

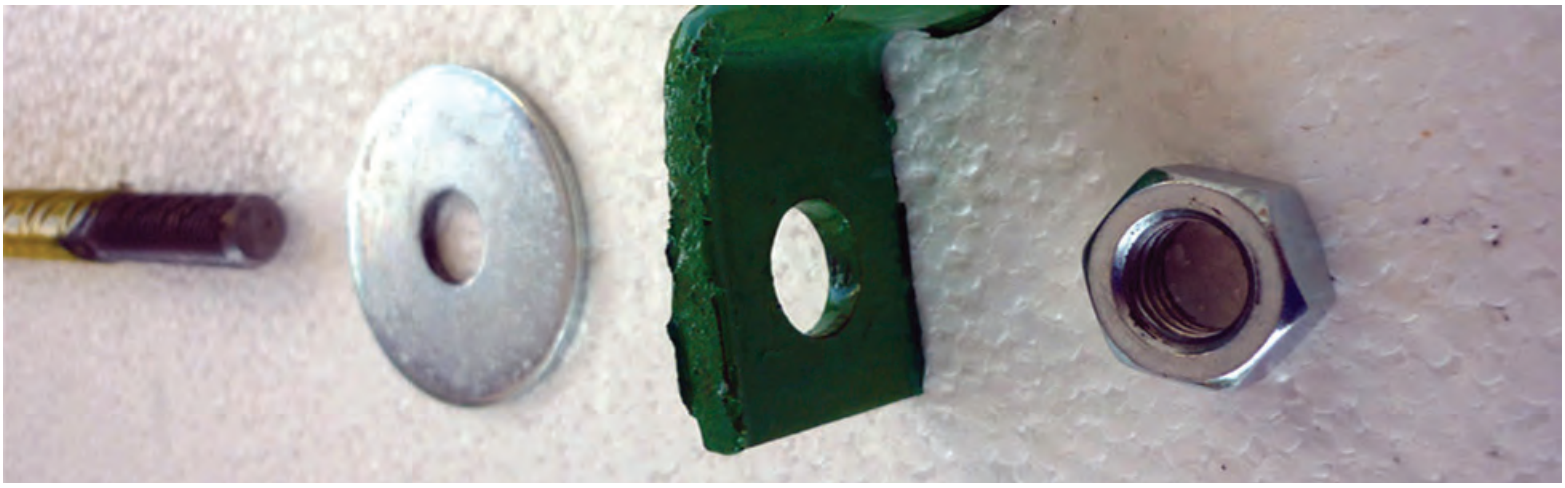
TITOLO CAPPOTTO PREFABBRICATO PER UNA STRUTTURA MURARIA, STRUTTURA MURARIA COMPRENDENTE DETTO CAPPOTTO

INVENTORE/I VITULLO NICOLA ANGELO

Roma, 14/03/2016

IL DIRIGENTE
Dr.ssa Loredana Guglielmetti

PANNELLI



I pannelli **Fibrae et Terram** possono assumere sezioni e dimensioni diverse a seconda di altri e vari utilizzi come ad esempio: cappotti esterni ai muri o all'interno di intercapedini nelle costruzioni in legno, acciaio, prefabbricato in calcestruzzo, oppure essere utilizzati come semplici tramezzature eccetera. Descriviamolo come elemento modulare e componente costruttivo:

- Il pannello ha la sua prima fondamentale funzione quella di supporto centrale a ricevere nelle sue facce esterne del betoncino di classe C25/30 (parliamo della tipologia "pannello singolo"), e del calcestruzzo di classe C25/30 o la terra cruda compattata all'interno tra i due pannelli, in questo caso essi fungono come cassero a perdere (siamo nella tipologia "pannello doppio"). Il singolo nell'interpretazione fedele della normativa Italiana sarebbe utilizzabile per i tamponamenti nelle costruzioni in zone sismiche. Potrebbe anche avere un forte impiego in diverse zone del mondo come muro portante.
- Il pannello, in tutti i casi, ha anche la funzione di protezione termica dei muri, la trasmittanza termica che dovrà assumere un valore minore, quindi migliore, di quelle che le nostre normative ci impongono.
- Negli impieghi a soluzione del cassero a perdere la pressione del getto c.l.s. o la terra, venendo in contatto con esso non gli creano deformazioni rilevanti sulle facce interne. Proprio a questo scopo è stato dato al pannello, sia biologico e sia polistirene, una densità necessaria.
- Il pannello, nella sua versione standard, è in sezione 1120mm. di larghezza e 100mm. di spessore ma potrebbe cambiare a seconda dell'impiego.
  Esso nelle due facce presenta dei microrilievi e depressioni di 2 mm per favorire una migliore incollatura dell'intonaco
  Per consentire il necessario spazio copri-ferro del calcestruzzo si impiegano delle zanche apposite saldate alle catene orizzontali.
- In tutte le sue applicazioni costruttive il pannello costituisce il muro portante delle abitazioni unendo verticalmente un livello. Esso già da progetto e produzione avrà una altezza definita ed una sua numerazione. Questa identificazione gli consente di essere collocato senza equivoci nell'assemblaggio di una parete, la quale è illustrata e riportata su uno schema elaborato cartaceo "costruttivo" che è chiamato abaco. Quest'ultimo tiene conto anche di tutte le eventuali aperture dell'edificio. Quindi al cantiere arriveranno i pannelli già pronti per essere assemblati rispettando uno schema di montaggio. Le fasi costruttive iniziano dall'assemblaggio dei pannelli mediante la legatura tra essi inserendo le catene verticali negli occhielli in sovrapposizione e coincidenti delle catene orizzontali, ferri componenti le reti per cemento armato che costituiscono l'orditura del pannello. Seguono l'allineamento, la piombatura, le eventuali controventature e finalmente il getto.

PANNELLI BIO

I pannelli che chiamiamo "Bio" sono composti da materie organiche fibrose,carta da recupero e paglia e materiale naturale come Gesso o Calce Idraulica.

Quelli da noi brevettati possono essere impiegati nelle costruzioni come supporti a ricevere Calcestruzzo cementizio o terra cruda Possono anche assumere altre funzione come protezione termica o acustica. Ma si prestano anche ad altri impieghi.

Il loro utilizzo è una nostra scelta di civiltà perché con il loro impiego possiamo sostituire, in molti casi, il polistirene (petrolio) ed il legno.

La carta da recupero,nei nostri sistemi costruttivi, può raggiungere una quantità circa 70 - 100 m3 di impasto per ogni 100 m2 di alloggio. Fermo restando la sua competitività economica, con politiche favorevoli potremmo raggiungere quelle quantità rilevanti necessarie ad evitare l'utilizzo delle discariche,l'incenerimento ed i trasporti navali. Impediremo che torni ad essere anche CO2. Sono molti gli impieghi. Esempio i già detti pannelli supporto e tramezzi in edilizia, pianali scorrevoli di armadi, alcuni tipologie di mobili e anche casse da morto.

La paglia è un altro elemento fibroso naturale alla quale si da scarsa attenzione. Normalmente in tutti i suoi impieghi portano,alla fine,a ridivenire anche CO2.Noi impiegandola mettiamo in stand-by la CO2.Importante anche che in alcuni impieghi può sostituire anche il tavolame di legno. Quello evidente è che esso ha una ciclicità di un anno.

Quindi ogni anno ci troviamo a smaltire ciò che il sole ci ha prodotto,ecco quindi il vantaggio di un suo obbligato utilizzo che va nel verso ambientale. Al contrario il legno è ricavato dagli alberi che rispondono ad uno sfruttamento con logica di profitto economico. Quindi si interrompe la sua funzione di assorbimento della CO2 accorciando la sua vita di centinaia di anni.Ora se per effetto del riscaldamento gli oceani avranno sempre più l'incapacità di assorbire la CO2 perché le acque saranno sempre più acide e meno saline possiamo permetterci di abbattere l'unico mezzo sicuro di assorbimento della CO2 utilizzando gli alberi per costruirci case. Scelta, tra l'altro, sciagurata sia sul piano economico e sia su quello ecologico. L'utilizzo del legno nelle costruzioni vuol dire una scelta che va verso un aumento notevole della CO2, posso dimostrarlo analiticamente.

COMPOSIZIONE PANNELLI

Composizione dei due tipi di pannelli e dei componenti del solaio: dopo aver trattato i materiali con un processo di protezione di sostanze naturali contro l'aggressione dei microrganismi.

1 - Pannello CARTA e PAGLIA (è la versione più performante).

Si utilizza la paglia come elemento solido (100% del volume del pannello a inizio lavorazione) e di un impasto legante di pasta cellulosa ricavata dal macero di carta selezionata.

Il suo peso specifico finale secco è di 230 kg./mc. Così composto:

Paglia 50 kg. Pari al 0.22 %, cellulosa 120 kg. Pari 0.52 %, gesso (o calce idraulica) 60 kg. Pari al 0.26 %.

Al centro del pannello è annegata una rete,collaborante per il sistema doppio terra.

Facciamo un calcolo teorico delle trasmittanze che potrà raggiungere in due tipi di muri.

Sistema del "singolo" muro realizzato con supporto centrale accoppiando due pannelli (come dai nostri disegni) più due croste di cls debolmente armato per ogni lato.

La sezione del muro Alfa e = 1/7, Alfa i = 1/20, conducibilità termiche Lambda: cls sp. 0.04 = 1.4, pannello sp. 0.10+ 0.10 = 0.07

$$U = \frac{1}{\text{Alfa e } 1/7 + \text{cls } 0.04 + 0.20 \text{ pannelli} + \text{cls } 0.04 + \text{alfa i } 1/20} =$$

$$U = \frac{1}{1/7 + 0.04/1.4 + 0.20/0.07 + 0.04/1.4 + 1/20} = 0.28 \text{ trasmittanza}$$

Per il muro con il sistema del "doppio terra"

Alfa e 1/7, Alfa i 1/20, conducibilità termiche : intonaco sp. 0.015 = 0.09, pannelli sp 0.10 = 0.07, terra sp. 0.40 = 1.

$$U = \frac{1}{\text{Alfa e} + \text{intonaco } 0.015 + \text{pannello } 0.10 + \text{terra } 0.40 + \text{pannello } 0.10 + \text{intonaco } 0.015 + \text{alfa i}} =$$

$$U = \frac{1}{1/7 + 0.015/0.09 + 0.10/0.07 + 0.40/1 + 0.10/0.07 + 0.015/0.09 + 1/20} = 0.26 \text{ trasmittanza}$$

2 - Pannello di PAGLIA.

Si utilizza un impasto di sola paglia dove sia difficile procurarsi la carta.
Lo spessore diminuisce ed arriva a 7 cm.
La quantità di paglia pressata è di circa 90-100 kg./mc.
La calce idraulica o gesso impiegata è di circa 150-160 kg./mc.
Il peso specifico finale risulterà essere circa 240-250 kg./mc.
Al centro del pannello è annegata una rete.
Anche qui facciamo un calcolo teorico delle trasmittanze ottenibili.
Sistema del "singolo"realizzato con l'accoppiata di due pannelli come supporto interno e due croste di cls debolmente armato sugli esterni.

Sezione del muro
Alfa e = 1/7, Alfa i = 1/20, conducibilità termiche Lambda : cls sp 0.04 = 1.4, pannello sp 0.07+0.07 = 0.09

$$U = \frac{1}{1/7 + 0.04/1.4 + 0.14/0.09 + 0.04/1.4 + 1/20}$$

$$U = \frac{1}{0.1429 + 0.02857 + 1.5556 + 0.02857 + 0.5} = 0.44 \text{ trasmittanza}$$

Sistema del muro "doppio terra" (in questo caso consideriamo uno spessore terra di 0.30)
Alfa e = 1/7, Alfa i = 1/20. conducibilità termiche Lambda : intonaco sp. 0.015 = 0.09, pannello sp. 0.07 = 0.09, terra sp. 0.30 = 1

$$U = \frac{1}{1/7 + 0.015/0.09 + 0.07/0.09 + 0.30/1 + 0.07/0.09 + 0.015/0.09 + 1/20} =$$

$$U = \frac{1}{0.1429 + 0.1667 + 0.7778 + 0.3 + 0.7778 + 0.1667 + 0.5} = 0.35 \text{ trasmittanza}$$

3 - Elementi prefabbricati CARTA-PAGLIA per SOLAI, CONTROTELAI DI PORTE E FINESTRE, PIGNATTE PER SOLAI, PANNELLI PER ARMADI SCORREVOLI, ANIME PER PORTE INTERNE ED ESTERNE ed anche CASSE DA MORTO ed ALTRO.

Si utilizza un impasto di cellulosa e paglia nelle stesse proporzioni del punto uno ma si aumenta la quantità di calce idraulica o gesso portandola a 150 kg./mc.
Il resto è uguale salvo la rete da impiegare, essa sarà più consistente. Per esempio quella d'acciaio galvanizzato potrebbe essere una rete tessuta con filo 1,7mm. Con maglia 30x30mm. Il suo peso specifico è di circa 320 kg./mc.

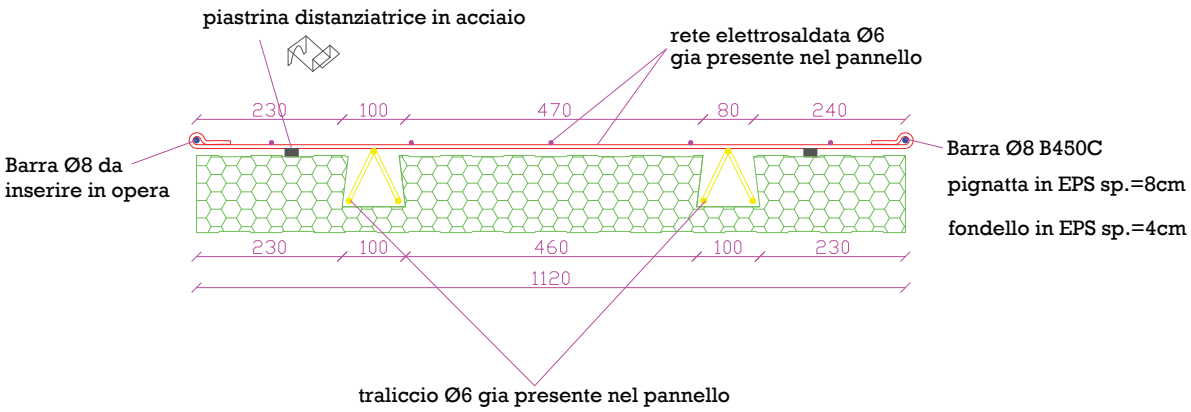
MONO PANNELLO *per l'estero*

I vantaggi sono che tutti gli elementi modulari,Muri e solai possono essere gettati parzialmente a terra. Il cls. costa meno, il lavoro sarà fatto meglio a costi inferiori. Alla loro maturazione avvenuta saranno montati in opera, secondo lo schema illustrativo.
Si possono realizzare fino a tre livelli, anche in zone sismiche di prima categoria.
Lo si utilizza in tutti quei paesi dove non c'è contraddizione tra calcolo strutturale e normative.
In Italia andrebbe certificato.
Tempo di realizzo di un livello 1 giorno.
Costo complessivo minore, visto il ridotto numero di materiali impiegati.
Le protezioni termiche possono essere uguali al sistema del doppio.

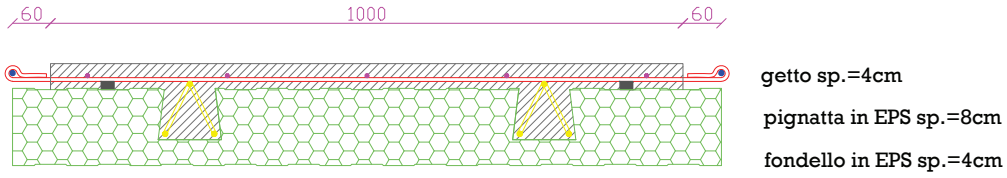
Per realizzare, in alcune parti del mondo, pareti a setto portante, dove i risultati del calcolo strutturale non sono in contraddizione con la normativa del paese. In Italia, per una corretta interpretazione delle normative è più facile utilizzarlo come tamponamenti in zone sismiche, secondo gli ultimi suoi aggiornamenti normativi.

Questo supporto, elemento modulare, può essere in polistirene o biologico.
Esso coniuga resistenza, protezione termica ed acustica. Funge da supporto interno al getto esterno del muro portante. Su di esso, vengono applicate verso l'esterno le orditure

COSTITUZIONE PANNELLO



FASE 1: Getto singolo pannello a terra



in tondino cls, reti e tralicci in tondino ad aderenza migliorata, dimensionate secondo il calcolo strutturale ed una leggera rete verso l'interno che fisseremo con una graffatrice meccanica o pneumatica per migliorare l'adesione dell'intonaco. Essa è costituita da un minimo di 6 ferri verticali e cinque orizzontali (queste reti hanno gli elementi connessi mediante l'utilizzo di un gancio in acciaio armonico della ditta CIMES di Suzzara prov. Di Mantova). Questi pannelli utilizzando appieno i nostri brevetti possono essere gettati a terra, a maturazione raggiunta verranno posati in opera.

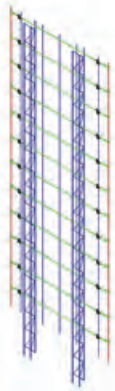
Quindi questo elemento modulare concorre alla costruzione del muro o setto portante delle costruzioni. Le realizzazioni sono completate da catene verticali d'angolo, come si evince dalle sezioni riportate nel PDF. I ferri verticali, di queste reti, vengono chiamati catene verticali e sono legate ai getti dello spiccato e dei marcapiani, mentre i ferri orizzontali sono chiamate catene orizzontali le quali, per normativa, devono avere una continuità nella parete fino all'arrivo o raggiungimento delle catene verticali d'angolo della costruzione che sono naturalmente annegate in una colonnina di cls. e fungono da giunzione finali delle catene orizzontali delle pareti.

Quindi la giunzione tra tutti gli elementi è facilitata dal nostro brevetto degli occhielli, facendo coincidere e sovrapporre i due occhielli posti alle estremità dei pannelli attigui per consentire il passaggio al loro interno di un elemento verticale di giunzione. Trattasi di un tondino o ferro da cemento armato del diametro di 8mm. Questa, a sua volta, sarà un'altra catena verticale (in rosso nelle immagini).

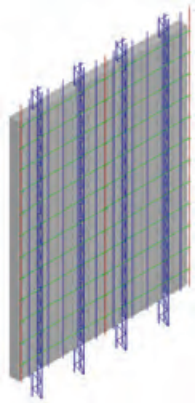
Tornando alla catena orizzontale, anche sotto l'aspetto resistente questo nodo creato con l'innesto di un ferro verticale di diametro 8mm. va verso un miglioramento statico della catena. Infatti con il diametro 8 esso risulta al taglio più resistente della trazione della catena orizzontale del diametro 6mm (nel nodo in numero di due). Come finitura del muro, volendo, si dà una rasatura di intonaco sull'esterno e intonaco colla (come nei cappotti) verso l'interno. Con questa ultima operazione il nostro muro raggiungerà lo spessore di circa 300mm.

Il nostro brevetto dell'occhiello ci permette di gettare il calcestruzzo (C 25/30) sui pannelli a terra e montarli dopo la dovuta maturazione, come si evince nel nostro PDF.

Questo sistema costruttivo ci consente di realizzare edifici di due livelli anche in zone sismiche di prima categoria. Il responsabile del calcolo statico potrebbe in qualche caso aumentare o diminuire l'acciaio da cemento armato ma, in ogni caso, parliamo di piccolissime variazioni ininfluenti sui costi. Per correttezza e completezza va detto che alle quantità già descritte bisogna prevedere una aggiunta di elementi di rinforzo in acciaio (staffe, cuffie, reti d'angolo,



eventuali reti di riprese, ecc…) il quantificato è stimato a circa 2 kg. per ogni metro quadro di muro.



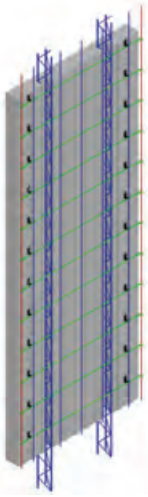
Il solaio è costituito da un elemento modulare composto da polistirene o da materia biologica. La sezione standard del è nella larghezza 1,12 mt., il suo spessore è a discrezione del calcolo strutturale (soprattutto il dimensionamento dei travetti). La caldana resta sempre dello spessore di 4 cm. Vedere a questo proposito il PDF con le tavole.

Una nostra fabbrica standard con il concorso di dieci operai ed un turno di lavoro, può produrre giornalmente utilizzando il sistema polistirene

Pannelli muro

23 pannelli/h x 8 h = 184 x la superfice del pannello (1.12 x 3,00 h) = circa 3,36 mq x 184 = circa 618 mq giorno.

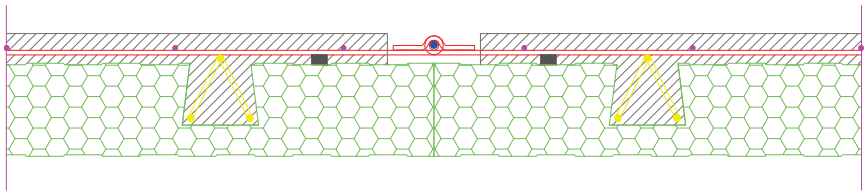
Pannelli giorno 184 x 1,12 larghezza pannello = 206 ml. giorno (calcolando i muri di spina al doppio dei pannelli) tanti ml. di muri portanti ci consentono di realizzare 344 mq. di alloggi al giorno.



Pannello solai

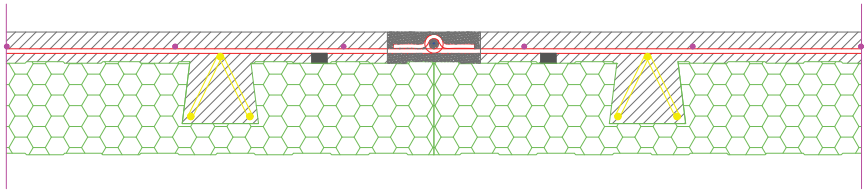
344 mq. / 1,12 di larghezza standard = circa 307 ml. di pannello solai giorno.

FASE 2: Assemblaggio secondo schema dei pannelli

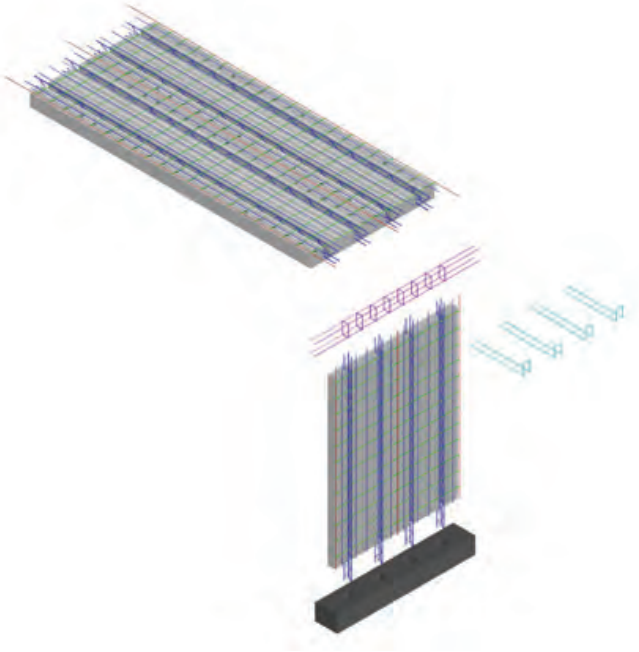


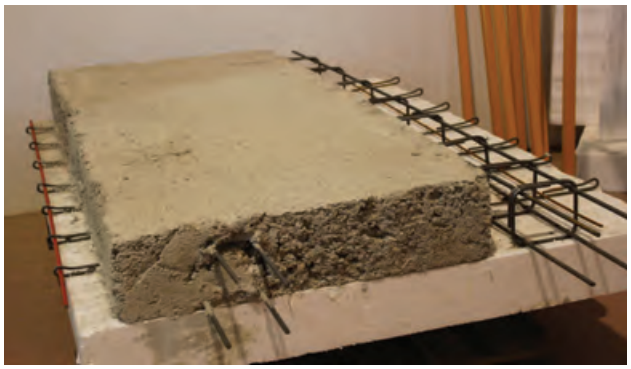
getto sp.=4cm
pignatta in EPS sp.=8cm
fondello in EPS sp.=4cm

FASE 3: Getto di completamento

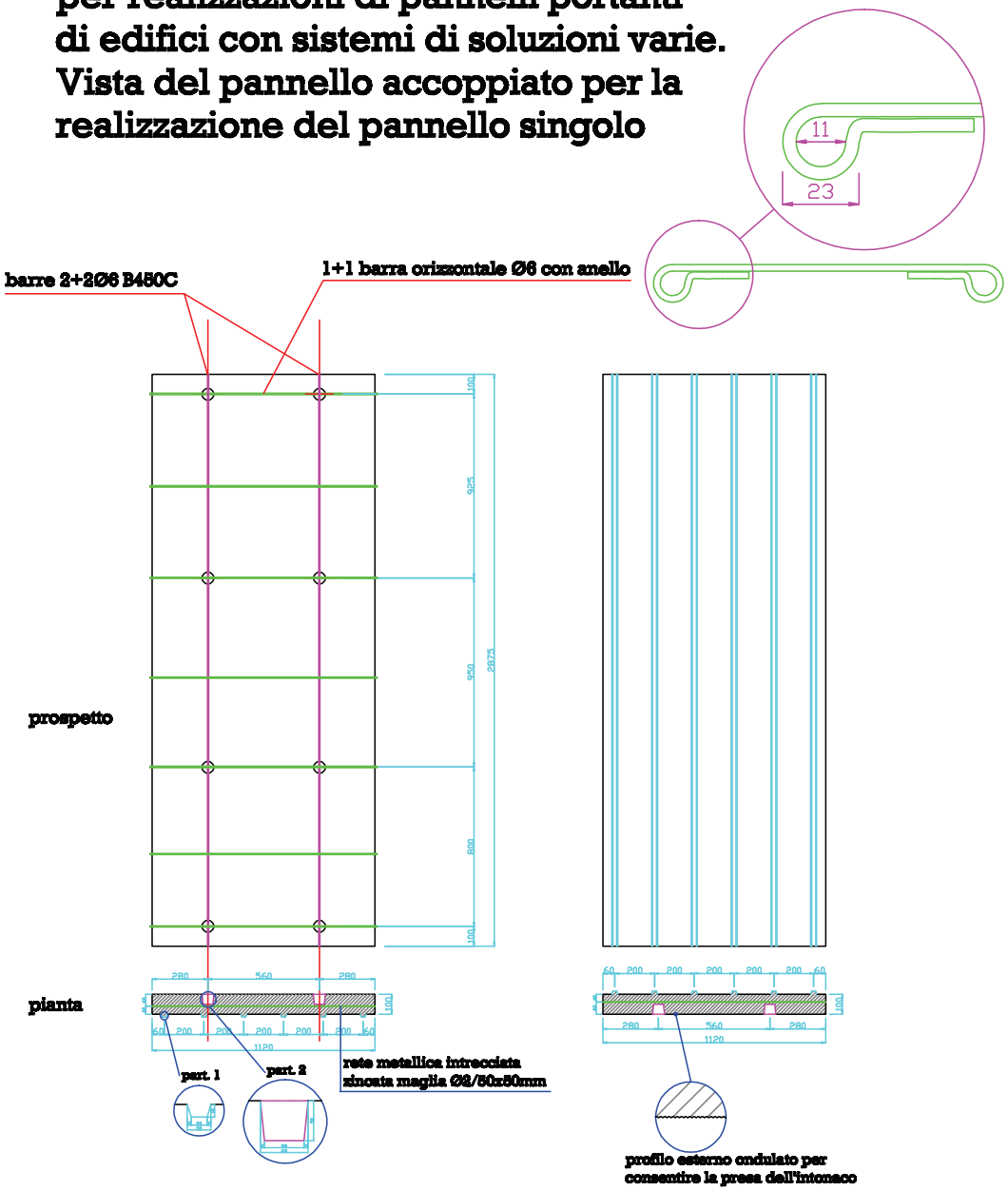


getto sp.=4cm
pignatta in EPS sp.=8cm
fondello in EPS sp.=4cm

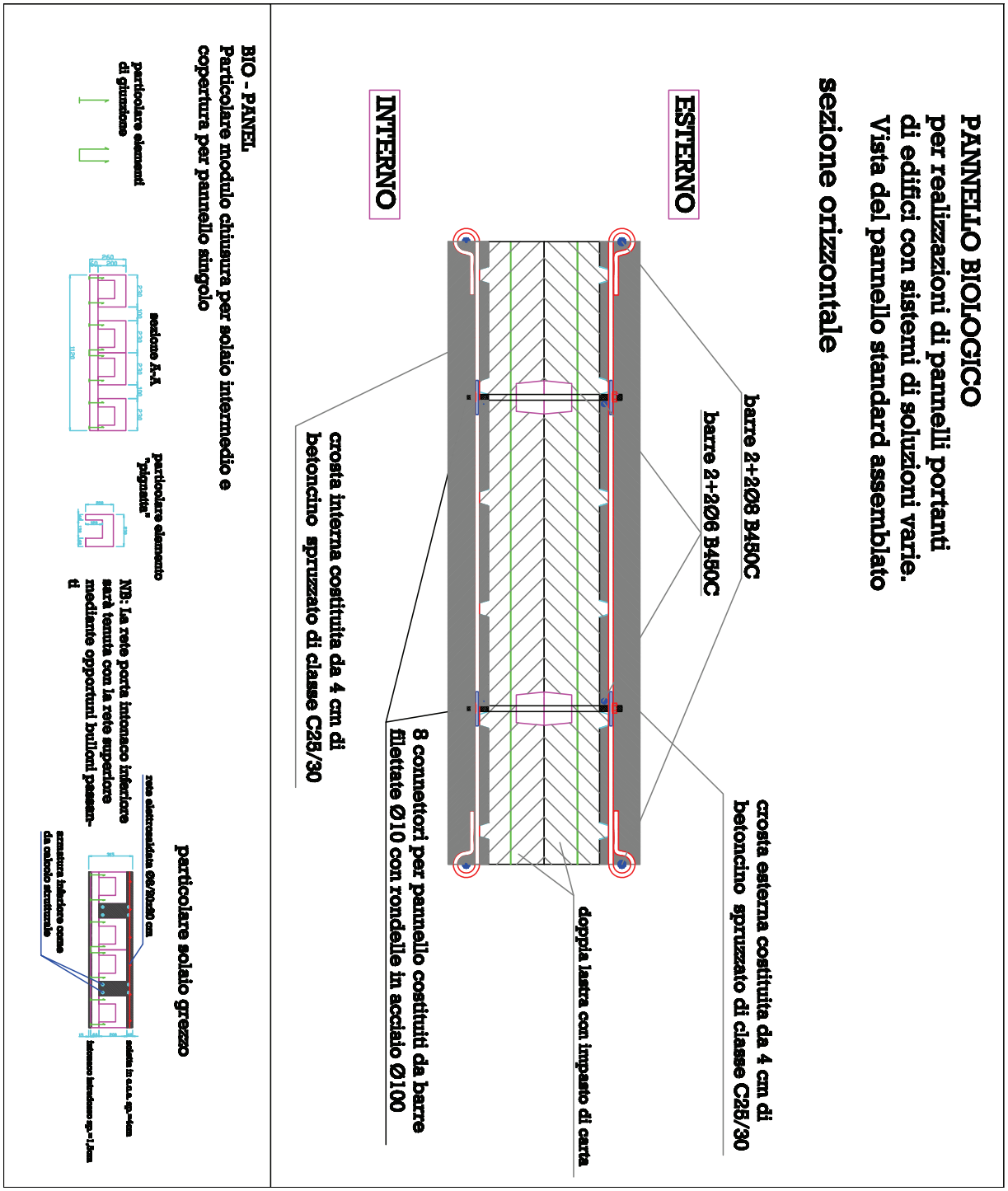




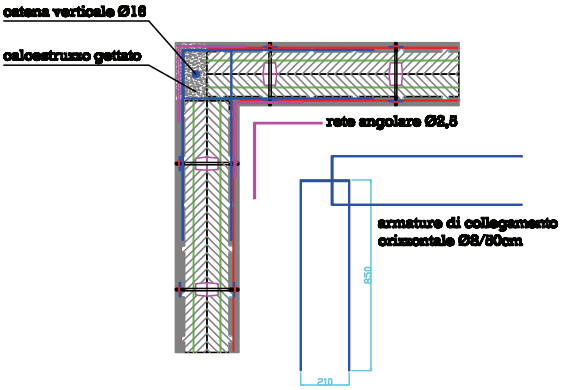
PANNELLO BIOLOGICO
per realizzazioni di pannelli portanti di edifici con sistemi di soluzioni varie. Vista del pannello accoppiato per la realizzazione del pannello singolo



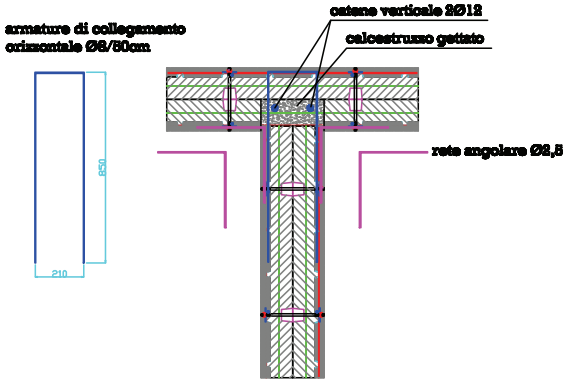
SOLUZIONE CON DUE CROSTE DI CALCESTRUZZO ARMATO



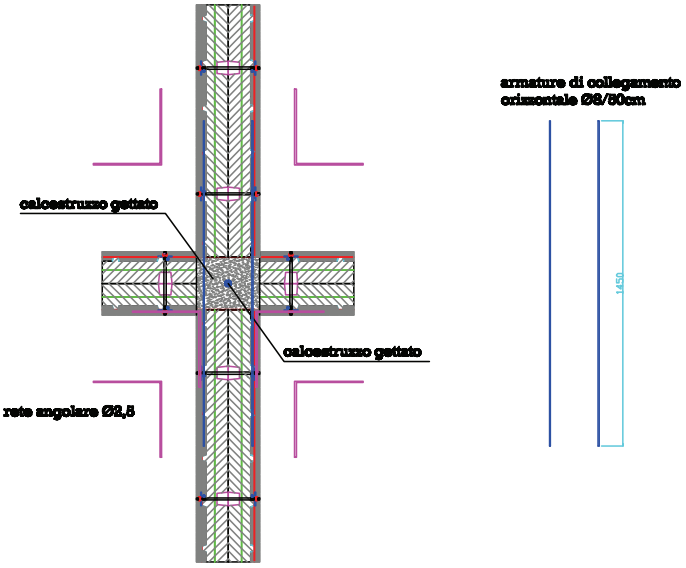
PANNELLO BIOLOGICO
Particolare sistema di chiusura
nodo a 2 vie



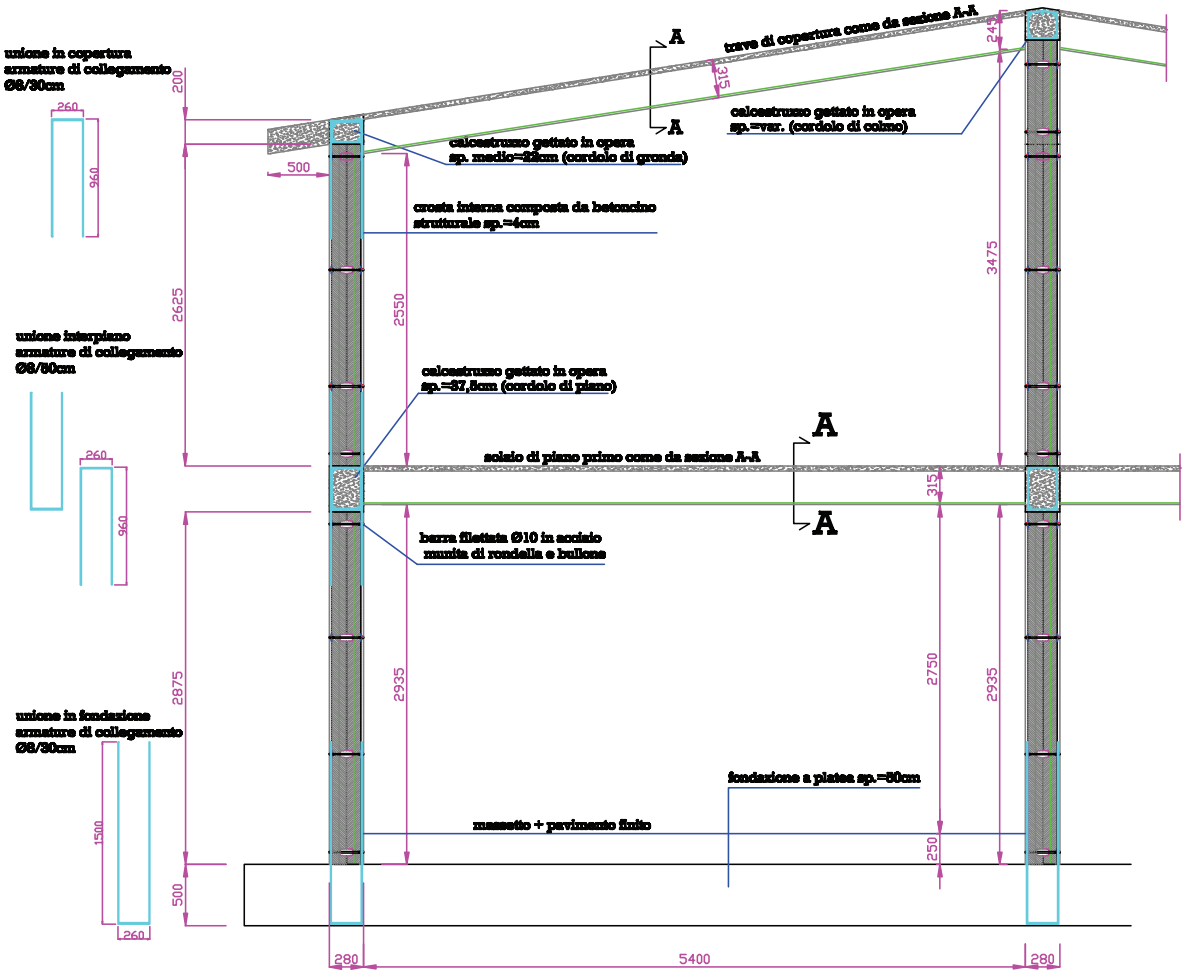
PANNELLO BIOLOGICO
Particolare sistema di chiusura
nodo a 3 vie



PANNELLO BIOLOGICO
Particolare sistema di chiusura
nodo a 4 vie

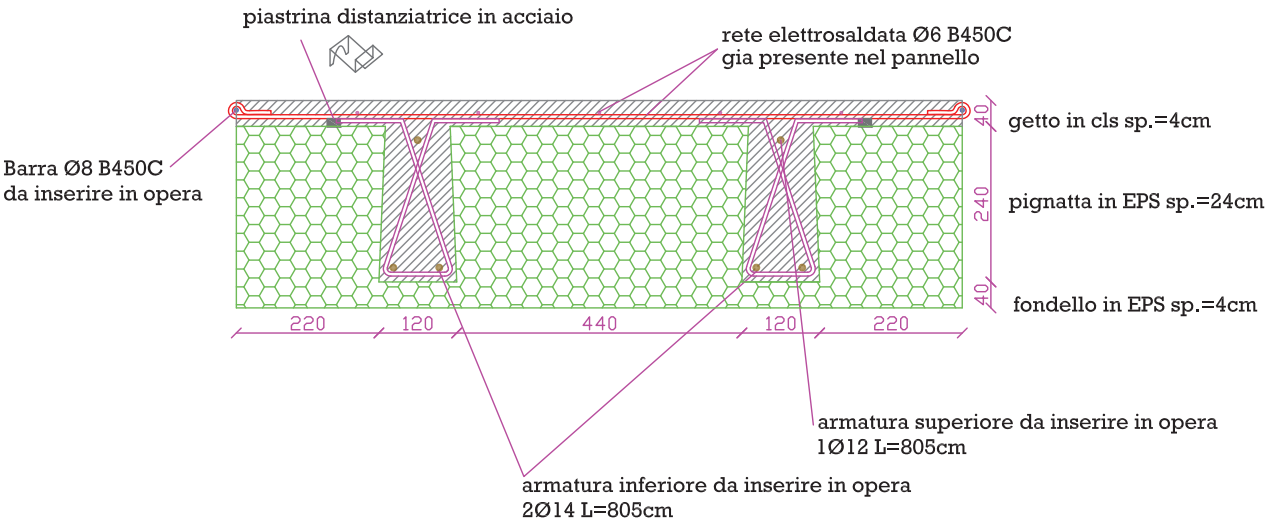


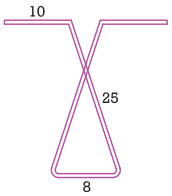
PANNELLO BIOLOGICO
per l'impiego del sistema costruttivo del supporto a ricevere, come materiale portante il betoncino strutturale spruzzato.
Per la realizzazione di edifici edili di un massimo di tre livelli per le zone sismiche.



NB: Le greche orizzontali hanno un passo di 50mm e profondità 2mm

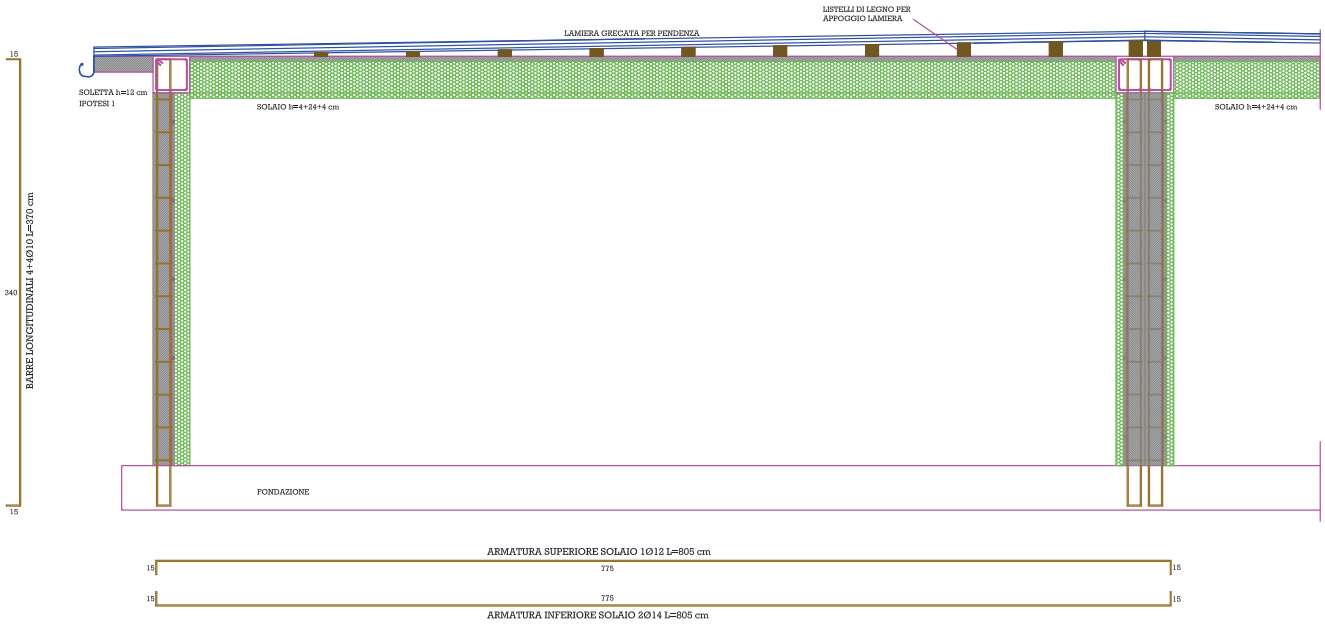
COSTITUZIONE PANNELLO SOLAIO



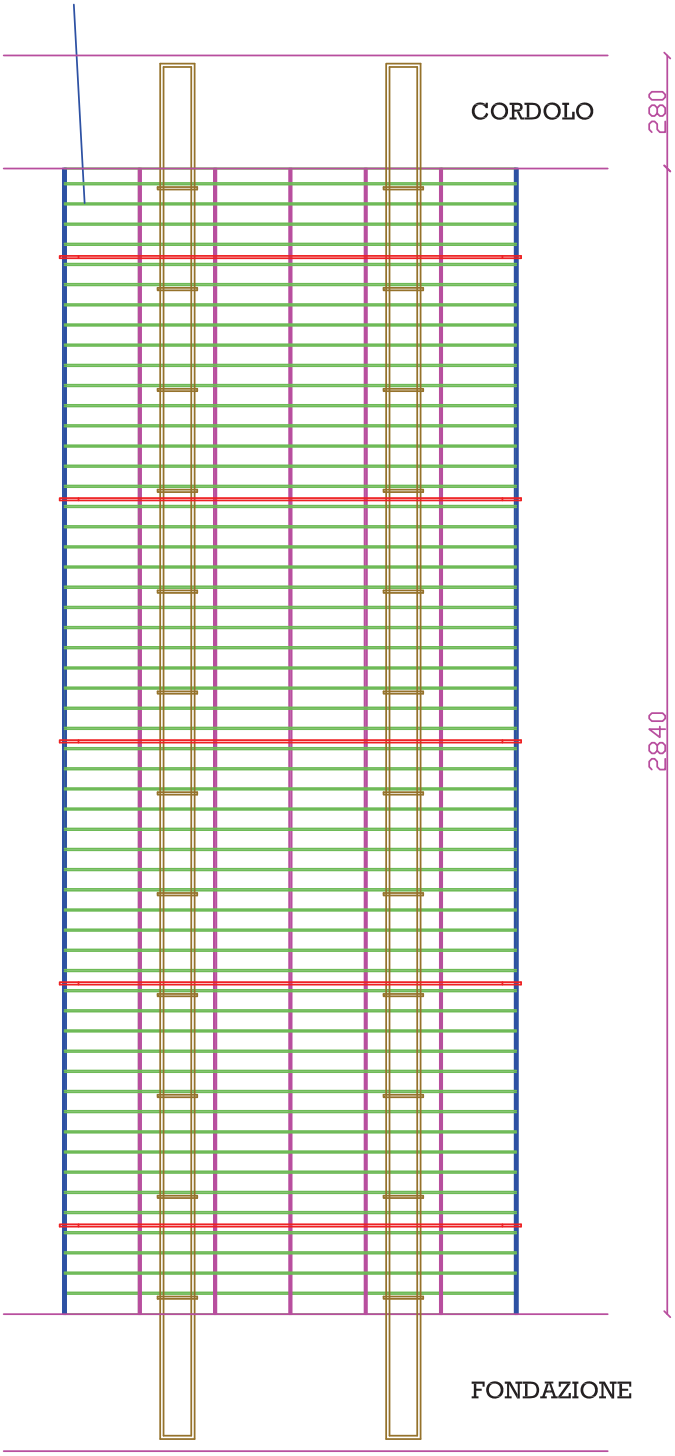


Staffa distanziatrice per posizionamento
barre longitudinali solaio n°2Ø6/ml
L=78cm

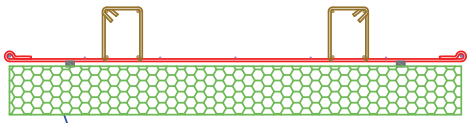
SEZIONE



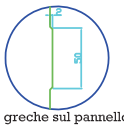
NB: Le greche orizzontali hanno un passo di 50mm e profondità 2mm



COSTITUZIONE LASTRA



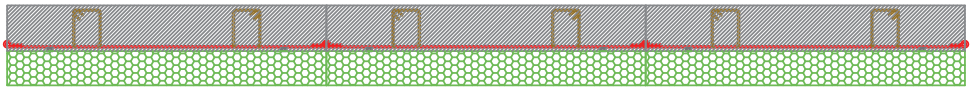
part. 1

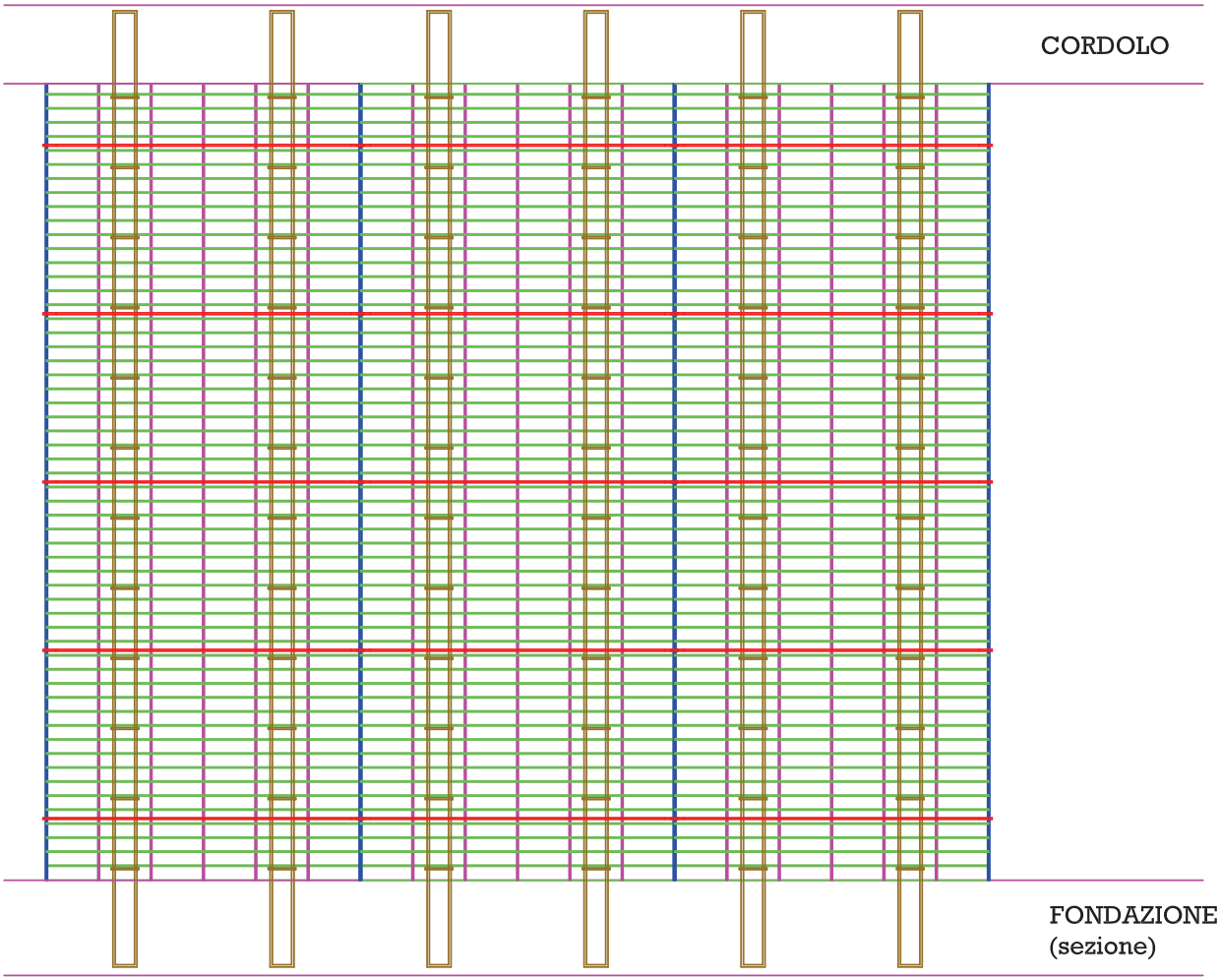


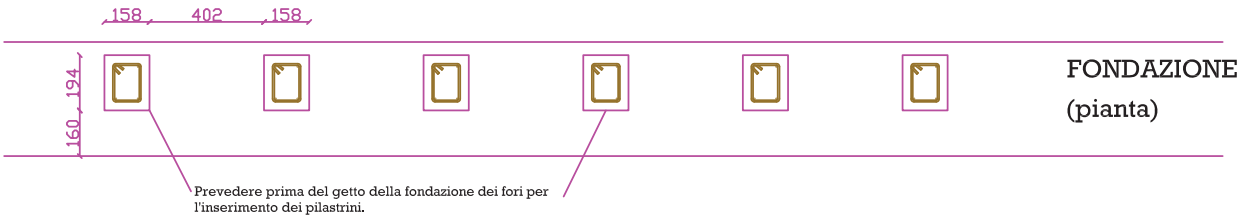
greche sul pannello

SCHEMA AGGANCIO FONDAZIONE-PARETE

COSTITUZIONE PARETE

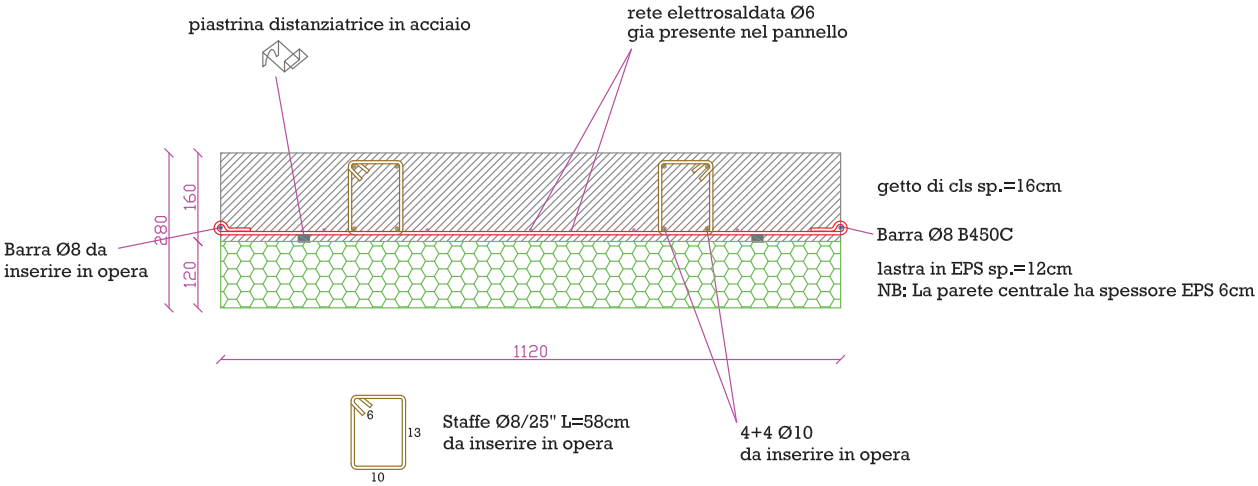




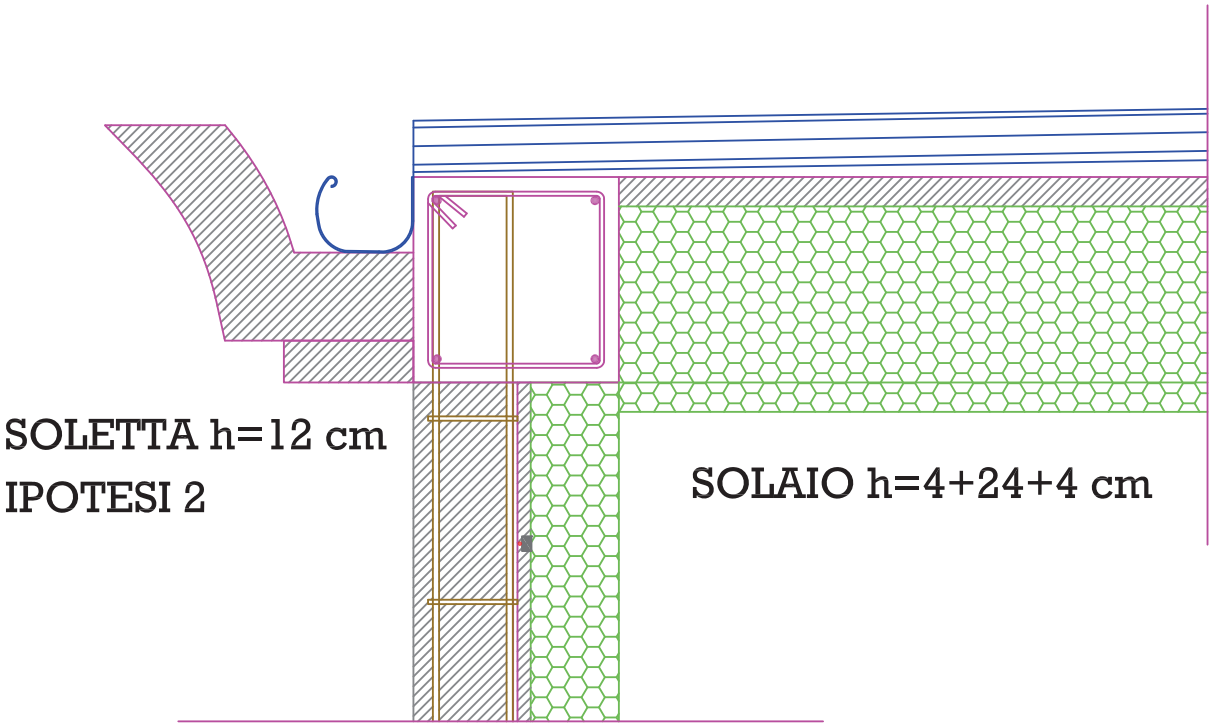


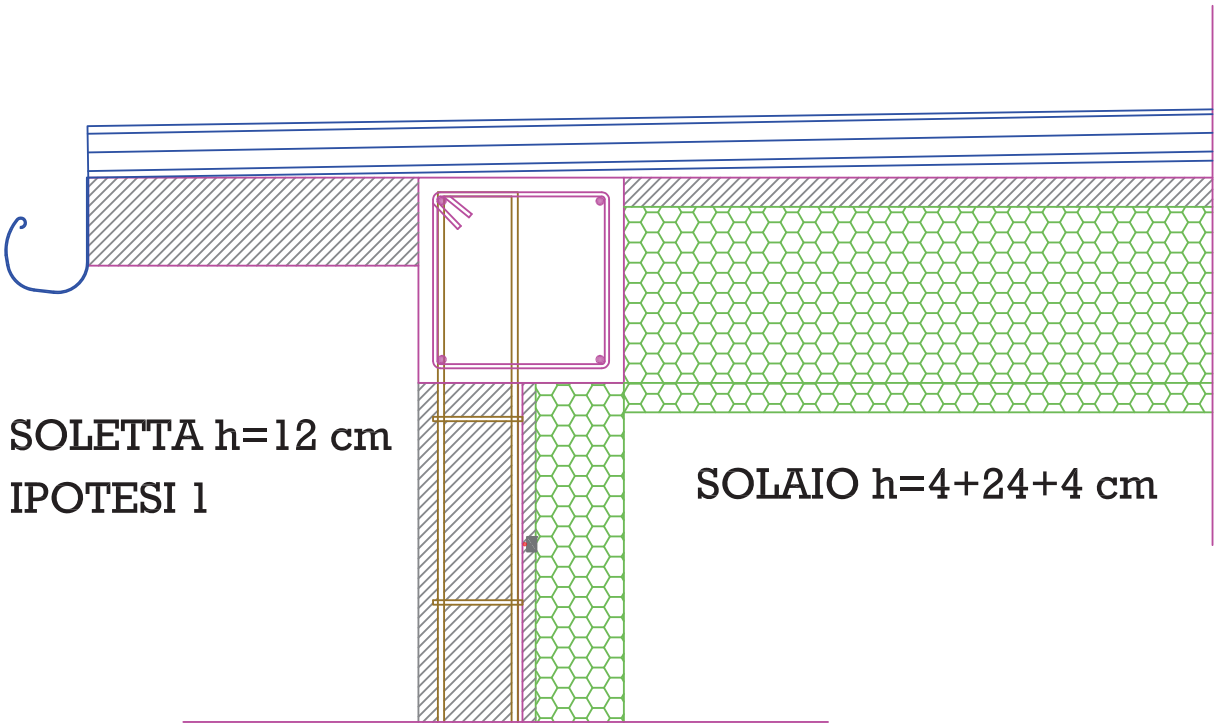
NB: Le greche orizzontali hanno un passo di 50mm e profondità 2mm

COSTITUZIONE PANNELLO PARETE VERTICALE



NB: Il pannello viene completato con l'applicazione di intonaco premiscelato sp.=1,5cm su entrambi i lati
SP. finito=31cm


SOLETTA h=12 cm
IPOTESI 2
SOLAIO h=4+24+4 cm


SOLETTA h=12 cm
IPOTESI 1
SOLAIO h=4+24+4 cm

STUDI SUI COMPORTAMENTI TERMICI DELLA NOSTRA SOLUZIONE STANDARD

GLI STUDI TERMOTECNICI SONO STATI ESEGUITI DALL'ING. VERSARI ALESSANDRO DI RIMINI

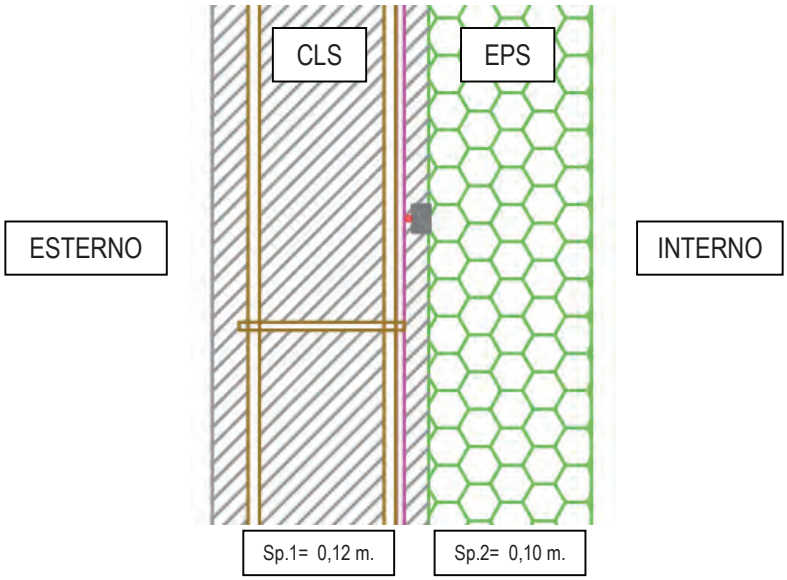
EVIDENZIAMO RISULTATI DELLE TRASMITTANZE TERMICHE, CONSUMI KW/H, CONSEGUENZE IDROMETRICHE

DEI NOSTRI STANDARD SONO STATE SCELTE TRE SOLUZIONI DIVERSE, PRENDENDO IN ESAME IL PERIODO DI MAGGIORE CRITICITÀ, STAGIONE PIOVOSA DI LUANDA

STUDIO D'INGEGNERIA & TERMOTECNICA
ENERGETICA – IDRAULICA – PREVENZIONE INCENDI – TERMOTECNICA – STUDI E RICERCHE
Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

SOLUZIONE I
SISTEMA COMPOSTO DA PARAMENTO IN CLS PORTANTE E PANNELLO ISOLANTE IN EPS LATO INTERNO

DETTAGLIO DEL SISTEMA – Sezione verticale



CONDIZIONE CLIMATICA ESTIVA

Localita' Luanda - ANGOLA			**LEGENDA**
Ti	24	°C	Ti= Temperatura media interna (°C) - set point
Te	33	°C	Te= Temperatura massima esterna (°C)
Uri	60	%	Uri= Umidita' relativa interna (%)
Ure	80	%	Ure= Umidita' relativa esterna (%)
psi(T=24°)	2.982	Pa	psi= Pressione di saturazione del vapore d'acqua interno (Pa)
pse(T=33°)	4.935	Pa	pse= Pressione di saturazione del vapore d'acqua esterno (Pa)
pvi	1.789	Pa	pvi= Pressione del vapore d'acqua interno (Pa)
pve	3.948	Pa	pve= Pressione del vapore d'acqua esterno (Pa)

STUDIO D'INGEGNERIA & TERMOTECNICA
ENERGETICA – IDRAULICA – PREVENZIONE INCENDI – TERMOTECNICA – STUDI E RICERCHE
Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

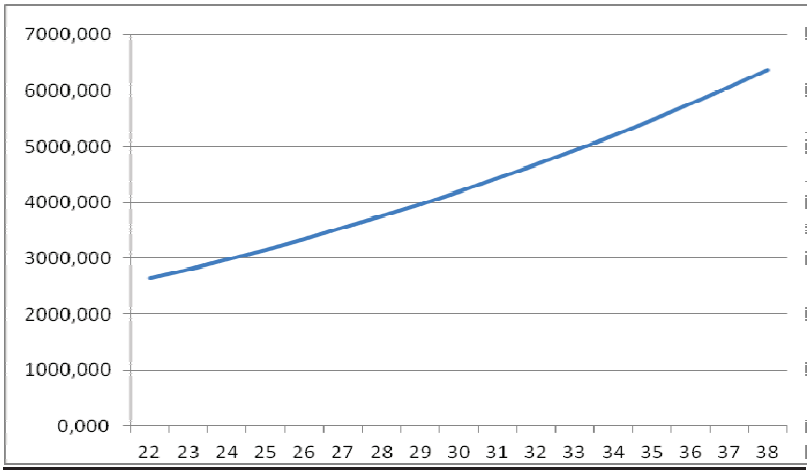
PRESSIONE DI SATURAZIONE DEL VAPORE D'ACQUA

ps= Pressione di saturazione del vapore d'acqua a temperatura assegnata (Pa)

T (°C)	ps (Pa)
22	2645,520
23	2809,480
24	2981,560
25	3162,000
26	3351,040
27	3548,920
28	3755,880
29	3972,160
30	4198,000
31	4433,640
32	4679,320
33	4935,280
34	5201,760
35	5479,000
36	5767,240
37	6066,720
38	6377,680

Dove:

$ps(T)= 0,04*T^3 + 1,3*T^2 + 44,7*T + 607$ (Pa)



STUDIO D'INGEGNERIA & TERMOTECNICA
ENERGETICA – IDRAULICA – PREVENZIONE INCENDI – TERMOTECNICA – STUDI E RICERCHE
Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

CALCOLO CARATTERISTICHE TERMO-IGROMETRICHE

	Spessore (m)	λ (W/mK)	perm (kg/msPa)	h (W/m^2K)	Rj (m^2K/W)	rj m^2sPa/kg	Strato (m)	T (°C)	pv (Pa)	ps (Pa)
								33,0	3948,2	4935,3
Coeff. Adduzione esterno (he)				20	5,00E-02	0	0	32,8	3948,2	4893,7
Intonaco esterno	0,015	0,87	5,00E-12		1,72E-02	3,00E+09	0,015	32,8	3868,2	4879,4
Calcestruzzo	0,120	1,35	1,88E-12		8,89E-02	6,38E+10	0,135	32,5	2165,4	4806,3
EPS	0,100	0,04	9,00E-12		2,50E+00	1,11E+10	0,235	24,5	1869,0	3072,8
Intonaco interno	0,015	0,87	5,00E-12		1,72E-02	3,00E+09	0,250	24,5	1788,9	3062,9
Coeff. Adduzione interno (hi)				7	1,43E-01	0	0,260	24,0	1788,9	2981,6
	0,25									
				0,355	**2,82**	**8,09E+10**				
				U	**R**	**r**				
				(W/m^2K)	(m^2K/W)	m^2sPa/kg				
Q=(Ti -Te) / R	**-3,20**	W/m^2								
gv= (pvi-pve) / r	**-2,67E-08**	kg/sm^2								

Dove:

λ= conducibilita' termica del materiale (W/mK)

perm= permeabilita' al vapore del materiale (Kg/msPa)

h= coefficiente di adduzione (W/m^2K)

R_j= resistenza tremica del j-esimo strato di materiale (m^2K/W)

r_j= resistenza di trasporto di massa di vapore nel j-esimo strato di materiale (m^2sPa/Kg)

T= temperatura di interfaccia fra materiali contigui (°C)

pv= pressione di vapore d'acqua di interfaccia fra materiali contigui (Pa)

ps= pressione di saturazione del vapore d'acqua (Pa)

U= 1/R= Trasmittanza termica della struttura (W/m^2K)

R= Resistenza termica della struttura (m^2K/W)

r= resistenze di trasporto di massa del vapore nei vari strati materiali (m^2sPa/Kg)

Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

gv= Densità di flusso di vapore trasmesso per diffusione attraverso una parete composta da strati di materiale (Kg/sm^2)

Q= calore specifico che attraversa la struttura (W/m^2)

Considerando un edificio in pianta di 100 m^2 per cui abbiamo circa 130 m^2 di pareti esterne e circa 94 m^2 di tetto, in assenza di ponti termici e considerando l'involucro edilizio avente la trasmittanza termica calcolata, si ottiene che la quantita' di calore entrante Qtot in un'ora (1h) e' pari a 3,20 * 1 * (130+94)= 717 Wh~ 0,7 kWh. Cio' significa che per raffreddare l'ambiente, al netto degli apporti di calore interni ed esterni, devo erogare con l'impianto di raffrescamento 0,7 kWhf.

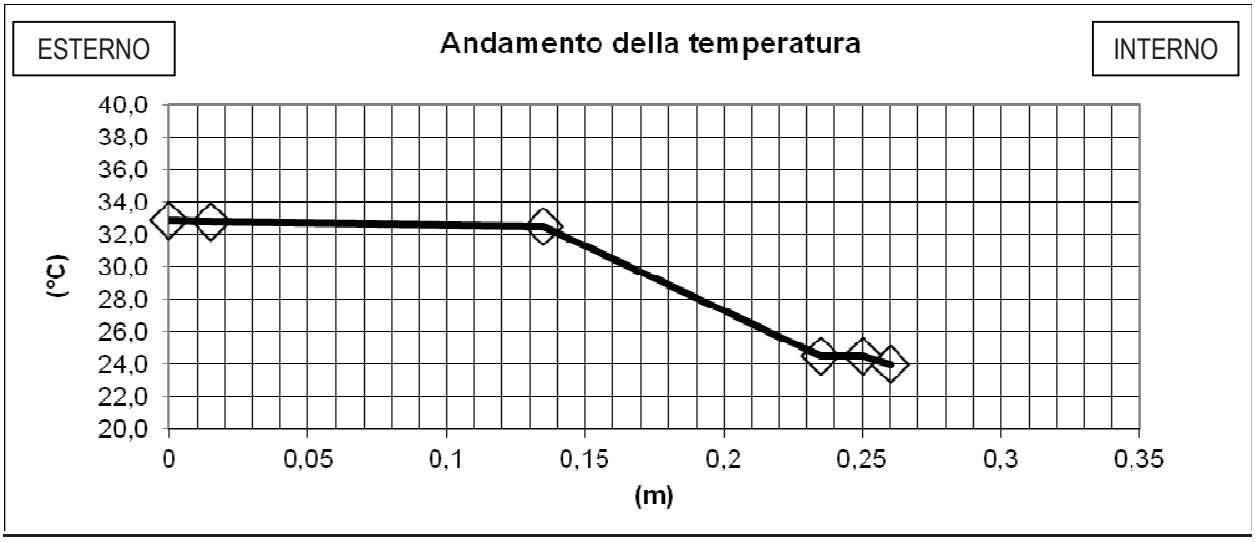
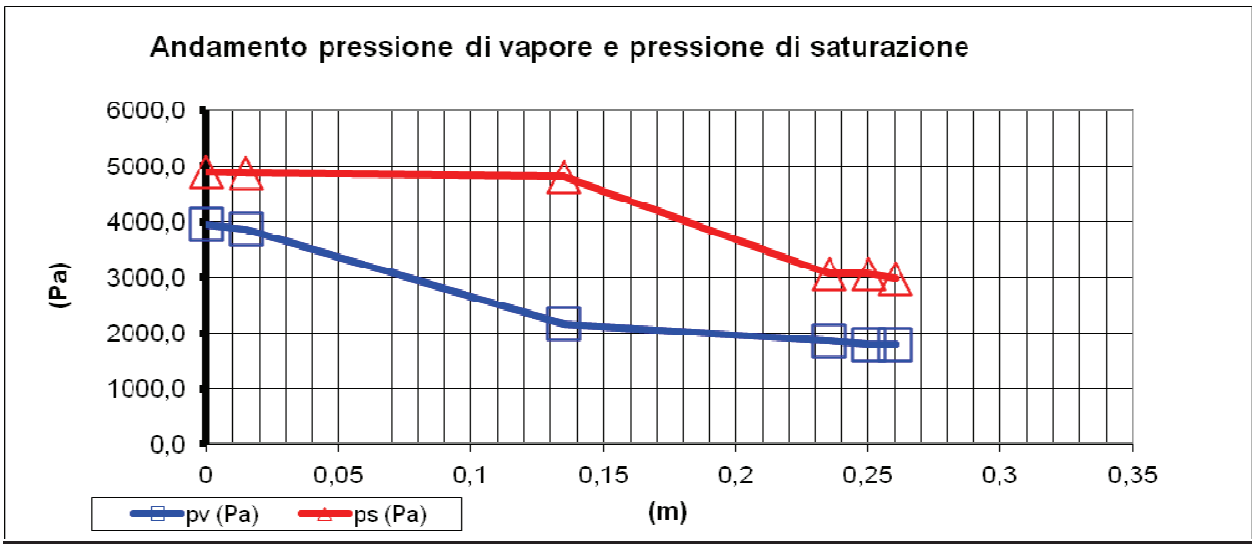


DIAGRAMMA DI GLASER



Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

Da cui si evince che **non si ferifica alcun fenomeno di condensa.**

VALUTAZIONE PARAMETRI DINAMICI DELLA STRUTTURA

Il calcolo e' stato condotto ai sensi della norma tecnica **UNI EN ISO 13786** e **UNI EN ISO 13788** da cui risulta:

S= spessore totale della struttura (m) = 0,25

m= massa superficiale della struttura (Kg/m^2) = 296

U= trasmittanza termica della struttura (W/m^{2}K) = 0,355

R= resistenza termica della struttura (m^{2}K/W) = 2,82

Y_{ie}= trasmittanza termica periodica (W/m^{2}K) = 0,17

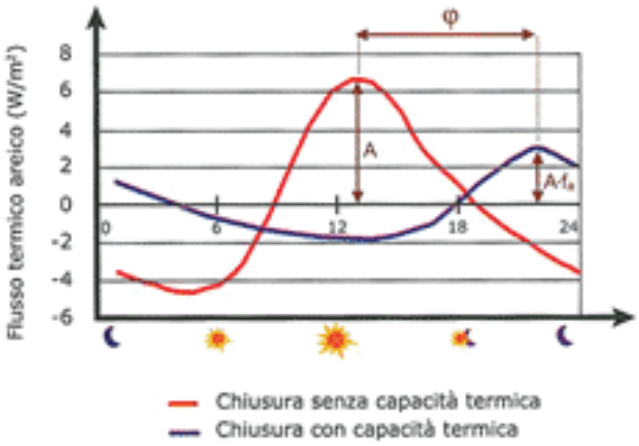
f= fattore di attenuazione (-) = 0,430

φ= sfasamento (h) = 6,59 ore

La **trasmittanza termica periodica Yie (W/m2K)** è il parametro che valuta la capacità di un elemento strutturale opaco (parete o copertura) di sfasare ed attenuare il flusso termico che la attraversa nell'arco delle ventiquattro ore, definita e determinata, secondo la norma UNI EN ISO 13786:2008.

Dalla sua definizione osserviamo come sia determinata dai seguenti due parametri:

- **fattore di attenuazione f**: è il rapporto tra il valore dell'ampiezza dell'onda termica esterna e quello dell'ampiezza dell'onda termica interna all'ambiente abitativo;
- **coefficiente di sfasamento φ**: è il ritardo espresso in termini di ore tra il picco dell'onda termica esterna e quello corrispettivo dell'onda termica interna all'ambiente abitativo.



Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

La trasmittanza termica periodica, in sostanza, quantifica la capacità "inerziale" delle pareti o delle coperture.

Nell'ambiente abitativo l'inerzia termica si traduce in due benefici effetti durante la stagione calda: una attenuazione delle oscillazioni della temperatura rispetto a quelle della temperatura dell'ambiente esterno (che, a seconda delle condizioni climatiche, può raggiungere i 75°C) e una notevole riduzione della richiesta energetica per il raffrescamento grazie allo spostamento del picco termico nelle ore notturne.

Il comportamento inerziale ha risvolti positivi anche durante la stagione fredda: il calore proveniente dalla radiazione solare, infatti, viene accumulato durante il giorno e rilasciato durante le fredde ore notturne.

Le prestazioni in termini inerziali di una parete o di una copertura sono strettamente connesse alla sua massa superficiale: quanto questa è maggiore tanto maggiore è la sua capacità inerziale.
Gli stessi effetti possono essere raggiunti molto più convenientemente sfruttando l'isolamento termico: in questo modo è possibile ottenere gli stessi vantaggi legati al comportamento inerziale mantenendo leggere le strutture che definiscono l'ambiente abitativo.

Il Tecnico

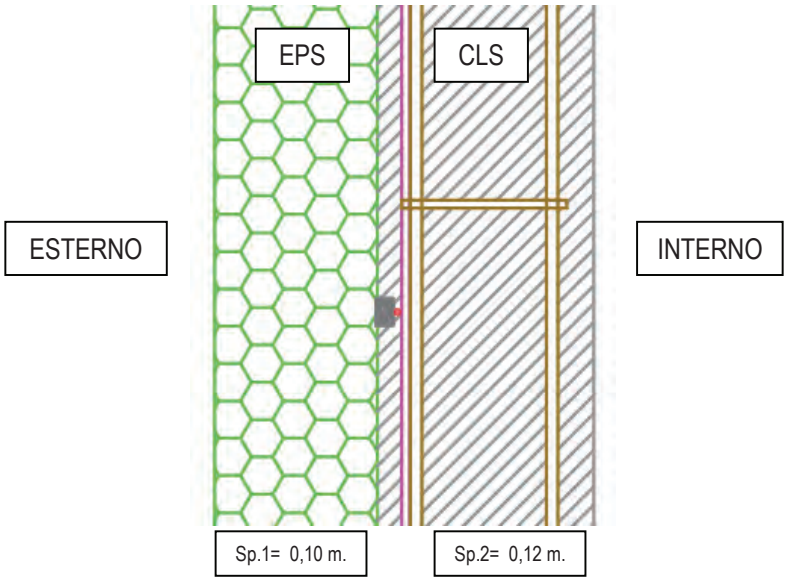
Dott. Ing. Alessandro Versari

ORDINE INGEGNERI PROV. RIMINI
DOTT. ING.
ALESSANDRO VERSARI
Sezione: A
N° 782 / A
Settore: Civile Ambientale, Industriale, dell'Informazione

STUDIO D'INGEGNERIA & TERMOTECNICA
ENERGETICA – IDRAULICA – PREVENZIONE INCENDI – TERMOTECNICA – STUDI E RICERCHE
Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

SOLUZIONE II
SISTEMA COMPOSTO DA PANNELLO IN EPS LATO ESTERNO E PARAMENTO IN CLS PORTANTE

DETTAGLIO DEL SISTEMA – Sezione verticale



CONDIZIONE CLIMATICA ESTIVA

Localita' Luanda - ANGOLA			**LEGENDA**
Ti	24	°C	Ti= Temperatura media interna (°C) - set point
Te	33	°C	Te= Temperatura massima esterna (°C)
Uri	60	%	Uri= Umidita' relativa interna (%)
Ure	80	%	Ure= Umidita' relativa esterna (%)
psi(T=24°)	2.982	Pa	psi= Pressione di saturazione del vapore d'acqua interno (Pa)
pse(T=33°)	4.935	Pa	pse= Pressione di saturazione del vapore d'acqua esterno (Pa)
pvi	1.789	Pa	pvi= Pressione del vapore d'acqua interno (Pa)
pve	3.948	Pa	pve= Pressione del vapore d'acqua esterno (Pa)

STUDIO D'INGEGNERIA & TERMOTECNICA
ENERGETICA – IDRAULICA – PREVENZIONE INCENDI – TERMOTECNICA – STUDI E RICERCHE
Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

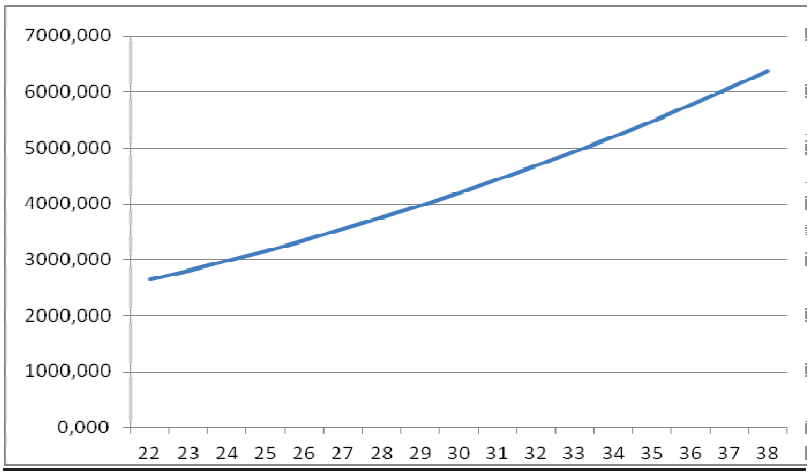
PRESSIONE DI SATURAZIONE DEL VAPORE D'ACQUA

ps= Pressione di saturazione del vapore d'acqua a temperatura assegnata (Pa)

T (°C)	ps (Pa)
22	2645,520
23	2809,480
24	2981,560
25	3162,000
26	3351,040
27	3548,920
28	3755,880
29	3972,160
30	4198,000
31	4433,640
32	4679,320
33	4935,280
34	5201,760
35	5479,000
36	5767,240
37	6066,720
38	6377,680

Dove:

$ps(T)= 0,04*T^3 + 1,3*T^2 + 44,7*T + 607$ (Pa)



STUDIO D'INGEGNERIA & TERMOTECNICA
ENERGETICA – IDRAULICA – PREVENZIONE INCENDI – TERMOTECNICA – STUDI E RICERCHE
Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

CARATTERISTICHE TERMO-IGROMETRICHE DELLA STRUTTURA

	Spessore (m)	λ (W/mK)	perm (kg/msPa)	h (W/m^2K)	Rj (m^2K/W)	rj m^2sPa/kg	Strato (m)	T (°C)	pv (Pa)	ps (Pa)
								33,0	3948,2	4935,3
Coeff. Adduzione esterno (he)				20	5,00E-02	0	0	32,8	3948,2	4893,7
Intonaco esterno	0,015	0,87	5,00E-12		1,72E-02	3,00E+09	0,015	32,8	3868,2	4879,4
EPS	0,100	0,04	9,00E-12		2,50E+00	1,11E+10	0,115	24,8	3571,8	3124,4
Calcestruzzo	0,120	1,35	1,88E-12		8,89E-02	6,38E+10	0,235	24,5	1869,0	3072,8
Intonaco interno	0,015	0,87	5,00E-12		1,72E-02	3,00E+09	0,250	24,5	1788,9	3062,9
Coeff. Adduzione interno (hi)				7	1,43E-01	0	0,260	24,0	1788,9	2981,6
	0,25									
				0,355	**2,82**	**8,09E+10**				
				U	**R**	**r**				
				(W/m^2K)	(m^2K/W)	m^2sPa/kg				
Q=(Ti -Te) / R	**-3,20**	W/m^2								
gv= (pvi-pve) / r	**-2,67E-08**	kg/sm^2								

Dove:

λ= conducibilita' termica del materiale (W/mK)

perm= permeabilita' al vapore del materiale (Kg/msPa)

h= coefficiente di adduzione (W/m^2K)

R_j= resistenza tremica del j-esimo strato di materiale (m^2K/W)

r_j= resistenza di trasporto di massa di vapore nel j-esimo strato di materiale (m^2sPa/Kg)

T= temperatura di interfaccia fra materiali contigui (°C)

pv= pressione di vapore d'acqua di interfaccia fra materiali contigui (Pa)

ps= pressione di saturazione del vapore d'acqua (Pa)

U= 1/R= Trasmittanza termica della struttura (W/m^2K)

R= Resistenza termica della struttura (m^2K/W)

r= resistenze di trasporto di massa del vapore nei vari strati materiali (m^2sPa/Kg)

Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

gv= Densità di flusso di vapore trasmesso per diffusione attraverso una parete composta da strati di materiale (Kg/sm^2)

Q= calore specifico che attraversa la struttura (W/m^2)

Considerando un edificio in pianta di 100 m^2 per cui abbiamo circa 130 m^2 di pareti esterne e circa 94 m^2 di tetto, in assenza di ponti termici e considerando l'involucro edilizio avente la trasmittanza termica calcolata, si ottiene che la quantita' di calore entrante Qtot in un'ora (1h) e' pari a 3,20 * 1 * (130+94)= 717 Wh~ 0,7 kWh. Cio' significa che per raffreddare l'ambiente, al netto degli apporti di calore interni ed esterni, devo erogare con l'impianto di raffrescamento 0,7 kWhf.

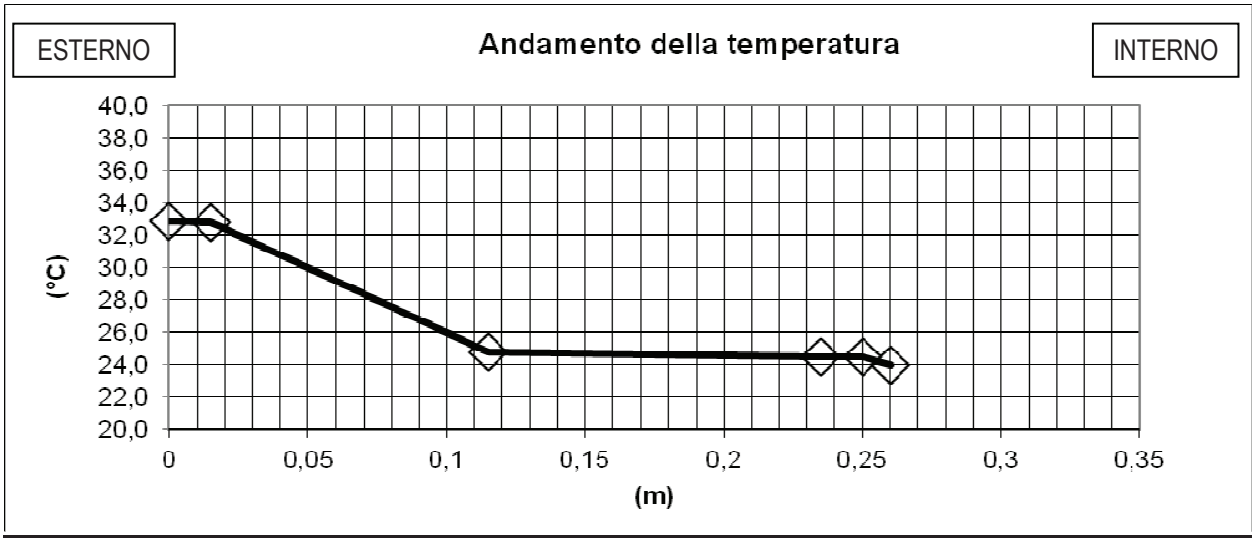
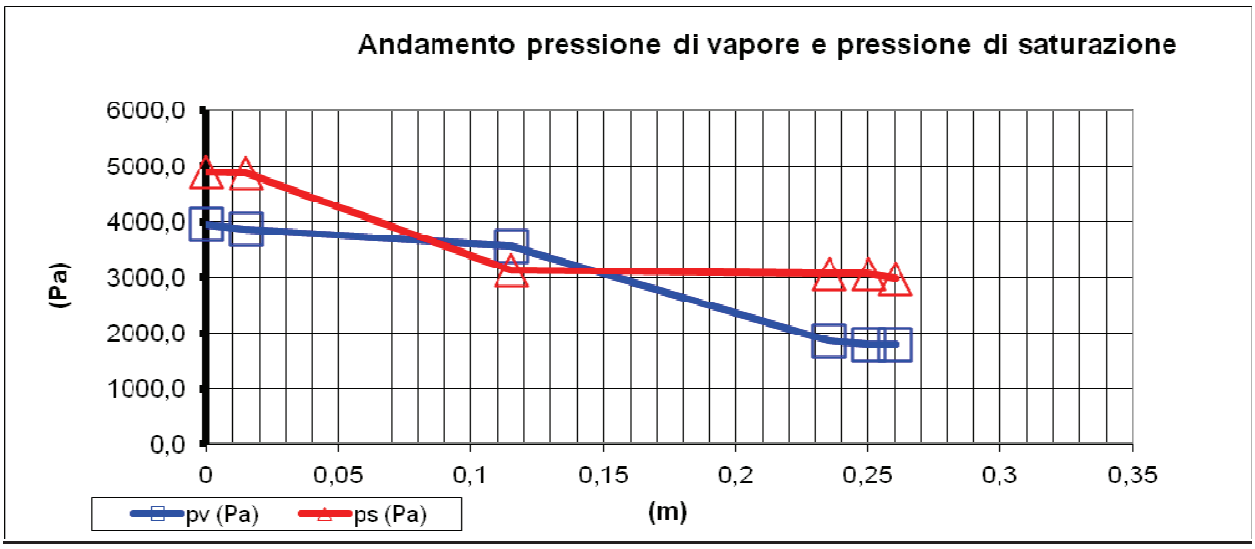


DIAGRAMMA DI GLASER



Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

Da cui si evince che nell'interfaccia EPS e calcestruzzo si ha la **formazione di condensa interstiziale.**
La quantita' totale di vapore condensato prodotto rimane comunque entro i limiti previsti dalla norma **UNI EN 15251** del seguente prospetto che fissa il limite massimo di condensa alla fine del periodo di condensazione, ovvero la fine del periodo delle stagioni fredde (autunno-inverno), con l'inizio del periodo delle stagioni calde (primavera-estate).

prospetto **Quantità limite di condensa ammissibile alla fine del periodo di condensazione**

Materiale	Densità [kg/m^3]	Q_{amm} [g/m^2]
Laterizi	600 - 2 000	≤ 500
Calcestruzzi	400 - 2 400	≤ 500
Legnami e derivati	500 - 800	≤ 30 ρ d
Intonaci e malte	600 - 2 000	≤ 30 ρ d
Fibre di natura organica: con collanti resistenti all'acqua con collanti non resistenti all'acqua	 300 - 700 300 - 700	 ≤ 20 ρ d ≤ 5 ρ d
Fibre minerali	10 - 150	≤ 5 000 ρ d [λ/(1 - 1,7 λ)]
Materie plastiche cellulari	10 - 80	≤ 5 000 ρ d [λ/(1 - 1,7 λ)]
Nota d è espresso in [m] e ρ in [kg/m^3].		

Per l'isolante termico in EPS ed il calcestruzzo la formazione totale di vapore deve essere minore o uguale alle rispettive espressioni in rosso nel prospetto sopra.
La quantita' limite di vapore condensato in base ai dati della tabella "Caratteristiche termo-igrometriche della struttura" risulta essere, considerando la durata delle stagioni umide pari a 6 mesi:

Gv= 2,67E-8 * (60*60*24*180) * (130+94)= 93 Kg di vapore

La quantita' limite di condensa che si puo' produrre nel calcestruzzo ammessa dalla norma, per la superficie dell'involucro edilizio considerato (130 m^2 di muri + 94 m^2 di copertura) è pari a:

500 * (130+94)= 112000 grammi di condensa ovvero pari a 112 Kg di condensa

Mentre la quantita' limite di condensa che si puo' produrre nell'EPS ammessa dalla norma, per la superficie dell'involucro edilizio considerato (130 m^2 di muri + 94 m^2 di copertura) è pari a:

5000 * 15 * 0.1 * (0,04/(1-1,7*0,04)) * (130+94)= 72103 grammi di vapore= 72 Kg di vapore circa.

Dove:
15 e' la densita' dell'isolante espressa in Kg/m^3 , 0,1 e' lo spessore dell'isolante espresso in m., 0,04 e' la conducibilita' termica dell'isolante EPS.

La quantita' totale di vapore che condensa, considerando che la condensazione avvenga per meta' nell'EPS e per l'altra meta' nel calcestruzzo, si evince che dei 93/2 Kg di condensa totale, ovvero 47 Kg per ogni materiale, si ottiene una produzione che per ogni materiale è inferiore ai limiti di tabella, per cui:

Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

Gv_{cls}= 47 Kg < 112 Kg

Gv_{EPS}= 47 Kg < 72 Kg

pertanto **il fenomeno puo essere ritenuto trascurabile** in quanto scompare nell'arco del periodo delle stagioni calde in quanto tutta la condensa sara' evaporata.

VALUTAZIONE PARAMETRI DINAMICI DELLA STRUTTURA

Il calcolo e' stato condotto ai sensi della norma tecnica **UNI EN ISO 13786** e **UNI EN ISO 13788** da cui risulta:

S= spessore totale della struttura (m) = 0,25

m= massa superficiale della struttura (Kg/m^2) = 296

U= trasmittanza termica della struttura (W/m^{2}K) = 0,355

R= resistenza termica della struttura (m^{2}K/W) = 2,82

Y_{ie}= trasmittanza termica periodica (W/m^{2}K) = 0,097

f= fattore di attenuazione (-) = 0,246

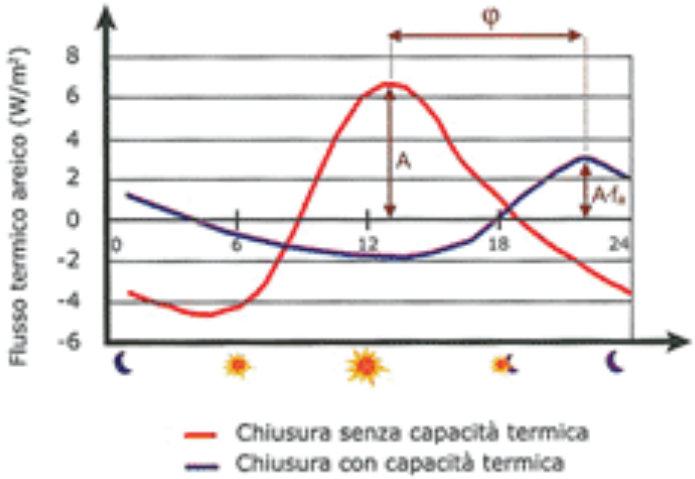
φ= sfasamento (h) = 7,03 ore

La **trasmittanza termica periodica Yie (W/m2K)** è il parametro che valuta la capacità di un elemento strutturale opaco (parete o copertura) di sfasare ed attenuare il flusso termico che la attraversa nell'arco delle ventiquattro ore, definita e determinata, secondo la norma UNI EN ISO 13786:2008.

Dalla sua definizione osserviamo come sia determinata dai seguenti due parametri:

- **fattore di attenuazione f**: è il rapporto tra il valore dell'ampiezza dell'onda termica esterna e quello dell'ampiezza dell'onda termica interna all'ambiente abitativo;
- **coefficiente di sfasamento φ**: è il ritardo espresso in termini di ore tra il picco dell'onda termica esterna e quello corrispettivo dell'onda termica interna all'ambiente abitativo.

Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com



La trasmittanza termica periodica, in sostanza, quantifica la capacità "inerziale" delle pareti o delle coperture.

Nell'ambiente abitativo l'inerzia termica si traduce in due benefici effetti durante la stagione calda: una attenuazione delle oscillazioni della temperatura rispetto a quelle della temperatura dell'ambiente esterno (che, a seconda delle condizioni climatiche, può raggiungere i 75°C) e una notevole riduzione della richiesta energetica per il raffrescamento grazie allo spostamento del picco termico nelle ore notturne.

Il comportamento inerziale ha risvolti positivi anche durante la stagione fredda: il calore proveniente dalla radiazione solare, infatti, viene accumulato durante il giorno e rilasciato durante le fredde ore notturne.

Le prestazioni in termini inerziali di una parete o di una copertura sono strettamente connesse alla sua massa superficiale: quanto questa è maggiore tanto maggiore è la sua capacità inerziale.

Gli stessi effetti possono essere raggiunti molto più convenientemente sfruttando l'isolamento termico: in questo modo è possibile ottenere gli stessi vantaggi legati al comportamento inerziale mantenendo leggere le strutture che definiscono l'ambiente abitativo.

Il Tecnico

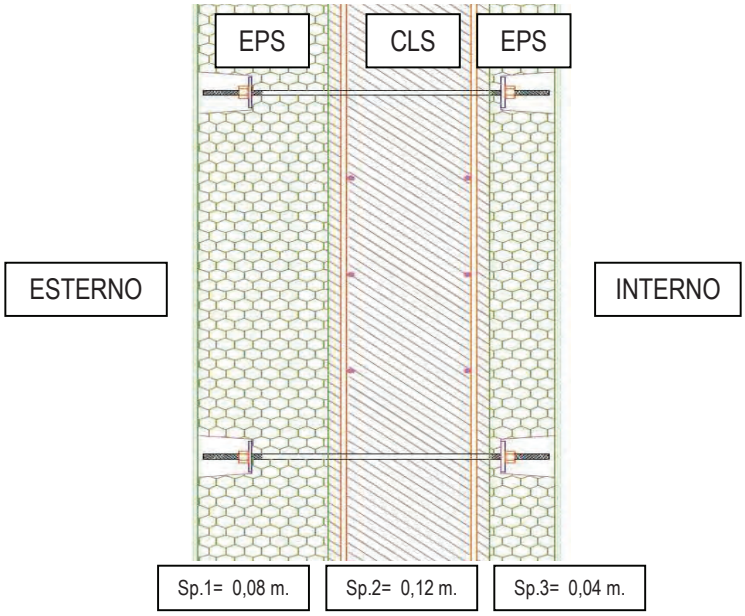
Dott. Ing. Alessandro Versari

ORDINE INGEGNERI PROV. RIMINI
DOTT. ING. ALESSANDRO VERSARI
Sezione: A
N° 782 / A
Settore: Civile Ambientale, Industriale, dell'Informazione

STUDIO D'INGEGNERIA & TERMOTECNICA
ENERGETICA – IDRAULICA – PREVENZIONE INCENDI – TERMOTECNICA – STUDI E RICERCHE
Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

SOLUZIONE III
SISTEMA COMPOSTO DA PANNELLO IN EPS LATO ESTERNO PARAMENTO IN CLS PORTANTE E PANNELLO IN EPS LATO INTERNO

DETTAGLIO DEL SISTEMA – Sezione verticale



CONDIZIONE CLIMATICA ESTIVA

Localita' Luanda - ANGOLA			**LEGENDA**
Ti	24	°C	Ti= Temperatura media interna (°C) - set point
Te	33	°C	Te= Temperatura massima esterna (°C)
Uri	60	%	Uri= Umidita' relativa interna (%)
Ure	80	%	Ure= Umidita' relativa esterna (%)
psi(T=24°)	2.982	Pa	psi= Pressione di saturazione del vapore d'acqua interno (Pa)
pse(T=33°)	4.935	Pa	pse= Pressione di saturazione del vapore d'acqua esterno (Pa)
pvi	1.789	Pa	pvi= Pressione del vapore d'acqua interno (Pa)
pve	3.948	Pa	pve= Pressione del vapore d'acqua esterno (Pa)

STUDIO D'INGEGNERIA & TERMOTECNICA
ENERGETICA – IDRAULICA – PREVENZIONE INCENDI – TERMOTECNICA – STUDI E RICERCHE
Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

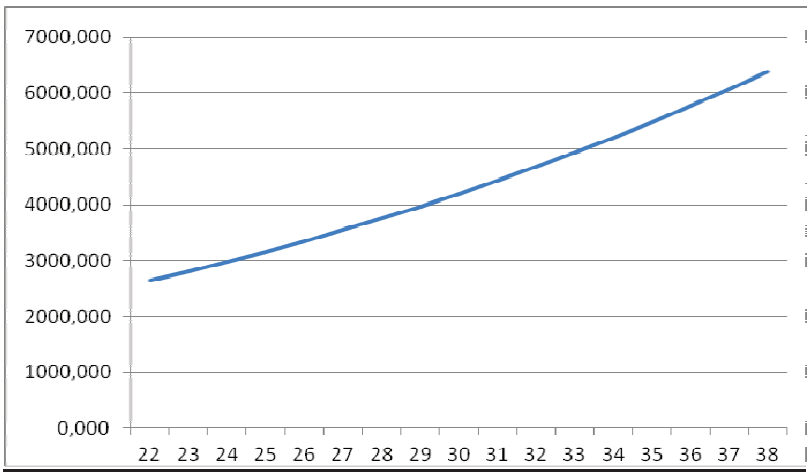
PRESSIONE DI SATURAZIONE DEL VAPORE D'ACQUA

ps= Pressione di saturazione del vapore d'acqua a temperatura assegnata (Pa)

T (°C)	ps (Pa)
22	2645,520
23	2809,480
24	2981,560
25	3162,000
26	3351,040
27	3548,920
28	3755,880
29	3972,160
30	4198,000
31	4433,640
32	4679,320
33	4935,280
34	5201,760
35	5479,000
36	5767,240
37	6066,720
38	6377,680

Dove:

$ps(T)= 0,04*T^3 + 1,3*T^2 + 44,7*T + 607$ (Pa)



STUDIO D'INGEGNERIA & TERMOTECNICA
ENERGETICA – IDRAULICA – PREVENZIONE INCENDI – TERMOTECNICA – STUDI E RICERCHE
Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

CARATTERISTICHE TERMO-IGROMETRICHE DELLA STRUTTURA

	Spessore (m)	λ (W/mK)	perm (kg/msPa)	h (W/m²K)	Rj (m²K/W)	rj m²sPa/kg	Strato (m)	T (°C)	pv (Pa)	ps (Pa)
								33,0	3948,2	4935,3
Coeff. Adduzione esterno (he)				20	5,00E-02	0	0	32,9	3948,2	4899,9
Intonaco esterno	0,015	0,87	5,00E-12		1,72E-02	3,00E+09	0,015	32,8	3865,9	4887,8
EPS	0,080	0,04	9,00E-12		2,00E+00	8,89E+09	0,095	27,4	3622,1	3628,5
Calcestruzzo	0,120	1,35	1,88E-12		8,89E-02	6,38E+10	0,215	27,1	1871,2	3579,1
EPS	0,040	0,04	9,00E-12		1,00E+00		0,255	24,4	1871,2	3058,9
Intonaco interno	0,015	0,87	5,00E-12		1,72E-02	3,00E+09	0,270	24,4	1788,9	3050,5
Coeff. Adduzione interno (hi)				7	1,43E-01	0	0,280	24,0	1788,9	2981,6
	0,27									
				0,302	**3,32**	7,87E+10				
				U	**R**	r				
				(W/m²K)	(m²K/W)	m²sPa/kg				
Q=(Ti -Te) / R	**-2,71**	W/m²								
gv= (pvi-pve) / r	**-2,74E-08**	kg/sm²								

Dove:

λ= conducibilita' termica del materiale (W/mK)

perm= permeabilita' al vapore del materiale (Kg/msPa)

h= coefficiente di adduzione (W/m²K)

R_j= resistenza tremica del j-esimo strato di materiale (m²K/W)

r_j= resistenza di trasporto di massa di vapore nel j-esimo strato di materiale (m²sPa/Kg)

T= temperatura di interfaccia fra materiali contigui (°C)

pv= pressione di vapore d'acqua di interfaccia fra materiali contigui (Pa)

ps= pressione di saturazione del vapore d'acqua (Pa)

U= 1/R= Trasmittanza termica della struttura (W/m²K)

R= Resistenza termica della struttura (m²K/W)

r= resistenze di trasporto di massa del vapore nei vari strati materiali (m²sPa/Kg)

Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

gv= Densità di flusso di vapore trasmesso per diffusione attraverso una parete composta da strati di materiale (Kg/sm^2)

Q= calore specifico che attraversa la struttura (W/m^2)

Considerando un edificio in pianta di 100 m^2 per cui abbiamo circa 130 m^2 di pareti esterne e circa 94 m^2 di tetto, in assenza di ponti termici e considerando l'involucro edilizio avente la trasmittanza termica calcolata, si ottiene che la quantita' di calore entrante Qtot in un'ora (1h) e' pari a 2,70 * 1 * (130+94)= 605 Wh~ 0,6 kWh. Cio' significa che per raffreddare l'ambiente, al netto degli apporti di calore interni ed esterni, devo erogare con l'impianto di raffrescamento 0,6 kWhf.

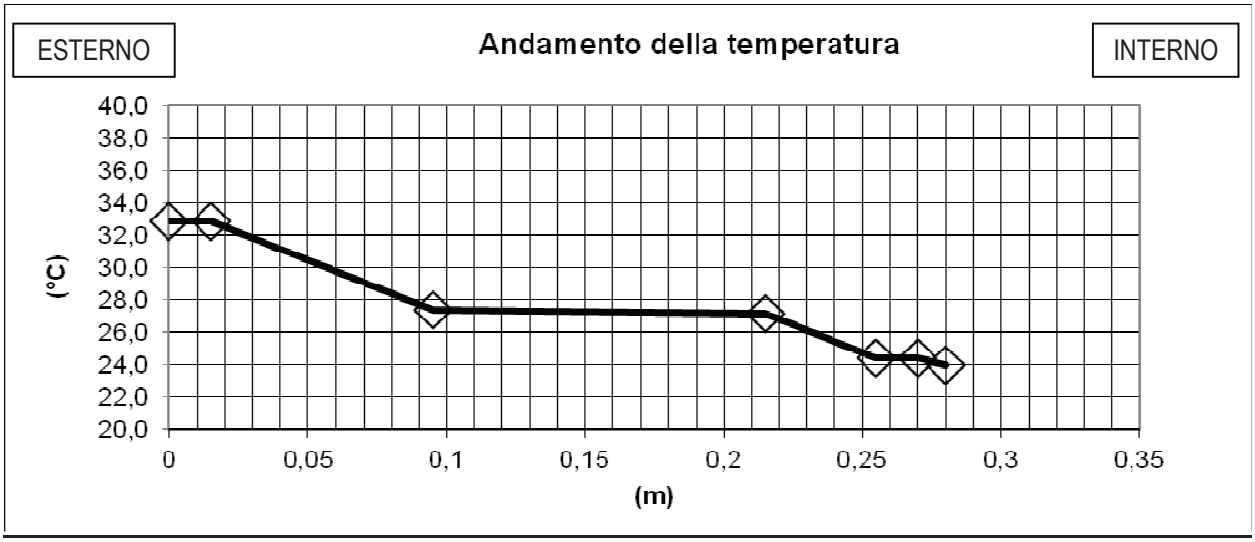
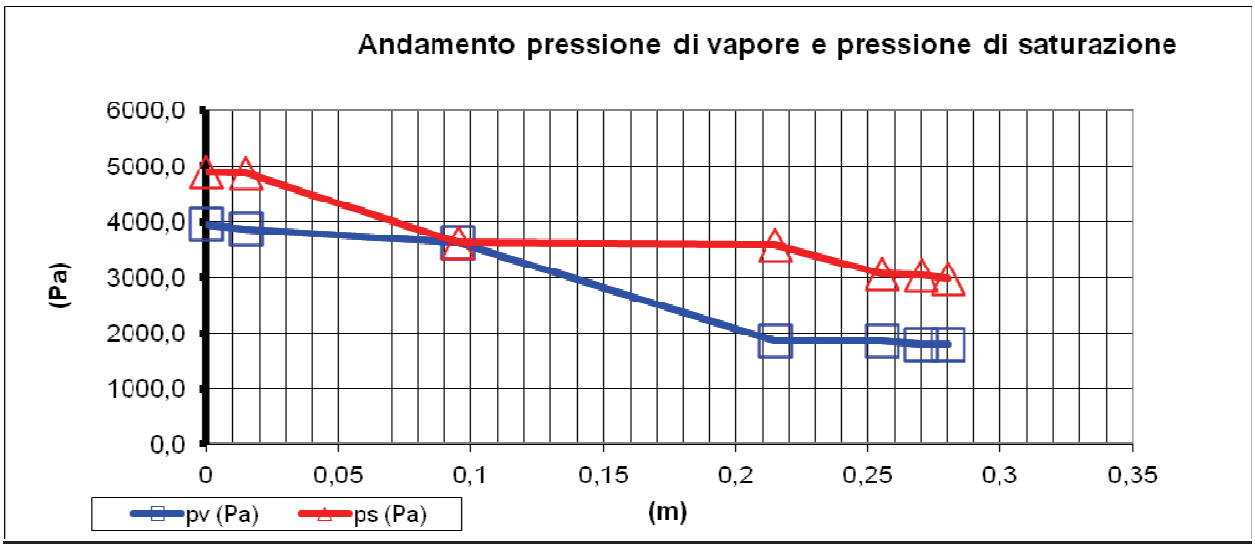


DIAGRAMMA DI GLASER



Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

Da cui si evince che nell'interfaccia EPS e calcestruzzo si ha la **formazione di condensa interstiziale.**
La quantita' totale di vapore condensato prodotto rimane comunque entro i limiti previsti dalla norma **UNI EN 15251** del seguente prospetto che fissa il limite massimo di condensa alla fine del periodo di condensazione, ovvero la fine del periodo delle stagioni umide (periodo delle piogge), con l'inizio del periodo delle stagioni secche.

prospetto **Quantità limite di condensa ammissibile alla fine del periodo di condensazione**

Materiale	Densità [kg/m^3]	Q_{amm} [g/m^2]
Laterizi	600 - 2 000	≤ 500
Calcestruzzi	400 - 2 400	≤ 500
Legnami e derivati	500 - 800	≤ 30 ρ d
Intonaci e malte	600 - 2 000	≤ 30 ρ d
Fibre di natura organica: con collanti resistenti all'acqua con collanti non resistenti all'acqua	 300 - 700 300 - 700	 ≤ 20 ρ d ≤ 5 ρ d
Fibre minerali	10 - 150	≤ 5 000 ρ d [λ/(1 - 1,7 λ)]
Materie plastiche cellulari	10 - 80	≤ 5 000 ρ d [λ/(1 - 1,7 λ)]
Nota d è espresso in [m] e ρ in [kg/m^3].		

Per l'isolante termico in EPS ed il calcestruzzo la formazione totale di vapore deve essere minore o uguale alle rispettive espressioni in rosso nel prospetto sopra.
La quantita' limite di vapore condensato in base ai dati della tabella "Caratteristiche termo-igrometriche della struttura" risulta essere, considerando la durata delle stagioni umide pari a 6 mesi:

Gv= 2,74E-8 * (60*60*24*180) * (130+94)= 86 Kg di vapore

La quantita' limite di condensa che si puo' produrre nel calcestruzzo ammessa dalla norma, per la superficie dell'involucro edilizio considerato (130 m^2 di muri + 94 m^2 di copertura) è pari a:

500 * (130+94)= 112000 grammi di condensa ovvero pari a 112 Kg di condensa

Mentre la quantita' limite di condensa che si puo' produrre nell'EPS ammessa dalla norma, per la superficie dell'involucro edilizio considerato (130 m^2 di muri + 94 m^2 di copertura) è pari a:

5000 * 15 * 0,08 * (0,04/(1-1,7*0,04)) * (130+94)= 57682 grammi di vapore= 58 Kg di vapore circa.

Dove:
15 e' la densita' dell'isolante espressa in Kg/m^3 , 0,08 e' lo spessore dell'isolante lato condensa, espresso in m., 0,04 e' la conducibilita' termica dell'isolante EPS.

La quantita' totale di vapore che condensa, considerando che la condensazione avvenga per meta' nell'EPS e per l'altra meta' nel calcestruzzo, si evince che dei 86/2 Kg di condensa totale, ovvero 43 Kg per ogni materiale, si ottiene una produzione che per ogni materiale è inferiore ai limiti di tabella, per cui:

Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

Gv_{cls}= 43 Kg < 112 Kg

Gv_{EPS}= 43 Kg < 58 Kg

pertanto **il fenomeno puo essere ritenuto trascurabile** in quanto scompare nell'arco del periodo della stagione secca in quanto tutta la condensa sara' evaporata.

VALUTAZIONE PARAMETRI DINAMICI DELLA STRUTTURA

Il calcolo e' stato condotto ai sensi della norma tecnica **UNI EN ISO 13786** e **UNI EN ISO 13788** da cui risulta:

S= spessore totale della struttura (m) = 0,27

m= massa superficiale della struttura (Kg/m^2) = 296

U= trasmittanza termica della struttura (W/m^{2}K) = 0,302

R= resistenza termica della struttura (m^{2}K/W) = 3,32

Y_{ie}= trasmittanza termica periodica (W/m^{2}K) = 0,022

f= fattore di attenuazione (-) = 0,065

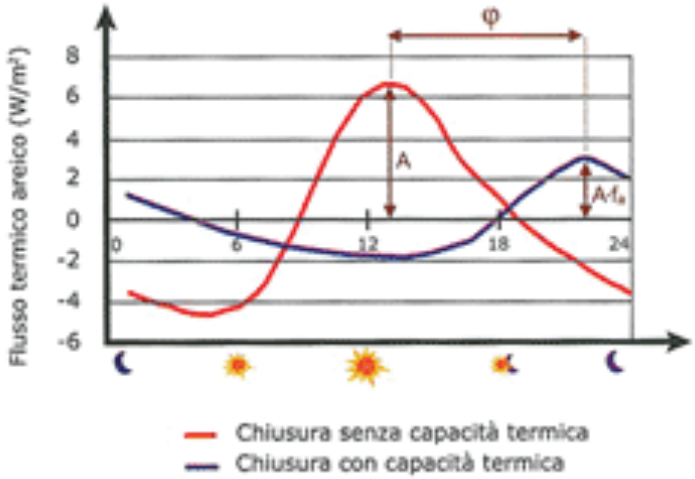
φ= sfasamento (h) = 8,36 ore

La **trasmittanza termica periodica Yie (W/m2K)** è il parametro che valuta la capacità di un elemento strutturale opaco (parete o copertura) di sfasare ed attenuare il flusso termico che la attraversa nell'arco delle ventiquattro ore, definita e determinata, secondo la norma UNI EN ISO 13786:2008.

Dalla sua definizione osserviamo come sia determinata dai seguenti due parametri:

- **fattore di attenuazione f**: è il rapporto tra il valore dell'ampiezza dell'onda termica esterna e quello dell'ampiezza dell'onda termica interna all'ambiente abitativo;
- **coefficiente di sfasamento φ**: è il ritardo espresso in termini di ore tra il picco dell'onda termica esterna e quello corrispettivo dell'onda termica interna all'ambiente abitativo.

Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com



La trasmittanza termica periodica, in sostanza, quantifica la capacità "inerziale" delle pareti o delle coperture.

Nell'ambiente abitativo l'inerzia termica si traduce in due benefici effetti durante la stagione calda: una attenuazione delle oscillazioni della temperatura rispetto a quelle della temperatura dell'ambiente esterno (che, a seconda delle condizioni climatiche, può raggiungere i 75°C) e una notevole riduzione della richiesta energetica per il raffrescamento grazie allo spostamento del picco termico nelle ore notturne.

Il comportamento inerziale ha risvolti positivi anche durante la stagione fredda: il calore proveniente dalla radiazione solare, infatti, viene accumulato durante il giorno e rilasciato durante le fredde ore notturne.

Le prestazioni in termini inerziali di una parete o di una copertura sono strettamente connesse alla sua massa superficiale: quanto questa è maggiore tanto maggiore è la sua capacità inerziale.
Gli stessi effetti possono essere raggiunti molto più convenientemente sfruttando l'isolamento termico: in questo modo è possibile ottenere gli stessi vantaggi legati al comportamento inerziale mantenendo leggere le strutture che definiscono l'ambiente abitativo.

Il Tecnico

Dott. Ing. Alessandro Versari

ORDINE INGEGNERI PROV. RIMINI
DOTT. ING. ALESSANDRO VERSARI
Sezione: A
N° 782 / A
Settore: Civile Ambientale, Industriale, dell'Informazione

PANNELLO DOPPIO

I vantaggi di questo sistema sono molteplici, tra questi possiamo utilizzare anche l'aggettivo di rivoluzionario.

- **Sistemo costruttivo di setti o muri portanti nel rispetto della normativa Italiana ed Europea (Eurocodici 2 e 8) .**
- **Eliminazione,nelle fasi costruttive delle figure classiche di ferraioli,muratori e carpentieri. Gli elementi modulari possono arrivare in cantiere già pronti al montaggio ed al getto.Questo lo si evince facilmente dalle tavole illustrative.**
- **Eliminazione delle impalcature.**
- **Getto, parziale, dei pannelli solaio a terra e quindi montaggio alla maturazione avventa. Vuol dire risparmio della carpenteria per contenere getti e sicurezza lavoratori.**
- **Tempi di realizzazione di un livello di abitazione max 3 giorni.**
- **I tempi delle realizzazioni si accorciano del 70 - 75 %. quindi una impresa all'invariata disponibilità finanziaria e costi generali fissi aumenta la fatturazione di 3- 4 volte.**
- **Il sistema anche nella versione standard assicura una protezione termica di Uw = 0,20 Wm2 K.**
- **Le lastre del cassero a perdere (polistirene o biologico) proteggono molto più a lungo il cemento armato mantenendo invariata anche la sua elasticità.**

Esso è composto da due lastre di pannelli distanziati si può im piegare sia il pannello biologico che quello in polistirene. Lo spazio “interstizio” avrà una larghezza determinata dal progettista secondo le esigenze strutturali. Essa può essere dimensionata a partire da 10 a più cm.

Questa sarà armata e riempita da un getto di cls. Quindi abbiamo creato una cassaforma a perdere per realizzare un muro in calcestruzzo (di classe C25/30) armato, che agli effetti del calcolo è considerato debolmente armato e che coniuga nel contempo anche la protezione termica ed acustica. Anche in questo caso trattasi di un sistema costruttivo a setto portante. I pannelli, contrapposti e distanziati tra essi, sono connessi da 10 bulloni passanti da fuori a fuori e disposti orizzontalmente due a due.

Questi connettori, come vedremo svolgono diverse funzioni. Essi sono distanziatori interni ai pannelli cioè determinano il dimensionamento della larghezza dell’intercapedine da riempire grazie a due grosse rondelle o ferri saldati sul bullone-connettore che si appoggiano, pressando, le reti interne (queste reti hanno i tondini, ferri per cemento armato connesse mediante l’utilizzo di un gancio in acciaio armonico prodotte dalla ditta CIMES di Suzzara, Mantova, E-mail info@cimesgroup.it). Inoltre, questi connettori-distanziatori, alle loro estremità presentano delle lunghe filettature che sfociano all’esterno dei pannelli in coincidenza e quindi circoscritte da una cavità (a forma di tronco di cono) creata nella parte esterna del pannello.

La profondità di questa cavità coincide con la retina inserita al centro del pannello biologico, in quello di polistirene la cavità voluta viene ricavata per fusione a caldo mediante uno stampo con resistenza elettrica.

Avvitando alle filettature la coppia della rondella e dado sino al fondo della cavità creata nel pannello si esegue una operazione che serra, a corpo unico, i pannelli dall'esterno e comprimono all'interno le reti contro le rondelle o i ferri saldati del connettore. Le reti poste nell'interstizio, ognuna a ridosso di un pannello sono formate con il ferro da cemento armato ad aderenza migliorata del diametro di 6 o 8 mm. con maglia varia secondo le esigenze statiche, in ogni caso mai meno di quattro verticali e cinque orizzontali.

Torniamo al connettore, poiché ad esso gli resta volutamente alle estremità una quantità sufficiente di filettatura libera tale da consentire l'ancoraggio della carpenteria necessaria al contenimento della spinta del getto in cls. questa carpenteria è da noi già realizzata in moduli con la stessa larghezza del pannello, quindi uno per ogni pannello e per ogni lato.

Questa carpenteria ci dà anche un altro vantaggio: poiché ogni elemento tubolare orizzontale, che lo costituisce da un lato contiene al suo interno un pezzo di altro tubolare "telescopico", che si inserisce a quello corrispondente del modulo attiguo risolve col meccanismo l'allineamento perfetto ed automatico della parete che a questo punto necessita della sola operazione della messa a piombo prima dell' esecuzione del getto. A fine getto, smontate le carpenterie. alla medesima filettatura è possibile imbullonare una impalcatura costruita "ad hoc" (allo studio).

Questo connettore polivalente cioè che concentra in se tutte queste soluzioni dà maggiore competitività al sistema in termini di semplificazione di montaggio, risparmio di acciaio aggiuntivo e tempi di esecuzione. Come nella tipologia del pannello singolo anche in questo del doppio la continuità delle catene orizzontali è assicurata dal nostro sistema ad "occhiello" già descritto e ben visibile dalle tavole assonometriche e le foto.

Le reti metalliche hanno i ferri orizzontali terminanti alle estremità con quegli occhielli che consentono il passaggio della catena verticale (in rosso nelle immagini) di giunzione. In questo caso, le reti per cemento armato si trovano all'interno dei pannelli e non all'esterno. Per intonacare il muro è sufficiente applicare sulle pareti le piccole reti in fibra di vetro già in commercio ed usate nell'intonaco dei cappotti.

Le strutture di questo tipo consentono di realizzare edifici di innumerevoli livelli in zone sismiche di prima categoria. Anche per questa tipologia si dovrà prevedere una quantità di ferro aggiuntivo sia nei particolari standard e sia per le eventuali esigenze del calcolo statico. In ogni caso difficilmente potranno superare 2 kg. per ogni metro quadrato di muro. Il solaio è lo stesso visibile nelle tavole dei disegni. La produttività potenziale con un turno di lavoro (indifferente se trattasi di pannello biologico o in polistirene) è:

Con una squadra di otto operai si producono ed assemblano quanto segue:

Muro n° 12 pannelli – ora, 12 x 8 h = 144 pannelli – giorno 96 96 pannelli x la sua superfice (1.12 x 3,2) = circa 344 metri-quadri di pannello doppio giorno.

N° 96 pannelli x la sua larghezza standard 1.12 = ci danno circa 108 metri-lineari di muro portante realizzabile che possono consentire di realizzare circa 218 metri-quadri di alloggi-giorno.

DESCRIZIONE DEL PROCESSO DI COSTRUZIONE, ASSEMBLAGGIO E MONTAGGIO DEL PANNELLO DOPPIO CLS

I. Si parte da un blocco di polistirene 3100x1200x1000 mm. h, che tagliandolo in senso longitudinale si ricavano le lastre, come l'immagine, alte 120 e 60 mm., ma che anch'esse,contemporaneamente alle altre sono tagliate nella loro mezzeria creandoci piccole greche orrizontali, con un rilievo massimo di 2 mm. Distanziando le due lastre per quanto stabilito, si crea lo spessore dovuto al riempimento (getto) di calcestruzzo.

II. La fase di lavorazione successiva è quella di imprimere a caldo, all'esterno delle due lastre, le sedi incavate a forma tronco conica ed il foro passante dove sarà collocato il bulloneconnettore.

III. Si vedono le due lastre di polistirene già distanziate e sull'esterno sono visibili le cavità tronco coniche create.

IV. Costruttivo della rete in ferro da cemento armato ad aderenza migliorata. Le immagini vanno da un minimo ad un massimo di ferri. Le catene orizzontali sono di diametro 6 e hanno gli occhielli alle estremità, catene verticali diametro 6 più una esterna di giunzione in rosso di diametro 8, che ha la funzione di giunzione delle catene orizzontali allo scopo di dare loro continuità senza ricorrere alle sovrapposizioni che si possono eseguire solo in cantiere, con costi di materiale e tempo. Naturalmente il numero ed il diametro di tutte le catene lo deciderà lo strutturista. Come potete notare la giunzione dei ferri avviene mediante un gancio in acciaio armonico prodotto dalla Cimes di Mantova (450-500 punti ora).

V. In assonometria le due reti,che costituiscono l'orditura dei pannelli, già distanziate e le due catene verticali per la giunzione.

VI. Immagine doppia di quella precedente. Orditure per due pannelli. Si può ben notare le catene verticali di giunzione già Inserite.

VII. Particolare delle asole delle catene orizzontali nel disegno ma anche una foto reale dell'asola.

VIII. Qui si vedono le due lastre di polistirene che hanno già accolto, le reti dell'orditura con le due catene verticali pronte per le giunzioni.

IX. Queste sono le carpenterie per contenimento dei getti. Sono già sistemate alla distanza dovuta. In queste carpenterie si notano, da un lato, dei tubolari telescopici (di colore verde). Queste sono movimentate grazie a delle asole prodotte nel tubolare esterno (colore giallo). Questo tubo telescopico entra nel tubolare della carpenteria del pannello attiguo con il risultato di dare più resistenza alle spinte dei getti ma soprattutto dare il perfetto passo e allinemaento del muro. Nel tubolare attiguo (femmina) notare i fori di riferimento per assicurare il passo perfetto dei pannelli.

X. In assonometria vediamo i dieci bulloni-connettori complete di rondelle saldate le quali determinano l'interstizio voluto. Più distanziati i dadi speciali per il connettere delle carpenterie di contenimento della spinta del getto.

XI. Il pannello è completo dell'orditura,del cassero a perdere, della carpenteria per il getto e delle due catene di giunzione.

XII. Qui vediamo un prodotto unico al mondo. Tutto il pannello viene montato a terra compreso le le carpenterie. Lo si posa in opera,si inseriscono le catene verticali, si uniscono le carpenterie con i telescopici e si è già pronti al getto. Non occorrono ferri aggiuntivi o altro. "una magia". Non esiste un sistema più facile, rapido ed economico.

XIII. Vediamo una sezione verticale già gettata ma ancora con le carpenterie montate. Notate nella cavità (in rosa) il dado e la rondella che fissano e serrano le due lastre del cassero a perdere ed il dado speciale che stringe le carpenterie (celeste e rosso). C'è anche una sezione pianta di un pannello già gettato ed intonacato.

XIV. Sezione verticale con carpenterie e sezione in pianta del muro finito. Si noti (in rosso) le catene verticali di giunzione inserite.

XV. Sezione del muro finito con tre pannelli standard.

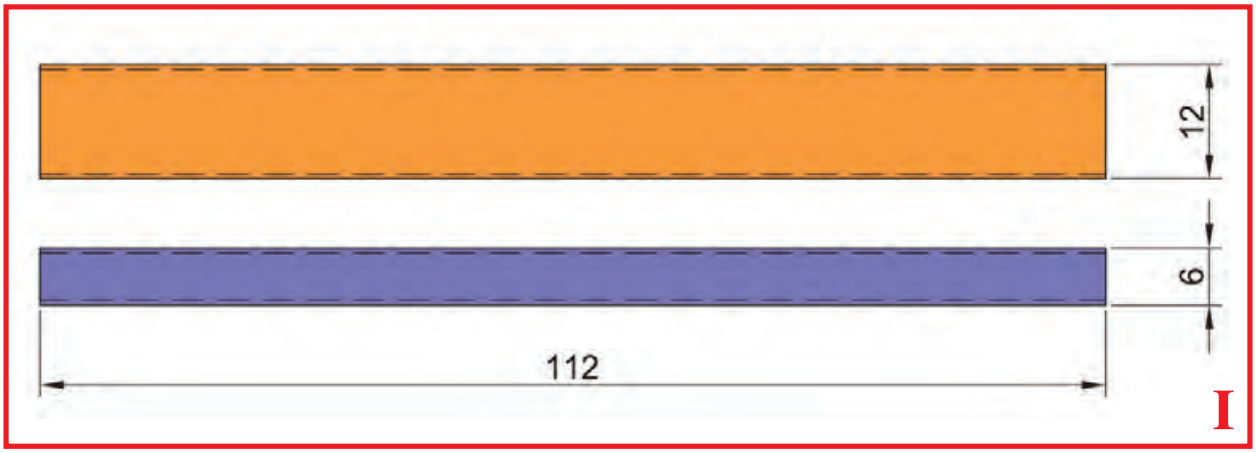
XVI. Sezioni orizzontali dei nodi di muro a due, tre, quattro vie.

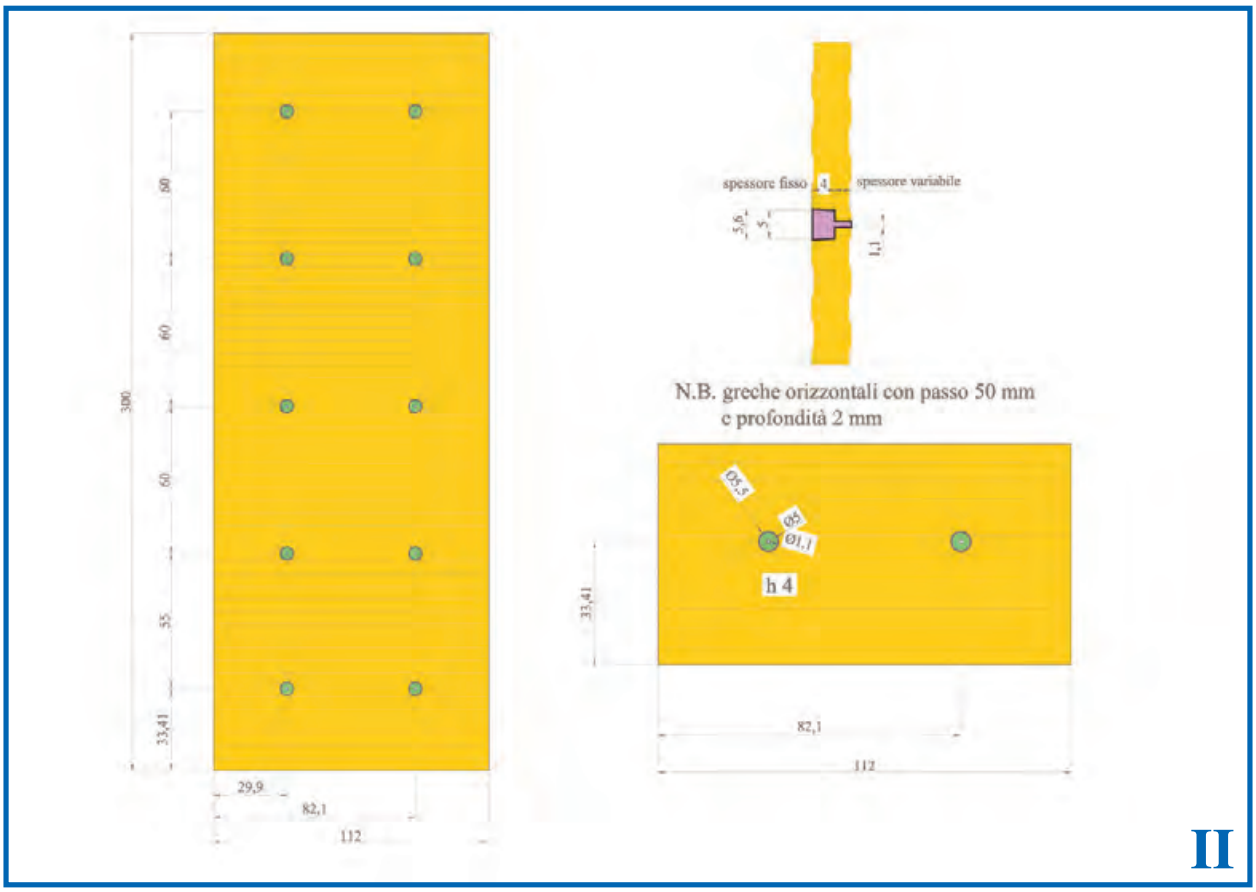
XVII. Sezione di una casa a due livelli.

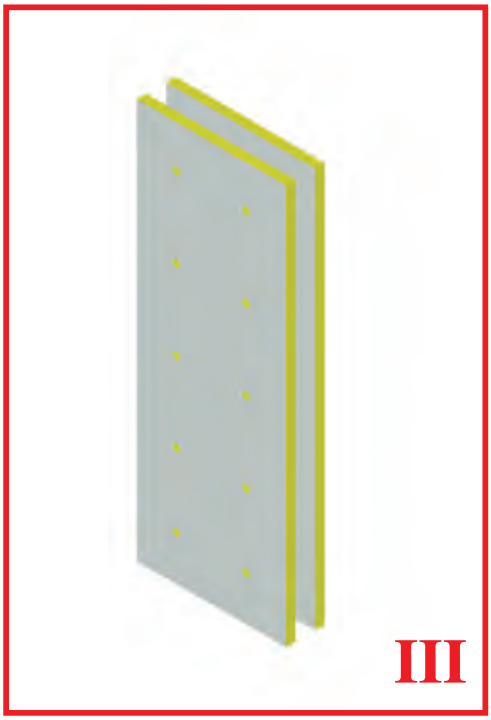
XVIII. Solai. Inizio delle immagini dei pannelli solai.

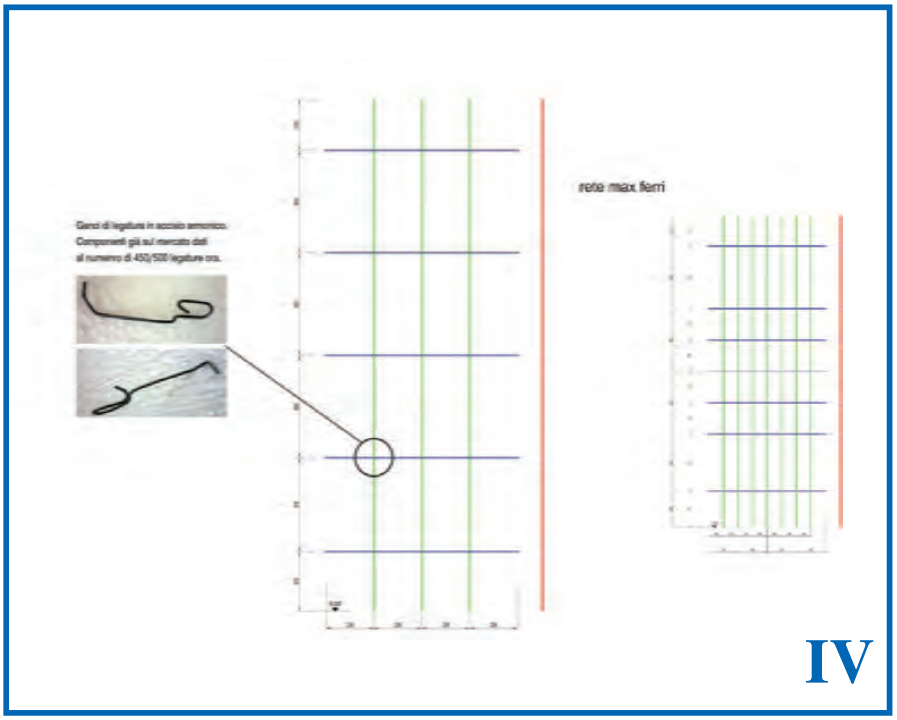
Nella successione delle immagini si può notare che grazie ai nostri brevetti si possono gettare di calcestruzzo i pannelli già a terra. Alla loro maturazione saranno posati in opera.

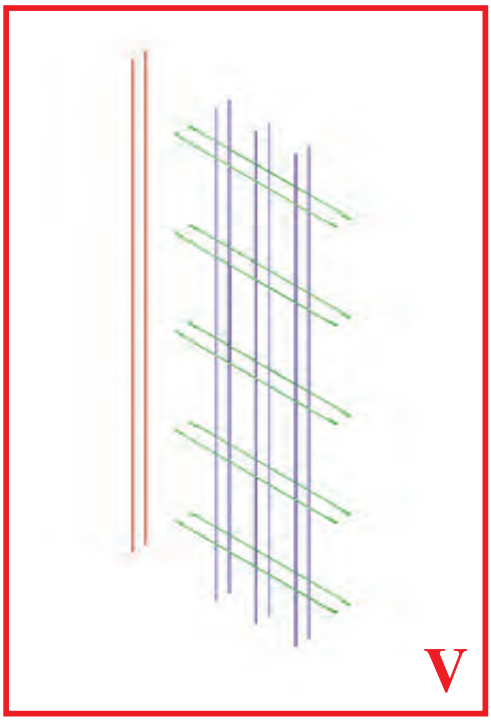
I vantaggi sono il costo minore del calcestruzzo, della manodopera, della rapidità, della migliore esecuzione del lavoro e del risparmio delle impalcature.

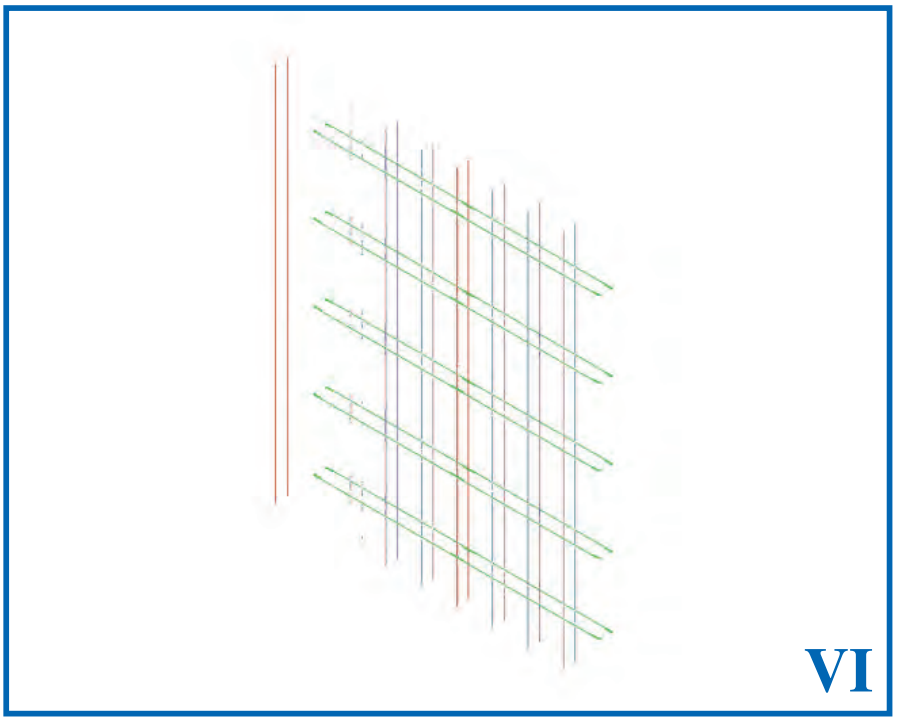


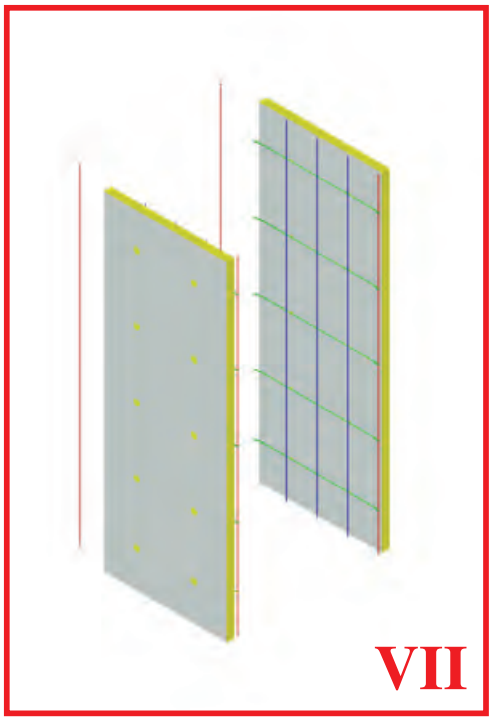


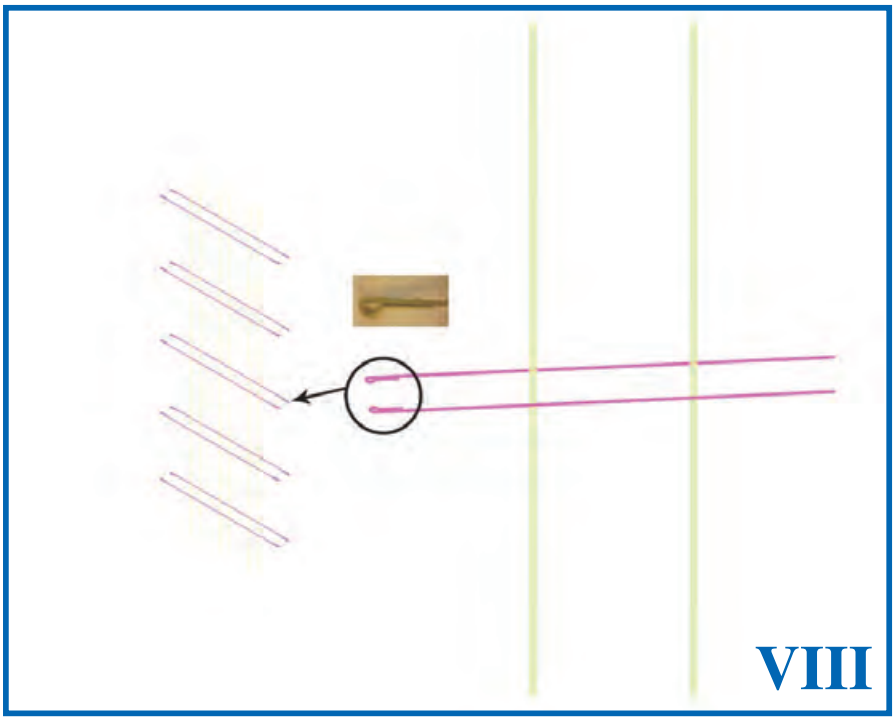

III

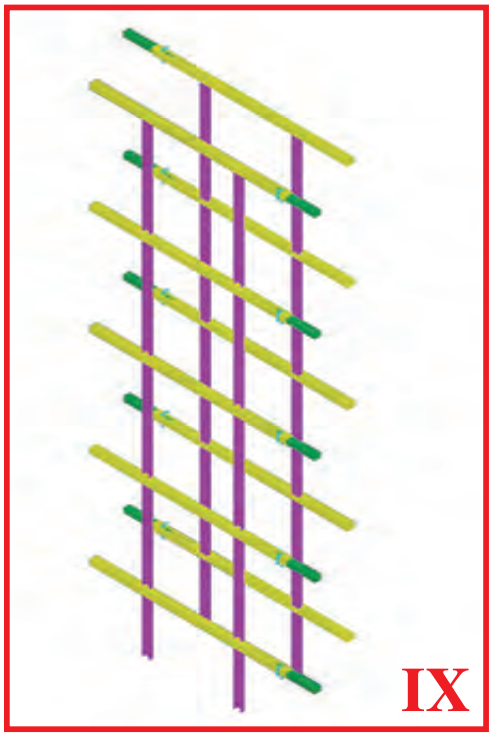

rete max ferri
IV

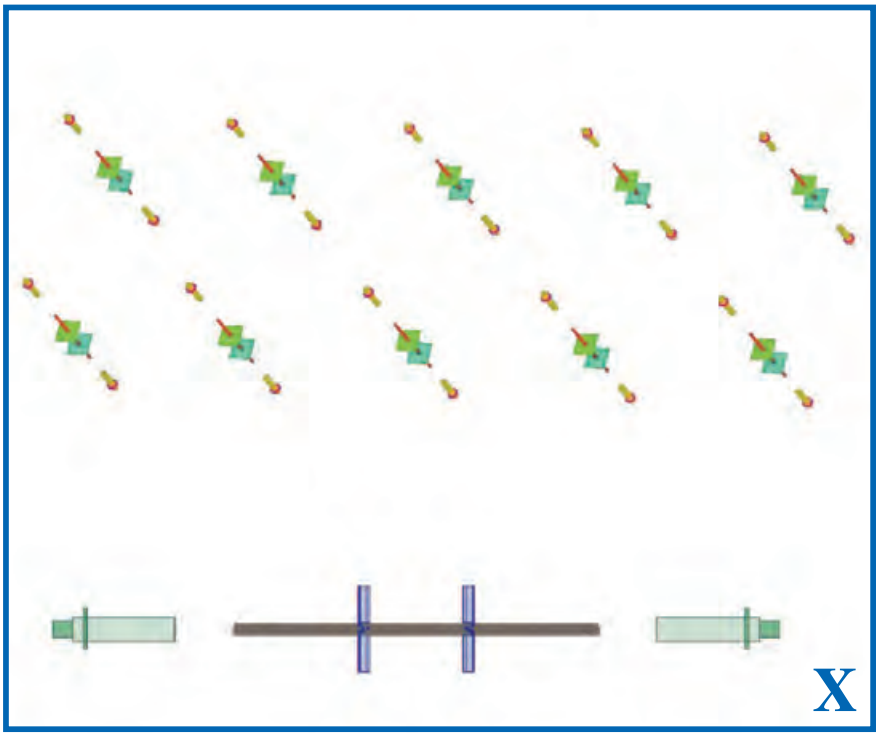

V


VI

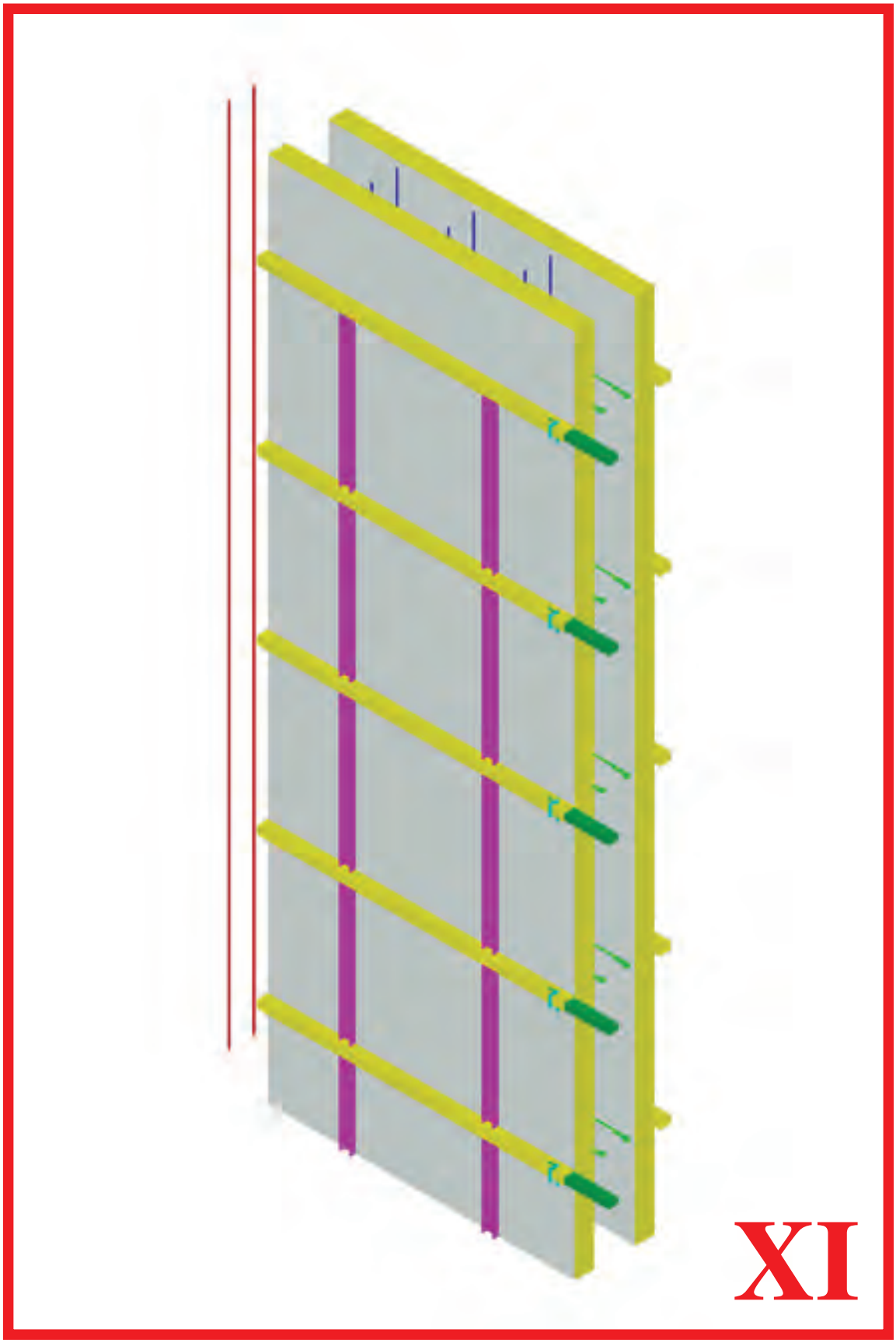

VII

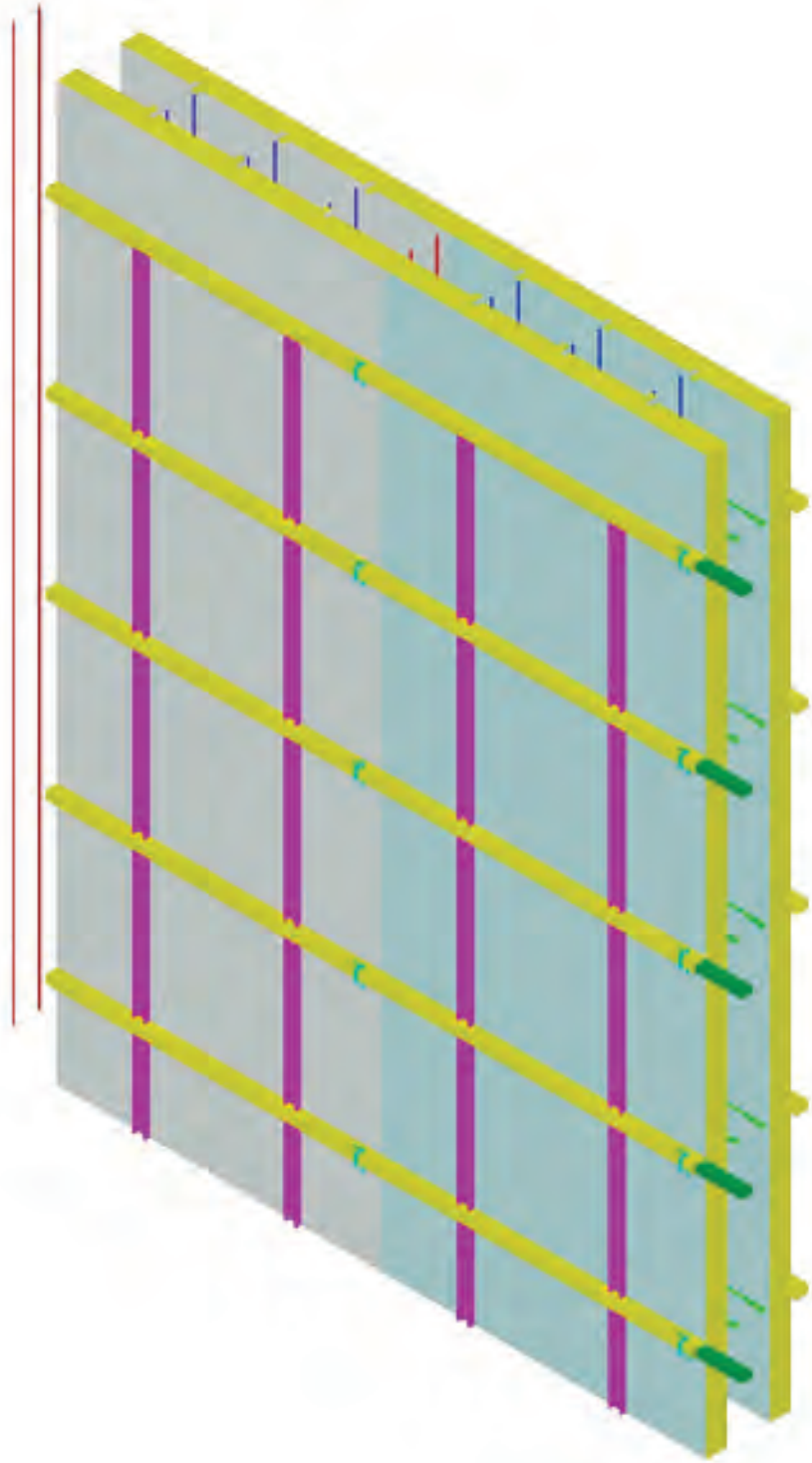

VIII


IX

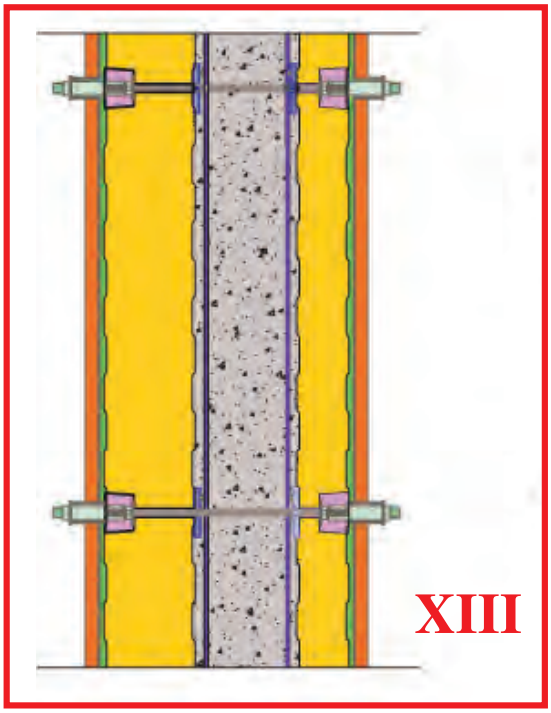

X

QUESTO È IL COMPENDIO DELLA MAGIA

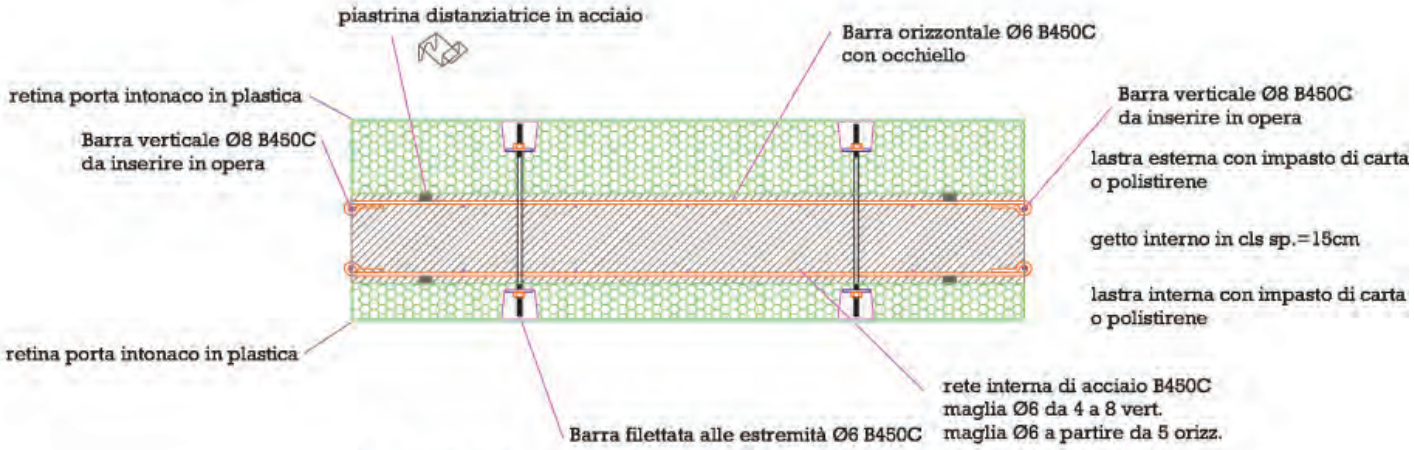




XII



PANNELLO POLISTIRENE O BIOLOGICO
Per realizzazioni di pannelli portanti di edifici con sistemi di soluzioni varie.
Vista del pannello standard assemblato

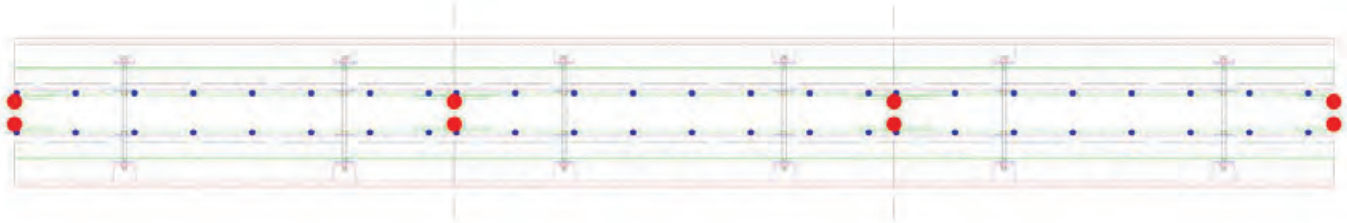


NB: Il pannello viene completato con l'applicazione di intonaco premiscelato sp.=1,5cm su entrambi i lati

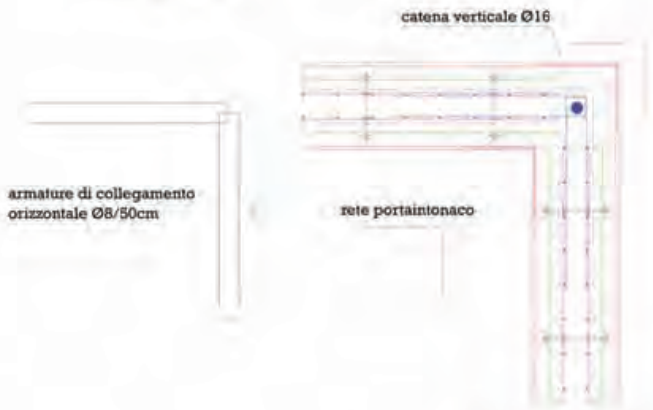
XIV

SEZIONE DI MURO (tre pannelli)

XV

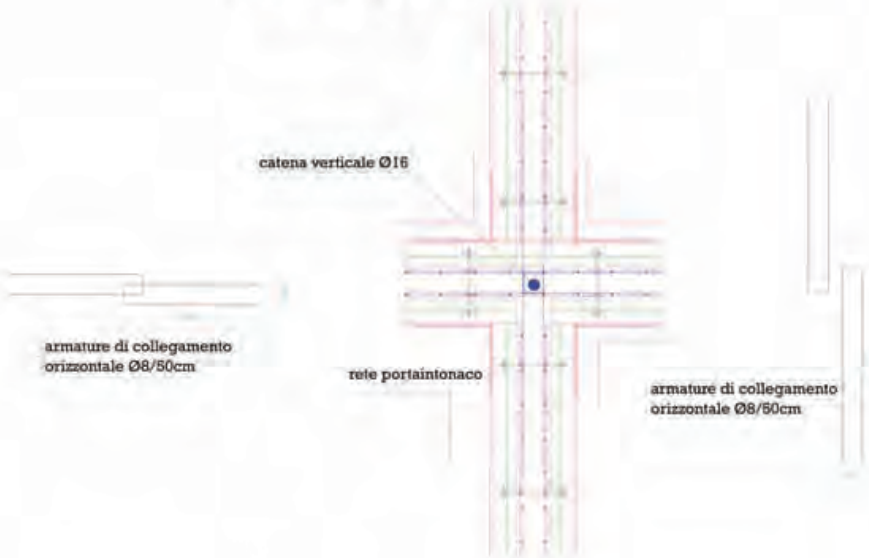


PANNELLO IN POLISTIRENE O BIOLOGICO
Particolare sistema di chiusura
nodo a 2 vie



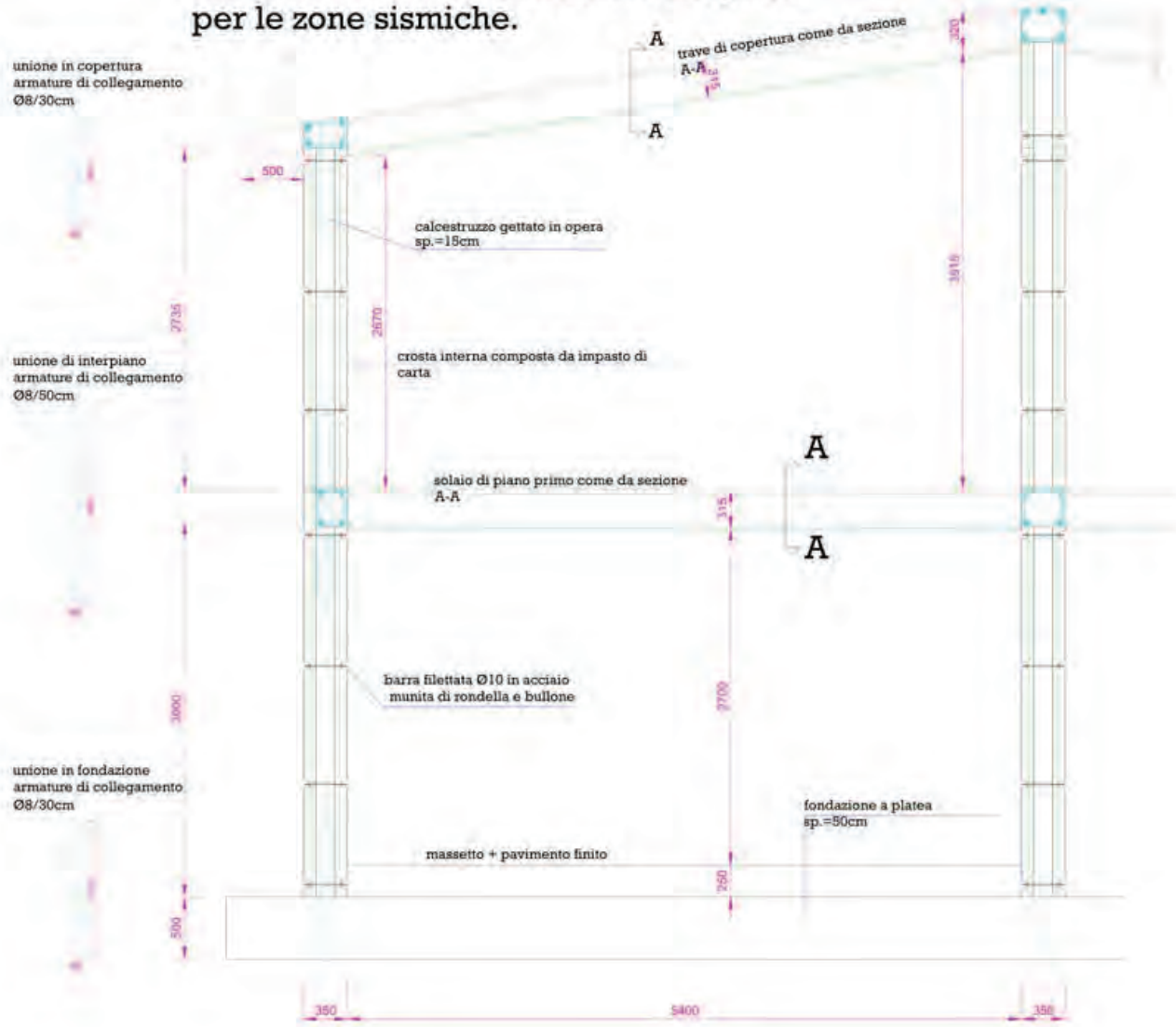
PANNELLO IN POLISTIRENE O BIOLOGICO
Particolare sistema di chiusura
nodo a 3 vie

PANNELLO IN POLISTIRENE O BIOLOGICO
Particolare sistema di chiusura
nodo a 4 vie



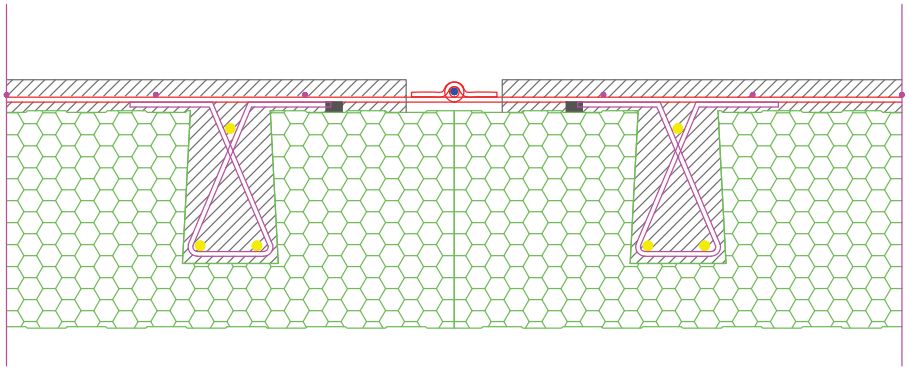
XVI

PANNELLO IN POLISTIRENE O BIOLOGICO
per l'impiego del sistema costruttivo della cassaforma a perdere, come materiale portante il getto di calcestruzzo.
Per la realizzazione di edifici multipiani per le zone sismiche.



XVII

FASE 2: Assemblaggio secondo schema dei pannelli

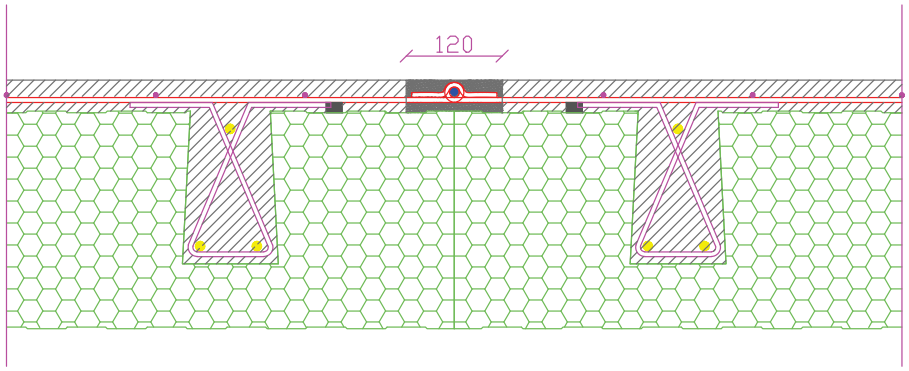


caldana sp.=4cm

pignatta in EPS sp.=variabile

fondello in EPS sp.=4/8cm

FASE 3: Getto di completamento



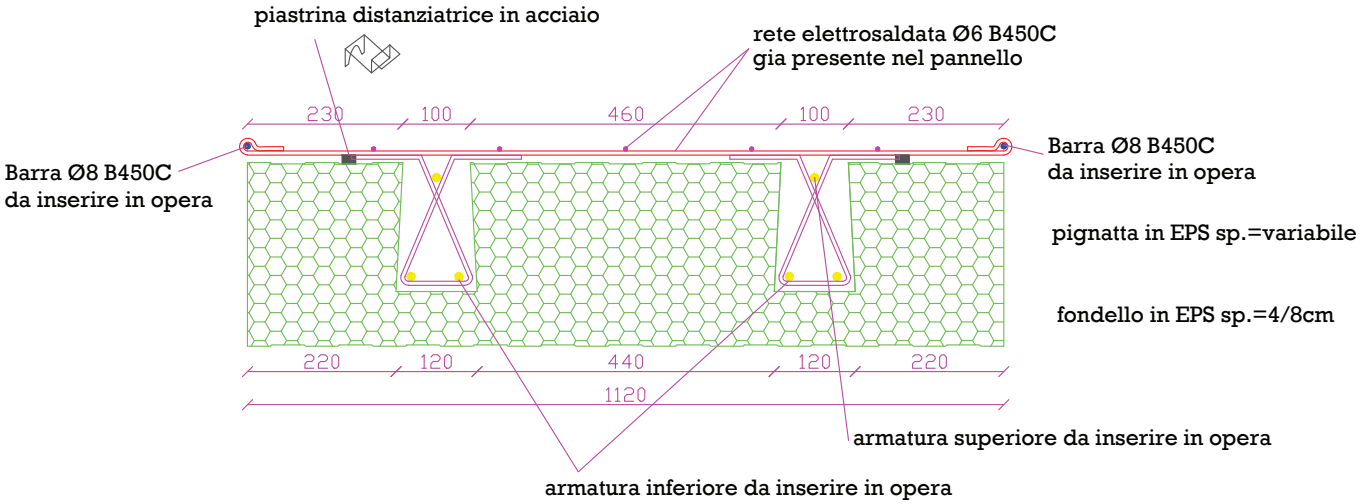
caldana sp.=4cm

pignatta in EPS sp.=variabile

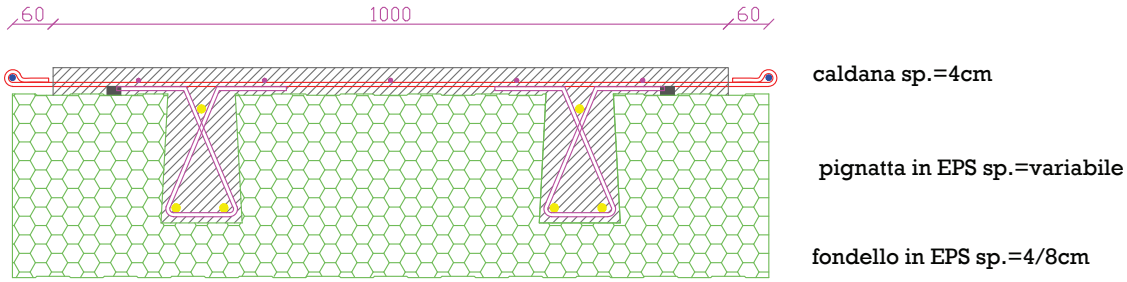
fondello in EPS sp.=4/8cm

XVIII

COSTITUZIONE PANNELLO



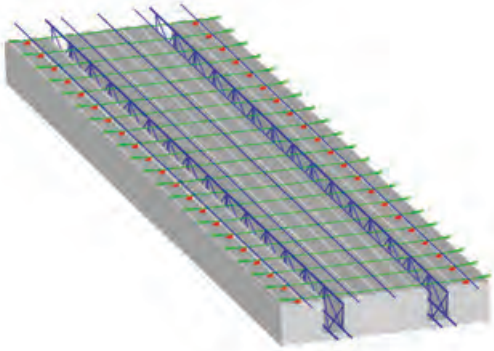
FASE 1: Getto singolo pannello a terra

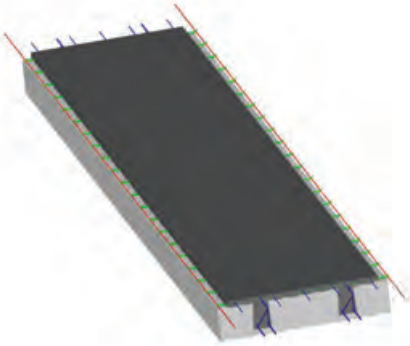


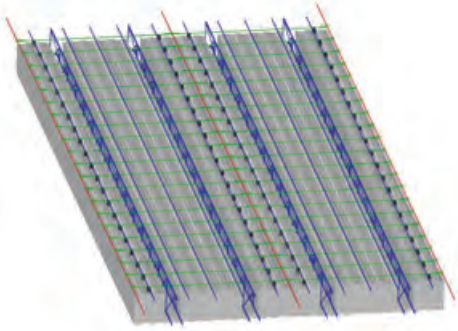
Example de panneau plancher betoné

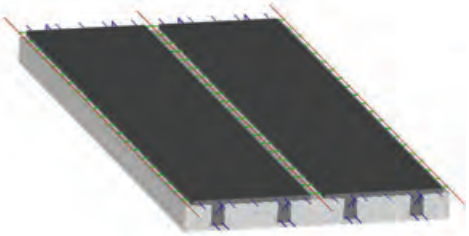
SOLAI

fasi di realizzazione oggetti a terra dei pannelli
e a maturazione avvenuta pronti al montaggio





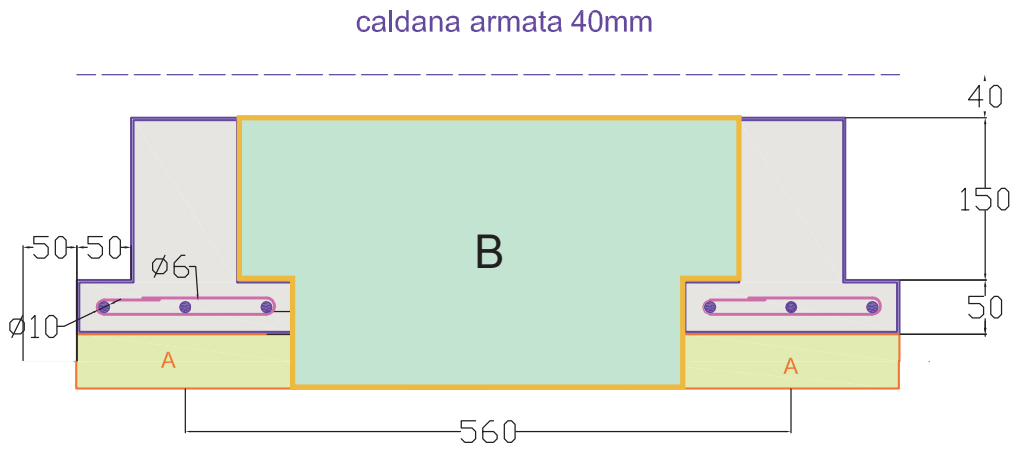




SOLAI ALTERNATIVI

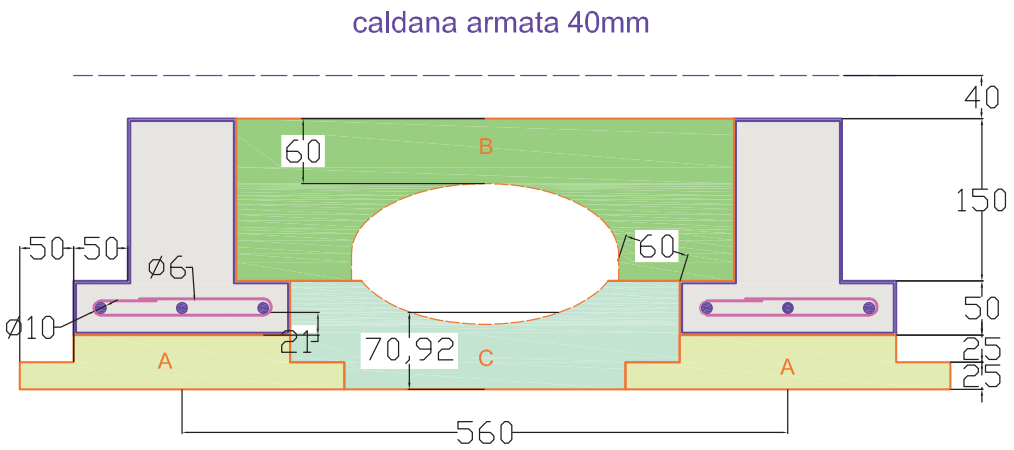
Solaio

Impiego di travetti prefabbricati in c.l.s. armato per luci max di 6 m pignatta, A+B in polistirene

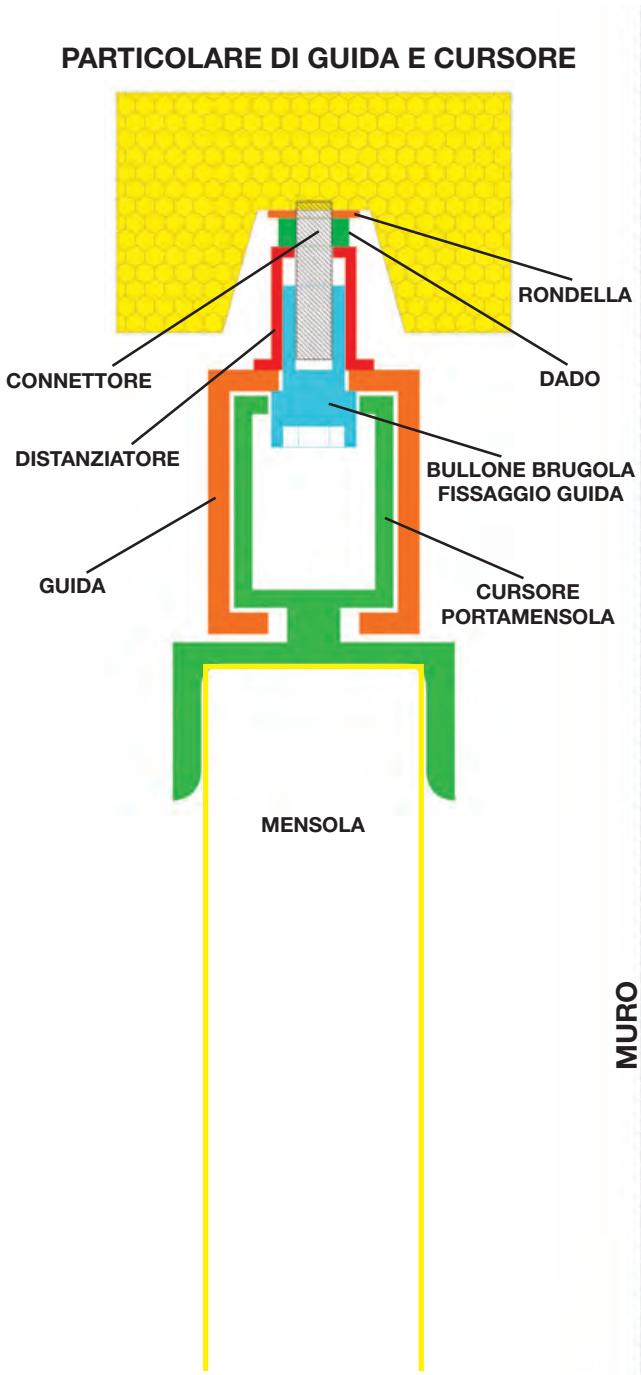


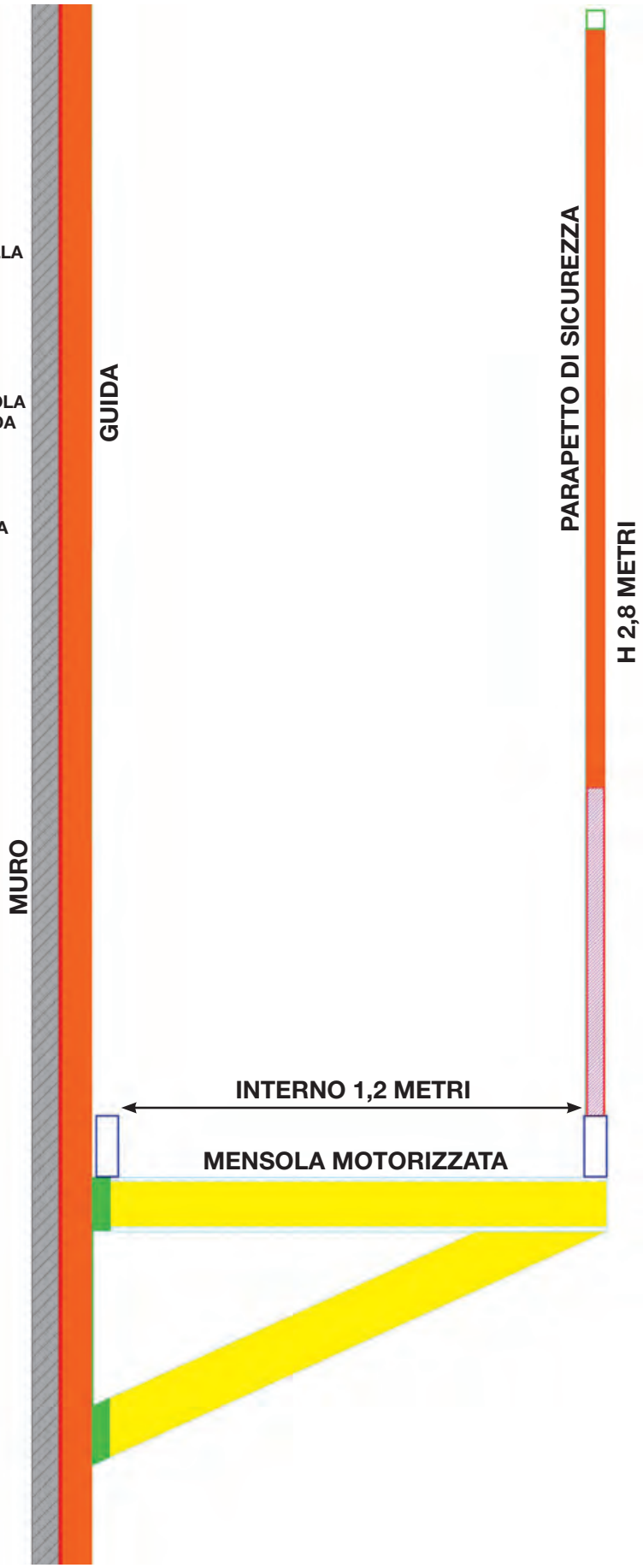
Solaio

Impiego di travetti prefabbricati in c.l.s. armato per luci max di 6 m pignatta, A+B+C realizzata con impasto biologico



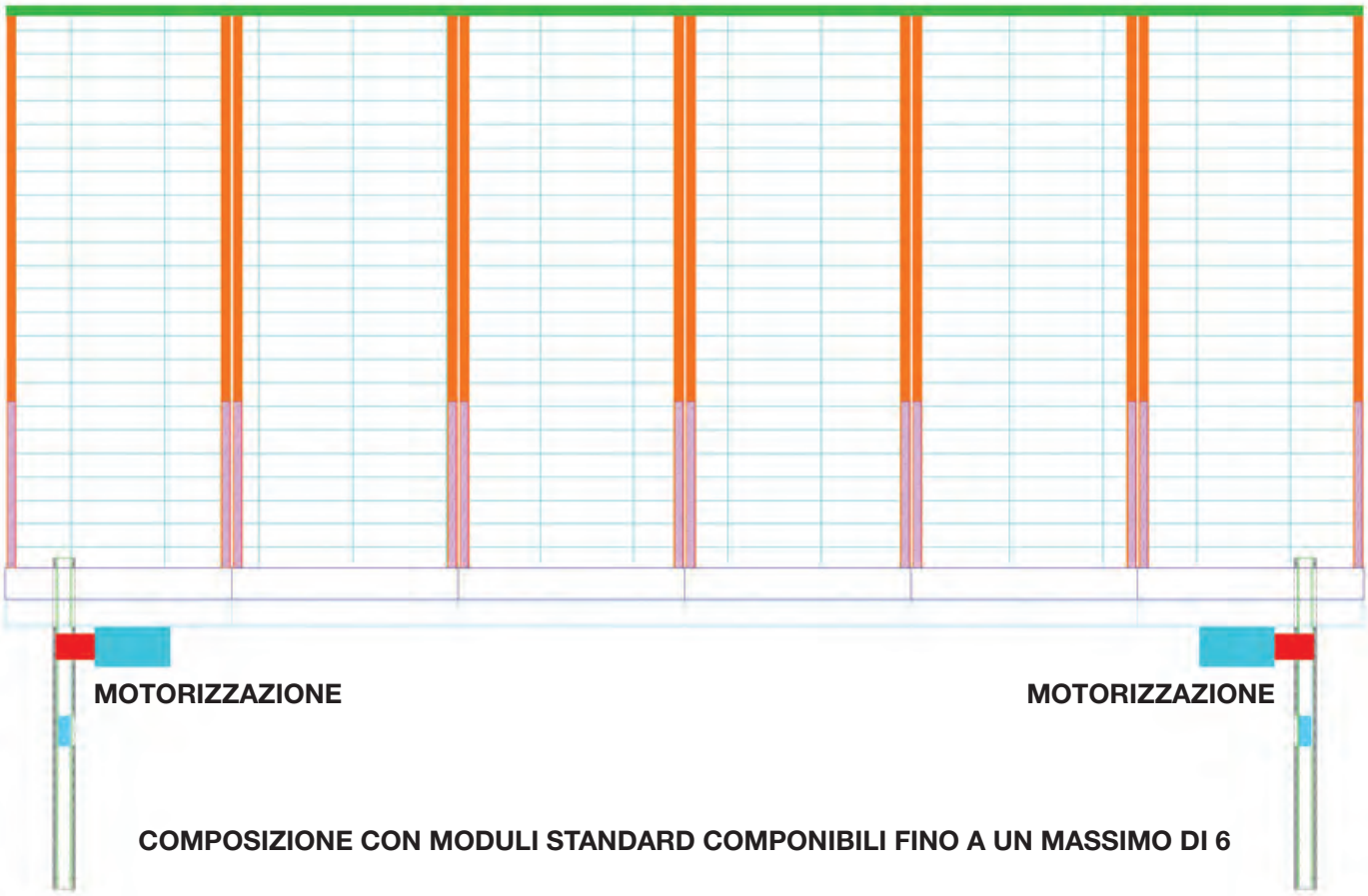
MENSOLA DI LAVORO MOBILE





PIANTA

PROSPETTO



COMPOSIZIONE CON MODULI STANDARD COMPONIBILI FINO A UN MASSIMO DI 6

PANNELLI IN POLISTIRENE "FIBRAE ET TERRAM"

VERIFICA DI FATTIBILITÀ DI UN EDIFICIO A CINQUE PIANI CON STRUTTURA A PARETI PORTANTI IN C.A. DI SPESSORE 15CM

RELAZIONE TECNICA E SCHEMI DI CALCOLO

RELAZIONE TECNICA

La presente relazione tecnica di calcolo viene redatta al fine di verificare la fattibilità della struttura in oggetto, come rappresentata nell'allegato tav. 1, con pareti realizzate mediante pannelli denominati **FIBRAE ET TERRAM**. Lo spessore delle pareti ipotizzate è pari a 20 cm per i primi due piani e pari a 15cm per i restanti tre.

L'armatura interna è del seguente tipo:

Per le pareti di spessore 20cm è costituita da una doppia maglia fi8 passo 15 in verticale e passo 30 in orizzontale. A passo pari a 112cm sono disposte 2 catene verticali fi 12 trattenute solidalmente con ganci (occhielli) tali da garantire la continuità delle armature orizzontali.

Per le pareti di spessore 15cm è costituita da una doppia maglia maglia fi6 passo 20 in verticale e passo 50 in orizzontale. A passo pari a 112cm sono disposte 2 catene verticali fi 8 trattenute solidalmente con ganci (occhielli) tali da garantire la continuità delle armature orizzontali.

Anche i solai di piano si intendono realizzati con i medesimi pannelli denominati FIBRAE ET TERRAM e sono stati considerati di spessore strutturale 21+4cm.

Sono state condotte per via automatica le verifiche di resistenza, a taglio e di instabilità dei pannelli in condizioni statiche e sismiche.

I particolari costruttivi di disposizione delle armature e di realizzazione degli incroci parete-parete e parete-solaio si intendono conformi a quelli di cui al brevetto FIBRAE ET TERRAM.

VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DEL SISMA

Il calcolo dell'azione sismica è stato svolto per via automatica, mediante la messa a punto di un modello numerico tridimensionale agli elementi finiti che ha consentito lo sviluppo di una analisi dinamica lineare (mediante l'utilizzo del programma SISMICAD).

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Come descritto nel seguito, le sollecitazioni che verranno utilizzate per la verifica delle pareti più sollecitate saranno gli SLE rari per la verifica statica delle pareti considerando una percentuale del valore massimo di tensione per compressione e taglio e gli SLU per la verifica delle sezioni più sollecitate tramite un programma di determinazione del momento ultimo e del dominio di resistenza, quale quello del professor Ghelfi.

LA MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA

La modellazione della struttura è realizzata con il programma di calcolo strutturale SISMICAD, che nella versione più estesa è dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili.

Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale fornito col pacchetto. Il programma è sostanzialmente diviso in tre moduli: un pre processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore; il solutore agli elementi finiti; un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output.

SCHEMATIZZAZIONE STRUTTURALE E CRITERI DI CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

Il programma schematizza la struttura attraverso l'introduzione nell'ordine di fondazioni, poste anche a quote diverse, platee, platee nervate, plinti e travi di fondazione poggianti tutte su suolo elastico alla Winkler, di elementi verticali, pilastri e pareti in c.a. anche con fori, di orizzontamenti

costituiti da solai orizzontali e inclinati (falde), e relative travi di piano e di falda; è ammessa anche l'introduzione di elementi prismatici in c.a. di interpiano con possibilità di collegamento in inclinato a solai posti a quote diverse.

I nodi strutturali possono essere connessi solo a travi, pilastri e pareti, simulando così impalcati infinitamente deformabili nel piano, oppure a elementi lastra di spessore dichiarato dall'utente simulando in tal modo impalcati a rigidezza finita. I nodi appartenenti agli impalcati orizzontali possono essere connessi rigidamente ad uno o più nodi principali giacenti nel piano dell'impalcato; generalmente un nodo principale coincide con il baricentro delle masse. Tale opzione, oltre a ridurre significativamente i tempi di elaborazione, elimina le approssimazioni numeriche connesse all'utilizzo di elementi lastra quando si richiede l'analisi a impalcati infinitamente rigidi.

Per quanto concerne i carichi, in fase di immissione dati, vengono definite, in numero a scelta dell'utente, condizioni di carico elementari le quali, in aggiunta alle azioni sismiche e variazioni termiche, vengono combinate attraverso coefficienti moltiplicativi per fornire le combinazioni richieste per le verifiche successive. L'effetto di disassamento delle forze orizzontali, indotto ad esempio dai torcenti di piano per costruzioni in zona sismica, viene simulato attraverso l'introduzione di eccentricità planari aggiuntive le quali costituiscono ulteriori condizioni elementari di carico da cumulare e combinare secondo i criteri del paragrafo precedente.

Tipologicamente sono ammessi sulle travi e sulle pareti carichi uniformemente distribuiti e carichi trapezoidali; lungo le aste e nei nodi di incrocio delle membrature sono anche definibili componenti di forze e coppie concentrate comunque dirette nello spazio. Sono previste distribuzioni di temperatura, di intensità a scelta dell'utente, agenti anche su singole porzioni di struttura. Il calcolo delle sollecitazioni si basa sulle seguenti ipotesi e modalità: - travi e pilastri deformabili a sforzo normale, flessione deviata, taglio deviato e momento torcente. Sono previsti coefficienti riduttivi dei momenti di inerzia a scelta dell'utente per considerare la riduzione della rigidezza flessionale e torsionale per effetto della fessurazione del conglomerato cementizio.

È previsto un moltiplicatore della rigidezza assiale dei pilastri per considerare, se pure in modo approssimato, l'accorciamento dei pilastri per sforzo normale durante la costruzione. - le travi di fondazione su suolo alla Winkler sono risolte in forma chiusa tramite uno specifico elemento finito; - le pareti in c.a. sono analizzate schematizzandole come elementi lastra-piastra discretizzati con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; - le pareti in muratura possono essere schematizzate con elementi lastra-piastra con spessore flessionale ridotto rispetto allo spessore membranale.- I plinti su suolo alla Winkler sono modellati con la introduzione di molle verticali elastoplastiche.

La traslazione orizzontale a scelta dell'utente è bloccata o gestita da molle orizzontali di modulo di reazione proporzionale al verticale. - I pali sono modellati suddividendo l'asta in più aste immerse in terreni di stratigrafia definita dall'utente. Nei nodi di divisione tra le aste vengono inserite molle assialsimmetriche elastoplastiche precaricate dalla spinta a riposo che hanno come pressione limite minima la spinta attiva e come pressione limite massima la spinta passiva modificabile attraverso opportuni coefficienti. - i plinti su pali sono modellati attraverso aste di di rigidezza elevata che collegano un punto della struttura in elevazione con le aste che simulano la presenza dei pali;- le piastre sono discretizzate in un numero finito di elementi lastra-piastra con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; nel caso di platee di fondazione i nodi sono collegati al suolo da molle aventi rigidezze alla traslazione verticale ed richiesta anche orizzontale.-

La deformabilità nel proprio piano di piani dichiarati non infinitamente rigidi e di falde (piani inclinati) può essere controllata attraverso la introduzione di elementi membranali nelle zone di solaio. - I disassamenti tra elementi asta sono gestiti automaticamente dal programma attraverso la introduzione di collegamenti rigidi locali.- Alle estremità di elementi asta è possibile inserire svincolamenti tradizionali così come cerniere parziali (che trasmettono una quota di ciò che trasmetterebbero in condizioni di collegamento rigido) o cerniere plastiche.- Alle estremità di elementi bidimensionali è possibile inserire svincolamenti con cerniere parziali del momento flettente avente come asse il bordo dell'elemento.-

Il calcolo degli effetti del sisma è condotto, a scelta dell'utente, con analisi statica lineare, con analisi dinamica modale o con analisi statica non lineare, in accordo alle varie normative adottate. Le masse, nel caso di impalcati dichiarati rigidi sono concentrate nei nodi principali di piano altrimenti vengono considerate diffuse nei nodi giacenti sull'impalcato stesso. Nel caso di analisi sismica vengono anche controllati gli spostamenti di interpiano.

Il programma consente l'uso di materiali diversi. Sono previsti i seguenti tipi di materiale:
1 - materiale tipo cemento armato
2 - materiale tipo acciaio
3 - materiale tipo muratura
4 - materiale tipo legno
che possono essere combinati fra di loro in un unico modello che li contempli tutti insieme.

Nello specifico della modellazione della presente struttura la risoluzione è stata effettuata modellando le pareti attraverso elementi bidimensionali di spessore pari a quello della parete portante in c.a., pari a 20 e 15 cm sia per quelle perimetrali che per quelle interne.

VALUTAZIONE DEL FATTORE DI STRUTTURA E CLASSI DI DUTTILITÀ

In accordo con il capitolo 7 del D.M. 14/01/2008 *l'analisi lineare può essere utilizzata per calcolare gli effetti delle azioni sismiche sia nel caso di sistemi dissipativi sia nel caso di sistemi non dissipativi.*

Quando si utilizza l'analisi lineare per sistemi non dissipativi, come avviene per gli stati limite di esercizio, gli effetti delle azioni sismiche sono calcolati, quale che sia la modellazione per esse utilizzata, riferendosi allo spettro di progetto ottenuto assumendo un fattore di struttura q unitario (§3.2.3.4).

Quando si utilizza l'analisi lineare per sistemi dissipativi, come avviene per gli stati limite ultimi, gli effetti delle azioni sismiche sono calcolati, quale che sia la modellazione per esse utilizzata, riferendosi allo spettro di progetto ottenuto assumendo un fattore di struttura q maggiore dell'unità (§ 3.2.3.5).

Il valore del fattore di struttura q da utilizzare per ciascuna direzione della azione sismica, dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità di materiale. Esso può essere calcolato tramite la seguente espressione:

$q = q_0 \cdot K_R$

dove:

q_0 è il valore massimo del fattore di struttura che dipende dal livello di duttilità attesa, dalla tipologia strutturale e dal rapporto α_u / α_1 tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione;

K_R è un fattore riduttivo che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione, con valore pari ad 1 per costruzioni regolari in altezza e pari a 0,8 per costruzioni non regolari in altezza.

Per le costruzioni regolari in pianta, qualora non si proceda ad un'analisi non lineare finalizzata alla valutazione del rapporto α_u / α_1, per esso possono essere adottati i valori indicati nei paragrafi dedicati a tali valori per le diverse tipologie costruttive. Per le costruzioni non regolari in pianta, si possono adottare valori di α_u / α_1 pari alla media tra 1,0 ed i valori di volta in volta forniti per le diverse tipologie costruttive.

Lo schema strutturale del fabbricato è inquadrabile tra i sistemi a pareti non accoppiate sia nella direzione X che in quella Y, in quanto i setti portanti sono in c.a. debolmente armati realizzati con getto di cls entro casseri prearmati. Si avrà, pertanto, il seguente fattore di struttura utilizzato per il calcolo:

$q_x = q_y = 3 \cdot 0{,}8 = 2{,}4$;

si sceglie di utilizzare un fattore di struttura pari a 1.50.

Le classi di duttilità sono una misura della capacità dissipativa offerta dalla struttura nei confronti dell'azione sismica. Esistono due possibili approcci per il calcolo:

- classe di duttilità bassa (CDB)
- classe di duttilità alta (CDA)

Il livello CDA prevede che sotto l'azione sismica di progetto la struttura si trasformi in un meccanismo dissipativo ad elevata capacità, mentre in CDB si richiede che tutti gli elementi a funzionamento flessionale posseggano una soglia minima di duttilità.

In funzione del livello di duttilità che si intende conseguire, variano sia le modalità di applicazione delle gerarchie delle resistenze, sia l'entità dell'azione sismica di progetto, regolata dal fattore di struttura q.

I calcoli sviluppati per l'edificio in oggetto sono stati svolti considerando una classe di duttilità bassa (CDB).

STRUTTURA A PARETI ESTESE DEBOLMENTE ARMATE

Il D.M.14/01/2008 nella sezione 7.4.3 dedicata alle "Tipologie strutturali e fattori di struttura" riporta la seguente definizione di "struttura a pareti estese debolmente armate":

"Una struttura a pareti è da considerarsi come struttura a pareti estese debolmente armate se, nella direzione orizzontale d'interesse, essa ha un periodo fondamentale, calcolato nell'ipotesi di assenza di rotazioni alla base, non superiore a T0, e comprende almeno due pareti con una dimensione orizzontale non inferiore al minimo tra 4,0 m ed i 2/3 della loro altezza, che nella situazione sismica portano insieme almeno il 20% del carico gravitazionale".

VERIFICA DEL PERIODO FONDAMENTALE

Nella modellazione della struttura in esame si è considerata la configurazione con le fondazioni su suolo infinitamente rigido con k = 1000, di cui si riportano i seguenti modi di vibrare, fra cui il primo è il modo fondamentale della struttura.

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y
1	0.242342	0.00014	0.00007
2	0.236998	0	0.13151
3	0.229672	0	0.00103
4	0.162544	0.10064	0.00004
5	0.139598	0.09124	0.00001
6	0.087063	0.00577	0.05281
7	0.075777	0.36955	0.00164
8	0.059633	0.03656	0.7
9	0.054897	0.35557	0.0698

Massa Z	Massa rot X	Massa rot Y	Massa rot Z
0	0.00005	0.00021	0.00023
0	0.22253	0	0.10516
0	0.00507	0	0
0	0.00004	0.15486	0.02899
0	0.00001	0.13587	0.02153
0	0.06642	0.00738	0.0034
0	0.0026	0.40659	0.09098
0	0.63012	0.02679	0.1588
0	0.05774	0.25794	0.28392

Il primo modo calcolato ha un periodo pari a T1 = 0.242342 sec.

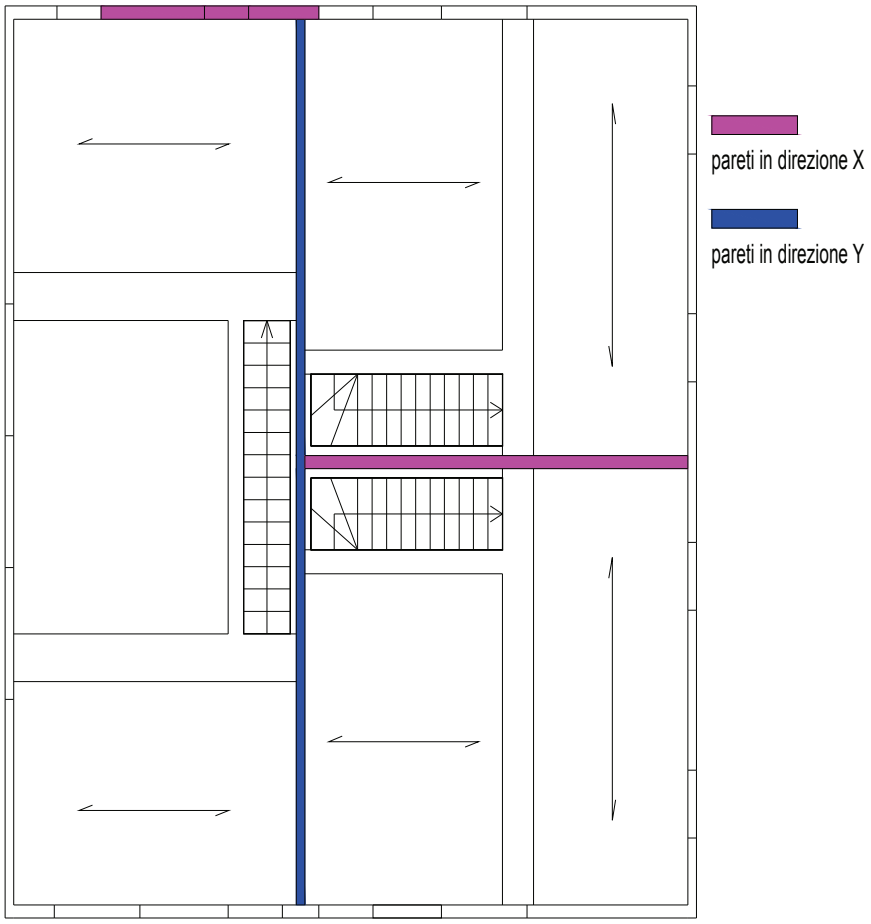
Tale valore deve essere inferiore al valore Tc, che risulta avere il suo minimo nello SLO, con valore pari a 0.26 sec.

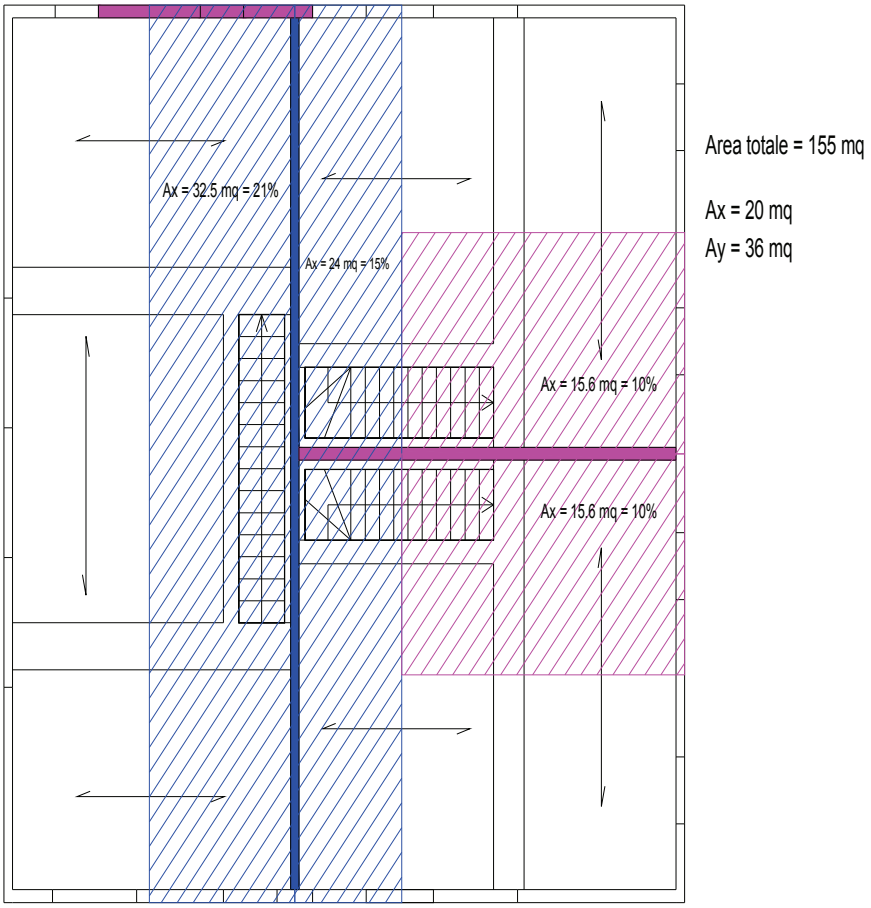
VERIFICA DELLLE PARETI

Per la seconda limitazione proposta dalla vigente Normativa, nel modello sono presenti delle pareti sia nella direzione X che in quella Y che verificano la condizione minima, e sono stati opportunamente direzionati i solai di piano e di copertura, per caricare direttamente o indirettamente le pareti perimetrali e centrale.

Nella prima delle figure che seguono si indicano le pareti considerate nella verifica e si nota che la parete in direzione X perimetrale posta in alto nella struttura viene considerata nella verifica dato che la finestra presente risulta essere di modeste dimensioni.

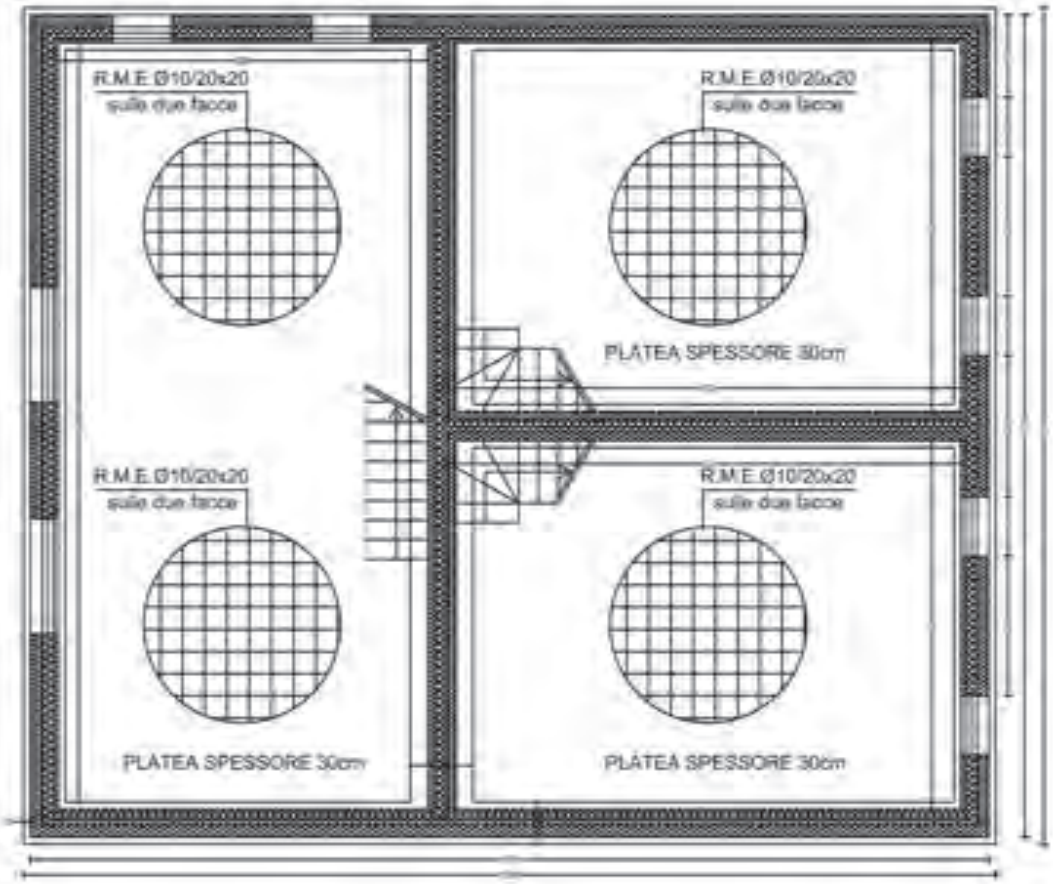
Nella seconda si indica il rispetto della percentuale di superficie nelle due direzioni X e Y.



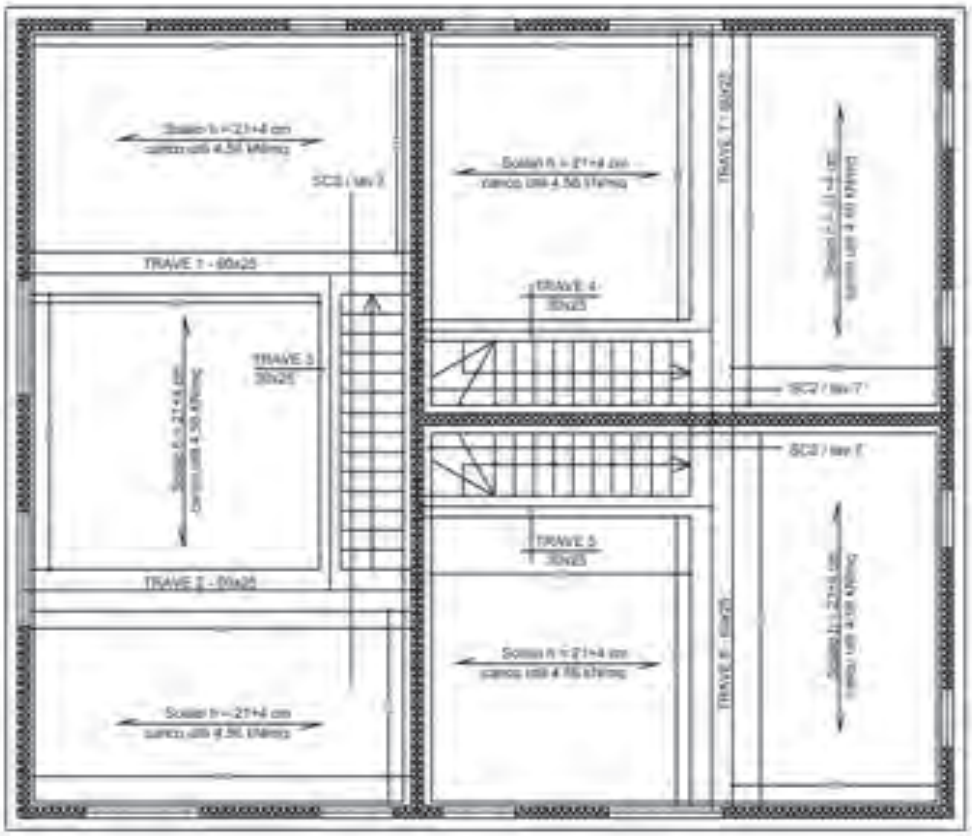


Tutte le verifiche, di sicurezza e di stabilità risultano soddisfatte.

PIANTA FONDAZIONI - Scala 1:50

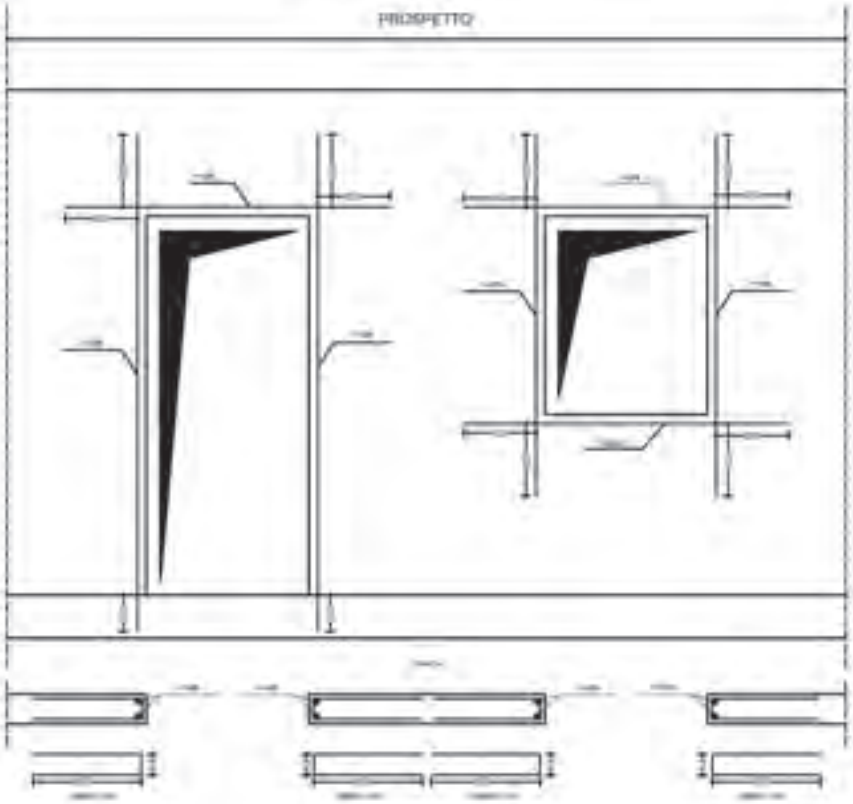


PIANTA PIANO PRIMO - Scala 1:50

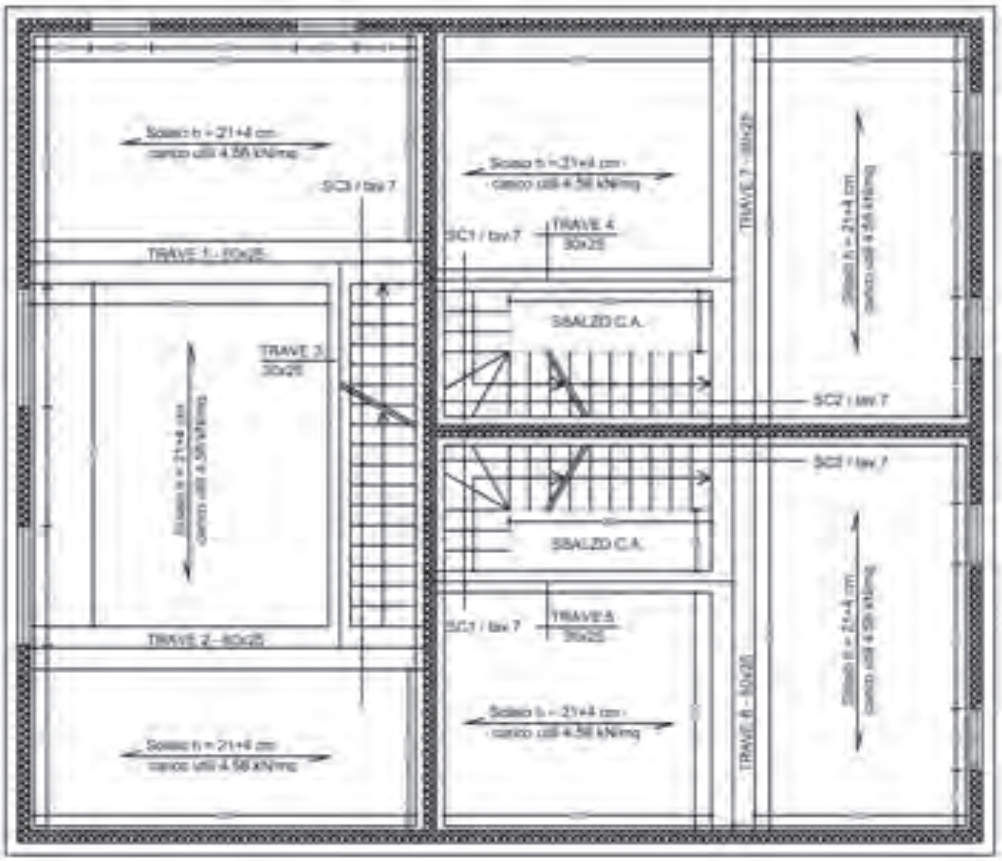


ARMATURE DI CHIUSURA PER PORTE E FINESTRE
scala 1:20

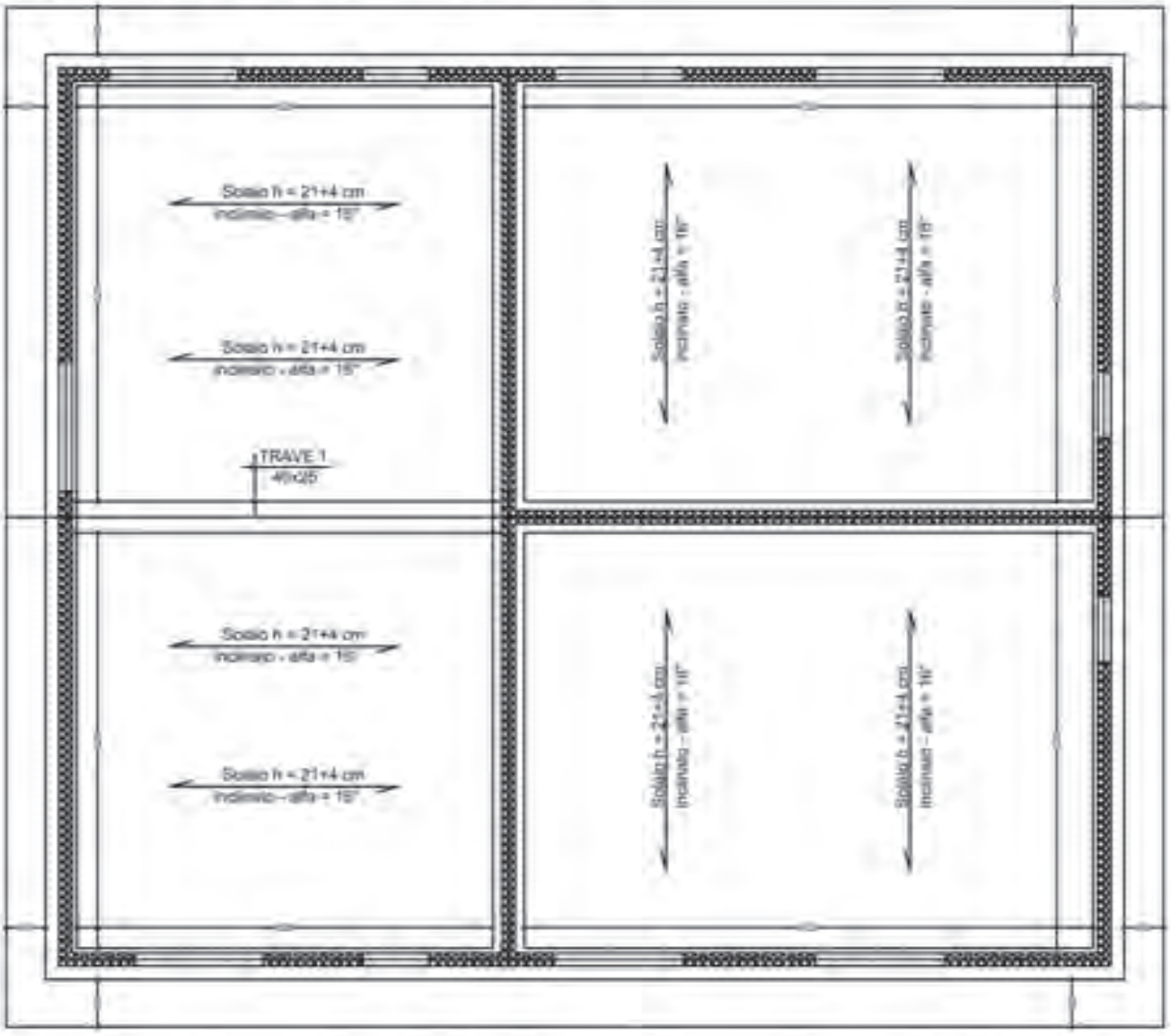
PROSPETTO

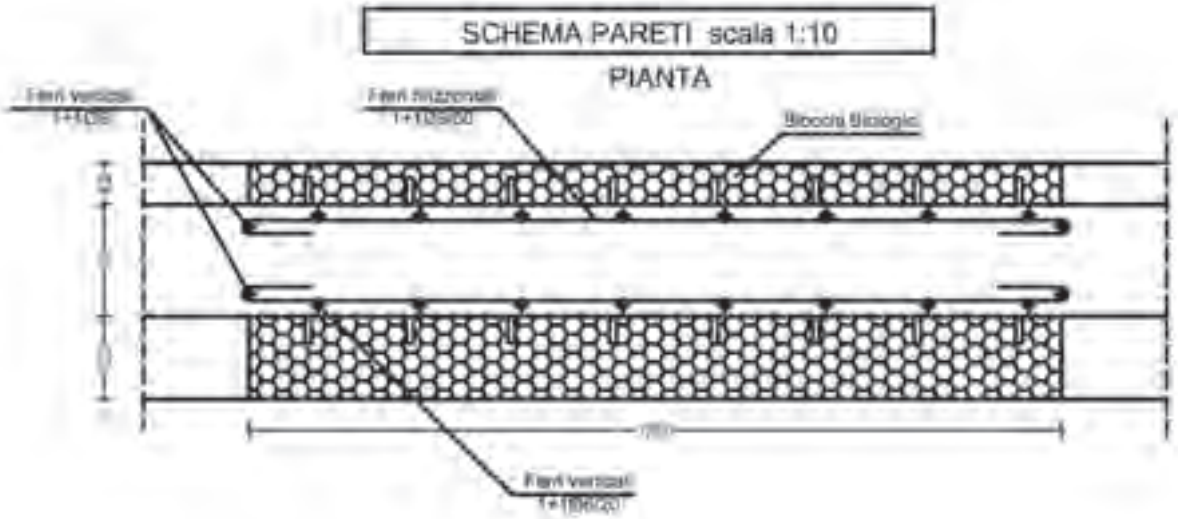


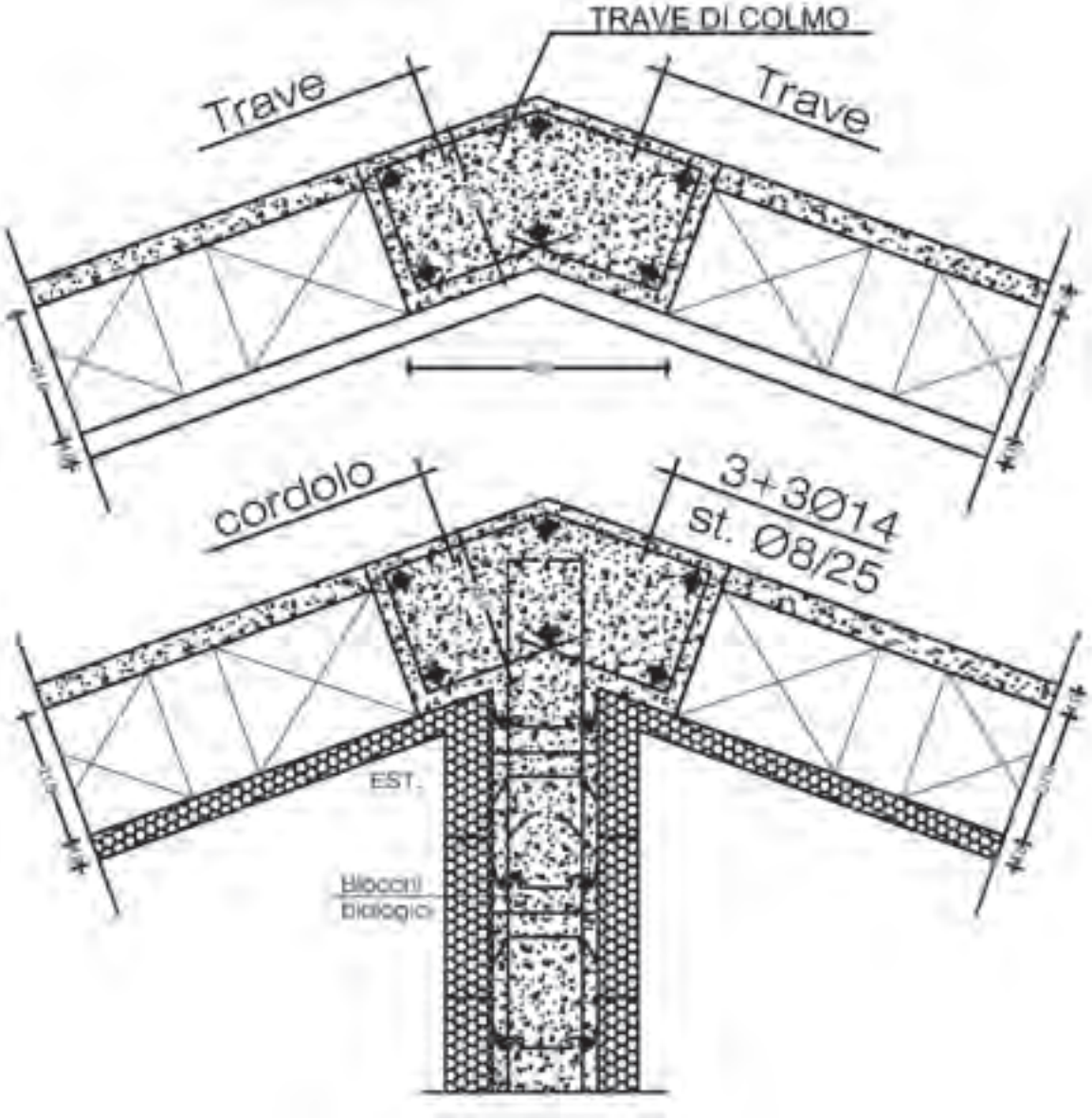
PIANTA PIANO TERRA - Scala 1:50



CARPENTERIA COPERTURE - Scala 1:50




SCHEMA PARETI scala 1:10
PIANTA
Blocchi Biologici


TRAVE DI COLMO
Trave
Trave
cordolo
3+3Ø14
st. Ø8/25
EST.
Blocchi
biologici

PANNELLI BIOLOGICI "FIBRAE ET TERRAM"

VERIFICA DI FATTIBILITÀ DI UN EDIFICIO A TRE PIANI CON STRUTTURA A PARETI PORTANTI IN C.A. DI SPESSORE 15CM

RELAZIONE TECNICA E SCHEMI DI CALCOLO

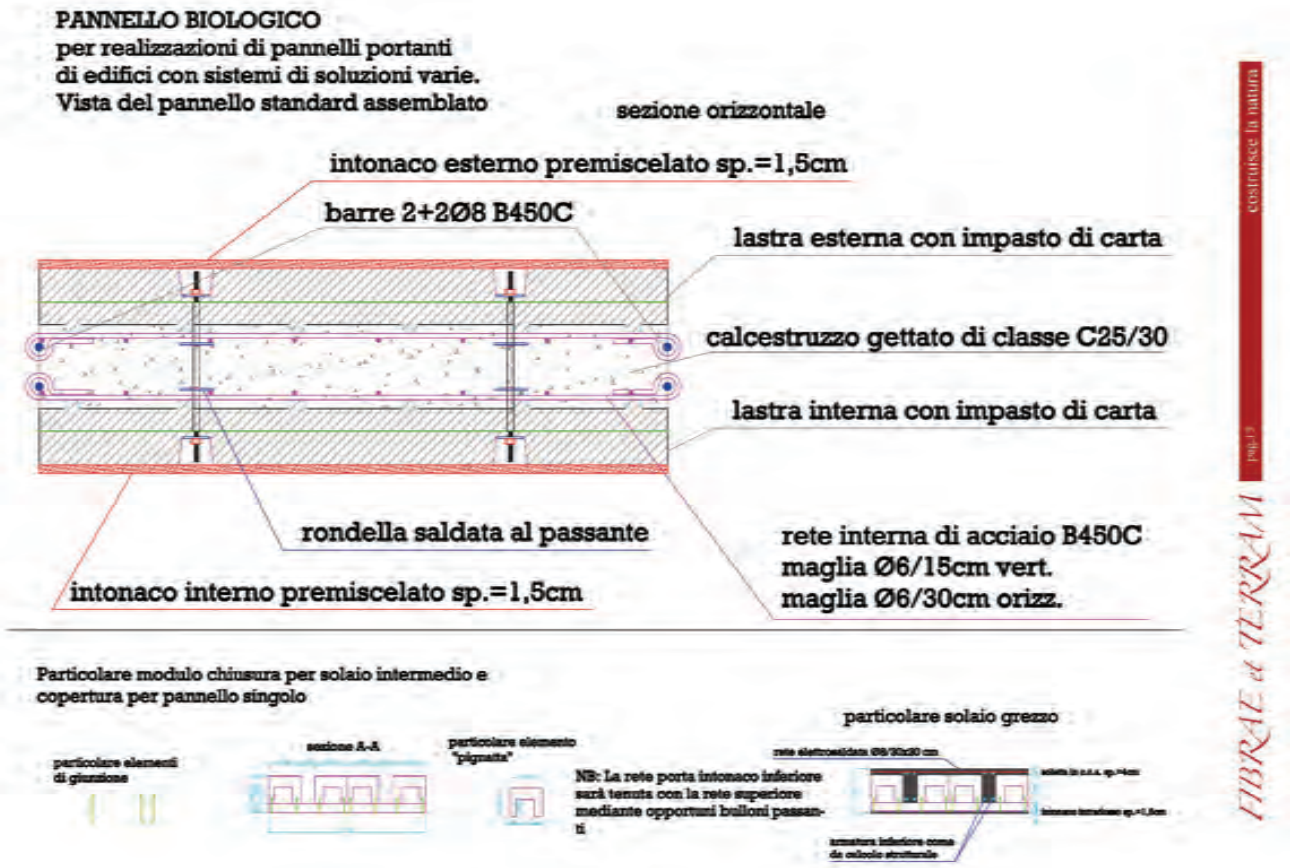
RELAZIONE TECNICA

La presente relazione tecnica di calcolo viene redatta al fine di verificare la fattibilità della struttura in oggetto, come rappresentata nell'allegato tav. 1, con pareti realizzate mediante pannelli denominati **FIBRAE ET TERRAM**. Lo spessore delle pareti ipotizzate è pari a 15cm e l'armatura interna è costituita da una doppia maglia fi6 passo 20 in verticale e passo 50 in orizzontale. A passo pari a 112cm sono disposte 2 catene verticali fi 8 trattenute solidalmente con ganci (occhielli) tali da garantire la continuità delle armature orizzontali.

Anche i solai di piano si intendono realizzati con i medesimi pannelli denominati FIBRAE ET TERRAM e sono stati considerati di spessore strutturale 21+4cm.

La struttura in esame presenta tre piani fuori terra ed è stata ipotizzata in zona sismica di prima categoria, secondo le vigenti norme tecniche italiane. Sono state condotte per via automatica le verifiche di resistenza, a taglio e di instabilità dei pannelli in condizioni statiche e sismiche.

I particolari costruttivi di disposizione delle armature e di realizzazione degli incroci parete-parete e parete-solaio si intendono conformi a quelli di cui al brevetto FIBRAE ET TERRAM.



VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DEL SISMA

Il calcolo dell'azione sismica è stato svolto per via automatica, mediante la messa a punto di un modello numerico tridimensionale agli elementi finiti che ha consentito lo sviluppo di una analisi dinamica lineare (mediante l'utilizzo del programma SISMICAD).

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Come descritto nel seguito, le sollecitazioni che verranno utilizzate per la verifica delle pareti più sollecitate saranno gli SLE rari per la verifica statica delle pareti considerando una percentuale del valore massimo di tensione per compressione e taglio e gli SLU per la verifica delle sezioni più sollecitate tramite un programma di determinazione del momento ultimo e del dominio di resistenza, quale quello del professor Ghelfi.

LA MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA

La modellazione della struttura è realizzata con il programma di calcolo strutturale SISMICAD, che nella versione più estesa è dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili. Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale fornito col pacchetto. Il programma è sostanzialmente diviso in tre moduli: un pre processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore; il solutore agli elementi finiti; un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output.

SCHEMATIZZAZIONE STRUTTURALE E CRITERI DI CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

Il programma schematizza la struttura attraverso l'introduzione nell'ordine di fondazioni, poste anche a quote diverse, platee, platee nervate, plinti e travi di fondazione poggianti tutte su suolo elastico alla Winkler, di elementi verticali, pilastri e pareti in c.a. anche con fori, di orizzontamenti costituiti da solai orizzontali e inclinati (falde), e relative travi di piano e di falda; è ammessa anche l'introduzione di elementi prismatici in c.a. di interpiano con possibilità di collegamento in inclinato a solai posti a quote diverse. I nodi strutturali possono essere connessi solo a travi, pilastri e pareti, simulando così impalcati infinitamente deformabili nel piano, oppure a elementi lastra di spessore dichiarato dall'utente simulando in tal modo impalcati a rigidezza finita.

I nodi appartenenti agli impalcati orizzontali possono essere connessi rigidamente ad uno o più nodi principali giacenti nel piano dell'impalcato; generalmente un nodo principale coincide con il baricentro delle masse. Tale opzione, oltre a ridurre significativamente i tempi di elaborazione, elimina le approssimazioni numeriche connesse all'utilizzo di elementi lastra quando si richiede l'analisi a impalcati infinitamente rigidi. Per quanto concerne i carichi, in fase di immissione dati, vengono definite, in numero a scelta dell'utente, condizioni di carico elementari le quali, in aggiunta alle azioni sismiche e variazioni termiche, vengono combinate attraverso coefficienti moltiplicativi per fornire le combinazioni richieste per le verifiche successive.

L'effetto di disassamento delle forze orizzontali, indotto ad esempio dai torcenti di piano per costruzioni in zona sismica, viene simulato attraverso l'introduzione di eccentricità planari aggiuntive le quali costituiscono ulteriori condizioni elementari di carico da cumulare e combinare secondo i criteri del paragrafo precedente.

Tipologicamente sono ammessi sulle travi e sulle pareti carichi uniformemente distribuiti e carichi trapezoidali; lungo le aste e nei nodi di incrocio delle membrature sono anche definibili componenti di forze e coppie concentrate comunque dirette nello spazio. Sono previste distribuzioni di temperatura, di intensità a scelta dell'utente, agenti anche su singole porzioni di struttura. Il calcolo delle sollecitazioni si basa sulle seguenti ipotesi e modalità: - travi e pilastri deformabili a sforzo normale, flessione deviata, taglio deviato e momento torcente. Sono previsti coefficienti riduttivi dei momenti di inerzia a scelta dell'utente per considerare la riduzione della rigidezza flessionale e torsionale per effetto della fessurazione del conglomerato cementizio.

È previsto un moltiplicatore della rigidezza assiale dei pilastri per considerare, se pure in modo approssimato, l'accorciamento dei pilastri per sforzo normale durante la costruzione. - le travi di fondazione su suolo alla Winkler sono risolte in forma chiusa tramite uno specifico elemento finito; - le pareti in c.a. sono analizzate schematizzandole come elementi lastra-piastra discretizzati

con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; - le pareti in muratura possono essere schematizzate con elementi lastra-piastra con spessore flessionale ridotto rispetto allo spessore membranale.- I plinti su suolo alla Winkler sono modellati con la introduzione di molle verticali elastoplastiche. La traslazione orizzontale a scelta dell'utente è bloccata o gestita da molle orizzontali di modulo di reazione proporzionale al verticale.

- I pali sono modellati suddividendo l'asta in più aste immerse in terreni di stratigrafia definita dall'utente. Nei nodi di divisione tra le aste vengono inserite molle assialsimmetriche elastoplastiche precaricate dalla spinta a riposo che hanno come pressione limite minima la spinta attiva e come pressione limite massima la spinta passiva modificabile attraverso opportuni coefficienti. - i plinti su pali sono modellati attraverso aste di di rigidezza elevata che collegano un punto della struttura in elevazione con le aste che simulano la presenza dei pali;- le piastre sono discretizzate in un numero finito di elementi lastra-piastra con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; nel caso di platee di fondazione i nodi sono collegati al suolo da molle aventi rigidezze alla traslazione verticale ed richiesta anche orizzontale.

- La deformabilità nel proprio piano di piani dichiarati non infinitamente rigidi e di falde (piani inclinati) può essere controllata attraverso la introduzione di elementi membranali nelle zone di solaio. - I disassamenti tra elementi asta sono gestiti automaticamente dal programma attraverso la introduzione di collegamenti rigidi locali.- Alle estremità di elementi asta è possibile inserire svincolamenti tradizionali così come cerniere parziali (che trasmettono una quota di ciò che trasmetterebbero in condizioni di collegamento rigido) o cerniere plastiche.

- Alle estremità di elementi bidimensionali è possibile inserire svincolamenti con cerniere parziali del momento flettente avente come asse il bordo dell'elemento.- Il calcolo degli effetti del sisma è condotto, a scelta dell'utente, con analisi statica lineare, con analisi dinamica modale o con analisi statica non lineare, in accordo alle varie normative adottate. Le masse, nel caso di impalcati dichiarati rigidi sono concentrate nei nodi principali di piano altrimenti vengono considerate diffuse nei nodi giacenti sull'impalcato stesso. Nel caso di analisi sismica vengono anche controllati gli spostamenti di interpiano.

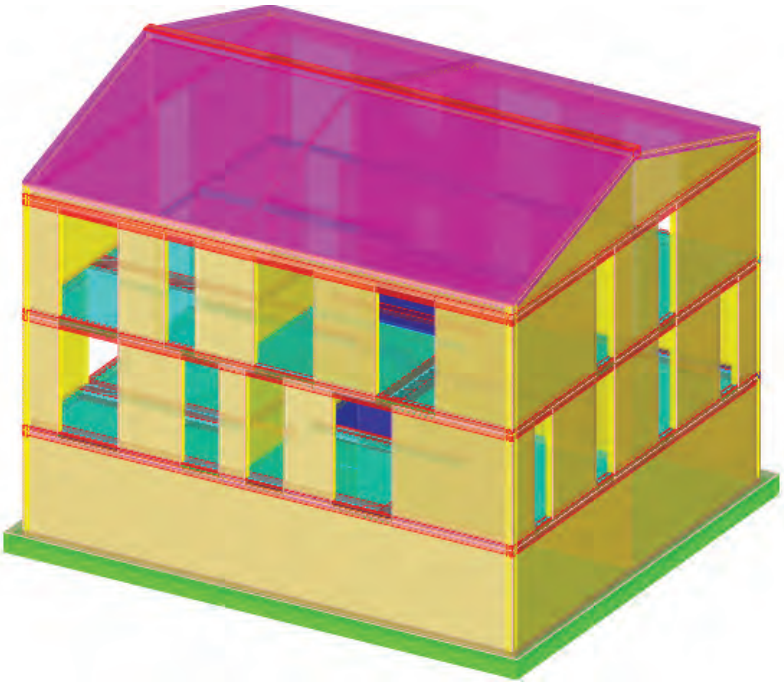
Il programma consente l'uso di materiali diversi. Sono previsti i seguenti tipi di materiale:

1 - materiale tipo cemento armato
2 - materiale tipo acciaio
3 - materiale tipo muratura
4 - materiale tipo legno

che possono essere combinati fra di loro in un unico modello che li contempli tutti insieme.

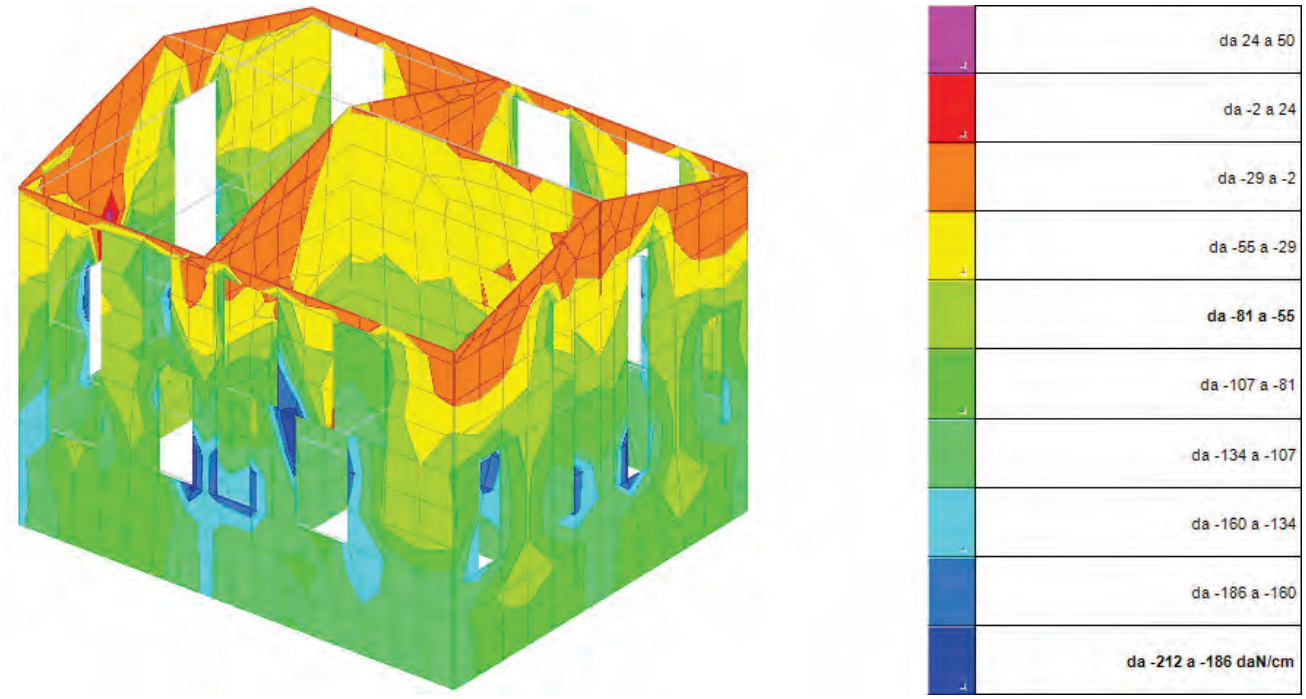
Nello specifico della modellazione della presente struttura la risoluzione verrà effettuata modellando le pareti attraverso elementi bidimensionali di spessore pari a quello della parete portante in c.a., pari a 15 cm sia per quelle perimetrali che per quelle interne.

Nelle seguenti figure è rappresentato il modello tridimensionale agli elementi finiti sviluppato mediante elaboratore, nonché i principali stati di sollecitazione degli elementi resistenti.

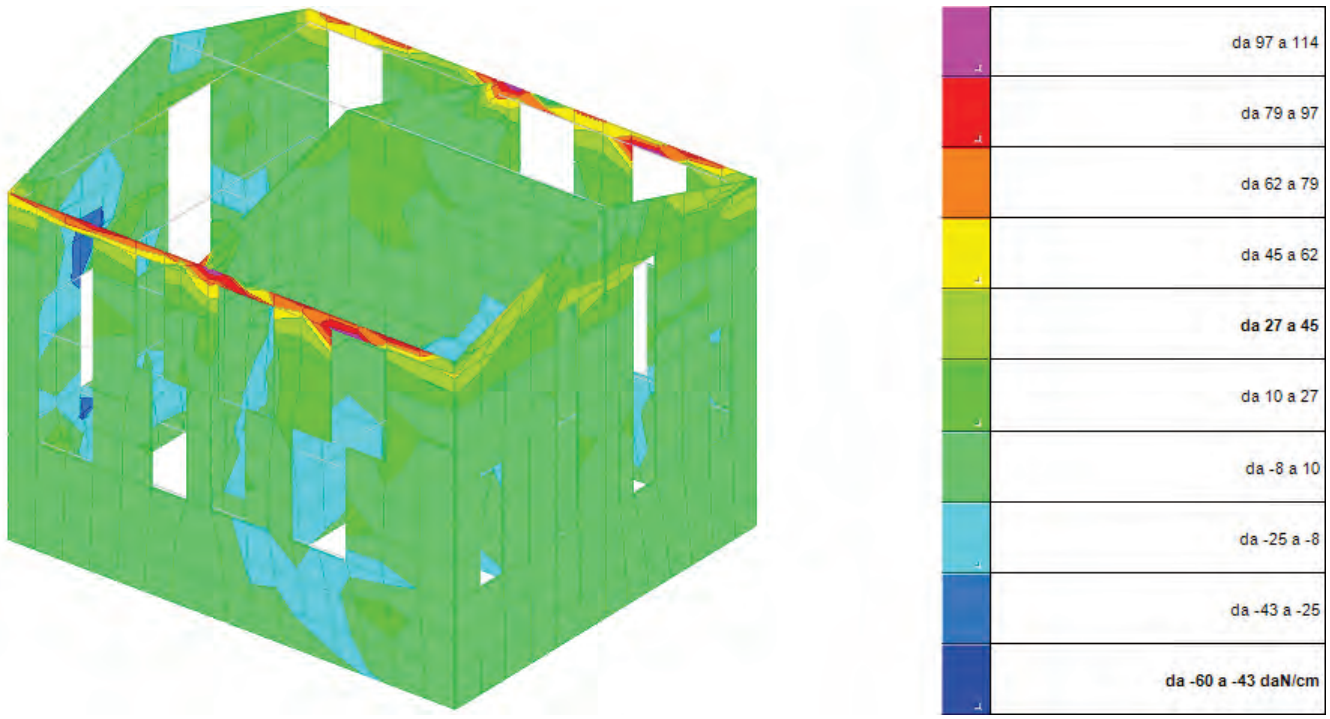


modello solido con solai (vista 1)

VISUALIZZAZIONE GRAFICA RIASSUNTIVA DELLE PRINCIPALI TENSIONI



Massime tensioni normali distribuite sulle pareti in daN/cm per la combinazione *SLV*



Massime tensioni tangenziali distribuite sulle pareti in daN/cm per la combinazione *SLV*

VERIFICA DEGLI SPOSTAMENTI DI INTERPIANO

Per le costruzioni ricadenti in classe d'uso I e II si deve verificare che l'azione sismica di progetto non produca agli elementi costruttivi senza funzione strutturale danni tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali, qualora la temporanea inagibilità sia dovuta a spostamenti eccessivi interpiano, questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLD (v. § 3.2.1 e § 3.2.3.2) siano inferiori, per l'edificio in oggetto, al limite indicato nel seguito:

a) per tamponamenti collegati rigidamente alla struttura che interferiscono con la deformabilità della stessa

$$dr < 0{,}005\ h \quad (7.3.16)$$

dove:

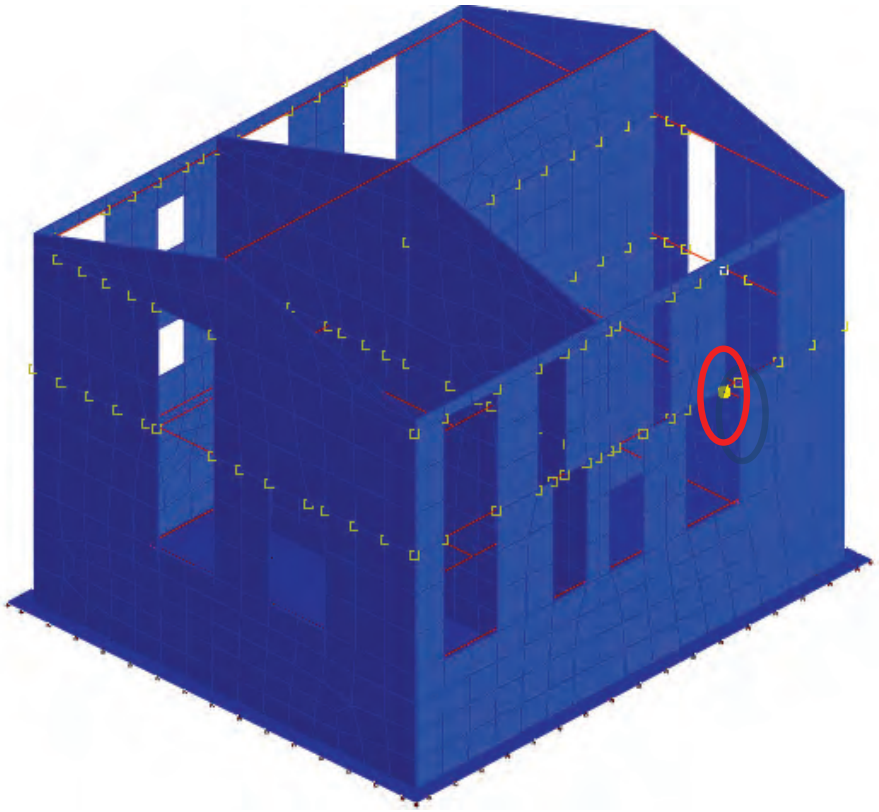
dr è lo spostamento interpiano, ovvero la differenza tra gli spostamenti al solaio superiore ed inferiore, calcolati secondo i §§ 7.3.3 o 7.3.4, h è l'altezza del piano.

Per le costruzioni ricadenti in classe d'uso III e IV si deve verificare che l'azione sismica di progetto non produca danni agli elementi costruttivi senza funzione strutturale tali da rendere temporaneamente non operativa la costruzione.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLO (v. § 3.2.1 e § 3.2.3.2) siano inferiori ai 2/3 dei limiti in precedenza indicati, sarà perciò rispettata la seguente limitazione

$$dr < 0{,}0033\ h$$

Il programma utilizzato non restituisce al momento una mappa cromatica degli spostamenti dei vari nodi, peraltro identificabili dal tabulato di calcolo, perciò si riporta una vista del modello con indicato il nodo con spostamento di interpiano maggiore, comunque inferiore al limite stabilito poc anzi per costruzioni di classe II.



Verifica degli spostamenti d'interpiano per lo SLD

Lo spostamento massimo determinato nella famiglia SLD in combinazione 8 fra i nodi 951 e 1277 risulta essere pari a 0.0014, inferiore al valore massimo da normativa per il presente caso, pari a 0.0050.

VERIFICA DI SICUREZZA STATICHE

La Sezione 4.1.11.1 del D.M.14/01/2008, riporta:
"Nelle verifiche di resistenza delle sezioni sotto sforzi normali si deve trascurare la resistenza trazione del calcestruzzo.
La misura della sicurezza si ottiene controllando che, per ogni condizione di verifica, le tensioni di compressione che insorgono nel calcestruzzo per effetto delle azioni di calcolo sotto la combinazione rara risultino minori della seguente tensione:
$\sigma_c = 0,30 f_{ck}$ *per calcestruzzo debolmente armato.*
Le verifiche a taglio si intendono soddisfatte quando le tensioni tangenziali massime valutate per combinazione rara siano inferiori al valore limite di seguito riportato:
$\tau_c = 0,25 f_{ctk}$ *per calcestruzzo debolmente armato."*
È chiaro come, in assenza di più specifiche indicazioni, tale limitazione delle tensioni sia da intendersi come applicata alla condizione "rara" di tipo "statico".
Tale ampia limitazione delle tensioni consente di garantire di ottenere calcestruzzi sufficientemente "riposati" in condizioni "statiche. Con riferimento all'azione indotta dal sisma si farà riferimento alle resistenze così dette di tipo "ultimo".
Si utilizza, per le pareti, un calcestruzzo di classe Rck 300 (daN/cm2) in cui i valori massimi della tensione di compressione e della tensione tangenziale risultano pari a:

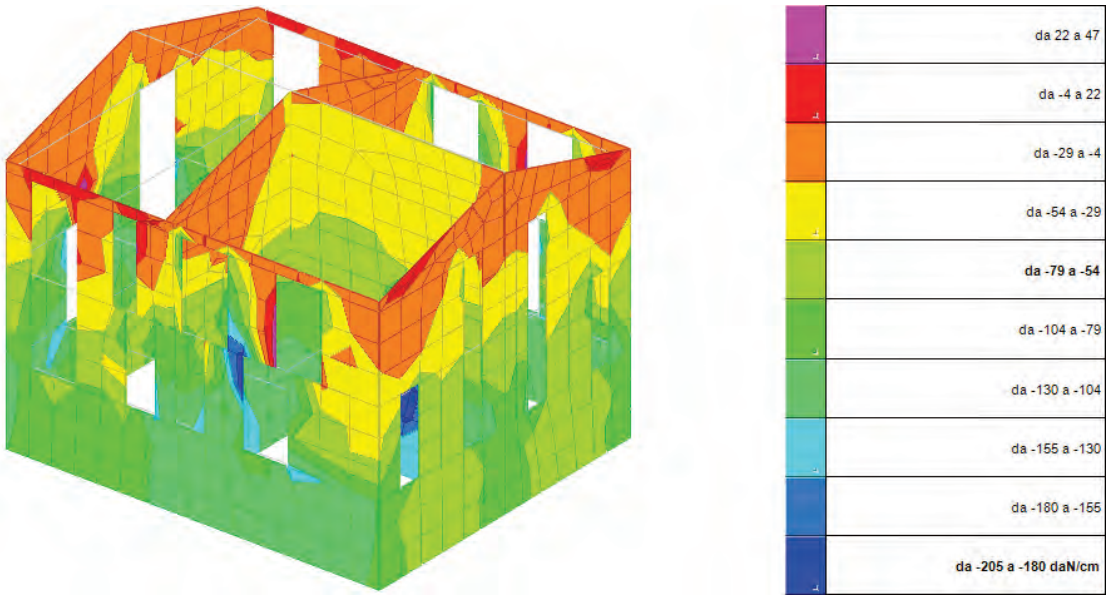
$$\sigma_c = 0,30 \cdot f_{ck} = 0,30 \cdot 249 = 74,7 \; daN/cm^2$$

$$\tau_c = 0,25 \cdot f_{ctk} = 0,25 \cdot 17,9 = 4,48 \; daN/cm^2$$

Nelle figure seguenti viene mostrato mediante mappa cromatica e tabella dei valori tale restrizione sulle tensioni.

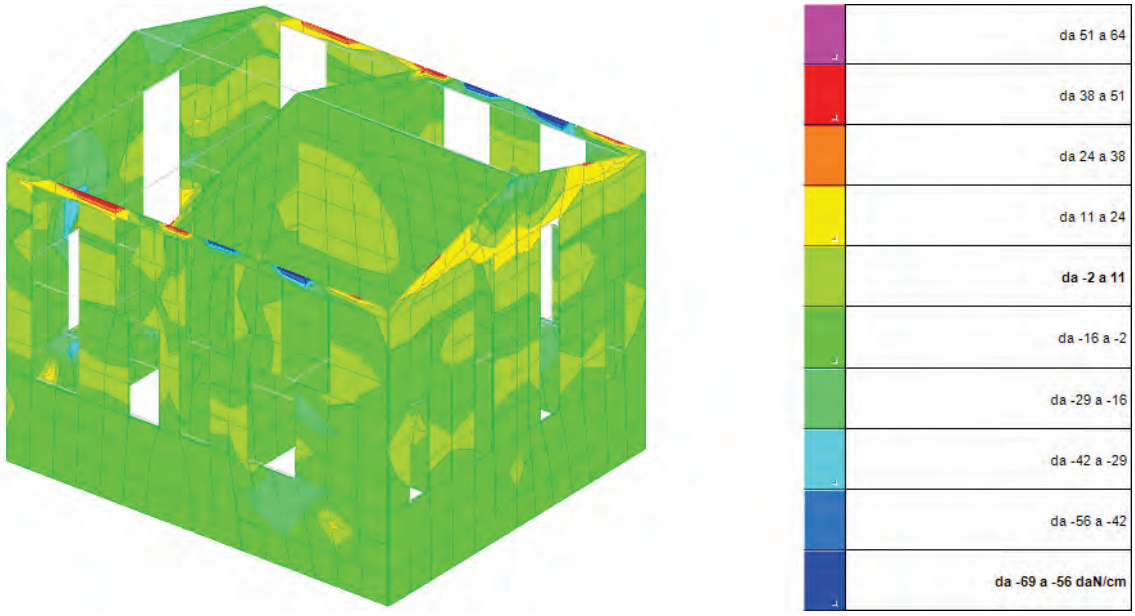
TENSIONI NORMALI E TANGENZIALI CON K = 1000

Valutiamo l'edificio nelle condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.



Massime tensioni normali distribuite sulle pareti in daN/cm per la combinazione *SLE rara* con K = 1000

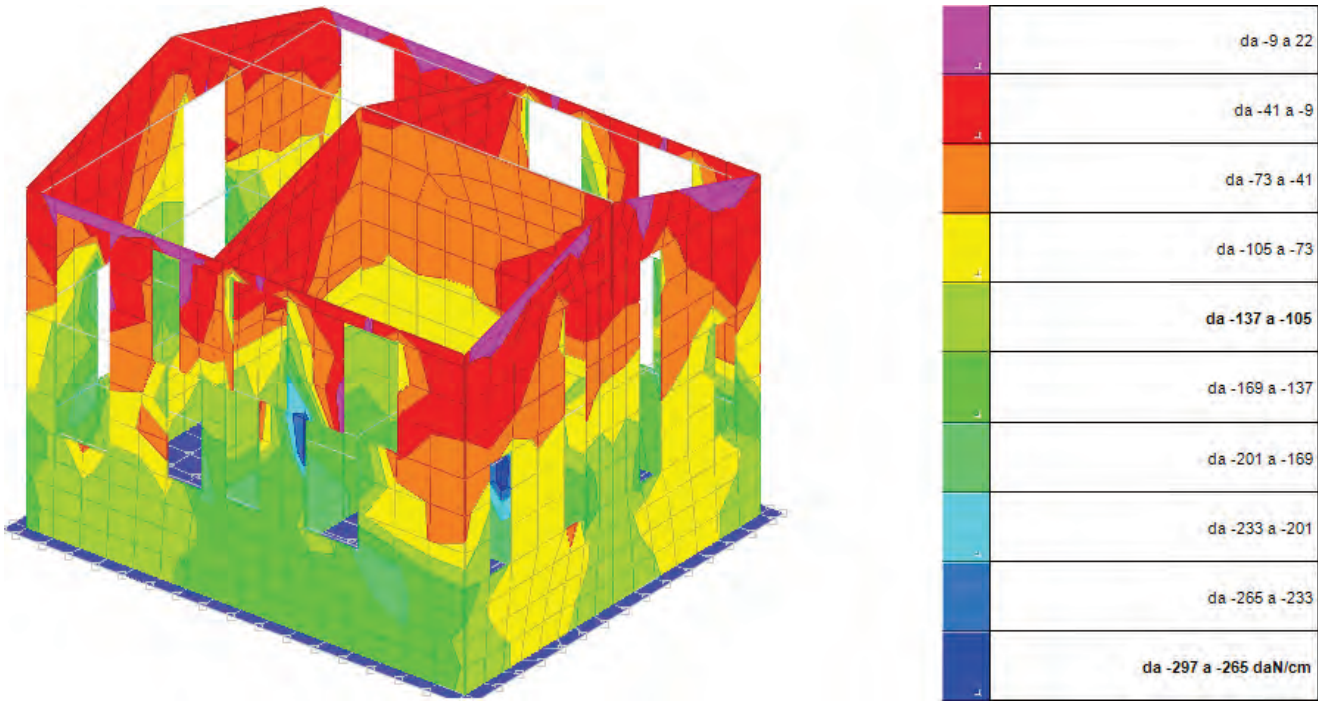
Il valore massimo che si determina risulta essere pari al valore massimo di tensione distribuita diviso per lo spessore della parete analizzata.
Nel nostro caso il valore massimo sarà pari a:
sigmac = 205/15 = 13.7 daN/cmq < 74.7 daN/cmq
che risulta verificato pur essendo addirittura valori di punta, con valori medi molto più bassi.



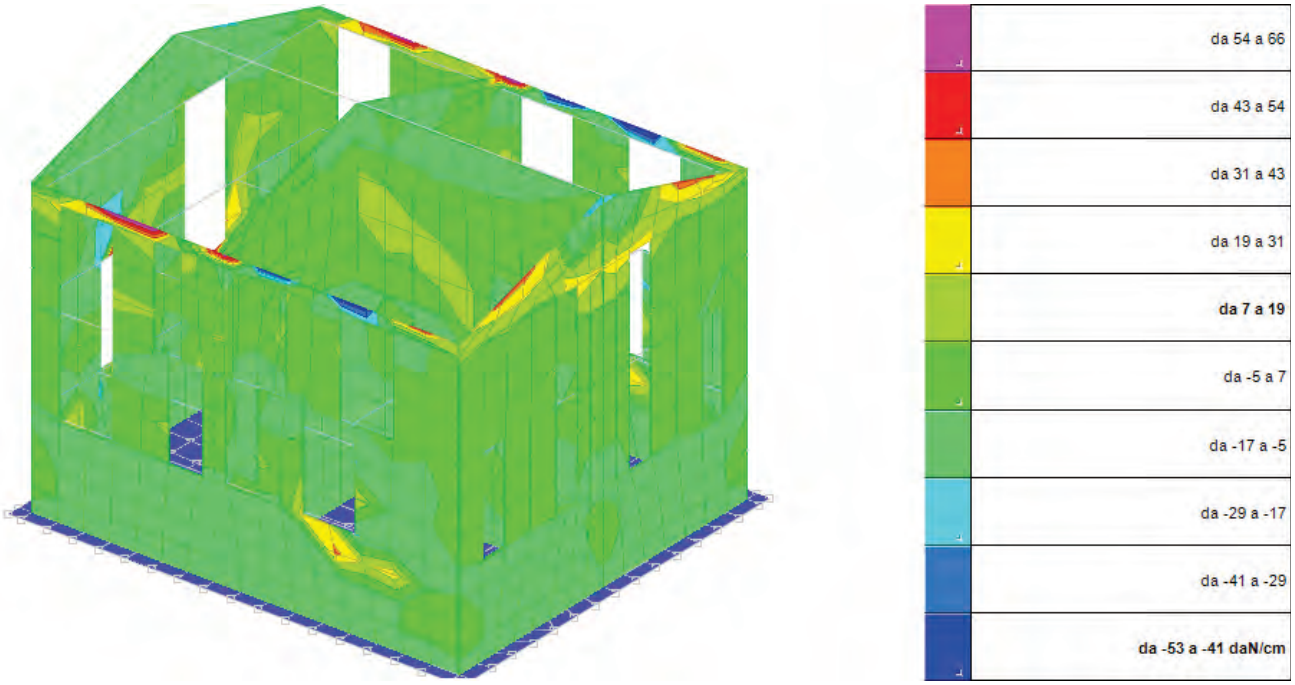
Massime tensioni tangenziali sulle pareti in daN/cm per la combinazione *SLE rara* con K = 1000

Il valore massimo che si determina risulta essere pari al valore massimo di tensione distribuita diviso per lo spessore della parete analizzata.
Nel nostro caso il valore massimo sarà pari a:
sigmac = 67/15 = 4.47 daN/cmq < 4.48 daN/cmq
che risulta verificato pur essendo addirittura valori di punta, con valori medi molto più bassi.

COLORMAP IN CONDIZIONI DINAMICHE (SLU)



Massime tensioni normali distribuite sulle pareti in daN/cm per la combinazione *SLU*



Massime tensioni tangenziali distribuite sulle pareti in daN/cm per la combinazione *SLU*

STUDI SUI COMPORTAMENTI TERMICI DELLA NOSTRA SOLUZIONE STANDARD

GLI STUDI TERMOTECNICI SONO STATI ESEGUITI DALL'ING. VERSARI ALESSANDRO DI RIMINI

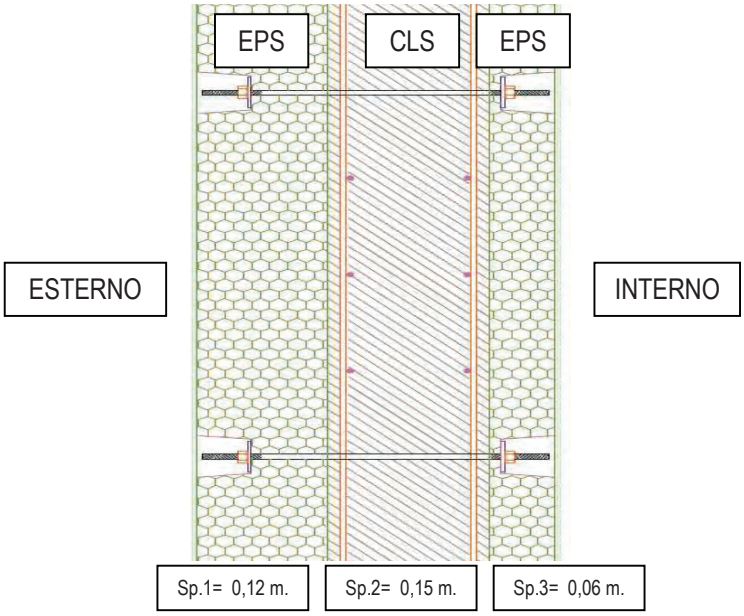
EVIDENZIAMO RISULTATI DELLE TRASMITTANZE TERMICHE, CONSUMI KW/H, CONSEGUENZE IDROMETRICHE

SONO STATI SCELTI TRE LUOGHI DIVERSI E SIGNIFICATIVI AMBURGO, MILANO E LUANDA PRENDENDO D'ESAME I PERIODI DI PROBABILE MAGGIORE CRITICITÀ

STUDIO D'INGEGNERIA & TERMOTECNICA
ENERGETICA – IDRAULICA – PREVENZIONE INCENDI – TERMOTECNICA – STUDI E RICERCHE
Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

SISTEMA COMPOSTO DA PANNELLO IN EPS LATO ESTERNO PARAMENTO IN CLS PORTANTE E PANNELLO IN EPS LATO INTERNO DOPPIO PANNELLO

DETTAGLIO DEL SISTEMA – Sezione verticale



CONDIZIONE CLIMATICA INVERNALE

Localita' Amburgo - GERMANIA

Ti	20	°C	Ti= Temperatura media interna (°C) - set point
Te	-1,4	°C	Te= Temperatura media minima esterna (°C) - Gennaio
Uri	65	%	Uri= Umidita' relativa interna (%)
Ure	85	%	Ure= Umidita' relativa esterna (%)
psi(T=20°)	2.341	Pa	psi= Pressione di saturazione del vapore d'acqua interno (Pa)
pse(T=-1,4°)	547	Pa	pse= Pressione di saturazione del vapore d'acqua esterno (Pa)
pvi	1.522	Pa	pvi= Pressione del vapore d'acqua interno (Pa)
pve	465	Pa	pve= Pressione del vapore d'acqua esterno (Pa)

LEGENDA

STUDIO D'INGEGNERIA & TERMOTECNICA
ENERGETICA – IDRAULICA – PREVENZIONE INCENDI – TERMOTECNICA – STUDI E RICERCHE
Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

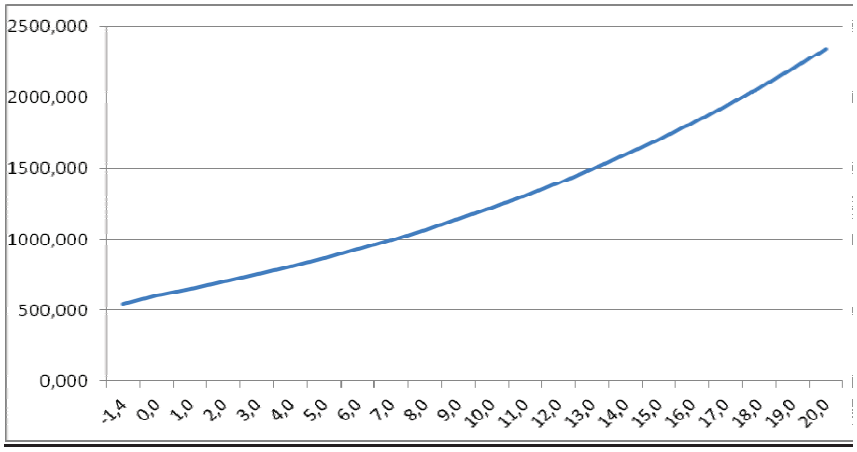
PRESSIONE DI SATURAZIONE DEL VAPORE D'ACQUA

ps= Pressione di saturazione del vapore d'acqua a temperatura assegnata (Pa)

T (°C)	ps (Pa)
-1,4	546,858
0	607,000
1	653,040
2	701,920
3	753,880
4	809,160
5	868,000
6	930,640
7	997,320
8	1068,280
9	1143,760
10	1224,000
11	1309,240
12	1399,720
13	1495,680
14	1597,360
15	1705,000
16	1818,840
17	1939,120
18	2066,080
19	2199,960
20	2341,000

Dove:

$ps(T)= 0,04*T^3 + 1,3*T^2 + 44,7*T + 607$ (Pa)



STUDIO D'INGEGNERIA & TERMOTECNICA
ENERGETICA – IDRAULICA – PREVENZIONE INCENDI – TERMOTECNICA – STUDI E RICERCHE
Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

CARATTERISTICHE TERMO-IGROMETRICHE DELLA STRUTTURA

	Spessore (m)	λ (W/mK)	perm (kg/msPa)	h (W/m²K)	Rj (m²K/W)	rj m²sPa/kg	Strato (m)	T (°C)	pv (Pa)	ps (Pa)
								-1,4	464,8	546,9
Coeff. Adduzione esterno (he)				20	5,00E-02	0	0	-1,2	464,8	556,0
Intonaco esterno	0,015	0,87	5,00E-12		1,72E-02	3,00E+09	0,015	-1,1	494,8	559,2
EPS	0,120	0,04	9,00E-12		3,00E+00	1,33E+10	0,135	12,2	628,0	1415,3
Calcestruzzo	0,150	1,35	1,88E-12		1,11E-01	7,98E+10	0,285	12,7	1425,1	1462,2
EPS	0,060	0,04	9,00E-12		1,50E+00	6,67E+09	0,345	19,3	1491,7	2240,4
Intonaco interno	0,015	0,87	5,00E-12		1,72E-02	3,00E+09	0,360	19,4	1455,0	2251,0
Coeff. Adduzione interno (hi)				7	1,43E-01	0	0,370	20,0	1455,0	2341,0
	0,36									
				0,207	**4,84**	1,06E+11				
				U	**R**	r				
				(W/m²K)	(m²K/W)	m²sPa/kg				
Q=(Ti -Te) / R	**4,42**	W/m²								
gv= (pvi-pve) / r	**9,99E-09**	kg/sm²								

Dove:

λ= conducibilita' termica del materiale (W/mK)

perm= permeabilita' al vapore del materiale (Kg/msPa)

h= coefficiente di adduzione (W/m²K)

R_j= resistenza tremica del j-esimo strato di materiale (m²K/W)

r_j= resistenza di trasporto di massa di vapore nel j-esimo strato di materiale (m²sPa/Kg)

T= temperatura di interfaccia fra materiali contigui (°C)

pv= pressione di vapore d'acqua di interfaccia fra materiali contigui (Pa)

ps= pressione di saturazione del vapore d'acqua (Pa)

U= 1/R= Trasmittanza termica della struttura (W/m²K)

R= Resistenza termica della struttura (m²K/W)

r= resistenze di trasporto di massa del vapore nei vari strati materiali (m²sPa/Kg)

Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

gv= Densità di flusso di vapore trasmesso per diffusione attraverso una parete composta da strati di materiale (Kg/sm^2)

Q= calore specifico che attraversa la struttura (W/m^2)

Considerando un edificio in pianta di 100 m^2 per cui abbiamo circa 130 m^2 di pareti esterne e circa 94 m^2 di tetto, in assenza di ponti termici e considerando l'involucro edilizio avente la trasmittanza termica calcolata, si ottiene che la quantita' di calore uscente Qtot in un'ora (1h) e' pari a 4,42 * 1 * (130+94)= 990 Wh~ 1 kWh.
Cio' significa che per riscaldare l'ambiente, al netto degli apporti di calore interni ed esterni, devo erogare con l'impianto di riscaldamento 1 kWht.

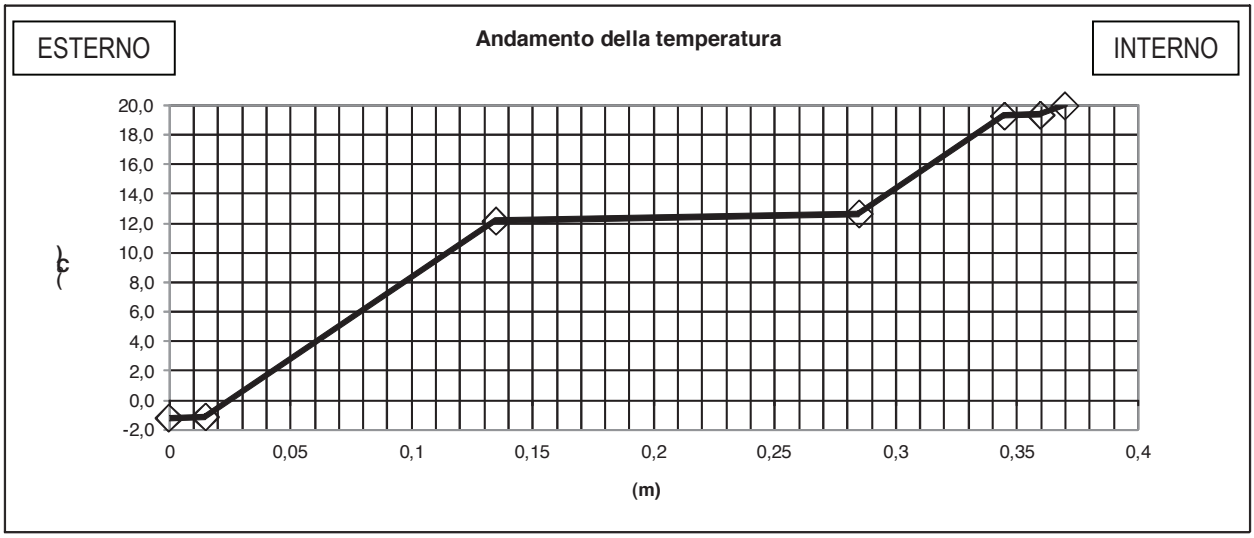
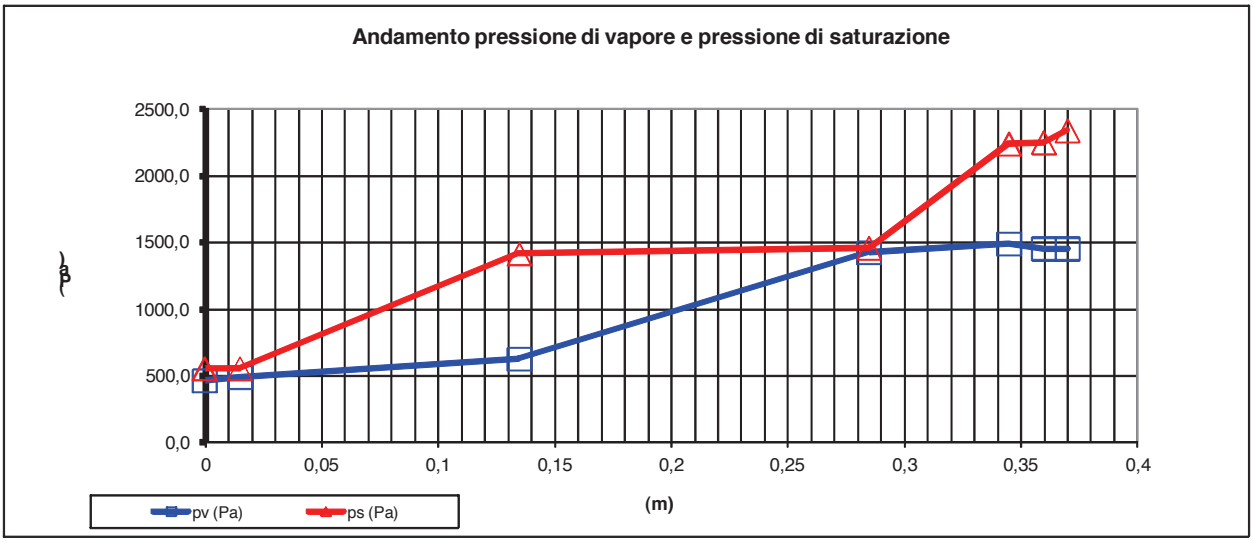


DIAGRAMMA DI GLASER



Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

Da cui si evince che nell'interfaccia EPS e calcestruzzo si ha la **formazione di condensa interstiziale.**
La quantita' totale di vapore condensato prodotto rimane comunque entro i limiti previsti dalla norma **UNI EN 15251** del seguente prospetto che fissa il limite massimo di condensa alla fine del periodo di condensazione, ovvero la fine del periodo delle stagioni invernali (autunno-inverno), con l'inizio del periodo delle stagioni piu' calde (primavera-estate).

prospetto **Quantità limite di condensa ammissibile alla fine del periodo di condensazione**

Materiale	Densità [kg/m^3]	Q_{amm} [g/m^2]
Laterizi	600 - 2 000	≤ 500
Calcestruzzi	400 - 2 400	≤ 500
Legnami e derivati	500 - 800	≤ 30 ρ d
Intonaci e malte	600 - 2 000	≤ 30 ρ d
Fibre di natura organica: con collanti resistenti all'acqua con collanti non resistenti all'acqua	 300 - 700 300 - 700	 ≤ 20 ρ d ≤ 5 ρ d
Fibre minerali	10 - 150	≤ 5 000 ρ d [λ/(1 - 1,7 λ)]
Materie plastiche cellulari	10 - 80	≤ 5 000 ρ d [λ/(1 - 1,7 λ)]
Nota d è espresso in [m] e ρ in [kg/m^3].		

Per l'isolante termico in EPS ed il calcestruzzo la formazione totale di vapore deve essere minore o uguale alle rispettive espressioni in rosso nel prospetto sopra.
La quantita' limite di vapore condensato in base ai dati della tabella "Caratteristiche termo-igrometriche della struttura" risulta essere, considerando la durata delle stagioni piu' umide pari a 6 mesi:

Gv= 9,99E-9 * (60*60*24*180) * (130+94)= 35 Kg di vapore circa

La quantita' limite di condensa che si puo' produrre nel calcestruzzo ammessa dalla norma, per la superficie dell'involucro edilizio considerato (130 m^2 di muri + 94 m^2 di copertura) è pari a:

500 * (130+94)= 112000 grammi di condensa ovvero pari a 112 Kg di condensa

Mentre la quantita' limite di condensa che si puo' produrre nell'EPS ammessa dalla norma, per la superficie dell'involucro edilizio considerato (130 m^2 di muri + 94 m^2 di copertura) è pari a:

5000 * 15 * 0,06 * (0,04/(1-1,7*0,04)) * (130+94)= 43262 grammi di vapore= 43 Kg di vapore circa.

Dove:
15 e' la densita' dell'isolante espressa in Kg/m^3 , 0,06 e' lo spessore dell'isolante lato condensa espresso in m., 0,04 e' la conducibilita' termica dell'isolante EPS.

La quantita' totale di vapore che condensa, considerando che la condensazione avvenga per meta' nell'EPS e per l'altra meta' nel calcestruzzo, si evince che dei 35/2 Kg di condensa totale, ovvero 18 Kg per ogni materiale, si ottiene una produzione che per ogni materiale è inferiore ai limiti di tabella, per cui:

Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

Gv_{cls}= 18 Kg < 112 Kg

Gv_{EPS}= 18 Kg < 43 Kg

pertanto **il fenomeno puo essere ritenuto trascurabile** in quanto scompare nell'arco del periodo delle stagioni calde in quanto tutta la condensa sara' evaporata.

VALUTAZIONE PARAMETRI DINAMICI DELLA STRUTTURA

Il calcolo e' stato condotto ai sensi della norma tecnica **UNI EN ISO 13786** e **UNI EN ISO 13788** da cui risulta:

S= spessore totale della struttura (m) = 0,36

m= massa superficiale della struttura (Kg/m^2) = 357

U= trasmittanza termica della struttura (W/m^{2}K) = 0,207

R= resistenza termica della struttura (m^{2}K/W) = 4,84

Y_{ie}= trasmittanza termica periodica (W/m^{2}K) = 0,008

f= fattore di attenuazione (-) = 0,034

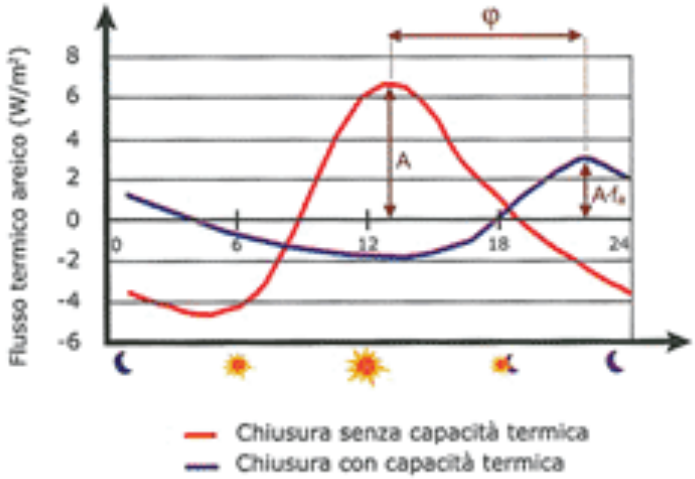
φ= sfasamento (h) = 9,48 ore

La **trasmittanza termica periodica Yie (W/m2K)** è il parametro che valuta la capacità di un elemento strutturale opaco (parete o copertura) di sfasare ed attenuare il flusso termico che la attraversa nell'arco delle ventiquattro ore, definita e determinata, secondo la norma UNI EN ISO 13786:2008.

Dalla sua definizione osserviamo come sia determinata dai seguenti due parametri:

- **fattore di attenuazione f**: è il rapporto tra il valore dell'ampiezza dell'onda termica esterna e quello dell'ampiezza dell'onda termica interna all'ambiente abitativo;
- **coefficiente di sfasamento φ**: è il ritardo espresso in termini di ore tra il picco dell'onda termica esterna e quello corrispettivo dell'onda termica interna all'ambiente abitativo.

Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com



La trasmittanza termica periodica, in sostanza, quantifica la capacità "inerziale" delle pareti o delle coperture.

Nell'ambiente abitativo l'inerzia termica si traduce in due benefici effetti durante la stagione calda: una attenuazione delle oscillazioni della temperatura rispetto a quelle della temperatura dell'ambiente esterno (che, a seconda delle condizioni climatiche, può raggiungere i 75°C) e una notevole riduzione della richiesta energetica per il raffrescamento grazie allo spostamento del picco termico nelle ore notturne.

Il comportamento inerziale ha risvolti positivi anche durante la stagione fredda: il calore proveniente dalla radiazione solare, infatti, viene accumulato durante il giorno e rilasciato durante le fredde ore notturne.

Le prestazioni in termini inerziali di una parete o di una copertura sono strettamente connesse alla sua massa superficiale: quanto questa è maggiore tanto maggiore è la sua capacità inerziale.
Gli stessi effetti possono essere raggiunti molto più convenientemente sfruttando l'isolamento termico: in questo modo è possibile ottenere gli stessi vantaggi legati al comportamento inerziale mantenendo leggere le strutture che definiscono l'ambiente abitativo.

Il Tecnico

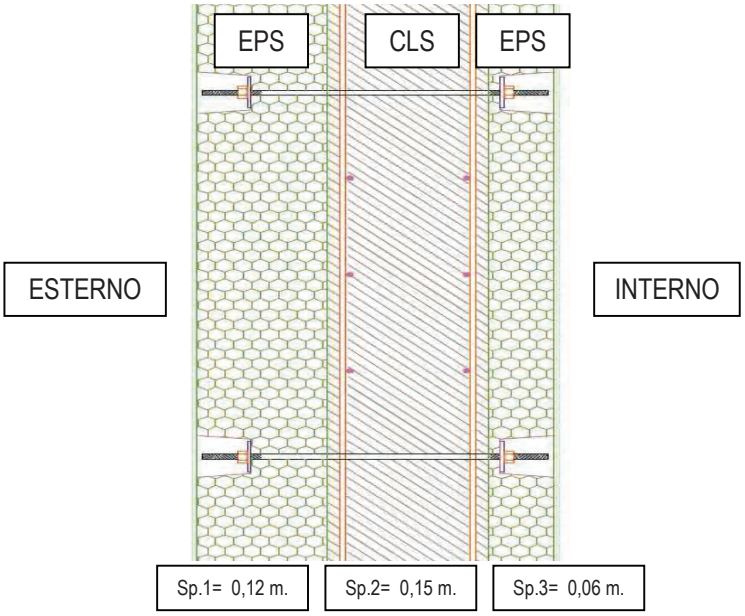
Dott. Ing. Alessandro Versari

ORDINE INGEGNERI PROV. RIMINI
DOTT. ING. ALESSANDRO VERSARI
Sezione: A
N° 782 / A
Settore: Civile Ambientale, Industriale, dell'Informazione

STUDIO D'INGEGNERIA & TERMOTECNICA
ENERGETICA – IDRAULICA – PREVENZIONE INCENDI – TERMOTECNICA – STUDI E RICERCHE
Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

SISTEMA COMPOSTO DA PANNELLO IN EPS LATO ESTERNO PARAMENTO IN CLS PORTANTE E PANNELLO IN EPS LATO INTERNO DOPPIO PANNELLO

DETTAGLIO DEL SISTEMA – Sezione verticale



CONDIZIONE CLIMATICA INVERNALE

Localita' Milano - ITALIA			LEGENDA
Ti	20	°C	Ti= Temperatura media interna (°C) - set point
Te	-1,9	°C	Te= Temperatura media minima esterna (°C) - Gennaio
Uri	65	%	Uri= Umidita' relativa interna (%)
Ure	85	%	Ure= Umidita' relativa esterna (%)
psi(T=20°)	2.341	Pa	psi= Pressione di saturazione del vapore d'acqua interno (Pa)
pse(T=-1,9°)	526	Pa	pse= Pressione di saturazione del vapore d'acqua esterno (P
pvi	1.522	Pa	pvi= Pressione del vapore d'acqua interno (Pa)
pve	448	Pa	pve= Pressione del vapore d'acqua esterno (Pa)

STUDIO D'INGEGNERIA & TERMOTECNICA
ENERGETICA – IDRAULICA – PREVENZIONE INCENDI – TERMOTECNICA – STUDI E RICERCHE
Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

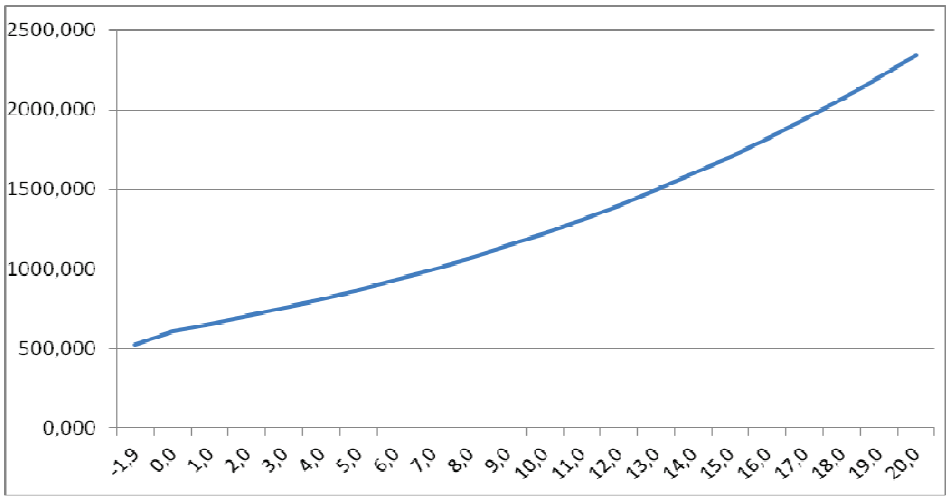
PRESSIONE DI SATURAZIONE DEL VAPORE D'ACQUA

ps= Pressione di saturazione del vapore d'acqua a temperatura assegnata (Pa)

T (°C)	ps (Pa)
-1,9	526,489
0	607,000
1	653,040
2	701,920
3	753,880
4	809,160
5	868,000
6	930,640
7	997,320
8	1068,280
9	1143,760
10	1224,000
11	1309,240
12	1399,720
13	1495,680
14	1597,360
15	1705,000
16	1818,840
17	1939,120
18	2066,080
19	2199,960
20	2341,000

Dove:

$ps(T)= 0,04*T^3 + 1,3*T^2 + 44,7*T + 607$ (Pa)



STUDIO D'INGEGNERIA & TERMOTECNICA
ENERGETICA – IDRAULICA – PREVENZIONE INCENDI – TERMOTECNICA – STUDI E RICERCHE
Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

CARATTERISTICHE TERMO-IGROMETRICHE DELLA STRUTTURA

	Spessore (m)	λ (W/mK)	perm (kg/msPa)	h (W/m²K)	Rj (m²K/W)	rj m²sPa/kg	Strato (m)	T (°C)	pv (Pa)	ps (Pa)
								-1,9	447,5	526,5
Coeff. Adduzione esterno (he)				20	5,00E-02	0	0	-1,7	447,5	535,6
Intonaco esterno	0,015	0,87	5,00E-12		1,72E-02	3,00E+09	0,015	-1,6	478,0	538,8
EPS	0,120	0,04	9,00E-12		3,00E+00	1,33E+10	0,135	12,0	613,4	1398,1
Calcestruzzo	0,150	1,35	1,88E-12		1,11E-01	7,98E+10	0,285	12,5	1423,5	1445,7
EPS	0,060	0,04	9,00E-12		1,50E+00	6,67E+09	0,345	19,3	1491,2	2238,1
Intonaco interno	0,015	0,87	5,00E-12		1,72E-02	3,00E+09	0,360	19,4	1454,0	2249,0
Coeff. Adduzione interno (hi)				7	1,43E-01	0	0,370	20,0	1454,0	2341,0
	0,36									
				0,207	**4,84**	1,06E+11				
				U	**R**	r				
				(W/m²K)	(m²K/W)	m²sPa/kg				
Q=(Ti -Te) / R	**4,53**	W/m²								
gv= (pvi-pve) / r	**1,02E-08**	kg/sm²								

Dove:

λ= conducibilita' termica del materiale (W/mK)

perm= permeabilita' al vapore del materiale (Kg/msPa)

h= coefficiente di adduzione (W/m²K)

R_j= resistenza tremica del j-esimo strato di materiale (m²K/W)

r_j= resistenza di trasporto di massa di vapore nel j-esimo strato di materiale (m²sPa/Kg)

T= temperatura di interfaccia fra materiali contigui (°C)

pv= pressione di vapore d'acqua di interfaccia fra materiali contigui (Pa)

ps= pressione di saturazione del vapore d'acqua (Pa)

U= 1/R= Trasmittanza termica della struttura (W/m²K)

R= Resistenza termica della struttura (m²K/W)

r= resistenze di trasporto di massa del vapore nei vari strati materiali (m²sPa/Kg)

Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

gv= Densità di flusso di vapore trasmesso per diffusione attraverso una parete composta da strati di materiale (Kg/sm^2)

Q= calore specifico che attraversa la struttura (W/m^2)

Considerando un edificio in pianta di 100 m^2 per cui abbiamo circa 130 m^2 di pareti esterne e circa 94 m^2 di tetto, in assenza di ponti termici e considerando l'involucro edilizio avente la trasmittanza termica calcolata, si ottiene che la quantita' di calore uscente Qtot in un'ora (1h) e' pari a 4,53 * 1 * (130+94)= 1015 Wh~ 1 kWh.
Cio' significa che per riscaldare l'ambiente, al netto degli apporti di calore interni ed esterni, devo erogare con l'impianto di riscaldamento 1 kWht.

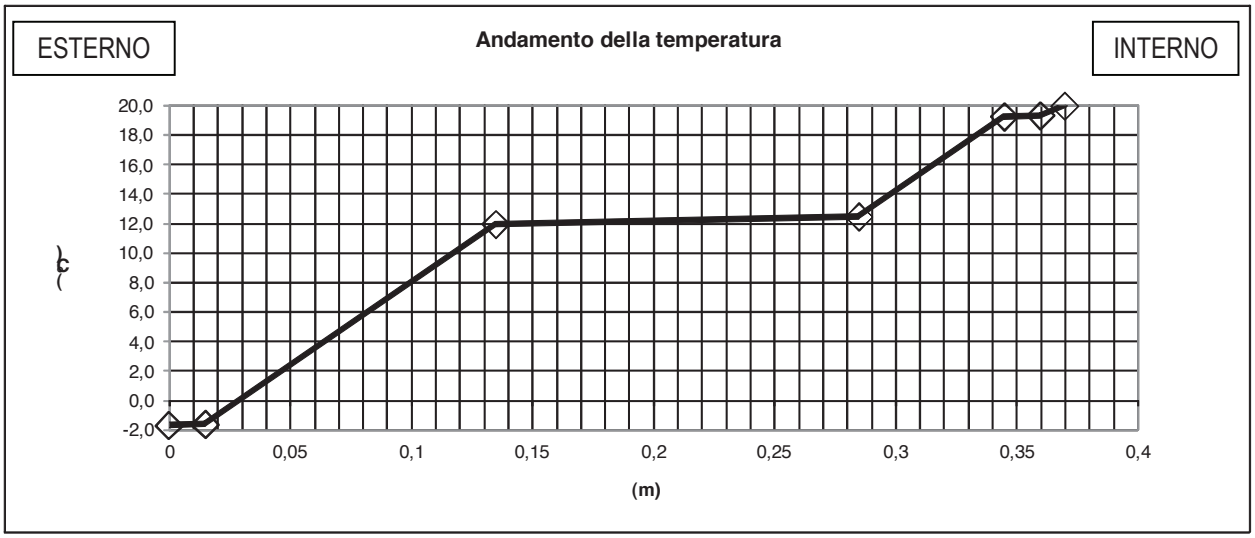
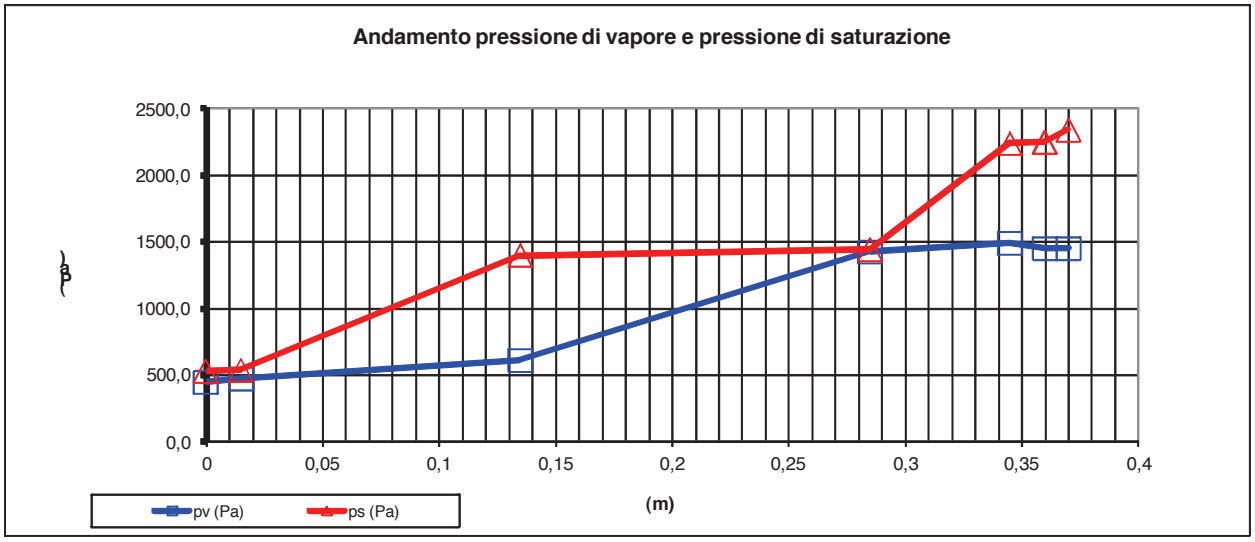


DIAGRAMMA DI GLASER



Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

Da cui si evince che nell'interfaccia EPS e calcestruzzo si ha la **formazione di condensa interstiziale.**
La quantita' totale di vapore condensato prodotto rimane comunque entro i limiti previsti dalla norma **UNI EN 15251** del seguente prospetto che fissa il limite massimo di condensa alla fine del periodo di condensazione, ovvero la fine del periodo delle stagioni invernali (autunno-inverno), con l'inizio del periodo delle stagioni piu' calde (primavera-estate).

prospetto **Quantità limite di condensa ammissibile alla fine del periodo di condensazione**

Materiale	Densità [kg/m^3]	Q_{amm} [g/m^2]
Laterizi	600 - 2 000	≤ 500
Calcestruzzi	400 - 2 400	≤ 500
Legnami e derivati	500 - 800	≤ 30 ρ d
Intonaci e malte	600 - 2 000	≤ 30 ρ d
Fibre di natura organica: con collanti resistenti all'acqua con collanti non resistenti all'acqua	 300 - 700 300 - 700	 ≤ 20 ρ d ≤ 5 ρ d
Fibre minerali	10 - 150	≤ 5 000 ρ d [λ/(1 - 1,7 λ)]
Materie plastiche cellulari	10 - 80	≤ 5 000 ρ d [λ/(1 - 1,7 λ)]
Nota d è espresso in [m] e ρ in [kg/m^3].		

Per l'isolante termico in EPS ed il calcestruzzo la formazione totale di vapore deve essere minore o uguale alle rispettive espressioni in rosso nel prospetto sopra.
La quantita' limite di vapore condensato in base ai dati della tabella "Caratteristiche termo-igrometriche della struttura" risulta essere, considerando la durata delle stagioni piu' umide pari a 6 mesi:

Gv= 1,02E-8 * (60*60*24*180) * (130+94)= 36 Kg di vapore circa

La quantita' limite di condensa che si puo' produrre nel calcestruzzo ammessa dalla norma, per la superficie dell'involucro edilizio considerato (130 m^2 di muri + 94 m^2 di copertura) è pari a:

500 * (130+94)= 112000 grammi di condensa ovvero pari a 112 Kg di condensa

Mentre la quantita' limite di condensa che si puo' produrre nell'EPS ammessa dalla norma, per la superficie dell'involucro edilizio considerato (130 m^2 di muri + 94 m^2 di copertura) è pari a:

5000 * 15 * 0,06 * (0,04/(1-1,7*0,04)) * (130+94)= 43262 grammi di vapore= 43 Kg di vapore circa.

Dove:
15 e' la densita' dell'isolante espressa in Kg/m^3 , 0,06 e' lo spessore dell'isolante lato condensa espresso in m., 0,04 e' la conducibilita' termica dell'isolante EPS.

La quantita' totale di vapore che condensa, considerando che la condensazione avvenga per meta' nell'EPS e per l'altra meta' nel calcestruzzo, si evince che dei 36/2 Kg di condensa totale, ovvero 18 Kg per ogni materiale, si ottiene una produzione che per ogni materiale è inferiore ai limiti di tabella, per cui:

Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

Gv_{cls}= 18 Kg < 112 Kg

Gv_{EPS}= 18 Kg < 43 Kg

pertanto **il fenomeno puo essere ritenuto trascurabile** in quanto scompare nell'arco del periodo delle stagioni calde in quanto tutta la condensa sara' evaporata.

VALUTAZIONE PARAMETRI DINAMICI DELLA STRUTTURA

Il calcolo e' stato condotto ai sensi della norma tecnica **UNI EN ISO 13786** e **UNI EN ISO 13788** da cui risulta:

S= spessore totale della struttura (m) = 0,36

m= massa superficiale della struttura (Kg/m^2) = 357

U= trasmittanza termica della struttura (W/m^{2}K) = 0,207

R= resistenza termica della struttura (m^{2}K/W) = 4,84

Y_{ie}= trasmittanza termica periodica (W/m^{2}K) = 0,008

f= fattore di attenuazione (-) = 0,034

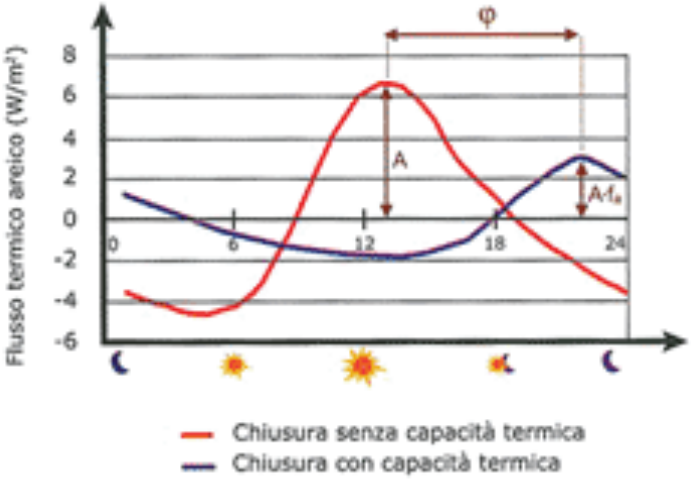
φ= sfasamento (h) = 9,48 ore

La **trasmittanza termica periodica Yie (W/m2K)** è il parametro che valuta la capacità di un elemento strutturale opaco (parete o copertura) di sfasare ed attenuare il flusso termico che la attraversa nell'arco delle ventiquattro ore, definita e determinata, secondo la norma UNI EN ISO 13786:2008.

Dalla sua definizione osserviamo come sia determinata dai seguenti due parametri:

- **fattore di attenuazione f**: è il rapporto tra il valore dell'ampiezza dell'onda termica esterna e quello dell'ampiezza dell'onda termica interna all'ambiente abitativo;
- **coefficiente di sfasamento φ**: è il ritardo espresso in termini di ore tra il picco dell'onda termica esterna e quello corrispettivo dell'onda termica interna all'ambiente abitativo.

Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com



La trasmittanza termica periodica, in sostanza, quantifica la capacità "inerziale" delle pareti o delle coperture.

Nell'ambiente abitativo l'inerzia termica si traduce in due benefici effetti durante la stagione calda: una attenuazione delle oscillazioni della temperatura rispetto a quelle della temperatura dell'ambiente esterno (che, a seconda delle condizioni climatiche, può raggiungere i 75°C) e una notevole riduzione della richiesta energetica per il raffrescamento grazie allo spostamento del picco termico nelle ore notturne.

Il comportamento inerziale ha risvolti positivi anche durante la stagione fredda: il calore proveniente dalla radiazione solare, infatti, viene accumulato durante il giorno e rilasciato durante le fredde ore notturne.

Le prestazioni in termini inerziali di una parete o di una copertura sono strettamente connesse alla sua massa superficiale: quanto questa è maggiore tanto maggiore è la sua capacità inerziale.
Gli stessi effetti possono essere raggiunti molto più convenientemente sfruttando l'isolamento termico: in questo modo è possibile ottenere gli stessi vantaggi legati al comportamento inerziale mantenendo leggere le strutture che definiscono l'ambiente abitativo.

Il Tecnico

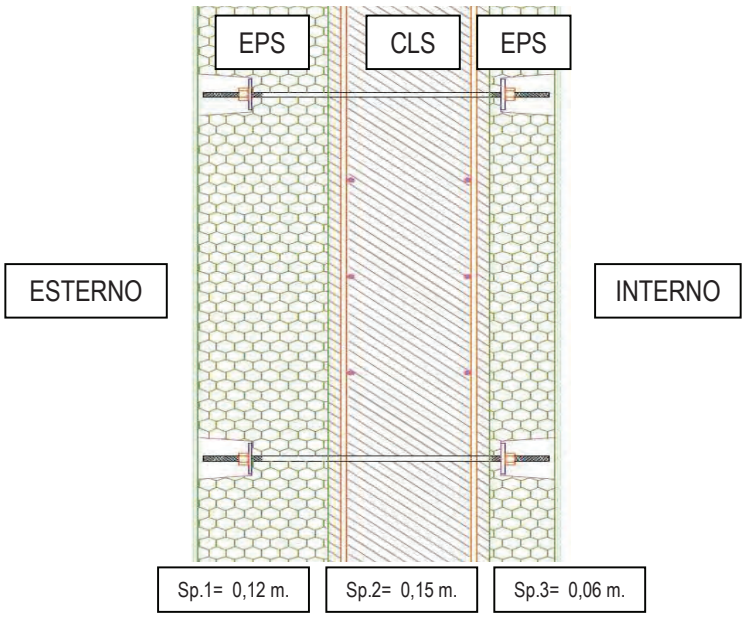
Dott. Ing. Alessandro Versari

ORDINE INGEGNERI PROV. RIMINI
DOTT. ING.
ALESSANDRO VERSARI
Sezione: A
N° 782 / A
Settore: Civile Ambientale, Industriale, dell'Informazione

STUDIO D'INGEGNERIA & TERMOTECNICA
ENERGETICA – IDRAULICA – PREVENZIONE INCENDI – TERMOTECNICA – STUDI E RICERCHE
Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

SOLUZIONE IV
SISTEMA COMPOSTO DA PANNELLO IN EPS LATO ESTERNO PARAMENTO IN CLS PORTANTE E PANNELLO IN EPS LATO INTERNO DOPPIO PANNELLO

DETTAGLIO DEL SISTEMA – Sezione verticale



CONDIZIONE CLIMATICA ESTIVA

Localita' Luanda - ANGOLA			**LEGENDA**
Ti	24	°C	Ti= Temperatura media interna (°C) - set point
Te	33	°C	Te= Temperatura massima esterna (°C)
Uri	60	%	Uri= Umidita' relativa interna (%)
Ure	80	%	Ure= Umidita' relativa esterna (%)
psi(T=24°)	2.982	Pa	psi= Pressione di saturazione del vapore d'acqua interno (Pa)
pse(T=33°)	4.935	Pa	pse= Pressione di saturazione del vapore d'acqua esterno (Pa)
pvi	1.789	Pa	pvi= Pressione del vapore d'acqua interno (Pa)
pve	3.948	Pa	pve= Pressione del vapore d'acqua esterno (Pa)

STUDIO D'INGEGNERIA & TERMOTECNICA
ENERGETICA – IDRAULICA – PREVENZIONE INCENDI – TERMOTECNICA – STUDI E RICERCHE
Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

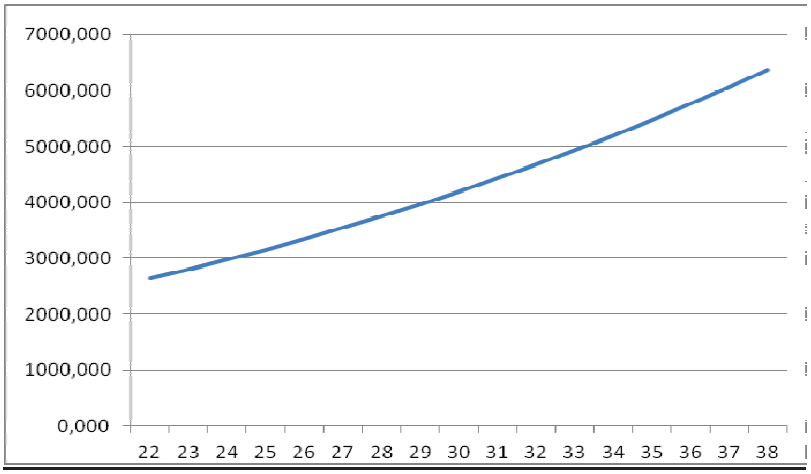
PRESSIONE DI SATURAZIONE DEL VAPORE D'ACQUA

ps= Pressione di saturazione del vapore d'acqua a temperatura assegnata (Pa)

T (°C)	ps (Pa)
22	2645,520
23	2809,480
24	2981,560
25	3162,000
26	3351,040
27	3548,920
28	3755,880
29	3972,160
30	4198,000
31	4433,640
32	4679,320
33	4935,280
34	5201,760
35	5479,000
36	5767,240
37	6066,720
38	6377,680

Dove:

$ps(T)= 0,04*T^3 + 1,3*T^2 + 44,7*T + 607$ (Pa)



STUDIO D'INGEGNERIA & TERMOTECNICA
ENERGETICA – IDRAULICA – PREVENZIONE INCENDI – TERMOTECNICA – STUDI E RICERCHE
Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

CARATTERISTICHE TERMO-IGROMETRICHE DELLA STRUTTURA

	Spessore (m)	λ (W/mK)	perm (kg/msPa)	h (W/m²K)	Rj (m²K/W)	rj m²sPa/kg	Strato (m)	T (°C)	pv (Pa)	ps (Pa)
								33,0	3948,2	4935,3
Coeff. Adduzione esterno (he)				20	5,00E-02	0	0	32,9	3948,2	4911,0
Intonaco esterno	0,015	0,87	5,00E-12		1,72E-02	3,00E+09	0,015	32,9	3882,9	4902,7
EPS	0,120	0,04	9,00E-12		3,00E+00	1,33E+10	0,135	27,3	3592,4	3608,9
Calcestruzzo	0,150	1,35	1,88E-12		1,11E-01	7,98E+10	0,285	27,1	1854,3	3566,8
EPS	0,060	0,04	9,00E-12		1,50E+00		0,345	24,3	1854,3	3034,4
Intonaco interno	0,015	0,87	5,00E-12		1,72E-02	3,00E+09	0,360	24,3	1788,9	3028,7
Coeff. Adduzione interno (hi)				7	1,43E-01	0	0,370	24,0	1788,9	2981,6
	0,36									
				0,207	**4,84**	9,91E+10				
				U	**R**	r				
				(W/m²K)	(m²K/W)	m²sPa/kg				
Q=(Ti -Te) / R	**-1,86**	W/m²								
gv= (pvi-pve) / r	**-2,18E-08**	kg/sm²								

Dove:

λ= conducibilita' termica del materiale (W/mK)

perm= permeabilita' al vapore del materiale (Kg/msPa)

h= coefficiente di adduzione (W/m²K)

R_j= resistenza tremica del j-esimo strato di materiale (m²K/W)

r_j= resistenza di trasporto di massa di vapore nel j-esimo strato di materiale (m²sPa/Kg)

T= temperatura di interfaccia fra materiali contigui (°C)

pv= pressione di vapore d'acqua di interfaccia fra materiali contigui (Pa)

ps= pressione di saturazione del vapore d'acqua (Pa)

U= 1/R= Trasmittanza termica della struttura (W/m²K)

R= Resistenza termica della struttura (m²K/W)

r= resistenze di trasporto di massa del vapore nei vari strati materiali (m²sPa/Kg)

Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

gv= Densità di flusso di vapore trasmesso per diffusione attraverso una parete composta da strati di materiale (Kg/sm^2)

Q= calore specifico che attraversa la struttura (W/m^2)

Considerando un edificio in pianta di 100 m^2 per cui abbiamo circa 130 m^2 di pareti esterne e circa 94 m^2 di tetto, in assenza di ponti termici e considerando l'involucro edilizio avente la trasmittanza termica calcolata, si ottiene che la quantita' di calore entrante Qtot in un'ora (1h) e' pari a 1,86 * 1 * (130+94)= 417 Wh~ 0,4 kWh. Cio' significa che per raffreddare l'ambiente, al netto degli apporti di calore interni ed esterni, devo erogare con l'impianto di raffrescamento 0,4 kWhf.

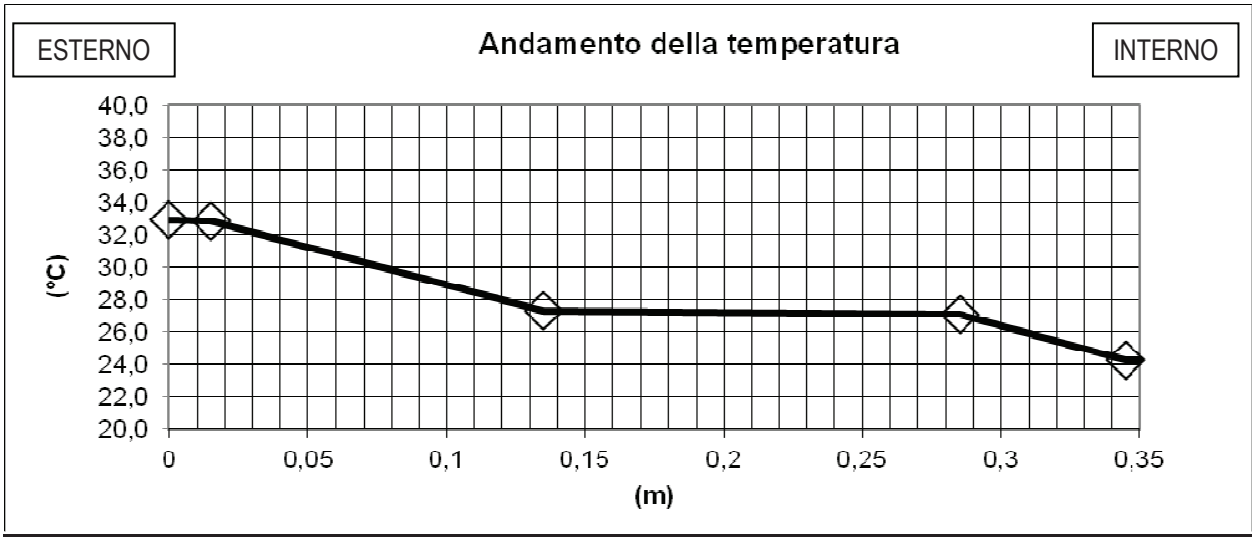
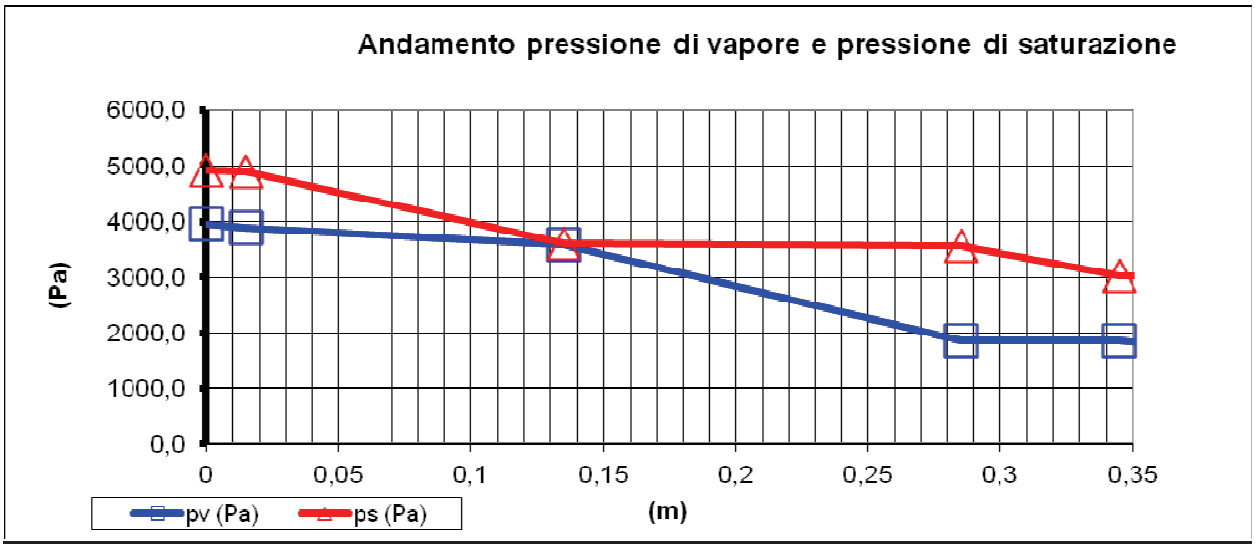


DIAGRAMMA DI GLASER



Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

Da cui si evince che nell'interfaccia EPS e calcestruzzo si ha la **formazione di condensa interstiziale.**
La quantita' totale di vapore condensato prodotto rimane comunque entro i limiti previsti dalla norma **UNI EN 15251** del seguente prospetto che fissa il limite massimo di condensa alla fine del periodo di condensazione, ovvero la fine del periodo delle stagioni umide (periodo delle piogge), con l'inizio del periodo delle stagioni secche.

prospetto **Quantità limite di condensa ammissibile alla fine del periodo di condensazione**

Materiale	Densità [kg/m^3]	Q_{amm} [g/m^2]
Laterizi	600 - 2 000	≤ 500
Calcestruzzi	400 - 2 400	≤ 500
Legnami e derivati	500 - 800	≤ 30 ρ d
Intonaci e malte	600 - 2 000	≤ 30 ρ d
Fibre di natura organica: con collanti resistenti all'acqua con collanti non resistenti all'acqua	 300 - 700 300 - 700	 ≤ 20 ρ d ≤ 5 ρ d
Fibre minerali	10 - 150	≤ 5 000 ρ d [λ/(1 - 1,7 λ)]
Materie plastiche cellulari	10 - 80	≤ 5 000 ρ d [λ/(1 - 1,7 λ)]
Nota d è espresso in [m] e ρ in [kg/m^3].		

Per l'isolante termico in EPS ed il calcestruzzo la formazione totale di vapore deve essere minore o uguale alle rispettive espressioni in rosso nel prospetto sopra.
La quantita' limite di vapore condensato in base ai dati della tabella "Caratteristiche termo-igrometriche della struttura" risulta essere, considerando la durata delle stagioni umide pari a 6 mesi:

Gv= 2,18E-8 * (60*60*24*180) * (130+94)= 76 Kg di vapore

La quantita' limite di condensa che si puo' produrre nel calcestruzzo ammessa dalla norma, per la superficie dell'involucro edilizio considerato (130 m^2 di muri + 94 m^2 di copertura) è pari a:

500 * (130+94)= 112000 grammi di condensa ovvero pari a 112 Kg di condensa

Mentre la quantita' limite di condensa che si puo' produrre nell'EPS ammessa dalla norma, per la superficie dell'involucro edilizio considerato (130 m^2 di muri + 94 m^2 di copertura) è pari a:

5000 * 15 * 0,12 * (0,04/(1-1,7*0,04)) * (130+94)= 86524 grammi di vapore= 87 Kg di vapore circa.

Dove:
15 e' la densita' dell'isolante espressa in Kg/m^3 , 0,12 e' lo spessore dell'isolante lato condensa, espresso in m., 0,04 e' la conducibilita' termica dell'isolante EPS.

La quantita' totale di vapore che condensa, considerando che la condensazione avvenga per meta' nell'EPS e per l'altra meta' nel calcestruzzo, si evince che dei 76/2 Kg di condensa totale, ovvero 38 Kg per ogni materiale, si ottiene una produzione che per ogni materiale è inferiore ai limiti di tabella, per cui:

Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com

Gv_{cls}= 38 Kg < 112 Kg

Gv_{EPS}= 38 Kg < 87 Kg

pertanto **il fenomeno puo essere ritenuto trascurabile** in quanto scompare nell'arco del periodo della stagione secca in quanto tutta la condensa sara' evaporata.

VALUTAZIONE PARAMETRI DINAMICI DELLA STRUTTURA

Il calcolo e' stato condotto ai sensi della norma tecnica **UNI EN ISO 13786** e **UNI EN ISO 13788** da cui risulta:

S= spessore totale della struttura (m) = 0,36

m= massa superficiale della struttura (Kg/m^2) = 357

U= trasmittanza termica della struttura (W/m^{2}K) = 0,207

R= resistenza termica della struttura (m^{2}K/W) = 4,84

Y_{ie}= trasmittanza termica periodica (W/m^{2}K) = 0,008

f= fattore di attenuazione (-) = 0,034

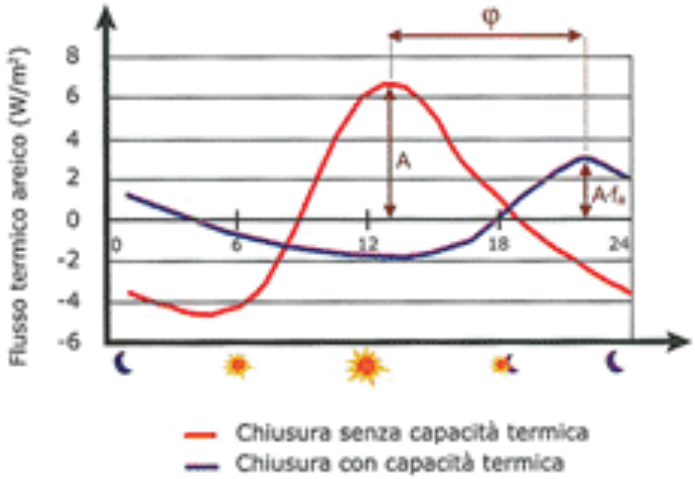
φ= sfasamento (h) = 9,48 ore

La **trasmittanza termica periodica Yie (W/m2K)** è il parametro che valuta la capacità di un elemento strutturale opaco (parete o copertura) di sfasare ed attenuare il flusso termico che la attraversa nell'arco delle ventiquattro ore, definita e determinata, secondo la norma UNI EN ISO 13786:2008.

Dalla sua definizione osserviamo come sia determinata dai seguenti due parametri:

- **fattore di attenuazione f**: è il rapporto tra il valore dell'ampiezza dell'onda termica esterna e quello dell'ampiezza dell'onda termica interna all'ambiente abitativo;
- **coefficiente di sfasamento φ**: è il ritardo espresso in termini di ore tra il picco dell'onda termica esterna e quello corrispettivo dell'onda termica interna all'ambiente abitativo.

Dott. Ing. Versari Alessandro
Via F. Bonsi, 30 - 47921 Rimini (RN)
P.I. 03421150404
Tel./Fax +0390541786668
Cell. 3382897726
E-mail: studioingversari@gmail.com



La trasmittanza termica periodica, in sostanza, quantifica la capacità "inerziale" delle pareti o delle coperture.

Nell'ambiente abitativo l'inerzia termica si traduce in due benefici effetti durante la stagione calda: una attenuazione delle oscillazioni della temperatura rispetto a quelle della temperatura dell'ambiente esterno (che, a seconda delle condizioni climatiche, può raggiungere i 75°C) e una notevole riduzione della richiesta energetica per il raffrescamento grazie allo spostamento del picco termico nelle ore notturne.

Il comportamento inerziale ha risvolti positivi anche durante la stagione fredda: il calore proveniente dalla radiazione solare, infatti, viene accumulato durante il giorno e rilasciato durante le fredde ore notturne.

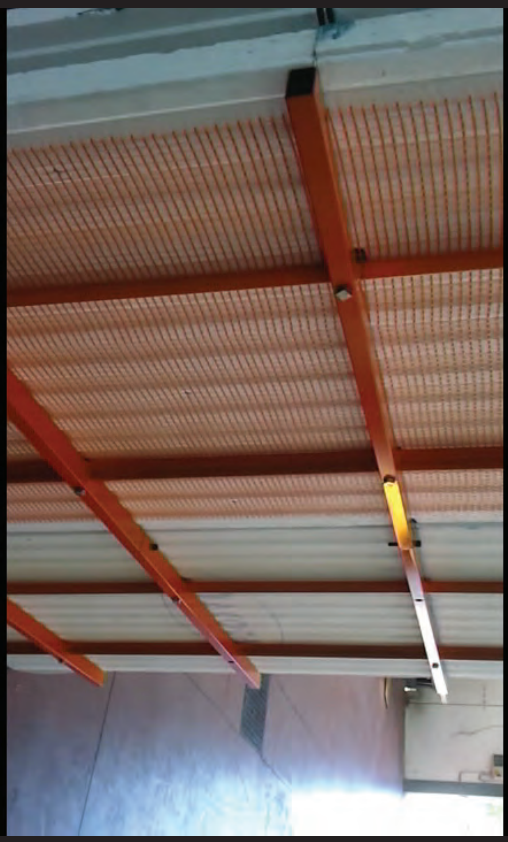
Le prestazioni in termini inerziali di una parete o di una copertura sono strettamente connesse alla sua massa superficiale: quanto questa è maggiore tanto maggiore è la sua capacità inerziale.
Gli stessi effetti possono essere raggiunti molto più convenientemente sfruttando l'isolamento termico: in questo modo è possibile ottenere gli stessi vantaggi legati al comportamento inerziale mantenendo leggere le strutture che definiscono l'ambiente abitativo.

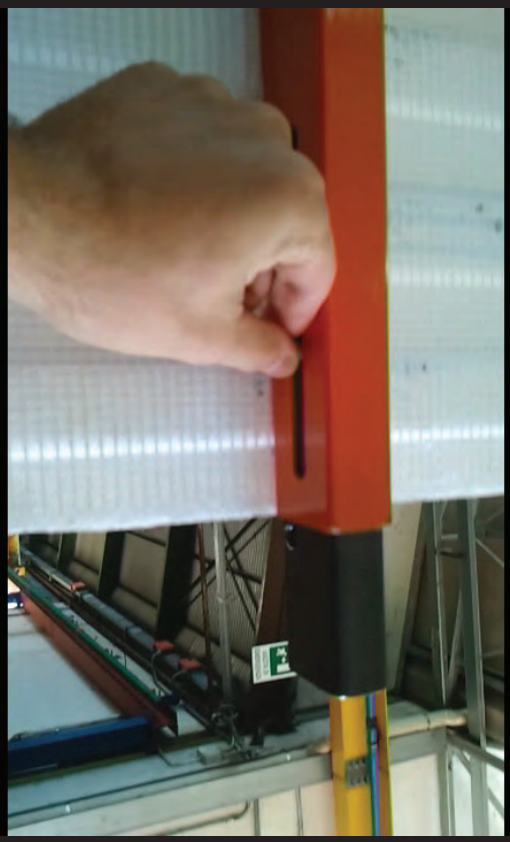
Il Tecnico

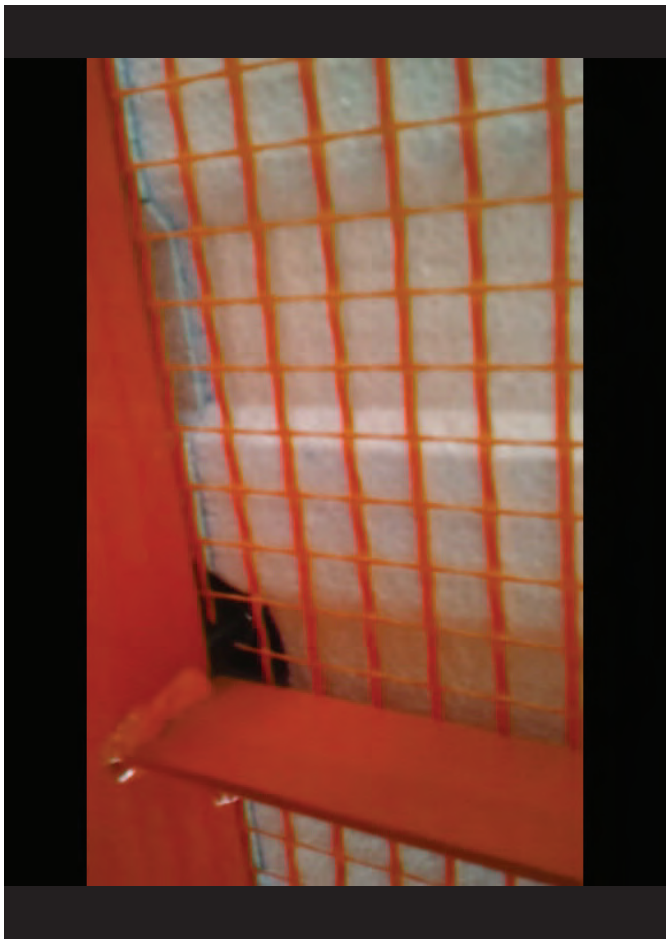
Dott. Ing. Alessandro Versari

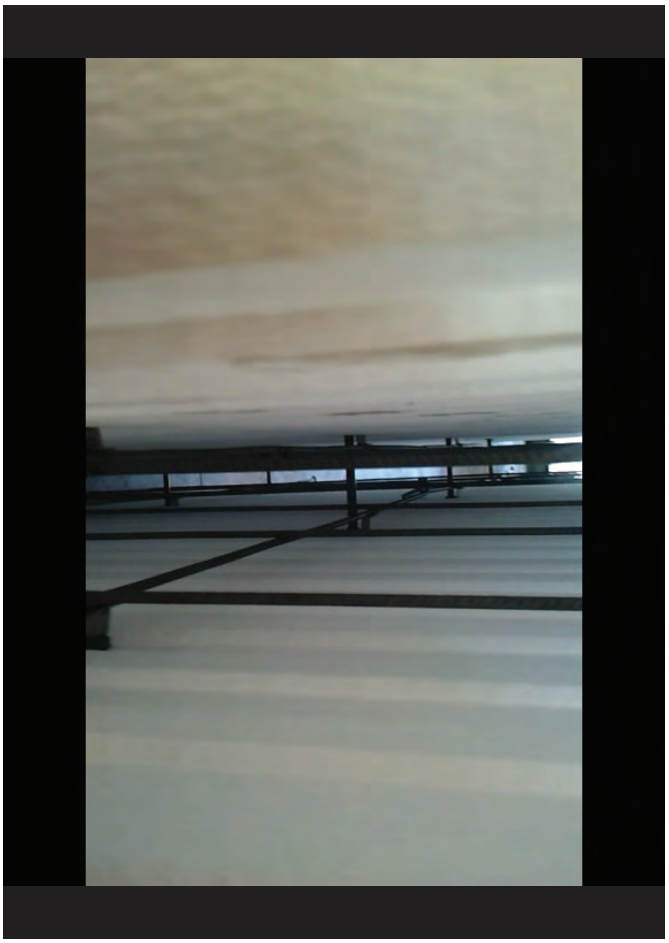
ORDINE INGEGNERI PROV. RIMINI
DOTT. ING. ALESSANDRO VERSARI
Sezione: A
N° 782 / A
Settore: Civile Ambientale, Industriale, dell'Informazione

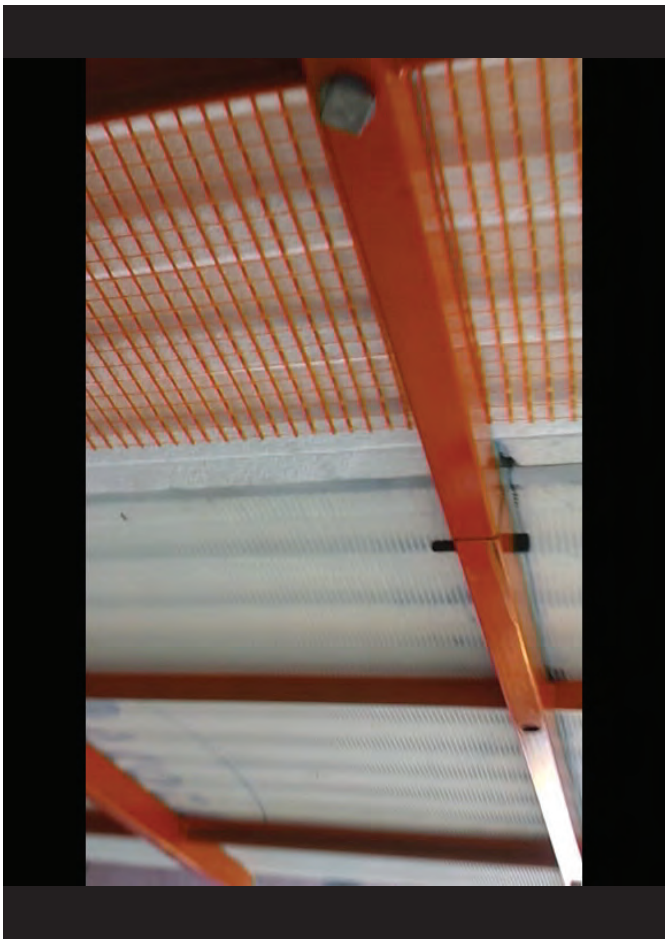
DAKOTA

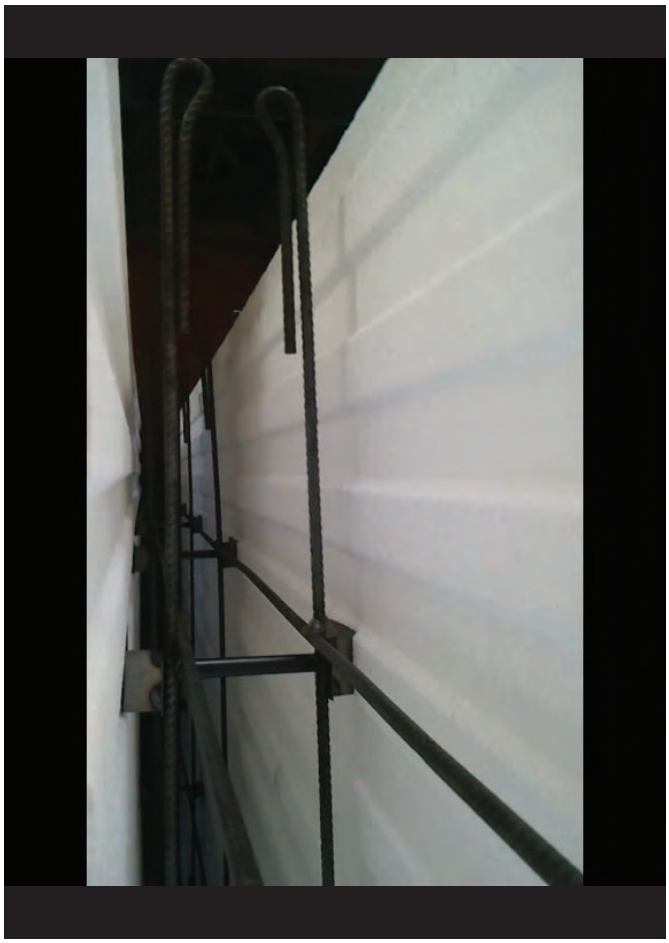


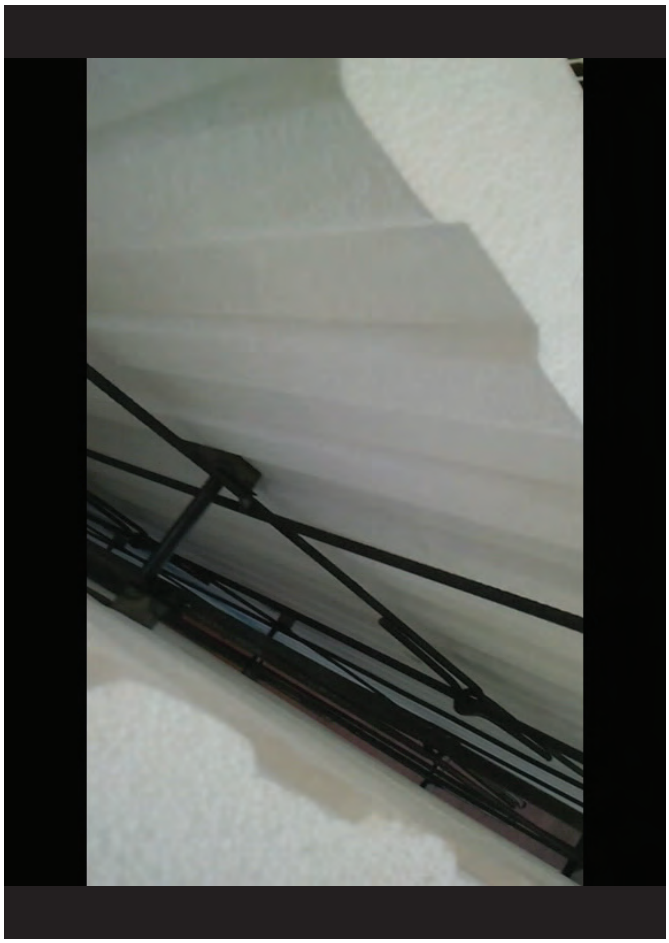


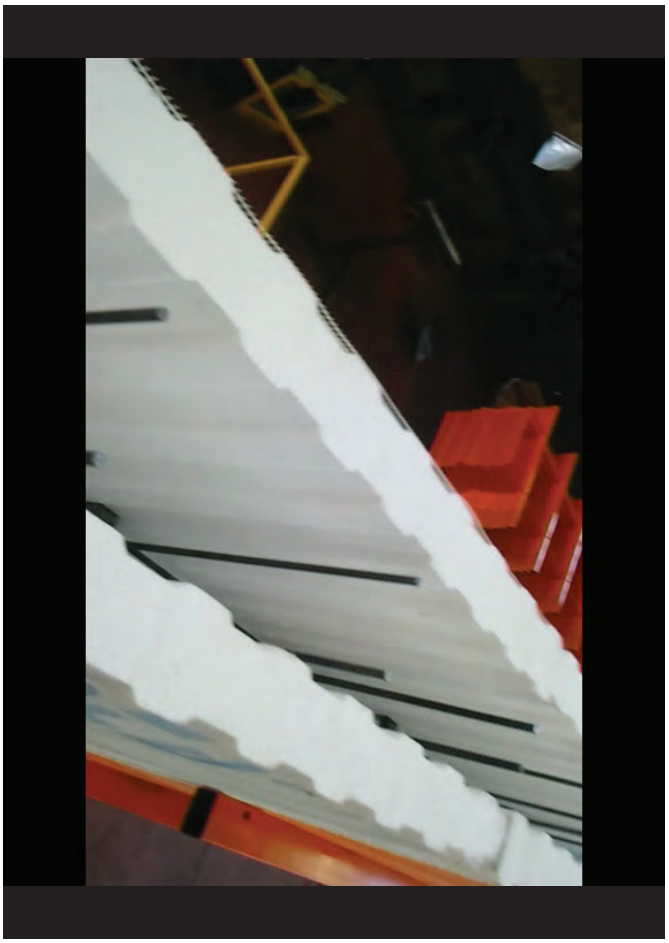


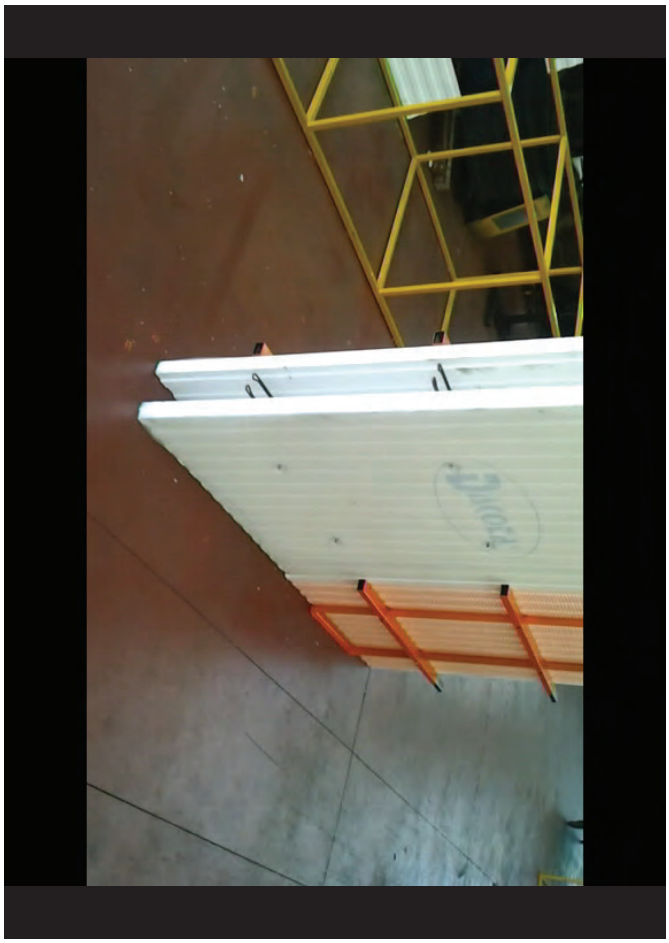








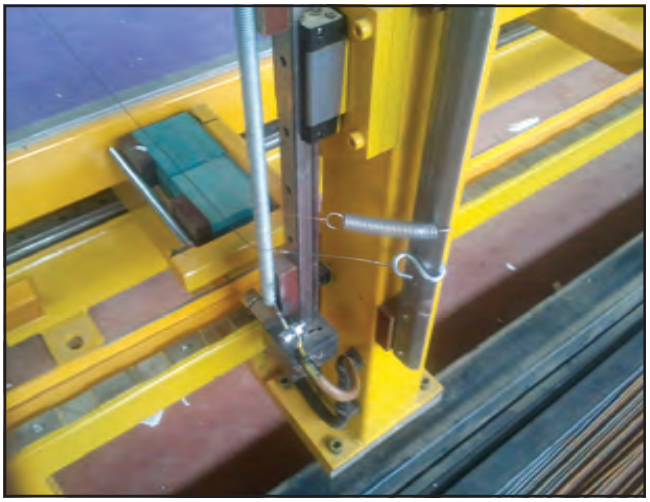




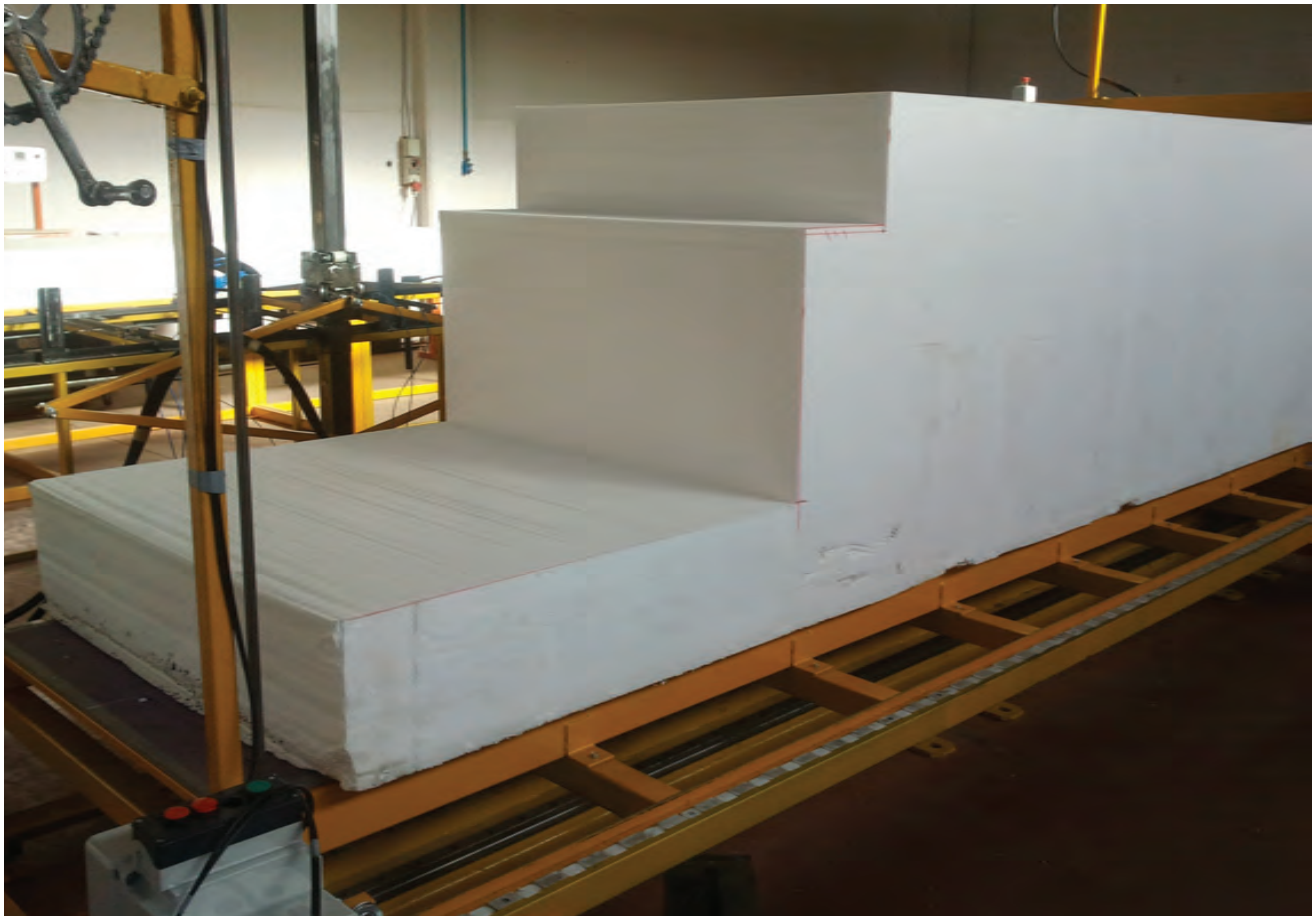
IMPIANTO
per la produzione pannello doppio e monopannello polistirene

Macchinari di concezione e produzione propria

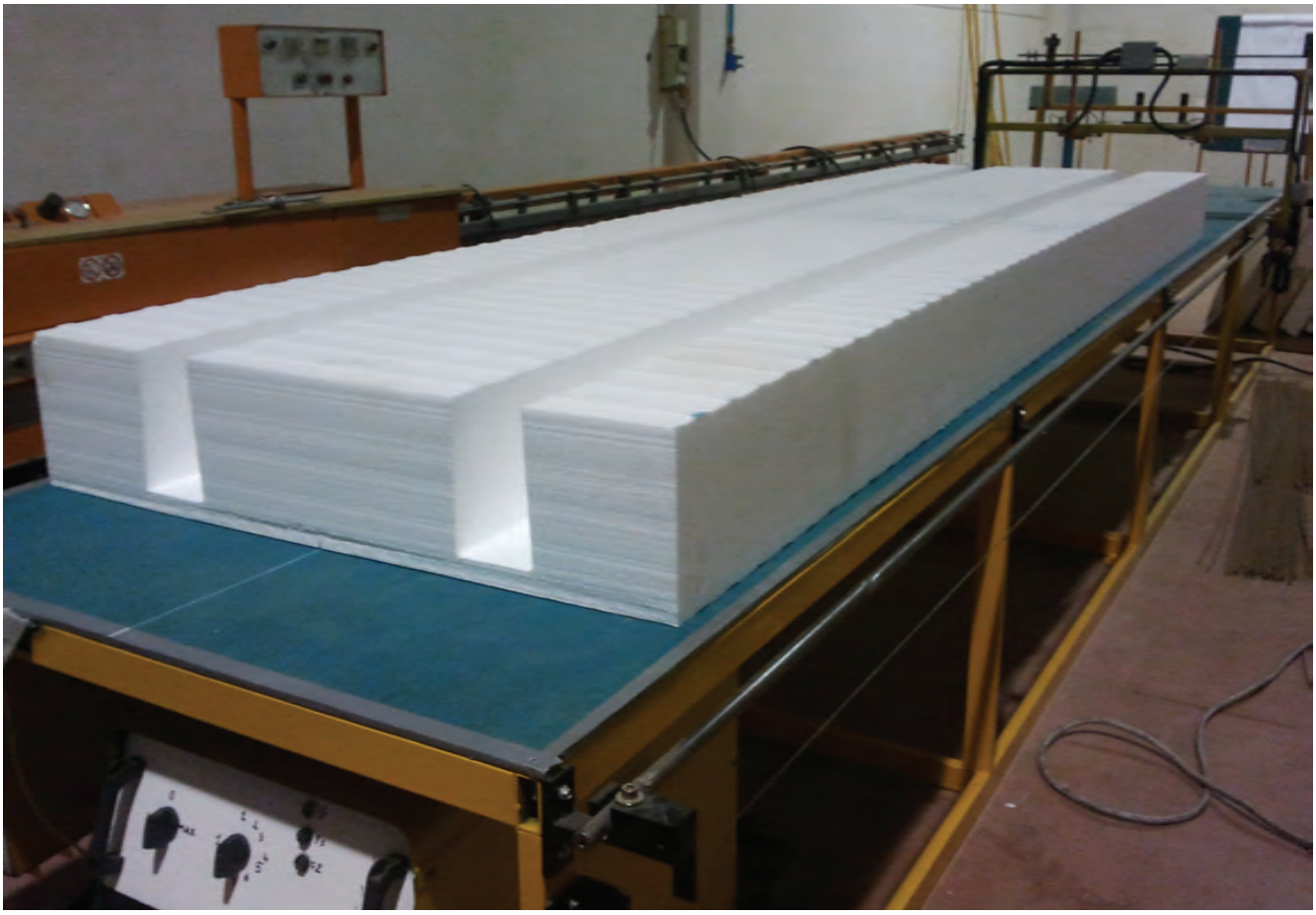
Pantografo per taglio blocco di polistirene

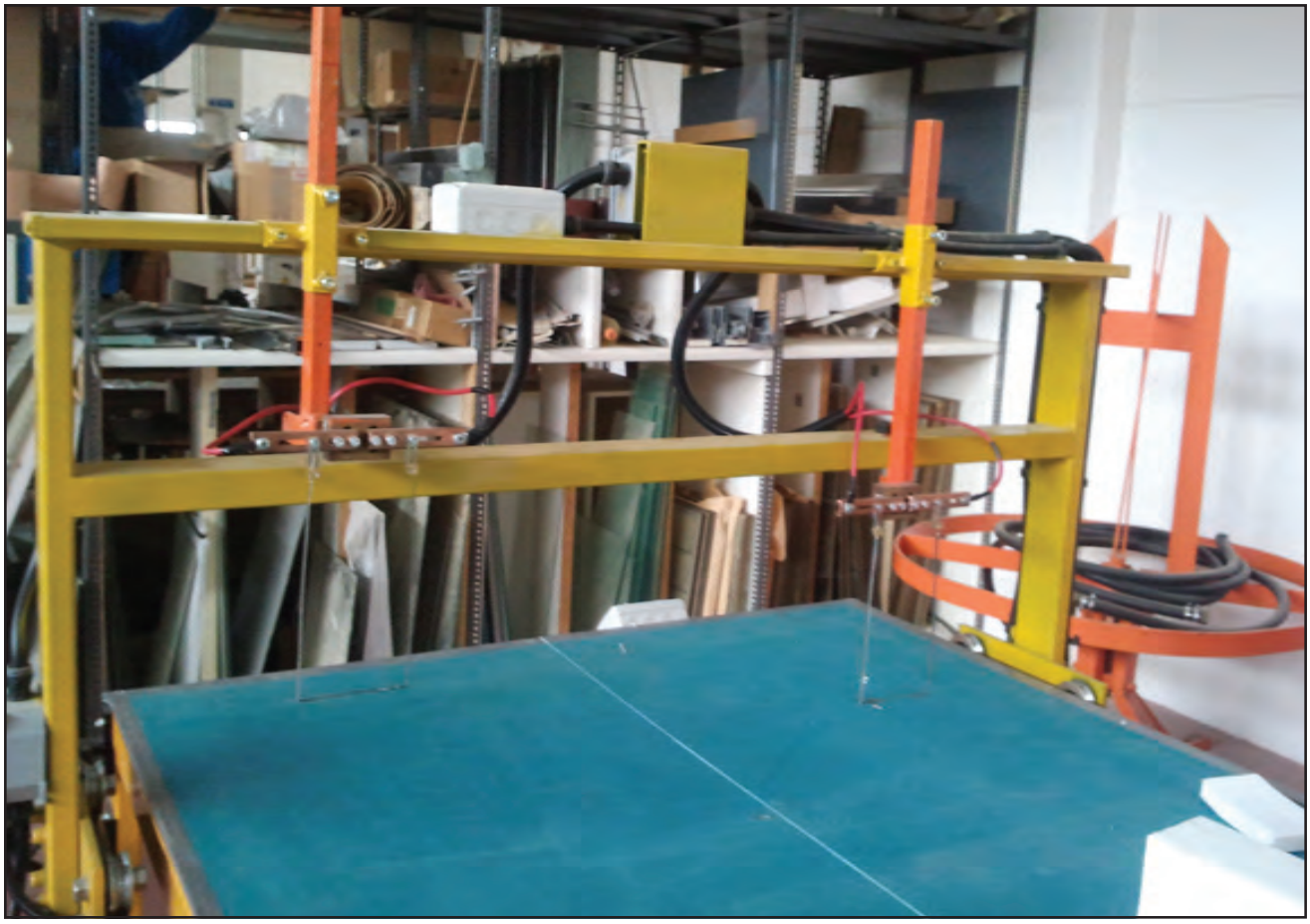


Pantografo per taglio solai

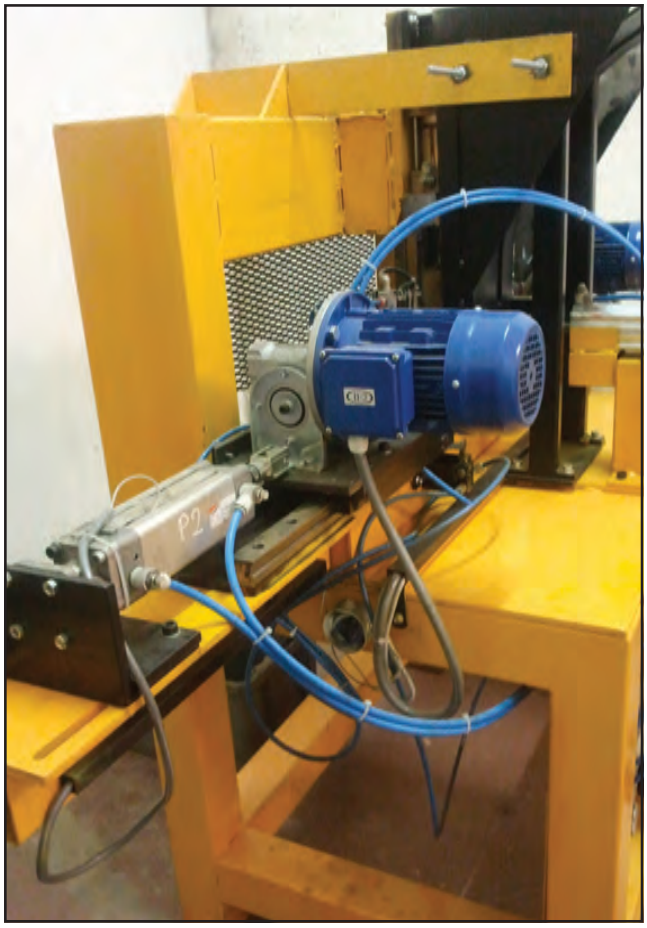


Pantografo solaio





Bifilettatrice automatica



Biocchiellatrice

Macchina per impressione a caldo del polistirene

Raddrizzatrice per tondini 6 - 8 - 10 mm (macchinario non prodotto da noi)

PANNELLO DOPPIO TERRA

Casa di terra cruda Pisé antisismica.

Questa è il top (la Ferrari) delle abitazioni. Tutti materiali naturali salvo una incidenza di 12 m3 di cemento armato per ogni 100 m2 di alloggio.Si possono realizzare due livelli arricchendolo di autorevoli relazioni tecniche generali.l'assurdo e la contraddizione è che i costi sono ancora più bassi.Qui ci sono tutte le protezioni oltre ad una durabilità quasi eterna.

I pannelli che si impiegano sono solo quelli biologici. Cassaforma a perdere e intercapedine ad accogliere come materiale costruttivo un muro in terra cruda argillosa con caratteristiche granulometriche appropriate, contenenti sufficienti percentuali di inerte e compattata secondo il metodo conosciuto "PISÈ"o con manufatti mattoni crudi già pronti (esempio 10x10x40 cm), con rilievi e depressioni coincidenti longitudinalmente e trasversalmente.

La compattazione, in ogni caso, dovrà attendere la resistenza dell'argilla a 25kg./cm-quadro alla compressione e 5kg./cm.-quadro al taglio. Questo tipo di costruzione ci consente di realizzare edifici abitativi di due livelli anche in zone sismiche di prima categoria ma con luci massime interne tra i muri di circa 5 metri. In questa versione non sono previste l'impiegano di reti in tondino per cls nell' interstizio dei pannelli ma solo quelle esterne (se lo si vuole) del tipo leggerissimo in fibra di vetro per le sole esigenze di intonaco.

Gli elementi di collegamento (bulloni e distanziatori) detti connettori sono 8 e disposti due a due, con la peculiarità che le due estreme saranno annegate nel calcestruzzo armato del getto di ripresa allo spiccato e nei cordoli del marcapiano o solaio del tetto assumendo la condizione di ancoraggio per annegamento nel cls, mentre gli altri terranno serrate le catene orizzontali continue ed esterne al muro cinturandolo completamente per tutto il fabbricato. Ruolo positivo da tenere in conto è quello che i pannelli essendo già stagionati quando saranno posti all'impiego essi possono assorbire in un primo tempo la piccolissima quantità di umidità che la terra pisè rilascia passando dallo stato plastico a quello della umidità costante definitiva.

Questo ci suggerisce, a muro finito, di verificare lo stato di umidità nel pannello prima di eseguire l'intonacatura. Il muro e la coppia dei pannelli che lo contiene (lo imprigiona), deve resistere alle sollecitazioni delle spinte orizzontali provocate da eventuali effetti sismici. Nel comportamento statico della struttura si deve avere una risposta elastica e resistente adeguata comunque già prevista scientificamente dai dimensionamenti strutturali e da un insieme di accorgimenti ingegneristici. La prima funzione dei pannelli cassero a perdere che contengono il muro è quello, pur sotto sollecitazioni, di farlo restare sempre nei suoi assi; orizzontale e verticale.

Nella visione complessiva della statica antisismica sono previste nel nostro progetto l'utilizzazione di accorgimenti tecnici costruttivi efficaci ed appropriati. Si impiegano le catene verticali legate ai getti dello spiccato ed i cordoli in cls armato nelle quantità richieste dal calcolo. Se lo strutturista lo riterrà opportuno può ricorrere all'impiego di controventi (come riportato nei disegni, trattasi di tondini d'acciaio o funi d'acciaio o anche travi in legno trattato) queste saranno alloggiate all'interno del muro a ridosso del pannello esterno ed ad esso rasente e connesse ai connettori estremi.

Esse partono e arrivano agli angoli della costruzione ed in corrispondenza degli incroci dei muri. Questi ad ogni piano si ammorsano ai cordoli in cls. armato dello spiccato, marcapiano solaio e del cordolo del tetto. Le due catene orizzontali, "imbragature", centrali al pannello, sono metalliche ed in tondino per cls armato. Esse sono collocate in una sede apposita creata alle facce esterne dei due pannelli in modo da poter ricevere ed essere annegate in un piccolo getto in cls che ha la funzione dell'irrigidimento della catena ma anche la ripartizione della pressione interna del muro.

Queste catene orizzontali formeranno una cintura unica in tutto l'edificio, quindi bi-anulare (per ogni pannello) e connesse e trattenute come nelle imbracature da un apposito connettore (vedere foto). Quindi tutte queste soluzioni ed accorgimenti di rinforzi, nell'insieme, sono essenziali soprattutto perché la costruzione da realizzare dovrà resistere alle azioni orizzontali da sisma dandone quindi una risposta strutturale analitica, scientifica.

Questo sistema consente nell'insieme la realizzazione di una costruzione "antisismica" in terra battuta o con mattoni crudi precostruiti (la terra è comunque un materiale mai omogeneo) con la certezza scientifica della resistenza al sisma e, nel contempo, al rispetto di tutte le normative

costruttive. Questo sistema è dunque rivendicazione di brevetto. Infatti, con esercizio di analisi finale, il sistema ci fa ottenere il parallelismo tra i cordoli in cls. armato anche sotto effetto di spinta orizzontale da sisma. Infatti non possono modificare, significativamente, la loro quota di livello che resta "immutabile" poiché è assicurata dalle certa compattazione della terra (rilevata dalle prove di laboratorio), dai connettori estremi incernierati nei getti, dalle catene orizzontali che serrano i pannelli, dalle catene verticali che costringono i cordoli a restare orizzontali e se lo strutturista lo ritiene ricorrere anche all'impiego delle controventature già descritte.

Quindi possiamo affermare che tutte queste soluzioni creano condizioni tali che dal punto di vista statico è centrato l'obbiettivo con il concorso di un mix di soluzioni le quali una favorisce o difende l'altra. Naturalmente una funzione importante viene svolta anche dal solaio, che andremo a descrivere più avanti, il quale pur dovendo restare in quei requisiti di economicità e semplicità non dovrà disattendere quello richiesto dalle esigenze della statica.

Noi, allo scopo, abbiamo previsto due soluzioni. Una è quella di utilizzare delle travi di legno lamellare (magari dai legnami di recupero con sistema di giunzioni) sezione 140 /200mm.h e posti ad un interasse di 56 cm. utilizzando come elemento di giunzione tra essi una pignatta realizzata con gli stessi ingredienti dei pannelli con caratteristiche di densità notevolmente maggiore. Come finiture un tavolame pavimento "parquet" dello spessore di 1 cm. ed una controsoffittatura in compensato da otto millimetri.

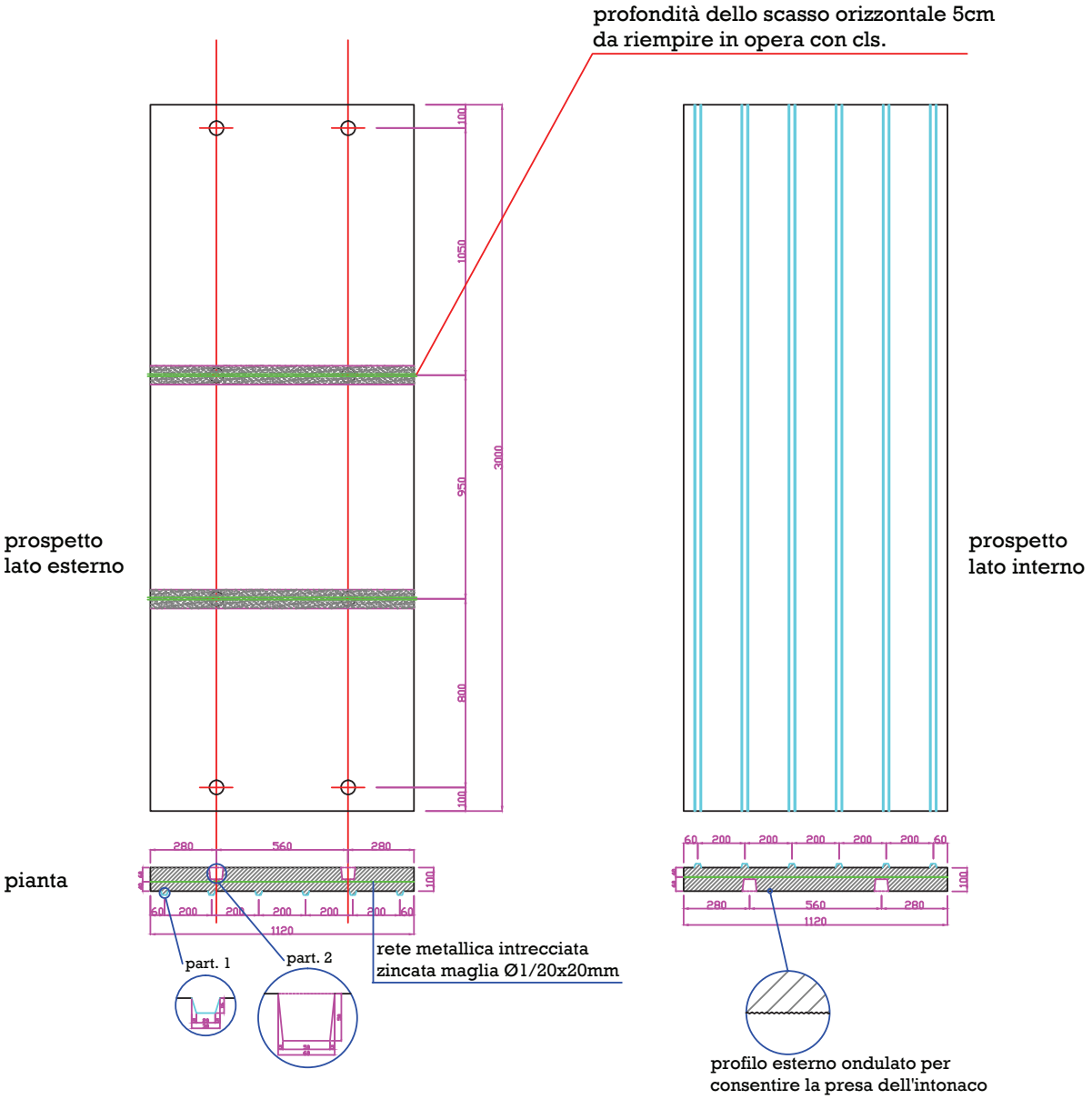
Considerando che le travi sono ancorate alle loro estremità ai cordoli in cls armato mediante ancoraggi metallici annegati nel calcestruzzo siamo certi che tutto il resto del "pacchetto" composto del solaio svolge correttamente la sua funzione statica richiesta. Esso dovrà assicurare, se sollecitata da spinte orizzontali, di mantenere il piano orizzontale ed impedire l'inarcamento delle travi. La variante, un po' più costosa, a questa soluzione è quella di mantenere la stessa sezione di trave sempre realizzata con le tavole ma a funzione di cassero a perdere per un travetto in cls armato e raccordato da un getto a pavimento utilizzando l'impiego di una debole rete metallica. In tutte e due i casi c'è l'impiego della stessa pignatta e stesso interasse travi.

L'intonaco esterno può essere fatto con sabbia e calce idraulica quello interno con le nuove tecniche che utilizzano l'argilla. Naturalmente il responsabile del calcolo statico dimensionerà, a seconda delle situazioni, i materiali descritti. Nonostante l'apparente complessità del sistema si ottiene una abitazione che rispetta le normative europee.

Esse posseggono una ottima qualità abitativa pur con la sua grande economicità. Maggiore vantaggio, da questo particolare sistema abitativo, potranno averle tutte quelle parti del mondo costrette ad importazioni di materiali con tempi di attesa lunghi ed economicamente costosissime. Infatti per una abitazione in oggetto di 100 metri quadrati di superficie, considerato ad extra fondazioni, si richiedono un impiego di circa 70-80 sacchi di cemento (per circa 10 metri cubi di cls.) e circa 500 kg. di ferro vario, più la calce idraulica per l'intonaco esterno. In Italia, per gli amanti della Bioarchitettura potrebbe essere il massimo di abitazione naturale ed in ogni caso trattasi di una casa di extra lusso al prezzo di una scadente.

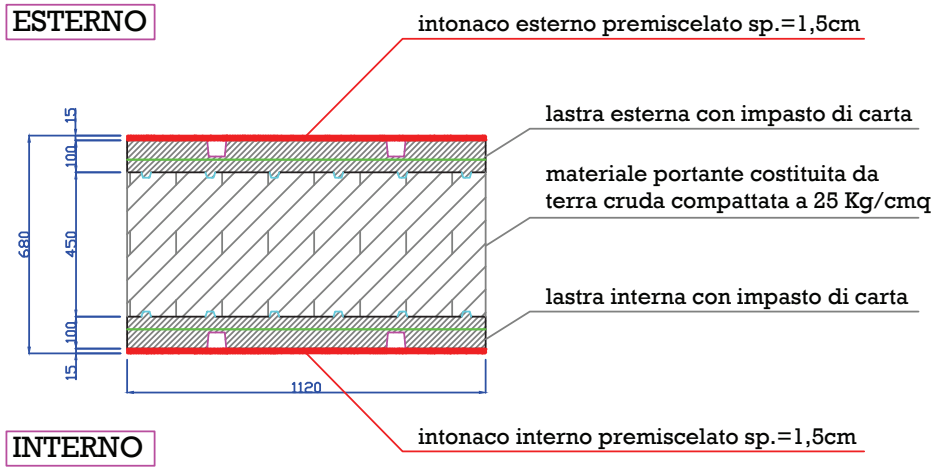
Vorrei dare anche una riflessione sulla sola resistenza al taglio del muro. Se diamo al pannello la stessa resistenza al taglio della terra (cioè 5 kg. cmq., ma che in realtà è maggiore) la sezione di muro con un riempimento di 0.40 in terra o mattone avrà uno spessore totale di 60 cm. Un metro di muro ci da 60×100 cm. = 6.000 cmq. X 5 kg./cm2. (di resistenza al taglio) = 30.000 kg. di resistenza al taglio. A questo va aggiunto tutte le altre condizioni già descritte.

PANNELLO BIOLOGICO
per realizzazioni di pannelli portanti di edifici con sistemi di soluzioni varie. Vista del pannello modulo standard



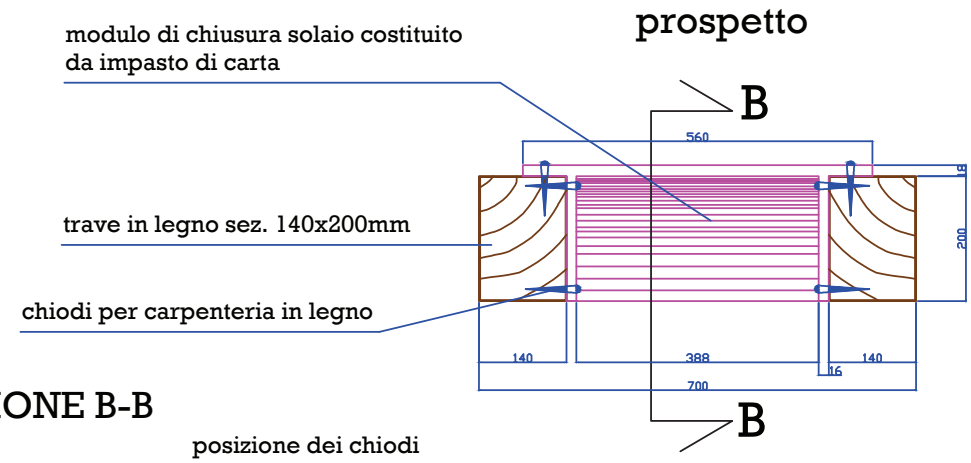
PANNELLO BIOLOGICO
per realizzazioni di pannelli portanti di edifici con sistemi di soluzioni varie. Vista del pannello standard assemblato

sezione orizzontale

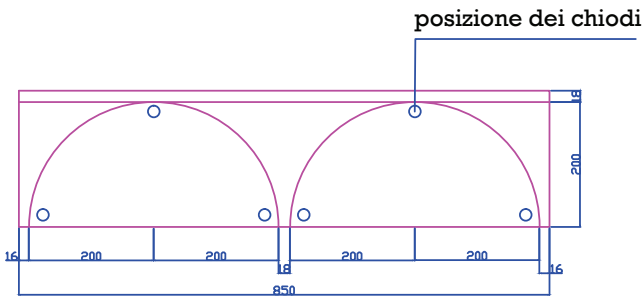


PANNELLO BIOLOGICO
Particolare pignatta per solaio

prospetto



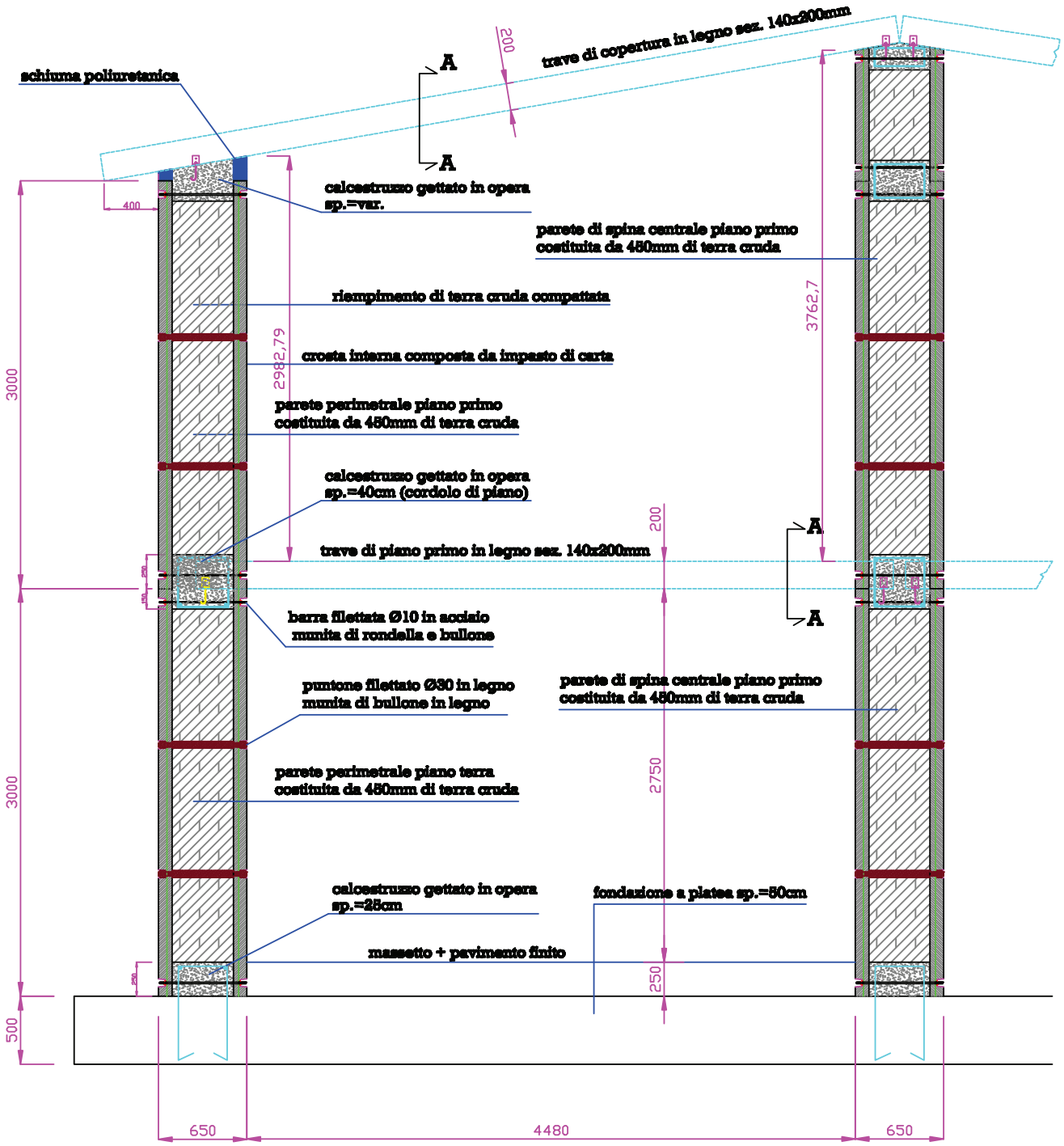
SEZIONE B-B



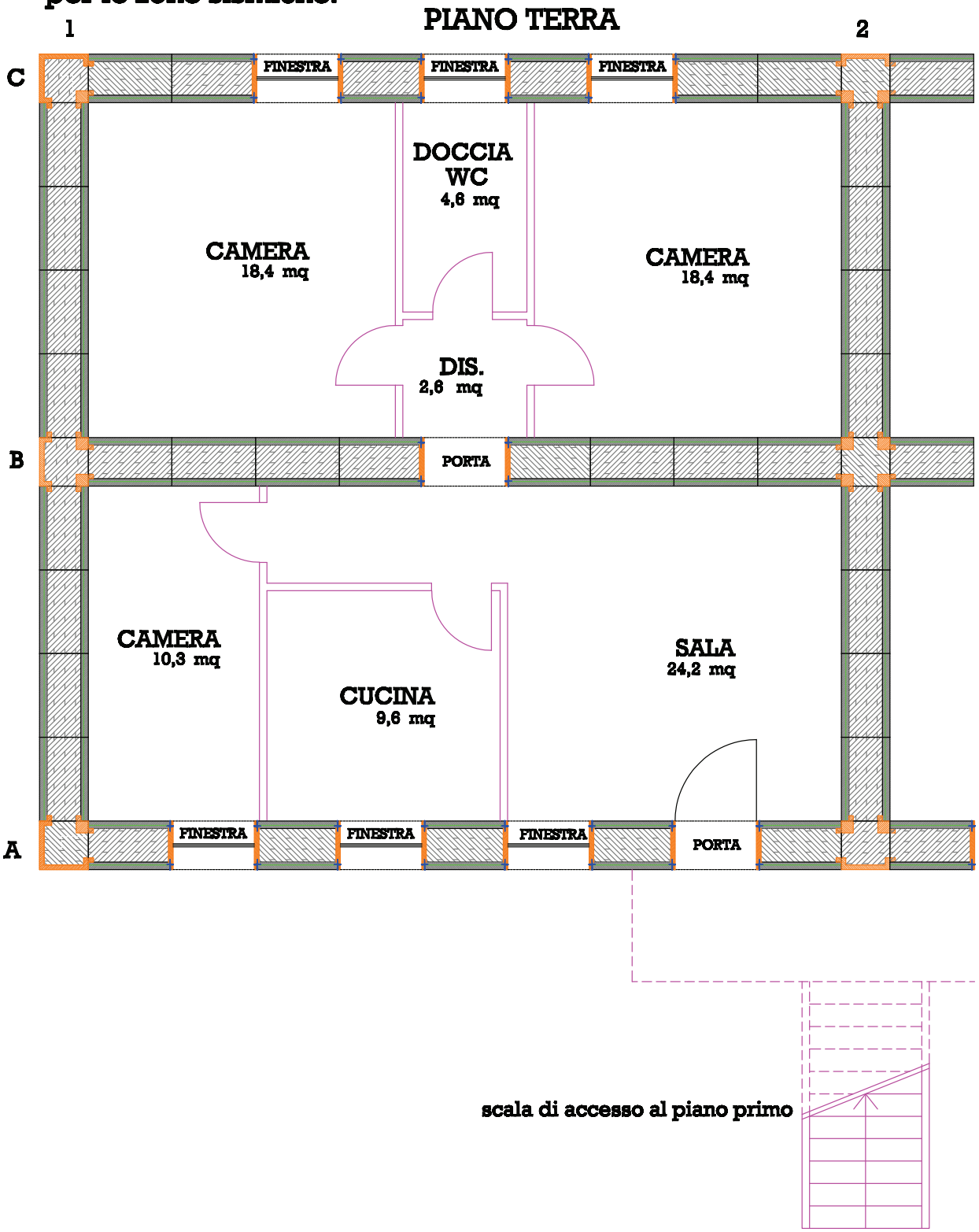
PANNELLO BIOLOGICO

per l'impiego del sistema costruttivo della cassaforma a perdere, come materiale portante la terra cruda compattata a 25 Kg/cmq.

Per la realizzazione di edifici edili di un massimo di due livelli per le zone sismiche.



PANNELLO BIOLOGICO
Per la realizzazione di edifici edili di un massimo di due livelli per le zone sismiche.

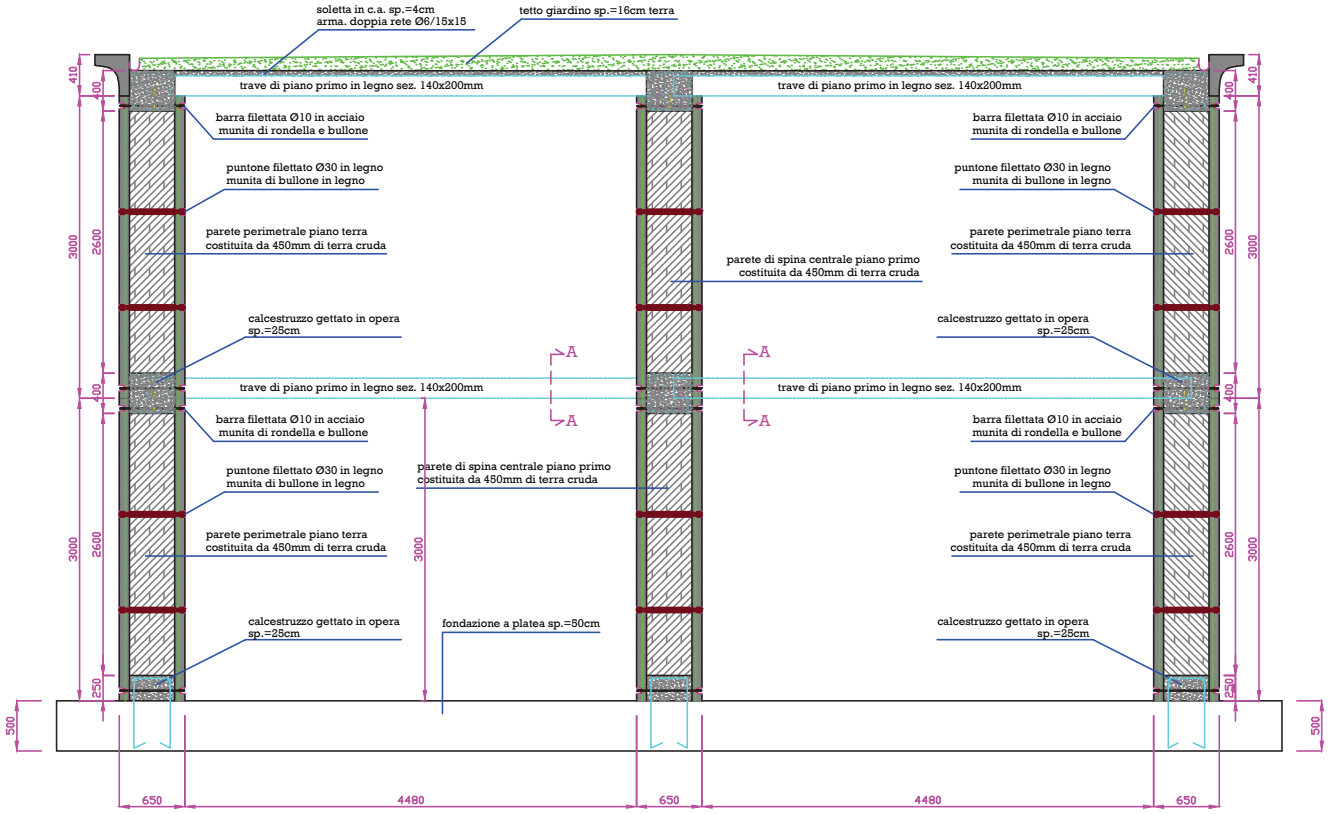


ALTERNATIVA TETTO

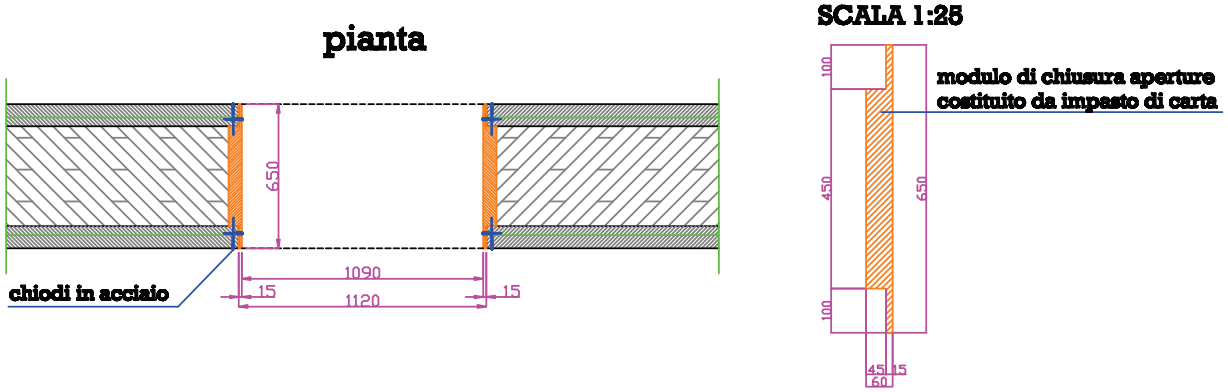
PANNELLO BIOLOGICO

Per la realizzazione di edifici edili di un massimo di due livelli per le zone sismiche.

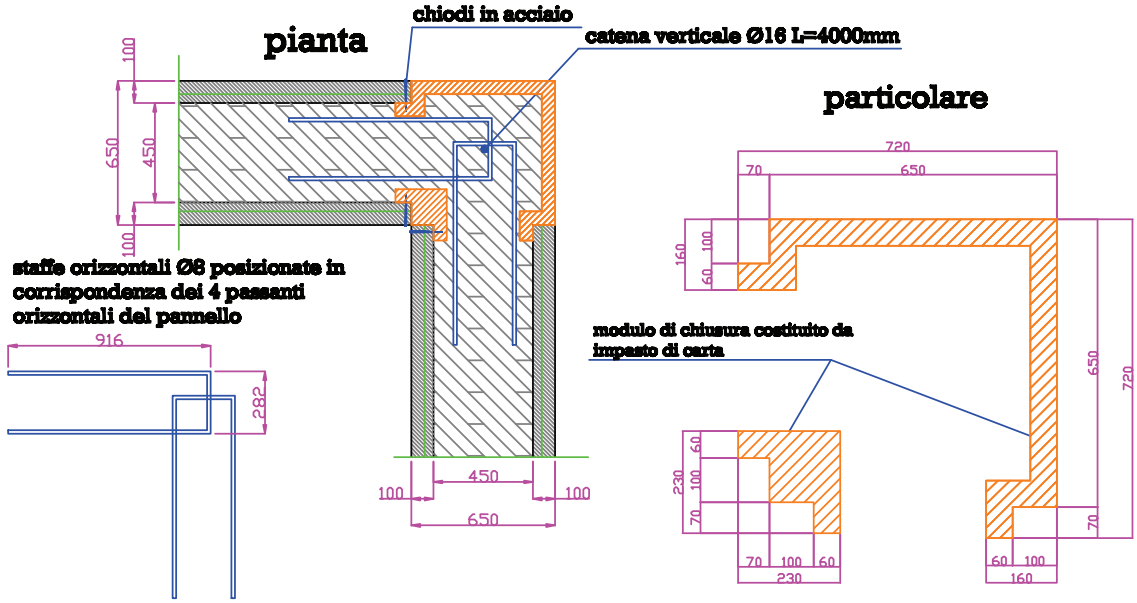
SEZIONE Z-Z



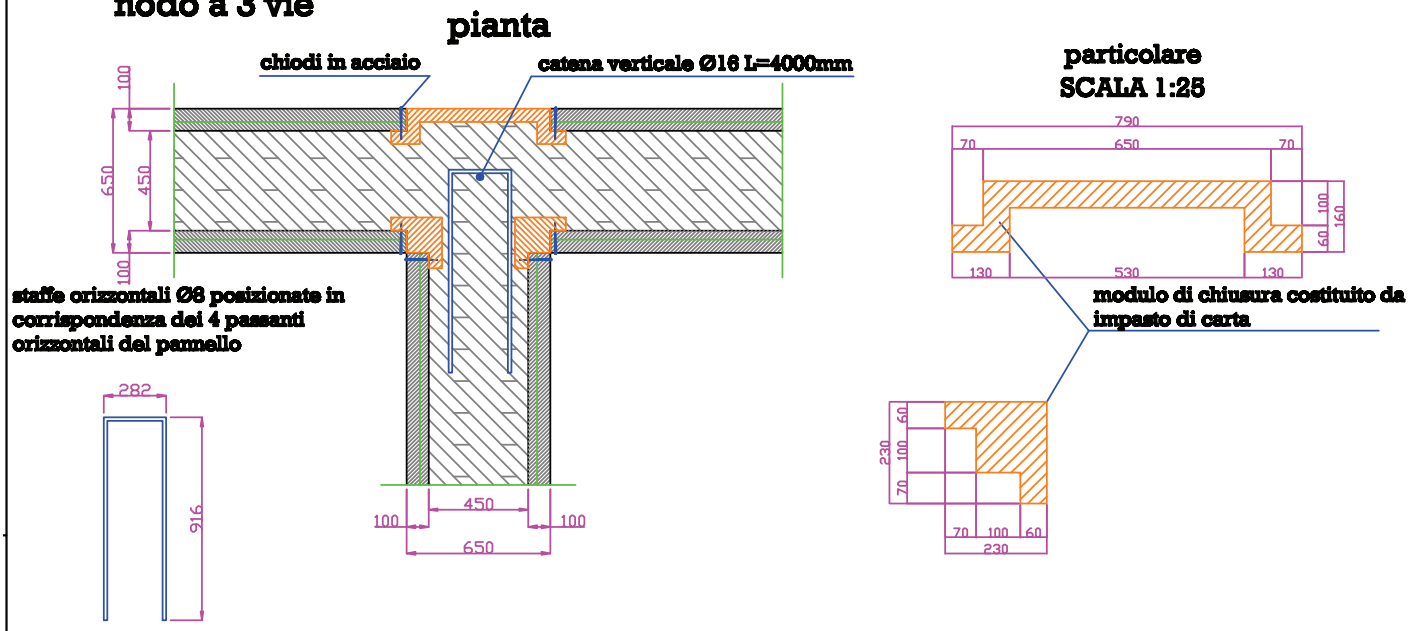
PANNELLO BIOLOGICO
Particolare sistema di chiusura dei pannelli in corrispondenza di aperture



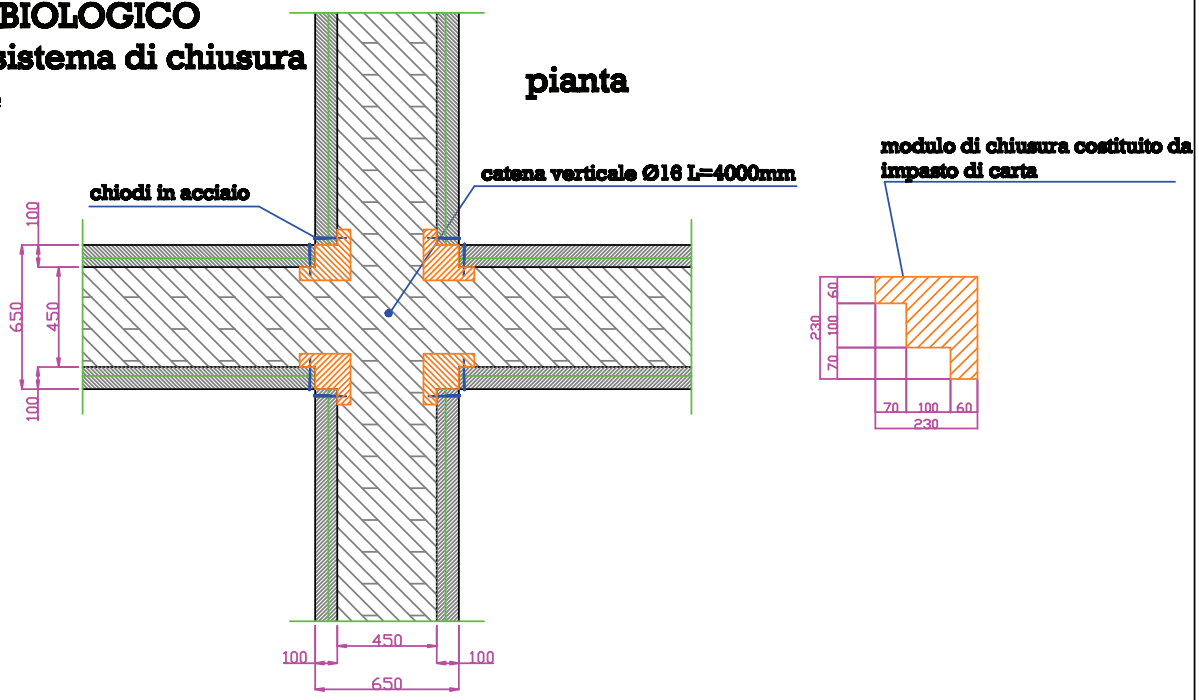
PANNELLO BIOLOGICO
Particolare sistema di chiusura nodo a 2 vie



PANNELLO BIOLOGICO
Particolare sistema di chiusura
nodo a 3 vie



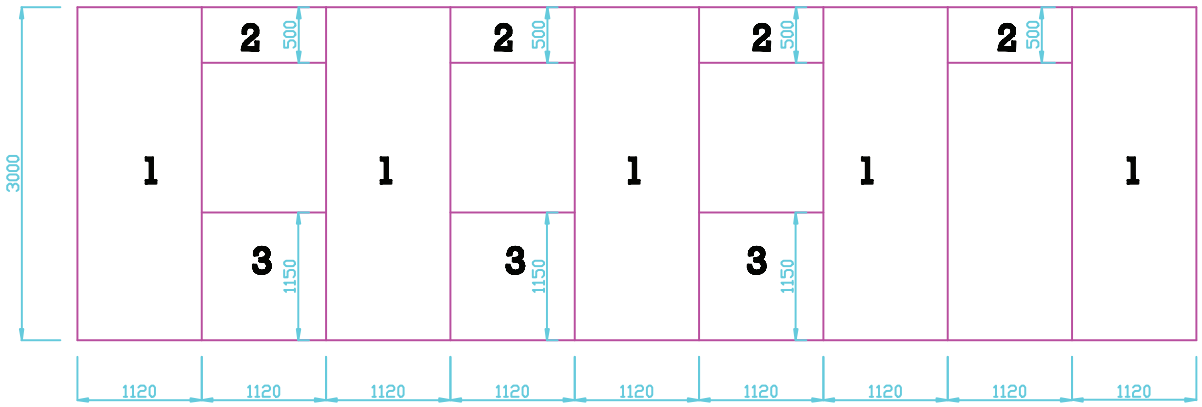
PANNELLO BIOLOGICO
Particolare sistema di chiusura
nodo a 4 vie



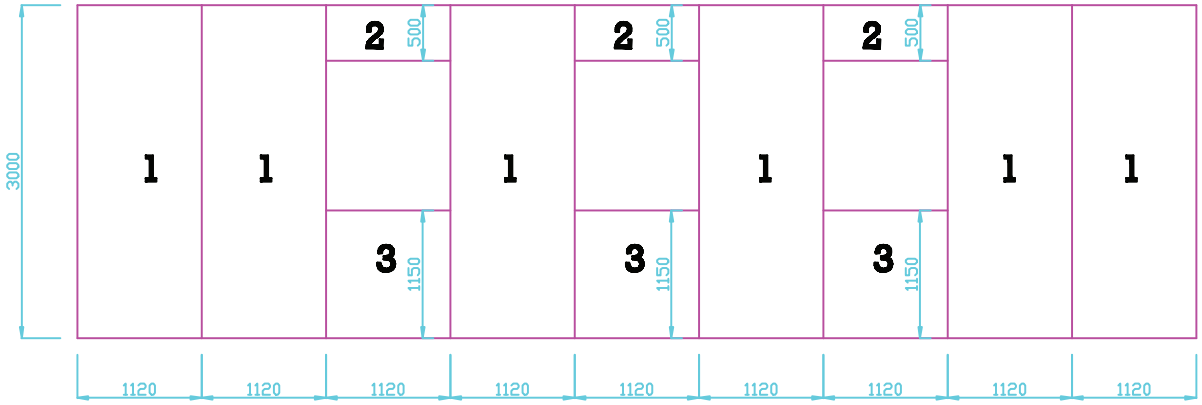
PANNELLO BIOLOGICO
Per la realizzazione di edifici edili di un massimo di due livelli per le zone sismiche.

ABACO DI MONTAGGIO **SCALA 1:100**

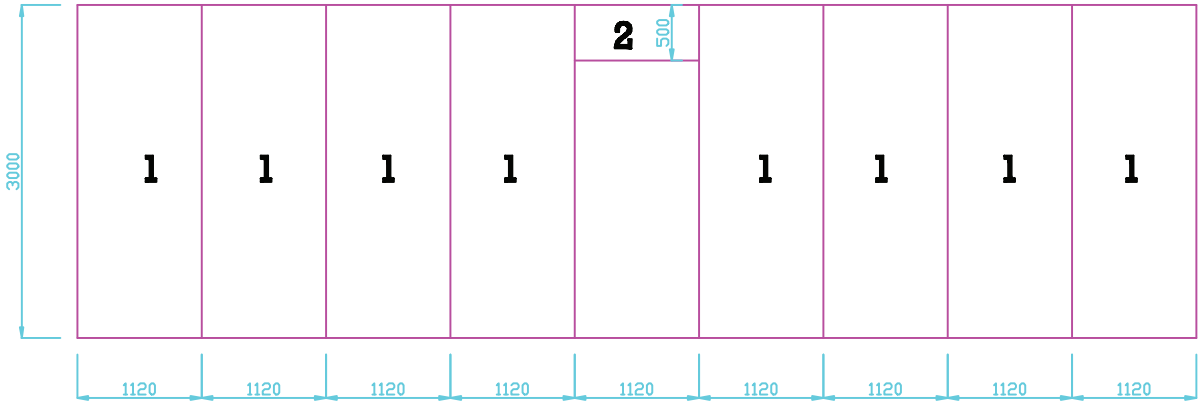
PANNELLI ORIZZONTALI PIANO TERRA



setto A/1-2



setto C/1-2

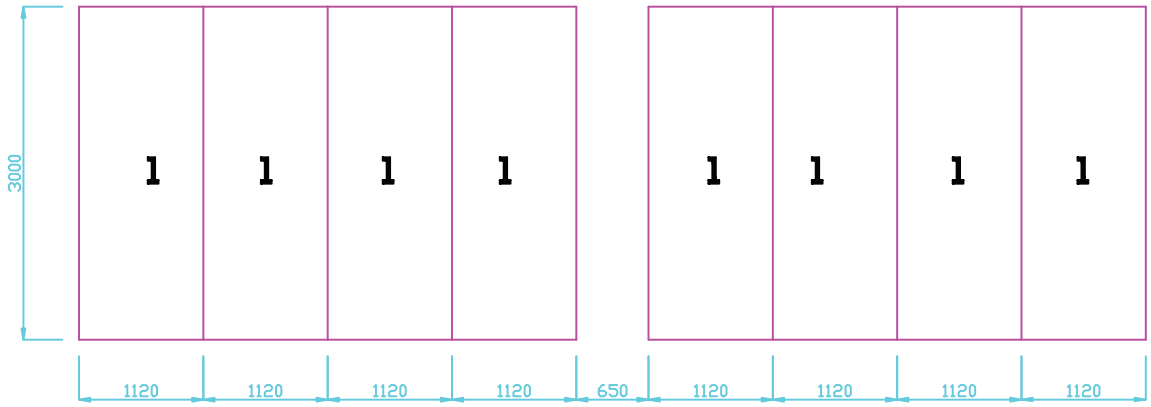


setto B/1-2

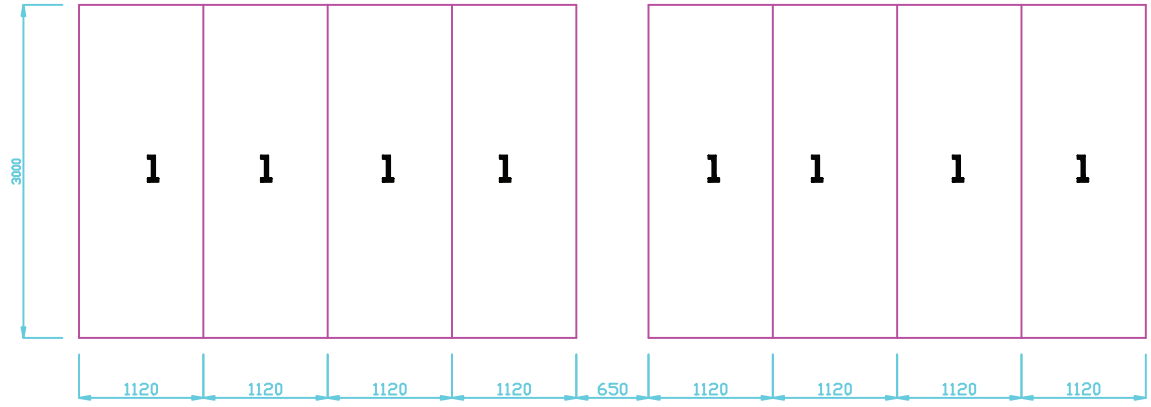
PANNELLO BIOLOGICO
Per la realizzazione di edifici edili di un massimo di due livelli per le zone sismiche.

ABACO DI MONTAGGIO SCALA 1:100

PANNELLI VERTICALI PIANO TERRA



setto 1/C-A

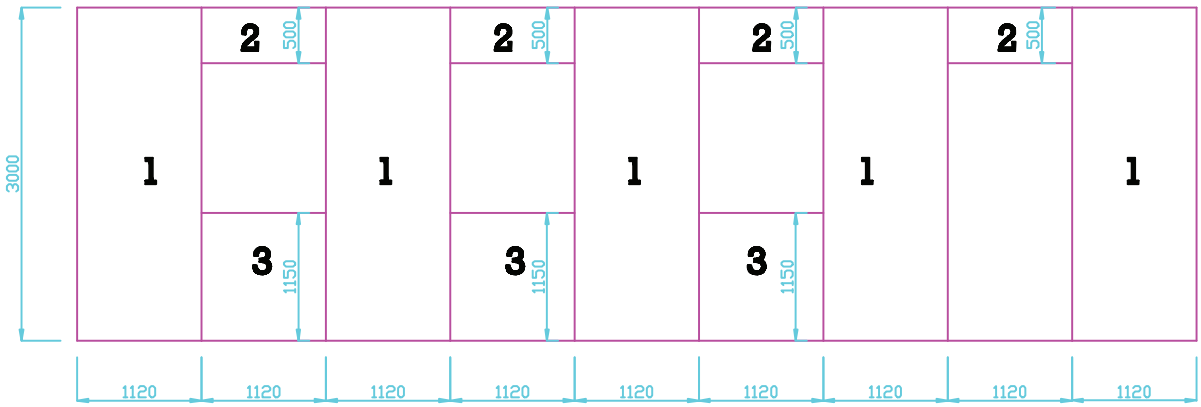


setto 2/C-A

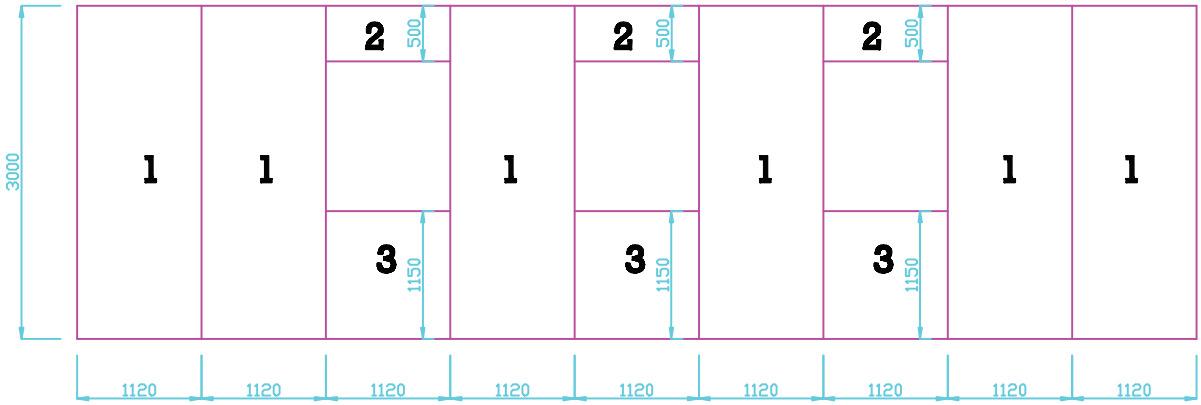
PANNELLO BIOLOGICO
Per la realizzazione di edifici edili di un massimo di due livelli per le zone sismiche.

ABACO DI MONTAGGIO **SCALA 1:100**

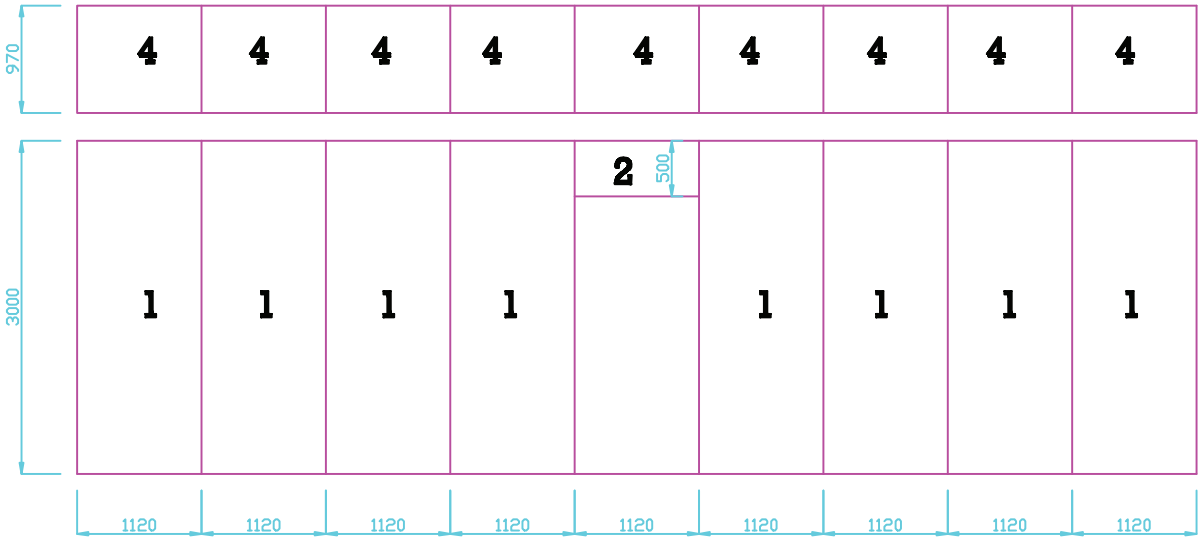
PANNELLI ORIZZONTALI PIANO PRIMO



setto A/1-2



setto C/1-2

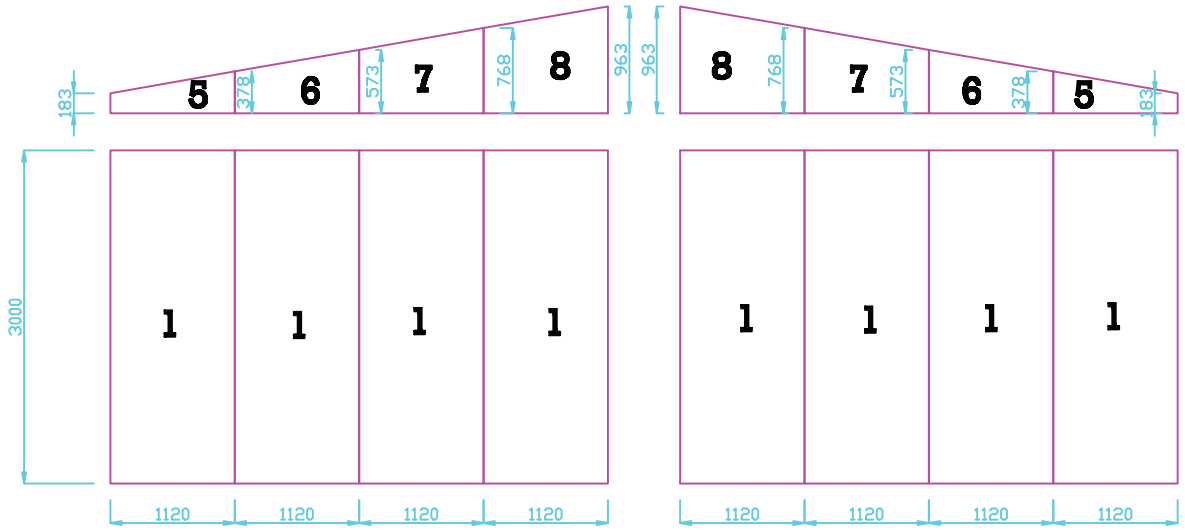


setto B/1-2

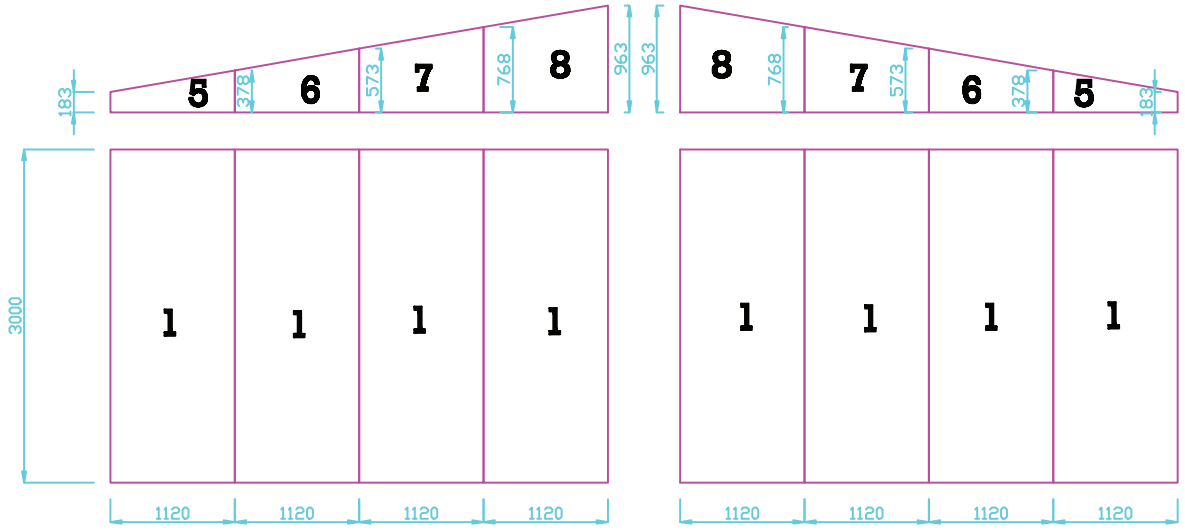
PANNELLO BIOLOGICO
Per la realizzazione di edifici edili di un massimo di due livelli per le zone sismiche.

ABACO DI MONTAGGIO SCALA 1:100

PANNELLI VERTICALI PIANO PRIMO



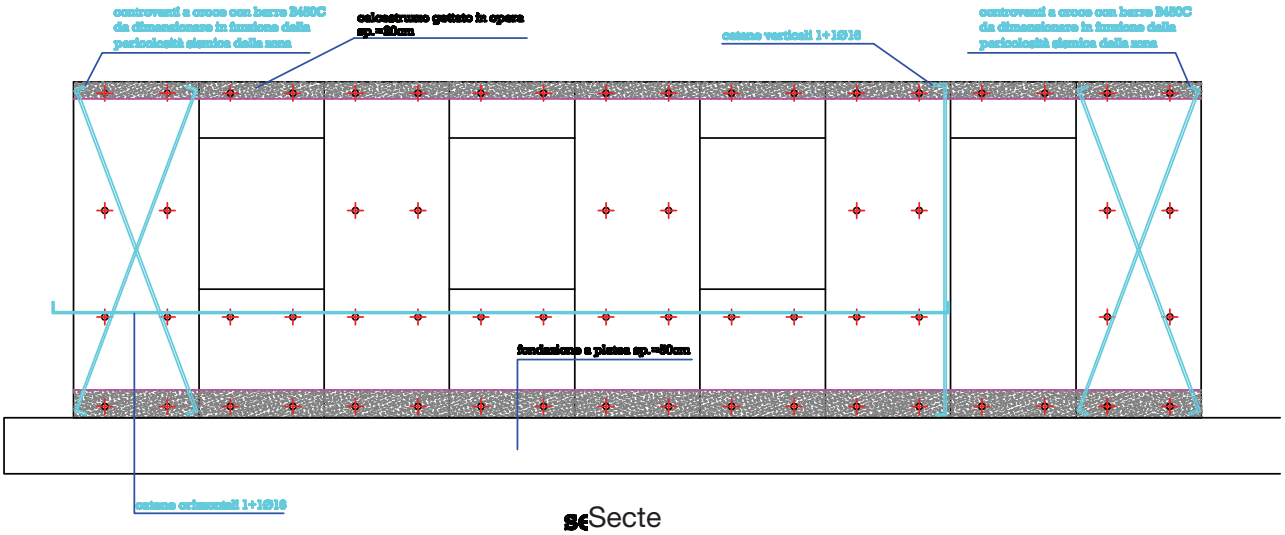
setto 1/C-A



setto 2/C-A

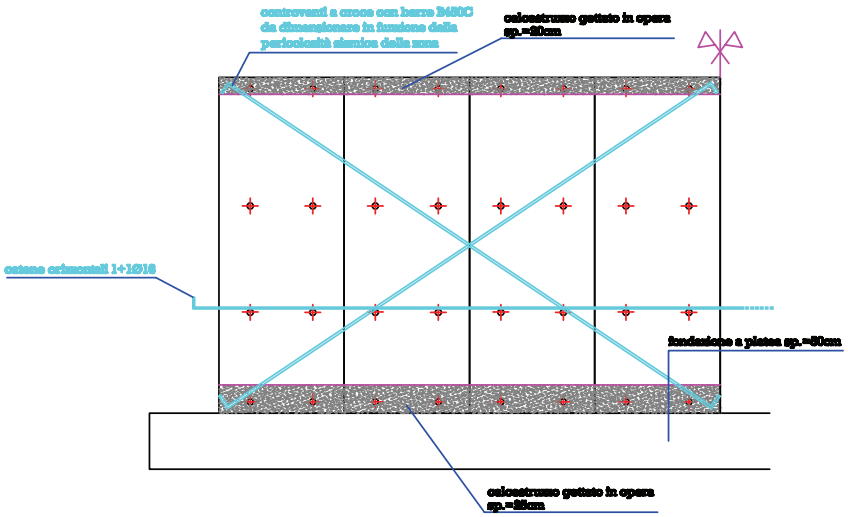
PANNELLO BIOLOGICO
Per la realizzazione di edifici edili di un massimo di due livelli per le zone sismiche.

Sistema di controventamento



sezione Secte

Nota: per i setti C/1-2 e B/1-2 i controventi saranno inseriti come in figura sovrastante



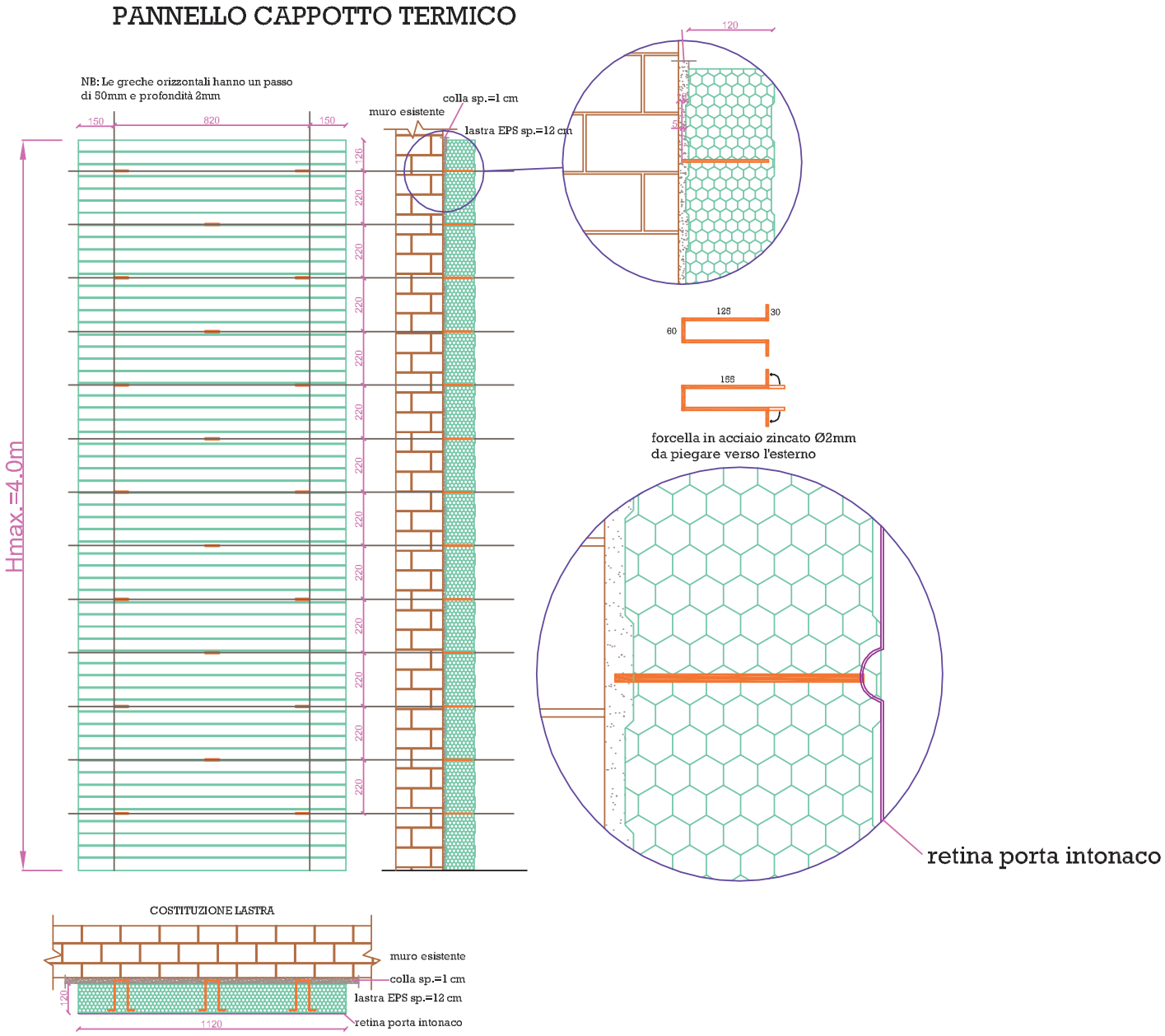
setto 1/C-B
Secte

Nota: per i setti 1/B-A, 2/C-B e 2/B-A i controventi saranno inseriti come in figura sovrastante

CAPPOTTO TERMICO
SENZA L'IMPIEGO DEI TASSELLI

Cappotto termico senza tasselli

Immaginiamo di ristrutturare, dove non è possibile praticare rottamazione edilizia, tutte quelle case che dovranno obbligatoriamente migliorare la protezione termica per un risparmio energetico.



PROVE LABORATORIO

Queste prove di laboratorio dimostrano
la validità del nostro brevetto degli occhielli.

Infatti gli occhielli sostituiscono, nella orditura,
la sovrapposizione dei ferri di cemento armato.

Il tondino da 6 mm a trazione ha la rottura
prima della deformazione del nodo
formato dai due occhielli di diametro 6 mm
e la catena verticale tondino di diametro 8 mm sollecitato al taglio.

ISTITUTO GIORDANO

Istituto Giordano S.p.A.
Via Rossini, 2 - 47814 Bellaria-Igea Marina (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. € 1.500.000 i.v.
R.E.A. c/o C.C.I.A.A. (RN) 156766
Registro Imprese di Rimini n. 00 549 540 409

RAPPORTO DI PROVA N. 305807

Luogo e data di emissione: Bellaria-Igea Marina - Italia, 23/05/2013

Committente: FIBRAE et TERRAM ENGINEERING Dr. Ing. Nicola Angelo Vitullo - Via Dante di Nanni, 24 - 47922 RIMINI - Italia

Data della richiesta della prova: 02/04/2013

Numero e data della commessa: 59269, 05/04/2013

Data del ricevimento del campione: 02/04/2013

Data dell'esecuzione della prova: dal 12/04/2013 al 18/04/2013

Oggetto della prova: Verifica connessione barre in acciaio

Luogo della prova: Istituto Giordano S.p.A. - Blocco 8 - Via del Lavoro, 1 - 47814 Bellaria - Igea Marina (RN) - Italia

Provenienza del campione: campionato e fornito dal Committente

Identificazione del campione in accettazione: n. 2013/0636

Descrizione del campione*.

Il campione sottoposto a prova è costituito da un manufatto in calcestruzzo di dimensioni 45 × 28 cm, spessore 8,5 cm, al centro del quale sono state annegate due barre in acciaio ad aderenza migliorata di diametro 6 mm le cui estremità, piegate ad occhiello, sono sovrapposte e connesse mediante una barra ad aderenza migliorata di diametro 8 mm.

(*) secondo le dichiarazioni del Committente.

ISTITUTO GIORDANO * LAB. PROVE MATERIALI - SCIENZE DELLE COSTRUZIONI *

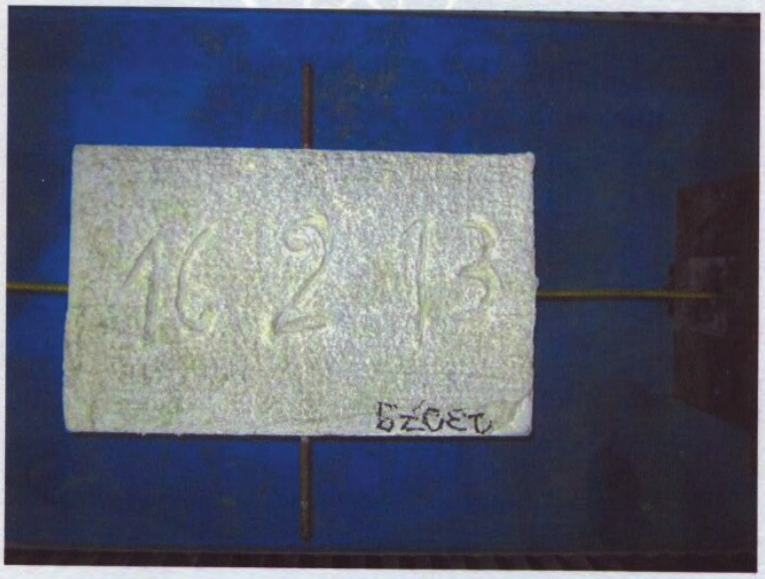
Comp. PM
Revis.

Il presente rapporto di prova è composto da n. 6 fogli.

CLAUSOLE: il presente documento si riferisce solamente al campione o materiale sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta dell'Istituto Giordano.

ISTITUTO GIORDANO

Fotografia del cassero utilizzato dal Committente e particolare della connessione in acciaio.



Fotografia del manufatto con le due barre orizzontali Ø 6 mm di colore giallo connesse, all'interno del manufatto, con la barra verticale Ø 8 mm.

ISTITUTO GIORDANO * LAB. PROVE MATERIALI • SCIENZE DELLE COSTRUZIONI *

ISTITUTO GIORDANO

DISEGNI SCHEMATICI DEL CAMPIONE
(forniti dal Committente)

Particolare schematico dell'estremità delle due barre Ø 6 mm (verdi) che una volta sovrapposte vengono connesse mediante la barra Ø 8 mm (rossa).

Riferimenti normativi.

La prova è stata eseguita ispirandosi alle seguenti norme:

- UNI EN ISO 6892-1:2009 del 08/10/2009 "Materiali metallici - Prova di trazione - Parte 1: Metodo di prova a temperatura ambiente";
- UNI EN ISO 15630-1:2010 del 02/12/2010 "Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso - Metodi di prova - Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato";
- UNI EN 12390-3:2009 del 14/05/2009 "Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 3: Resistenza alla compressione dei provini";
- UNI EN 12390-5:2009 del 14/05/2009 "Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 5: Resistenza a flessione dei provini".

Apparecchiatura di prova.

Per l'esecuzione della prova è stata utilizzata la seguente apparecchiatura:

- macchina Universale Metro Com da 600 kN per trazione, codice di identificazione interno SC404;
- pressa Tecnotest da 3000 kN, codice di identificazione interno SC240.

ISTITUTO GIORDANO ★ LAB. PROVE MATERIALI · SCIENZE DELLE COSTRUZIONI ★

ISTITUTO GIORDANO

Modalità della prova.

La prova è consistita nel verificare la tenuta della connessione in acciaio annegata nel calcestruzzo mediante prova di trazione delle barre di diametro 6 mm. Le estremità delle barre da 6 mm sono state afferrate nella macchina di trazione applicando il carico fino a rottura.
Si è proceduto poi alla qualifica del calcestruzzo utilizzato per il confezionamento del manufatto mediante prove di compressione su provini cubici di lato 15 cm confezionati al momento del getto e a prova di flessione del manufatto stesso.

Caratteristiche del manufatto.

Data dichiarata del getto in calcestruzzo	16/02/2013
Dimensioni	45 × 28 × 8,5 cm
Diametro barre d'acciaio ad aderenza migliorata	6 mm - 8 mm

Risultati della prova.

Trazione connessione in acciaio.

Provino [n.]	Diametro [mm]	Area [mm²]	Tensione di snervamento [N/mm²]	Tensione di rottura [N/mm²]	Nota
1	6	28,27	473,8	575,2	Rottura della barra

Compressione calcestruzzo.

Provino	Superficie di carico [cm]		Altezza del provino [cm]	Data dichiarata del prelievo	Peso [g]	Resistenza totale [N]	Resistenza unitaria [MPa]	Tipo di rottura*
1	15,0	14,9	15,0	16/02/2013	7436	886000	39,6	A
2	15,0	14,7	15,0	16/02/2013	7324	884000	40,1	A

(*) Legenda: A=Bipiramidale, B=Piramidale, C=Obliqua, D=D'angolo, E=Altro.

ISTITUTO GIORDANO * LAB. PROVE MATERIALI - SCIENZE DELLE COSTRUZIONI *

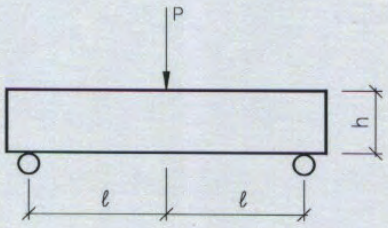
ISTITUTO GIORDANO

Resistenza a flessione calcestruzzo.

La resistenza a flessione "R_f" è stata calcolata utilizzando la seguente formula:

$$R_f = \frac{3 \cdot P \cdot \ell}{b \cdot h^2}$$

dove: P = carico di rottura, espresso in N;
ℓ = distanza fra un appoggio di estremità ed il coltello di carico, espressa in mm;
b, h = dimensioni della sezione del provino, espresse in mm.



Provino	Larghezza	Dimensioni della sezione		Distanza "ℓ"	Carico di rottura	
		b	h		Totale	Unitario
[n.]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[N]	[N/mm^2]
1	450	280	85	200	10200	3,02

ISTITUTO GIORDANO ★ LAB. PROVE MATERIALI - SCIENZE DELLE COSTRUZIONI ★

ISTITUTO GIORDANO

Fotografia durante la prova di trazione.

Particolare della rottura della barra da 6 mm.

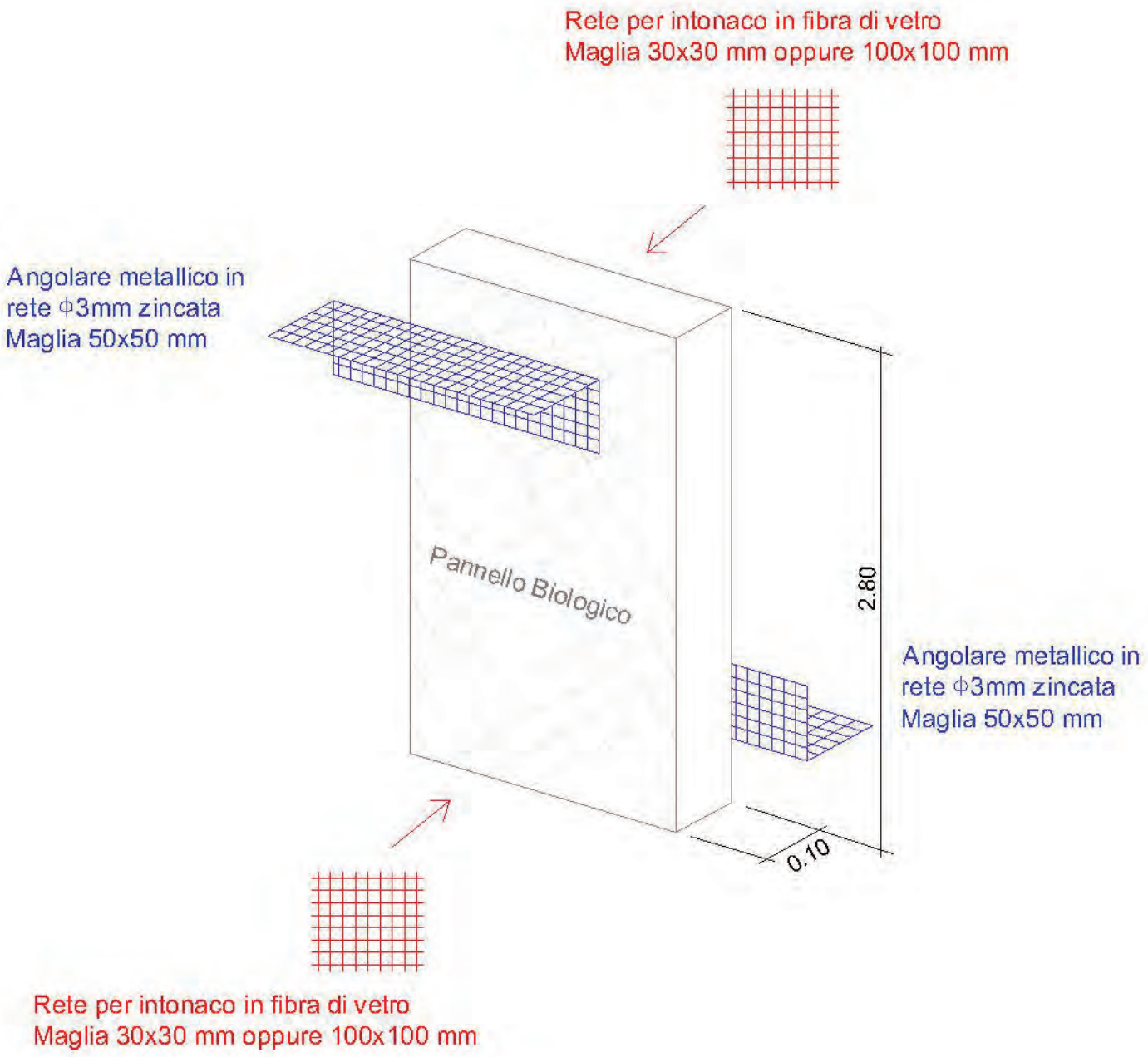
ISTITUTO GIORDANO ★ LAB. PROVE MATERIALI SCIENZE DELLE COSTRUZIONI ★

Il Responsabile Tecnico di Prova
(Dott. Ing. Michele Ianniello)

Il Responsabile del Laboratorio di Scienza delle Costruzioni
(Dott. Geol. Gianluca Ferraiolo)

L'Amministratore Delegato
L'AMMINISTRATORE DELEGATO
Dott. Ing. Vincenzo Iommi

PANNELLO PER TRAMEZZI COMPOSTA CON MATERIALI BIOLOGICI CON PROPIETÀ FONOASSORBENTI



Disegno non in scala
Schema di Montaggio