

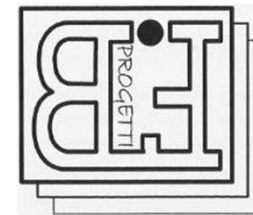
IL PERICOLO VIENE DALL'ALTO:

DALLA PREVENZIONE ALLA SOLUZIONE DEI RISCHI LEGATI ALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

“CASI STUDIO MODALITA' APPLICATIVE SISTEMI DI FISSAGGIO”

Relatore : Ing. Pierluigi Betti

**B.F. PROGETTI
Ing. Pierluigi Betti
Ing. Andrea Fedi**



**VARIE POSSIBILITA' DI UTILIZZO
NELL'EDILIZIA DEI TESSUTI IN POLIESTERE
RINFORZATI IN ACCIAIO**

**PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE DI UN
SISTEMA ANTI SFONDELLAMENTO**

**CONSOLIDAMENTO DEI TAMPONAMENTI PER
RIBALTAMENTO FUORI PIANO**

ESEMPI DI UTILIZZO SU EDIFICI ESISTENTI

UTILIZZO del POLIESTERE E ACCIAIO NELLE COSTRUZIONI (SISTEMA ELASTICO)

1. Protezione dallo **sfondellamento dei solai**;
2. Contenimento **aggetti e cornicioni**;
3. Consolidamento di **volte in foglio**;
4. Contenimento tamponamenti esterni/interni e soluzione al **ribaltamento fuori piano (EDIFICI ESISTENTI e NUOVE COSTRUZIONI)**.

UTILIZZO del POLIESTERE E ACCIAIO NELLE COSTRUZIONI (SISTEMA ELASTICO)

1. **Protezione dallo sfondellamento dei solai;**
2. Contenimento **aggetti e cornicioni;**
3. Consolidamento di **volte in foglio;**
4. Contenimento tamponamenti esterni/interni e soluzione al **ribaltamento fuori piano (EDIFICI ESISTENTI e NUOVE COSTRUZIONI).**

LA CORRETTA REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA ANTI-SFONDELLAMENTO - STEP

a) CONOSCENZA DELLA **TIPOLOGIA DI SOLAIO (DIAGNOSTICA)**

b) SCELTA DELLA “**RETE**” e degli **ANCORAGGI** (acquisizione delle certificazioni dei materiali RETE+ANCORAGGI)



c) PROGETTO DEI FISSAGGI (Ingegnere/Architetto)

d) POSA IN OPERA DEL SISTEMA

-CERTIFICAZIONE DI CORRETTA POSA DA PARTE DELL'IMPRESA INSTALLATRICE

-CERTIFICAZIONE DI REGOLARE ESECUZIONE DA PARTE DEL TECNICO

e) VERIFICA IN OPERA DEI FISSAGGI (PROVA di ESTRAZIONE)

Prova preventiva o Prova di Collaudo

PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

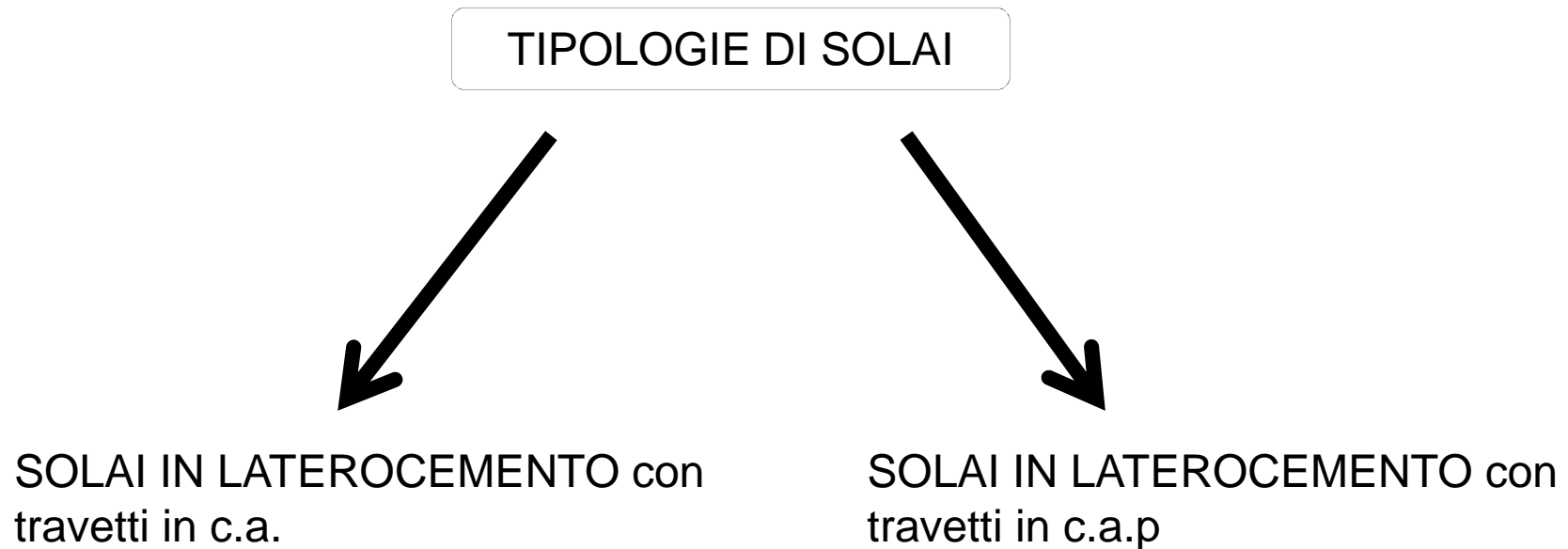
a) CONOSCENZA DELLA TIPOLOGIA DI SOLAIO

Mediante:

Materiale progettuale/Manualistica d'epoca

Indagini non distruttive

Piccoli saggi, rimozione di controsoffitti, piccole demolizioni



PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

Solai in latero-cemento con travetto in c.a. (nervatura larga)

Solaio tipo **CON MATTONI PIGNATTE o MATTONI FORATI**

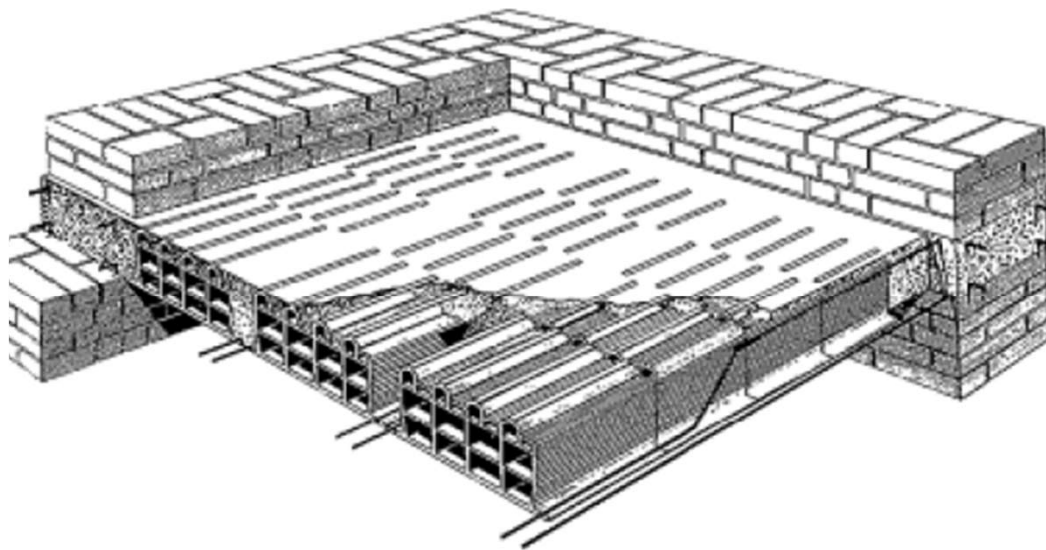
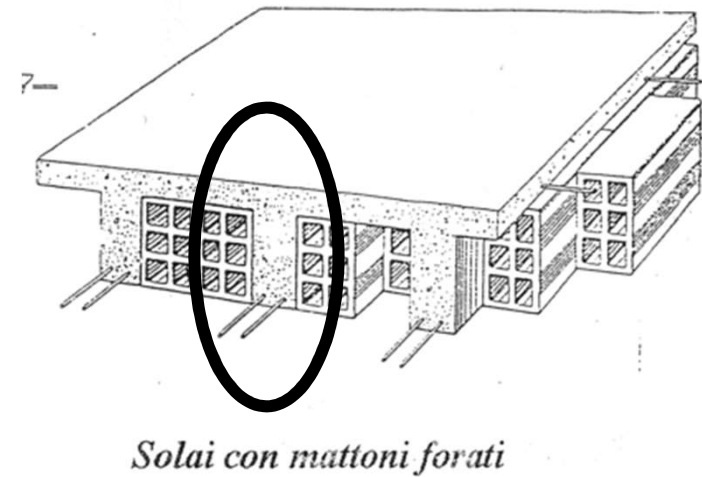


Figura 2.7. Blocchi in laterizio poggiati su cassero piano



PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

Solai in latero-cemento con travetto in c.a. (nervatura larga)

Solaio tipo **VILLA**

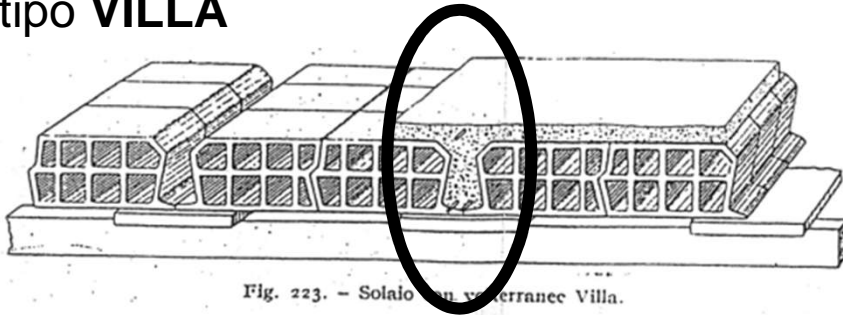


Fig. 223. - Solaio con volterrane Villa.

Solaio tipo Villa²: ha presentato un tipo di solaio con volterrane ad aletta che permettevano di non utilizzare gli scomodi fondelli, rendendo più agevole la posa in opera ed eliminando lo svantaggio della differenza di materiale sotto l'intonaco.

Solaio tipo **FADINI**

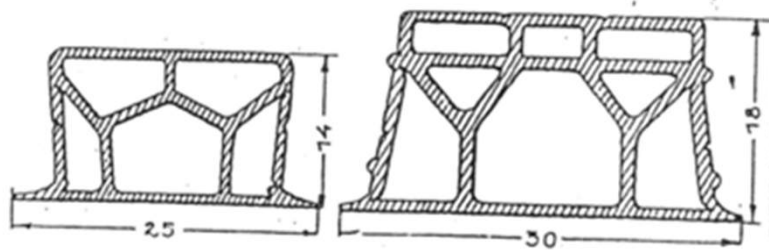


Fig. 225. - Solaio con tavelloni Fadini, con pareti laterali in parte asportabili.



PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

Solai in latero-cemento con travetto in c.a. prefabbricato

Solaio tipo **VARESE**

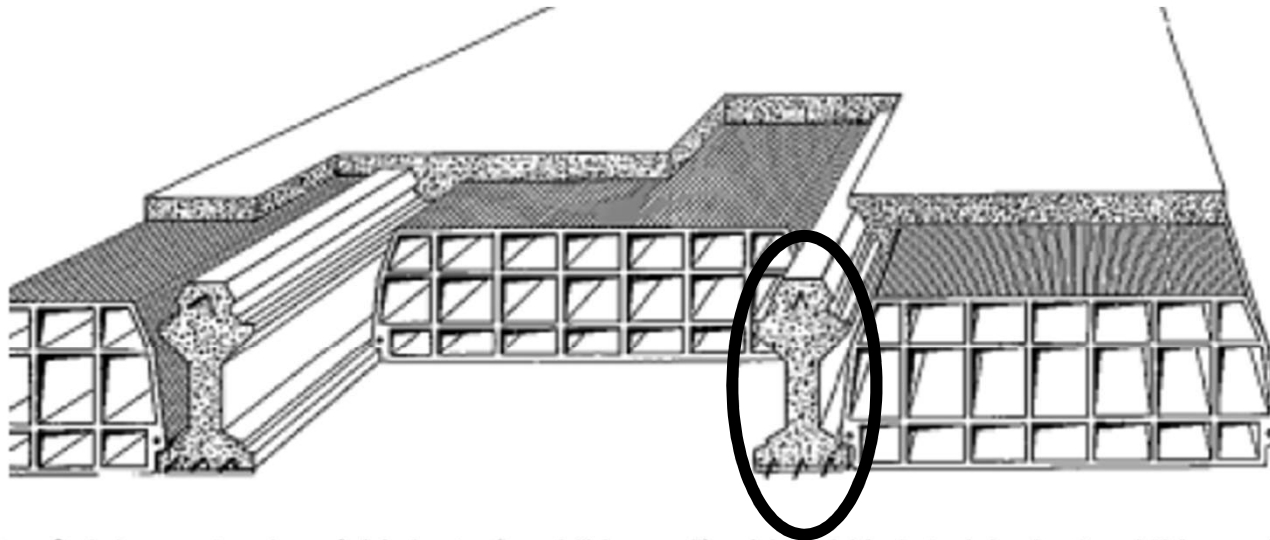
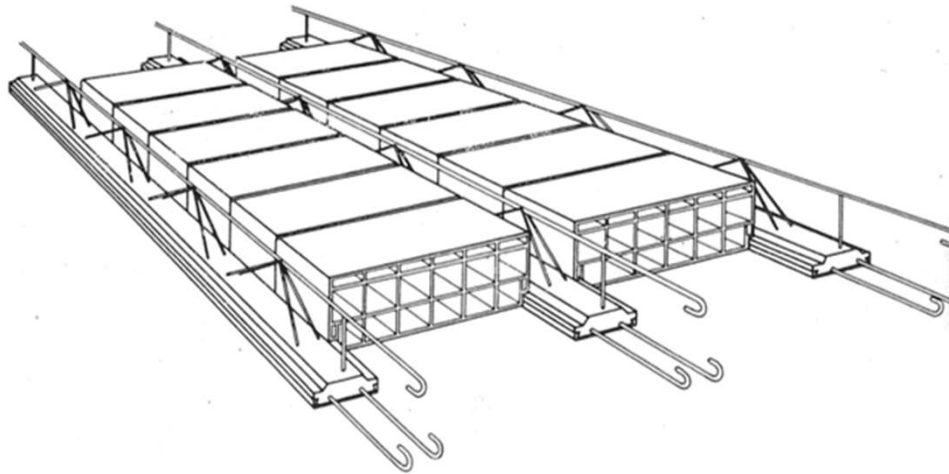


Figura 2.11a. Solaio con travi prefabbricate (travi "Varese") e blocchi in laterizio. Le travi "Varese" hanno trovato largo impiego per la costruzione di coperture a falde piane e inclinate con tavellone inferiore e superiore atti a formare una camera d'aria adatta a fornire un certo grado, in rapporto all'epoca, di isolamento termico

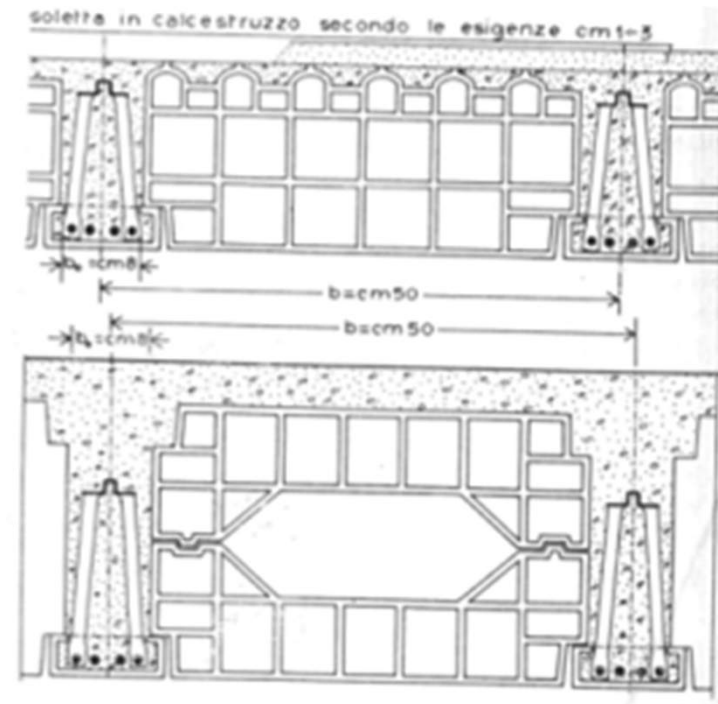
PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

Solai in latero-cemento con travetto in c.a. prefabbricato

Solaio tipo **BAUSTA**



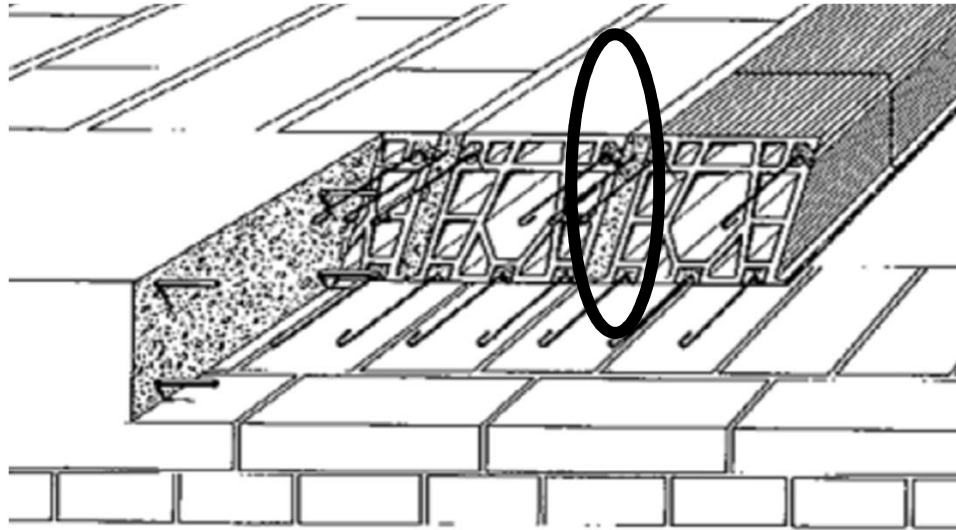
Solaio tipo **METALSTRUT**



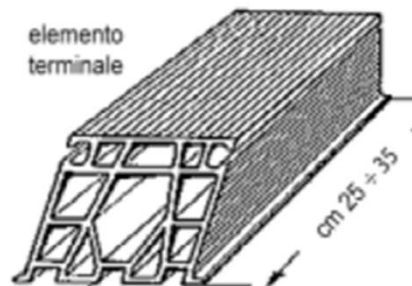
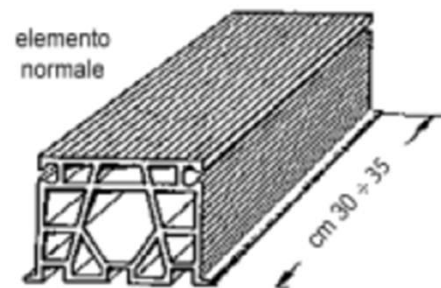
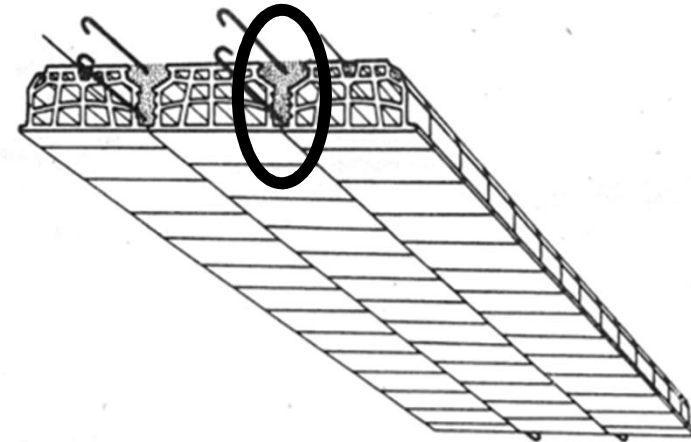
PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

Solai in latero-cemento con travetto in c.a. (a nervatura sottile)

Solaio tipo **SAP**



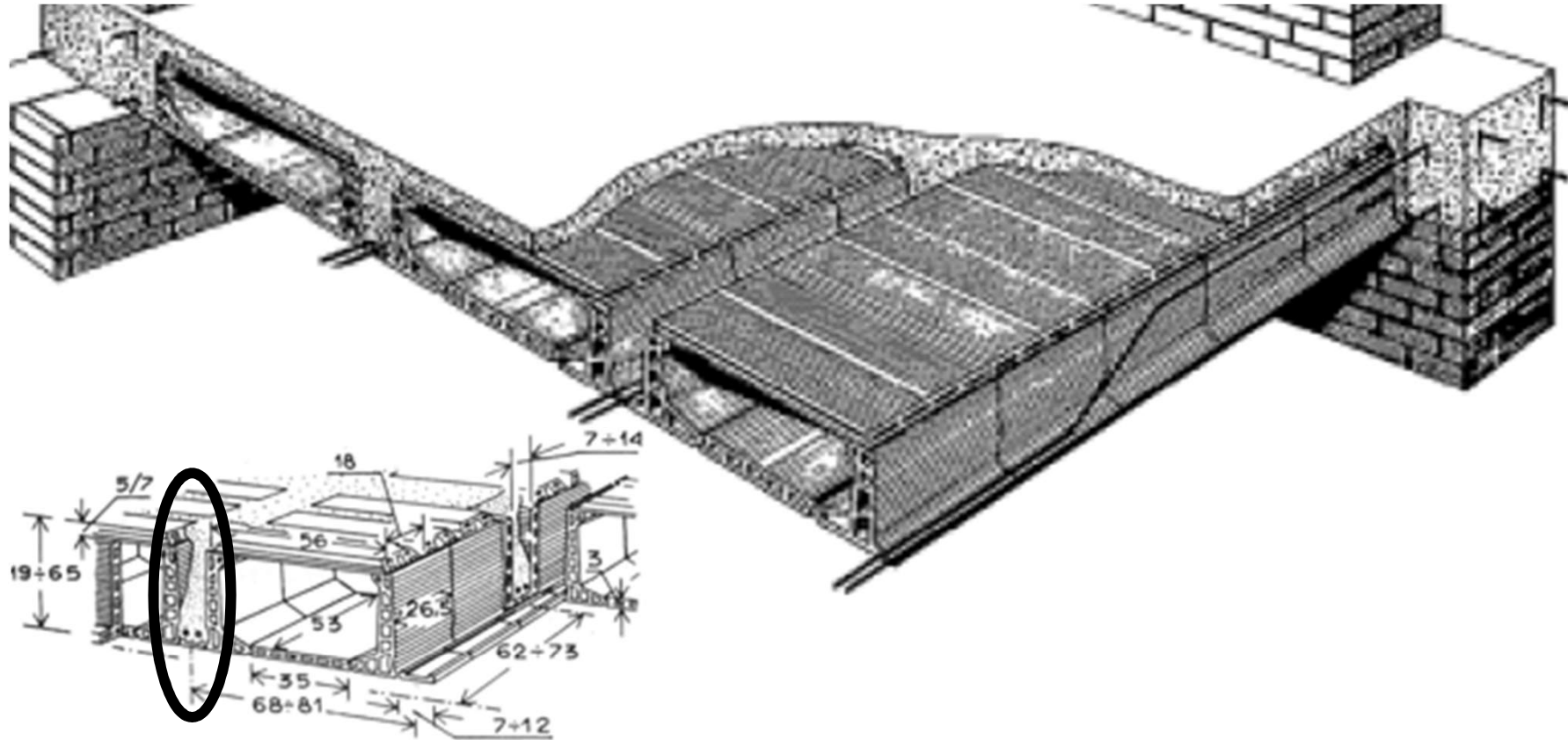
Solaio tipo **TRIREX**



PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

Solai in latero-cemento con travetto in c.a. (a nervatura sottile)

Solaio tipo **STIMIP**



SOLAIO STIMIP

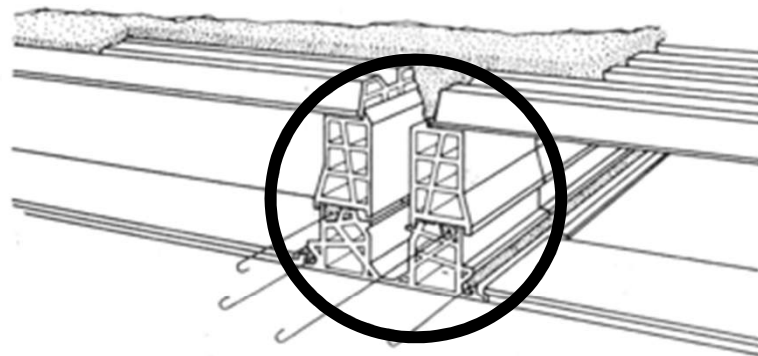
È un solaio formato da cassettoni di laterizio delimitanti i casseri per il getto di nervature in conglomerato armato, disposte secondo due direzioni ortogonali. La soletta di compressione può essere di laterizio (STIMIP B) oppure di laterizio e conglomerato (STIMIP MB). Detti cassettoni si ottengono con quattro pezzi: gli spondali ad L, le solette superiori, le tavole da soffitto ed un fondello ad L di cui uno è visibile in primo piano nella figura. È particolarmente indicato per la realizzazione di piastre nervate di minimo peso proprio, vincolate o semplicemente appoggiate lungo tutto il perimetro.

PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

Solai in latero-cemento con travetto in c.a. (a nervatura sottile)

Solaio tipo **ADIGE**

SOLAIO ADIGE



Si tratta di un solaio a camera d'aria risultante dall'accoppiamento di travetti prefabbricati, di un'unica altezza, con solette e tavole da soffitto. A seconda delle esigenze d'impiego si può variare l'altezza del solaio fra i cm 23,5 ed i cm 53 inserendo appositi sovralzì. Questa struttura è adatta per luci di notevole entità; l'interasse è di cm 70. Nella tabella sono riportati i massimi momenti di esercizio riferiti all'interasse.

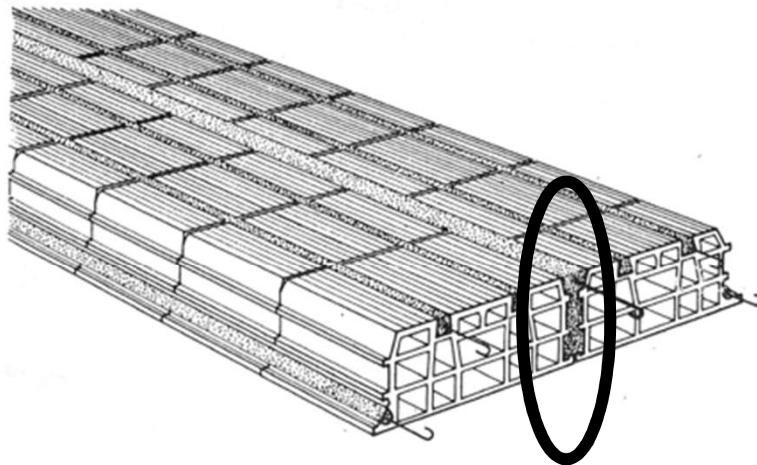
Altezza tot. solaio . . .	cm	23,5	32	37	42	48	53
Altezza laterizio	cm	23,5	30	35	40	45	50
Interasse	cm	70	70	70	70	70	70
Largh. min. nervat.	cm	9	9	9	9	9	9
Volume conglomerato	l/m ²	53,5	81,6	88,1	94,5	110,9	117,3
Peso laterizio	kg/m ²	82	94	99	106	110	120
Peso tot. solaio	kg/m ²	215	298	315	338	381	406
Mom. esercizio	kgm	1537	3150	3640	4720	5760	7240

PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

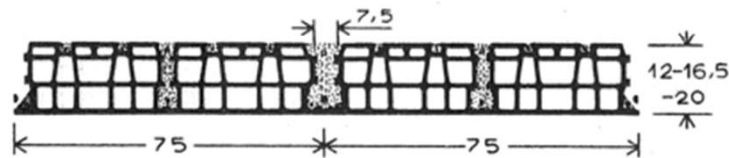
Solai in latero-cemento con travetto in c.a. (a nervatura sottile)

Solaio tipo **BISAP**

PANNELLI BISAP



SEZIONE TRASVERSALE



L'accostamento dei pannelli dà luogo alla formazione di casseri per il getto delle nervature di consolidamento destinate a contenere le armature metalliche supplementari.

I pannelli BISAP costruiti in tre altezze sono larghi cm 75 e sono opportunamente rinforzati nella zona compressa.

I momenti flettenti massimi di servizio corrispondono ad una sollecitazione di pressione di 50 kg/cm² con una tensione nell'acciaio ad aderenza migliorata di 2000 kg/cm².

Altezza cm	Peso pannelli kg/m ²	Conglomerato nervature l/m ²	Peso solaio in opera kg/m ²	Mom. max. servizio all' m kgm
12	88	10	110	581
16,5	110	14	114	1125
20	125	18	165	1732

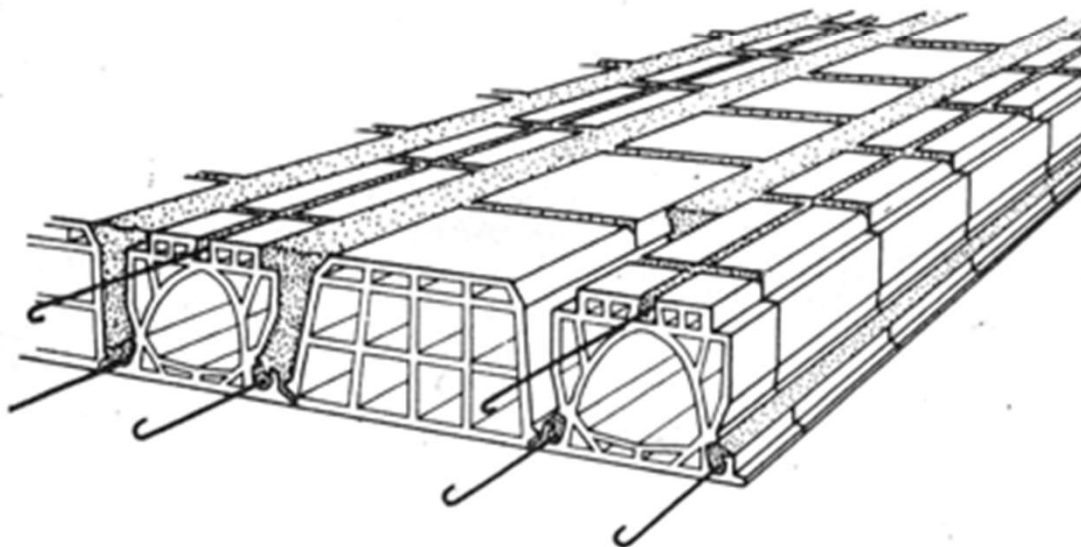
PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

Solai in latero-cemento con travetto in c.a. (a nervatura sottile)

Solaio tipo **CIREX**

Solaio a travetti prefabbricati tipo classico.

I travetti CIREX, di facile confezione, possono essere posti in opera affiancati, ottenendo l'interasse di cm 25, oppure distanziati a mezzo di blocchi interposti, ottenendo l'interasse di cm 55. Il solaio viene fornito nelle altezze di cm 12,5 – 16,5 – 20,5.



PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

Solai in latero-cemento con travetto in c.a. (laterizi forati triangolari)

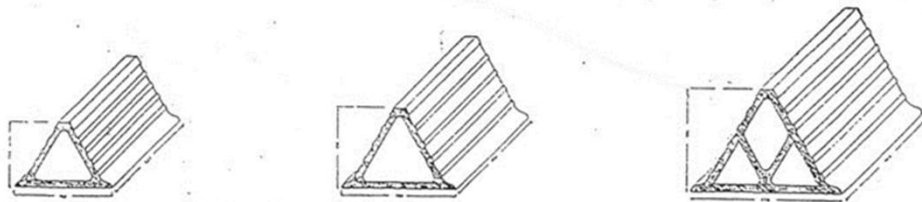
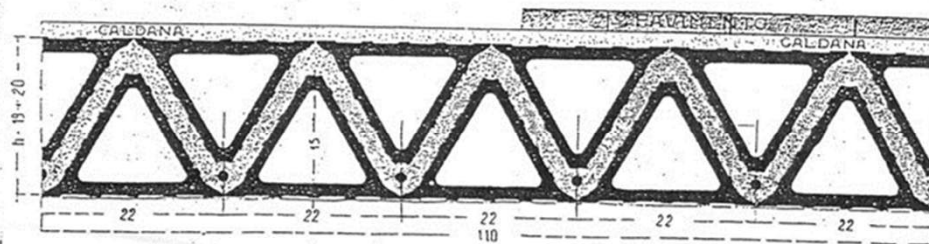
Solaio tipo **BERRA**

Solaio Berra ondulato con laterizi forati triangolari

Il sistema era essenzialmente costituito da uno strato di calcestruzzo di 2-3 cm. di spessore, gettato su due file contrapposte (una inferiore e l'altra superiore) di mattoni triangolari.

La zona compressa è rappresentata dalla parte superiore dello strato di calcestruzzo ondulato, ed in parte dalla parete superiore del laterizio.

Quando il solaio è incastrato, oppure attraversa con continuità i muri maestri sottostanti, si provvede al momento negativo, armando con un tondino anche la zona superiore.

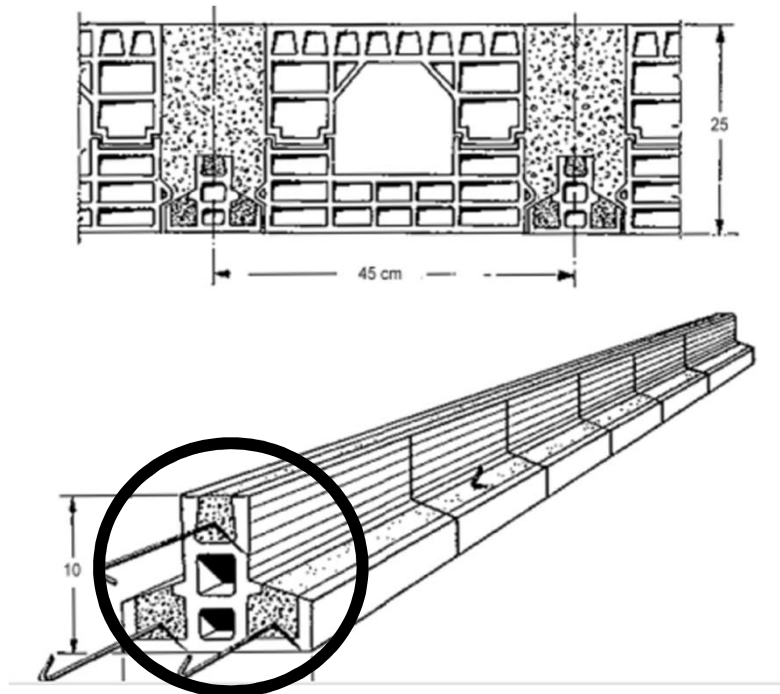


Solaio Berra ondulato con laterizi forati triangolari: sezione normale e tipi di mattoni usati.

PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

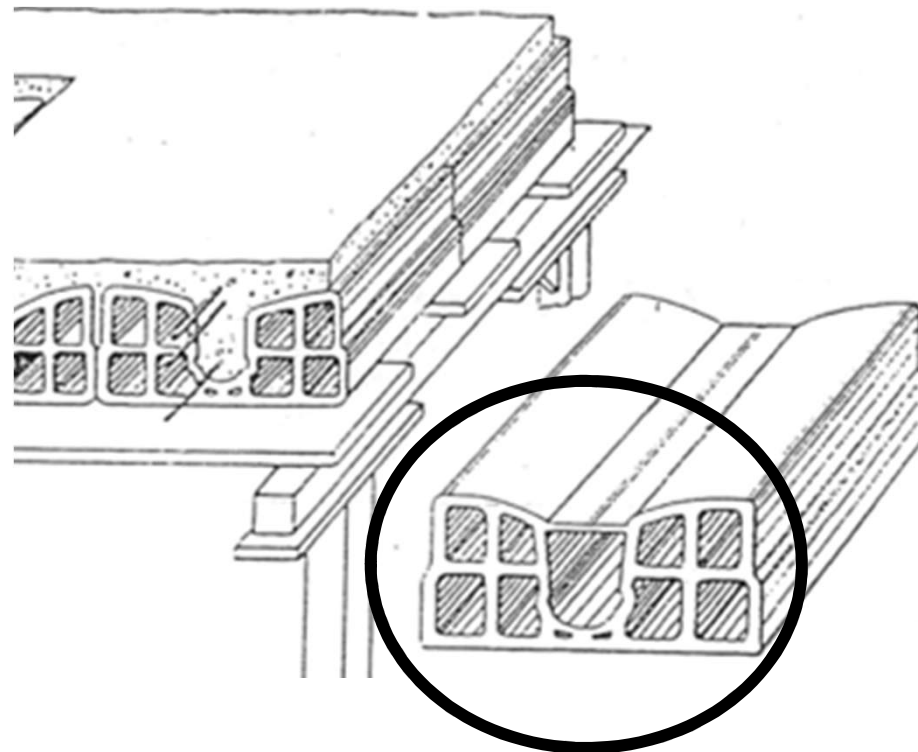
Solai in latero-cemento con travetto in c.a.

Solaio tipo **CELERSAP**



Travetto prefabbricato «forato»

Solaio tipo **MIOZZO SALERNI**



Travetto interposto nella pignatta

PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

Solai in latero-cemento con travetto in c.a.

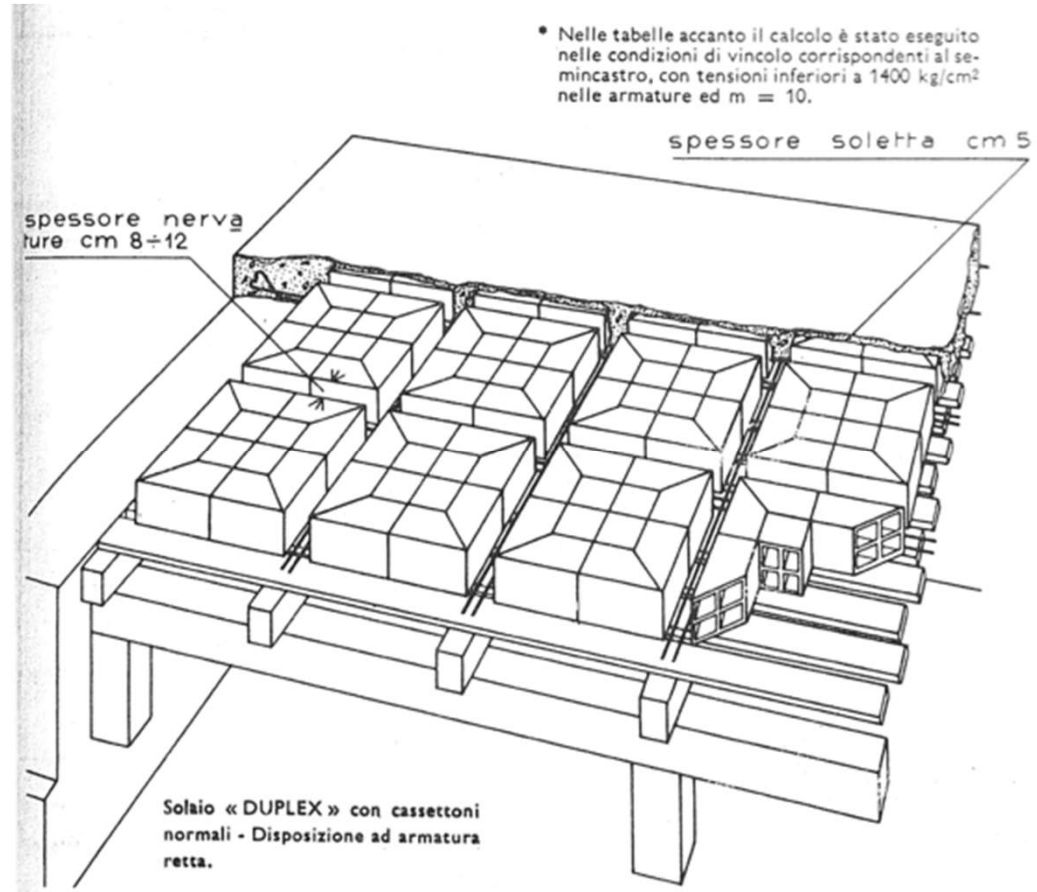
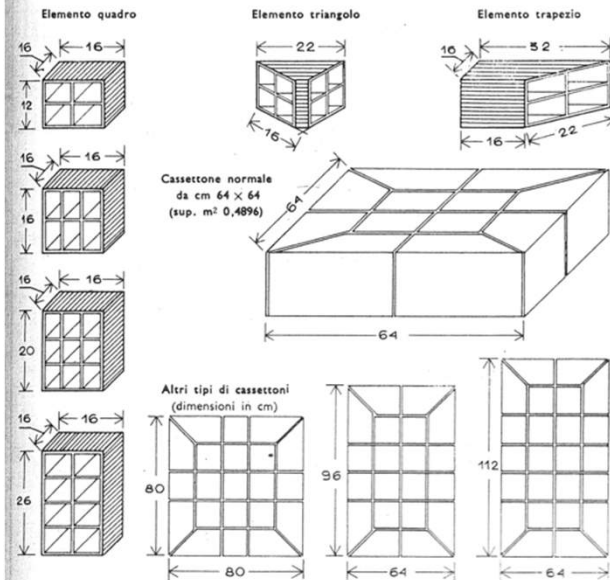
Solaio tipo A NERVATURE INCROCIATE (DUPLEX)

SOLAI A NERVATURE INCROCIATE

Rispetto ai solai a nervature parallele presentano il vantaggio che tanto il carico che l'azione di concatenamento del solaio vengono ripartite lungo tutto il perimetro dei quattro muri d'ambito. Tali solai si comportano, rispetto alle sollecitazioni cui sono sottoposti, come lastre appoggiate al contorno e quindi il momento flettente si riduce (per esempio nel caso di locale quadrato) ad un quarto circa di quello che, a parità di condizioni, si avrebbe nei solai con nervature in una sola direzione. Poiché il numero delle nervature è doppio, la quantità di ferro occorrente è circa la metà di quella necessaria per il solaio con travi dirette in un sol verso.

SOLAIO DUPLEX

È il prototipo dei solai a nervature. È costituito da elementi laterizi cavi (retti e tagliati a becco di flauto) opportunamente combinati per formare dei cassettoni opportunamente intervallati da solchi ortogonali, nei quali si dispongono le armature principali e che costituiscono i travetti. Questi si gettano insieme alla soletta superiore leggermente armata da ferri di distribuzione. I mattoni «DUPLEX» si distinguono in due tipi: il tipo quadrato 16 cm di lato e il tipo trapezoidale avente lati paralleli di cm 16 e 32. Le altezze di centimetri 12-16-20-26 permettono di soddisfare a tutte le esigenze delle luci comunemente incontrate nell'edilizia.



* Nelle tabelle accanto il calcolo è stato eseguito nelle condizioni di vincolo corrispondenti al semincastro, con tensioni inferiori a 1400 kg/cm² nelle armature ed $m = 10$.

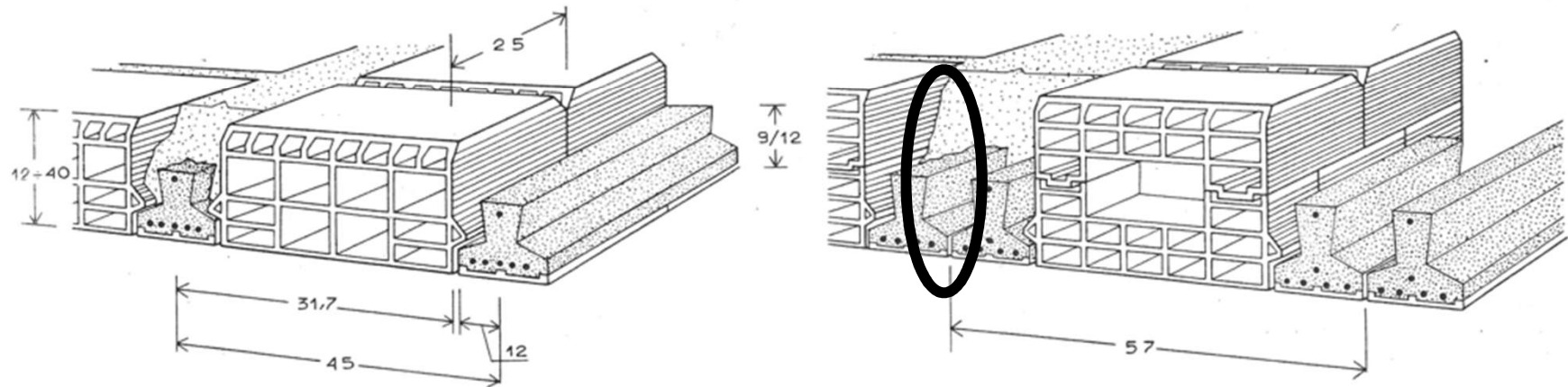
PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

Solai in latero-cemento con travetto in c.a.p.

Solaio tipo **CELERSAP**

CARATTERISTICHE SOLAIO CELERSAP PRECOMPRESSO (R.D.B. - PIACENZA)

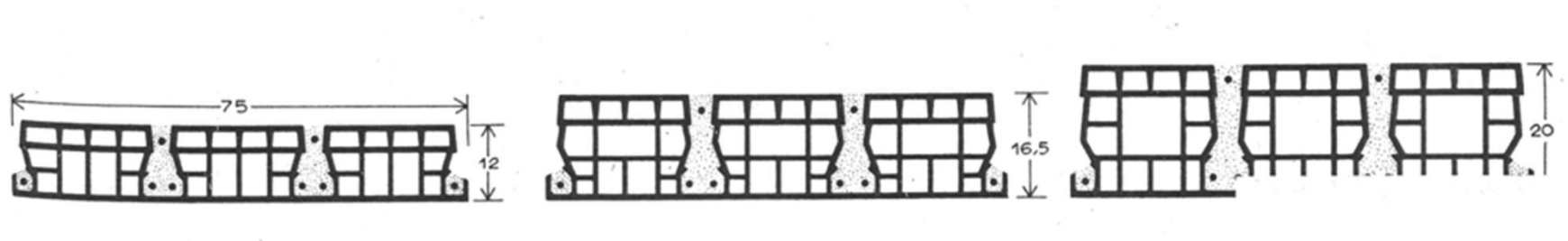
È formato da travetti in conglomerato armato precompresso con fondelli di laterizio, a fili aderenti, con sezione a T rovescio di altezza 9 oppure 12 cm, posti in opera ad interasse di 45 cm. Fra di essi vengono collocati degli elementi forati in laterizio di altezza variabile a seconda delle necessità statiche. In casi particolari i travetti precompressi possono essere abbinati ed allora l'interasse delle nervature risulta di cm 57. Nelle nervature di conglomerato da gettarsi in opera vengono normalmente aggiunti spezzoni d'estremità aventi funzione d'ammarraggio o di assorbimento delle tensioni dovute ai momenti negativi.



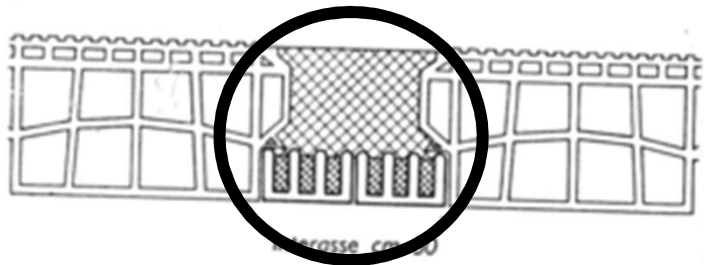
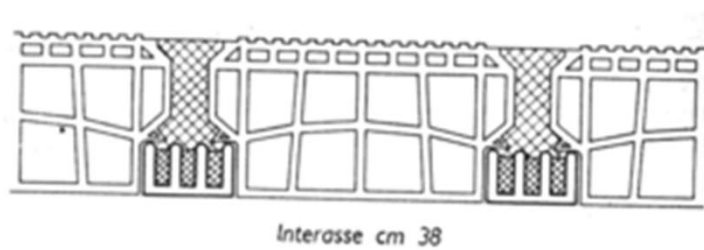
PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

Solai in latero-cemento con travetto in c.a.p.

Solaio tipo **NEOSAP**



Solaio tipo **STALP**

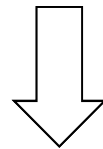


PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

Abbiamo dunque esaminato circa **20 tipologie** di solaio in latero-cemento:



- variabili in funzione dell'area geografica e del periodo storico
- caratterizzati da geometrie e caratteristiche differenti dei travetti



LA CONOSCENZA DI TALI TIPOLOGIE È NECESSARIA PER LA
CORRETTA SCELTA DELL'ANCORAGGIO

PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

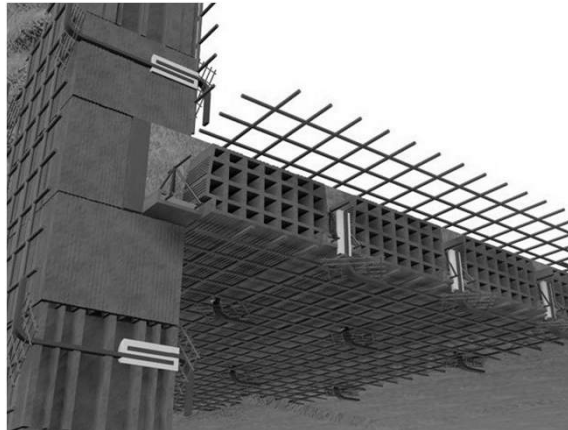
b.1) SCELTA DELLA «RETE»

I SISTEMI FIBRO-RINFORZATI PIU' NOTI SUL MERCATO

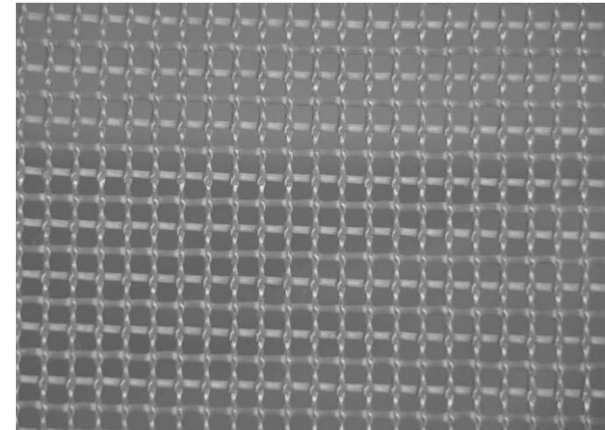
- FIBRE DI CARBONIO



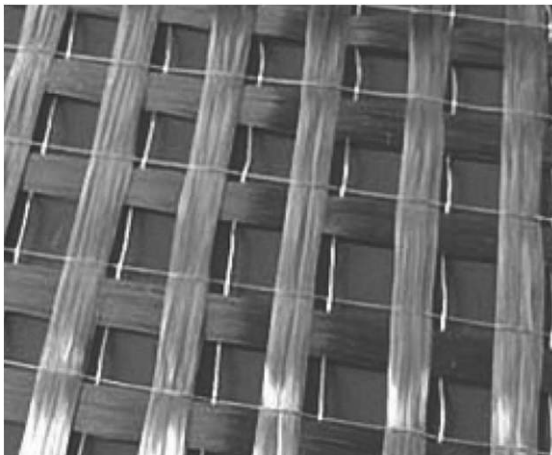
- FIBRE DI VETRO



- FIBRE ARAMIDICHE



- FIBRE DI BASALTO



-Minimo allungamento per massima aderenza con gli elementi strutturali;

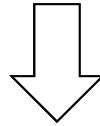
➔ -Innalzamento del punto di rottura degli elementi strutturali;

-Materiali RIGIDI, che collassano in modo FRAGILE

PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

I SISTEMI PIU' RECENTI

- **TESSUTO A MAGLIA CHIUSA IN POLIESTERE HT, RITORTI CON UN FILAMENTO DI ACCIAIO**



FLESSIBILITA' ED ELASTICITA'

Riduzione dei danni alle persone contenendo in modo FLESSIBILE il collasso delle parti non strutturali

Rinforzo in fibra di vetro



Rinforzo con poliestere e acciaio



PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

I materiali tessili in poliestere HT esistono in varie forme:

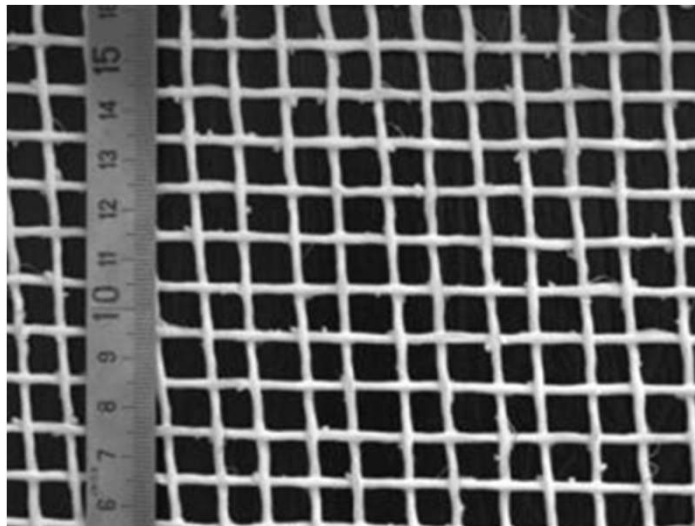
MAGLIA 10x10 mm

Tipo AEGIS "ATHENA"

Tessuto a maglia aperta (10x10 mm) di fili di poliestere HT ritorti con un filamento d'acciaio.

Impregnato per la protezione alcalina del cemento;

Resistenza alla trazione superiore ai 9.000 kg/metro lineare.



MAGLIA 20x20 mm

Tipo AEGIS "HERMES"

Tessuto a maglia aperta (20x20 mm) di fili di poliestere HT ritorti con un filamento d'acciaio.

Impregnato per la protezione alcalina del cemento;

Resistenza alla trazione superiore ai 5.500 kg/metro lineare.



PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

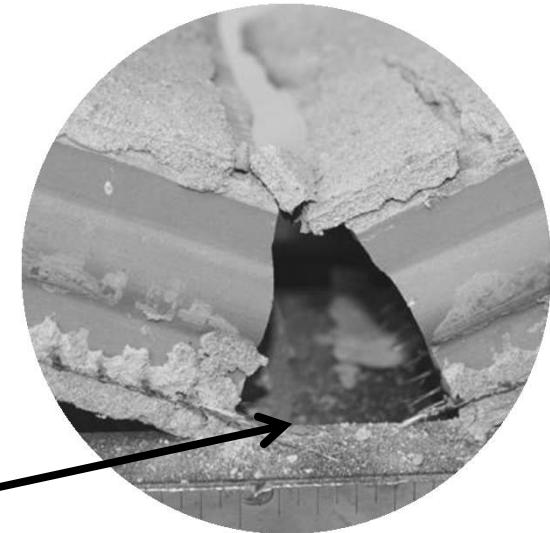
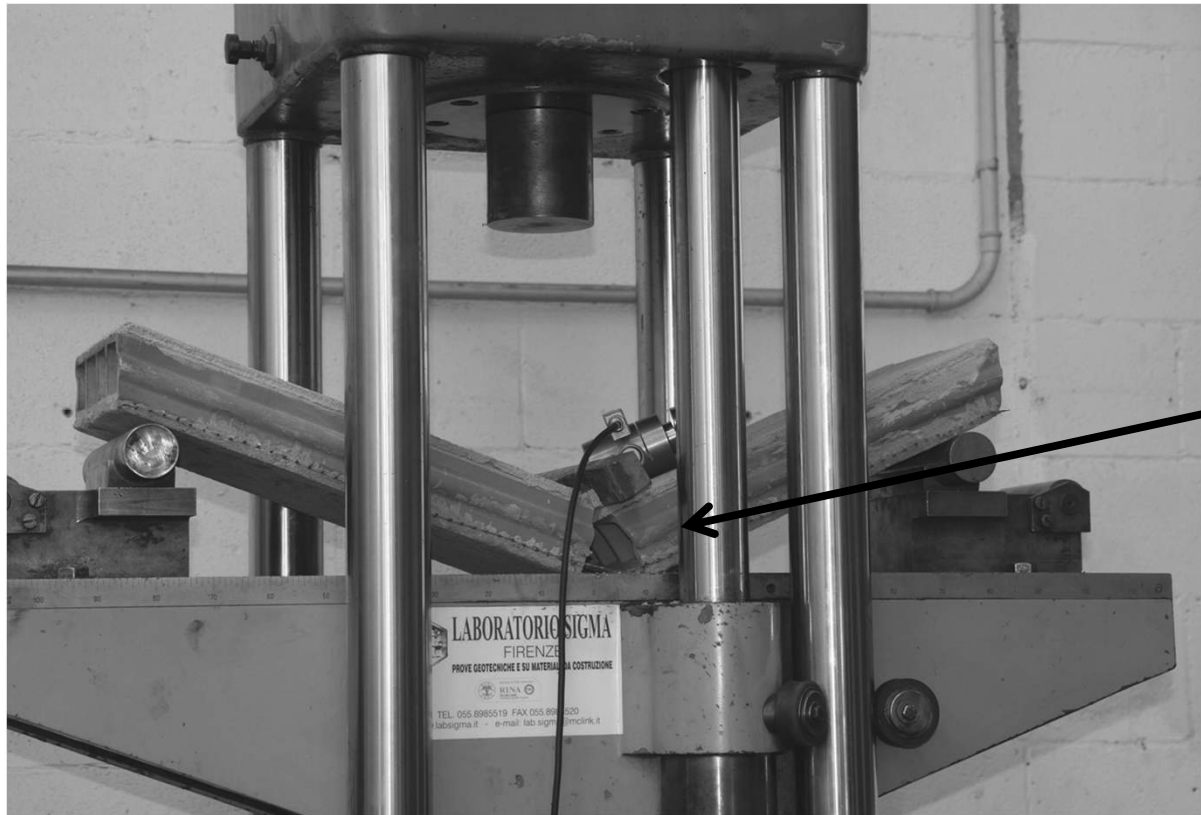
TEST DI LABORATORIO SU TAVELLA IN LATERIZIO SENZA ALCUN RINFORZO



Crollo al picco
massimo di
forza 3.059 N.

PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

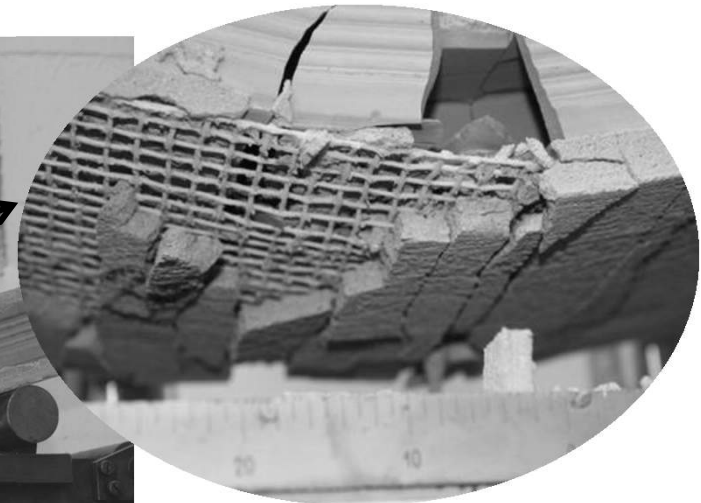
TEST DI LABORATORIO SU TAVELLA IN LATERIZIO RINFORZATA CON TESSUTO IN FIBRA DI VETRO



Crollo al picco massimo di forza 4.193 N.

PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

TEST DI LABORATORIO SU TAVELLA IN LATERIZIO RINFORZATA CON TESSUTO IN POLIESTERE E ACCIAIO 10x10 mm

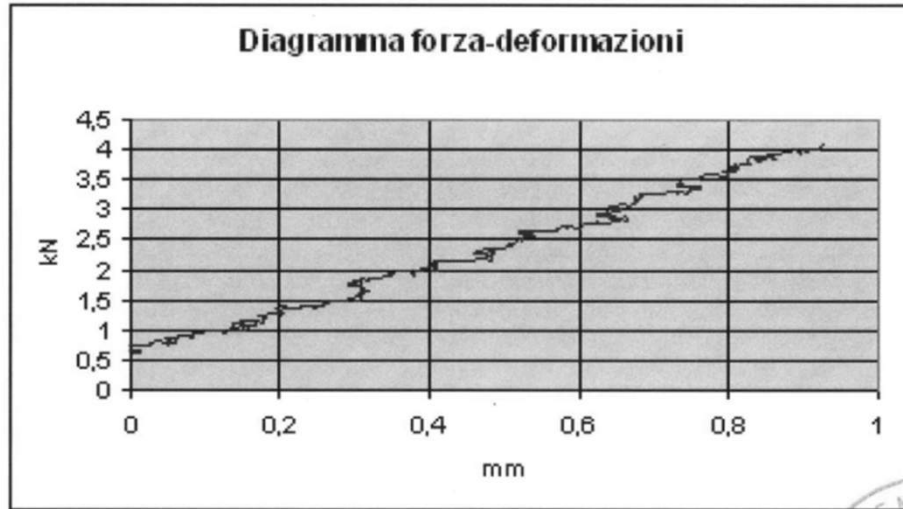


Al picco massimo di forza 5.541 N, non si registra crollo.

PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

GRAFICI TEST DI LABORATORIO

1 - Tavellone con MAPEGRID G120 FACCIA INFERIORE



3 - Tavellone con AEGIS-ZEUS FACCIA INFERIORE



5 - Tavellone con AEGIS-ATHENA FACCIA INFERIORE



Ciclo isteretico nelle prove con
RETE IN POLIESTERE HT

PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

TABELLA COMPARATIVA DI CARATTERISTICHE TECNICHE

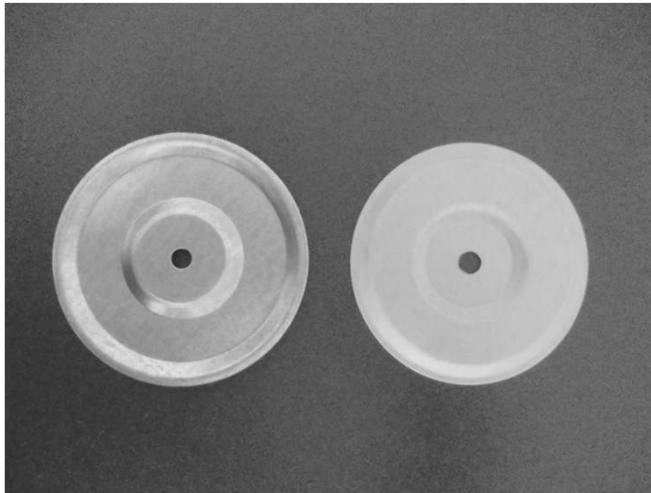
CARATTERISTICHE TECNICHE	UNITA'	AEGIS «HERMES»	AEGIS "ATHENA"	AEGIS "ZEUS"	RETE IN FIBRA DI CARBONI O (maglia 5X5 mm)	RETE IN FIBRA DI VETRO (maglia 33X33 mm)	RETE IN FIBRA DI BASALTO (maglia 10X10 mm)	RETE IN POLIPROPILENE
PESO ($\pm 5\%$)	g/m ²	310	530	575	300	1000	400	100
RESISTENZA A TRAZIONE LONGIT.	kN/m	55,3	94	114	412	105	490	4.5
ALLUNGAMENTO LONGIT.	%	14,6	20.5	26.5	2	1,5	3,5	15
RESISTENZA A TRAZIONE TRASV.	kN/m	52,6	92	92	412	105	490	6
ALLUNGAMENTO TRASV.	%	14,9	23	24	2	1,5	3,5	15

b.2) LA SCELTA DEGLI ANCORAGGI

È FUNZIONE DELLA TIPOLOGIA DI SOLAIO

-Scelta del tassello
Hilti, Fisher, Ejot, Würth


-Scelta della rondella
(diametro 80 mm)




PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

SISTEMI DI FISSAGGIO (tasselli ad espansione 8/10 mm)

4H **8mm AF**



Application
Steel sections, brackets, tracking, etc
- Concrete, concrete blockwork and brick
Drill bit diameter 5.0mm




Ø x L mm	Embedment		Hole Depth mm	Clamping Thickness Min ECT Max	Min Qty
	Min	Max			
6.3 x 32	25	32	35 - 45	0 - 7	100
6.3 x 45	25	35	35 - 45	10 - 20	100


Order Example: 4H - 32

Please note these products are not suitable for use in concrete with a high flint or pebble content.
Please refer to EJOT Technical Department for further information.
Other Sizes available on request.

4H Stainless **10mm AF**




Application
Steel sections, brackets, tracking, etc
- Concrete, concrete blockwork and brick
Drill bit diameter 6.0mm




Ø x L	Embedment	Hole Depth	Clamping	Min

BS-R Concrete Screws **8mm AF**



Application
Steel sections & extended build up to
- Concrete, concrete blockwork and brick
Drill bit diameter 5.0mm




Ø x L mm	Embedment		Hole Dia mm	Clamping Thickness Min ECT Max	Min Qty
	Min	Max			
6.3 x 35	30	35	5	0 - 5	100
6.3 x 45	30	45	5	5 - 15	100
6.3 x 100	30	45	5	60 - 70	100
6.3 x 120	30	45	5	80 - 90	100
6.3 x 140	30	45	5	100 - 110	100
6.3 x 160	30	45	5	120 - 130	100
6.3 x 180	30	45	5	140 - 150	100
6.3 x 200	30	45	5	160 - 170	100
6.3 x 220	30	45	5	180 - 190	100
6.3 x 240	30	45	5	200 - 210	100

Order Example: BS-R - 6.3 x 100

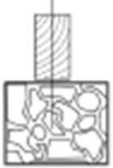
PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

SISTEMI DI FISSAGGIO

SDF-S T30



Application
Timber
- Concrete, concrete blockwork and brick
Note: Pre-drill the hole 10 mm deeper than the intended embedment




Ø x L mm	Embedment		Min Qty
	Min	Max	
8 x 80	50	60	100
8 x 100	50	60	100
8 x 120	50	60	100
8 x 140	50	60	100
8 x 160	50	60	100
8 x 180	50	60	100
8 x 200	50	60	100
8 x 220	50	60	100

Order Example: SDF-S-8 x 80-V or E
(V = carbon steel screw, E = austenitic stainless steel screw)


Lunghezza:
Fino a 22 cm

Filettatura:
4 cm

SDF-KB 10mm AF



Application
Metal sections, brackets and tracking
- Concrete, concrete blockwork and brick
Note: Pre-drill the hole 10 mm deeper than the intended embedment



Ø x L mm	Embedment		Min Qty
	Min	Max	
8 x 60	50	60	100
8 x 80	50	60	100
8 x 100	50	60	100
8 x 120	50	60	100
8 x 140	50	60	100
8 x 160	50	60	100
8 x 180	50	60	100
8 x 200	50	60	100
8 x 220	50	60	100

Order Example: SDF-KB-8 x 80 E
(V = carbon steel screw, E = austenitic stainless steel screw)

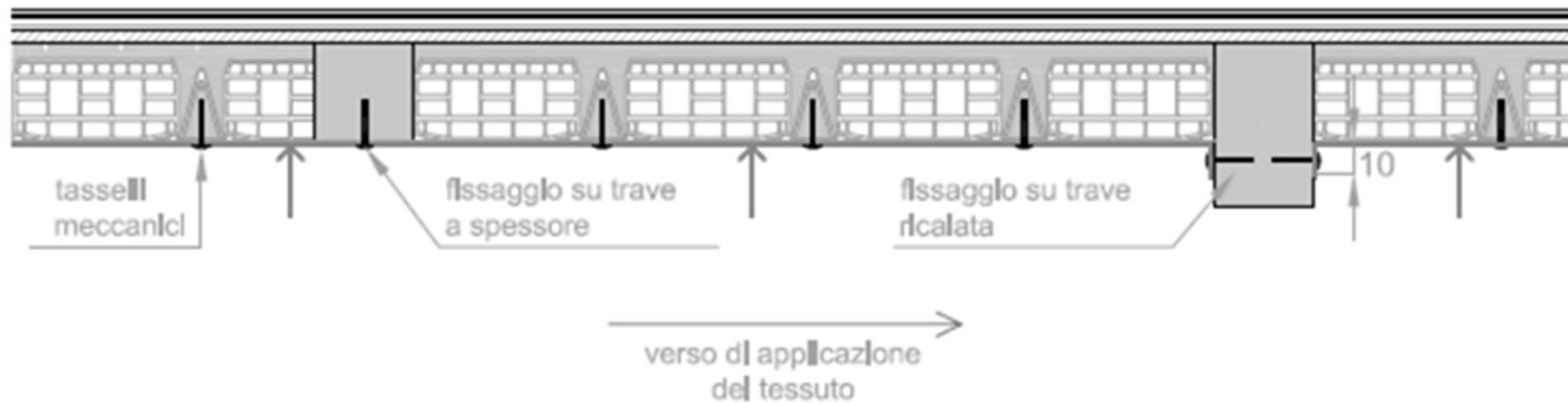
PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

c) PROGETTO DEI FISSAGGI

Determinazione della disposizione di:

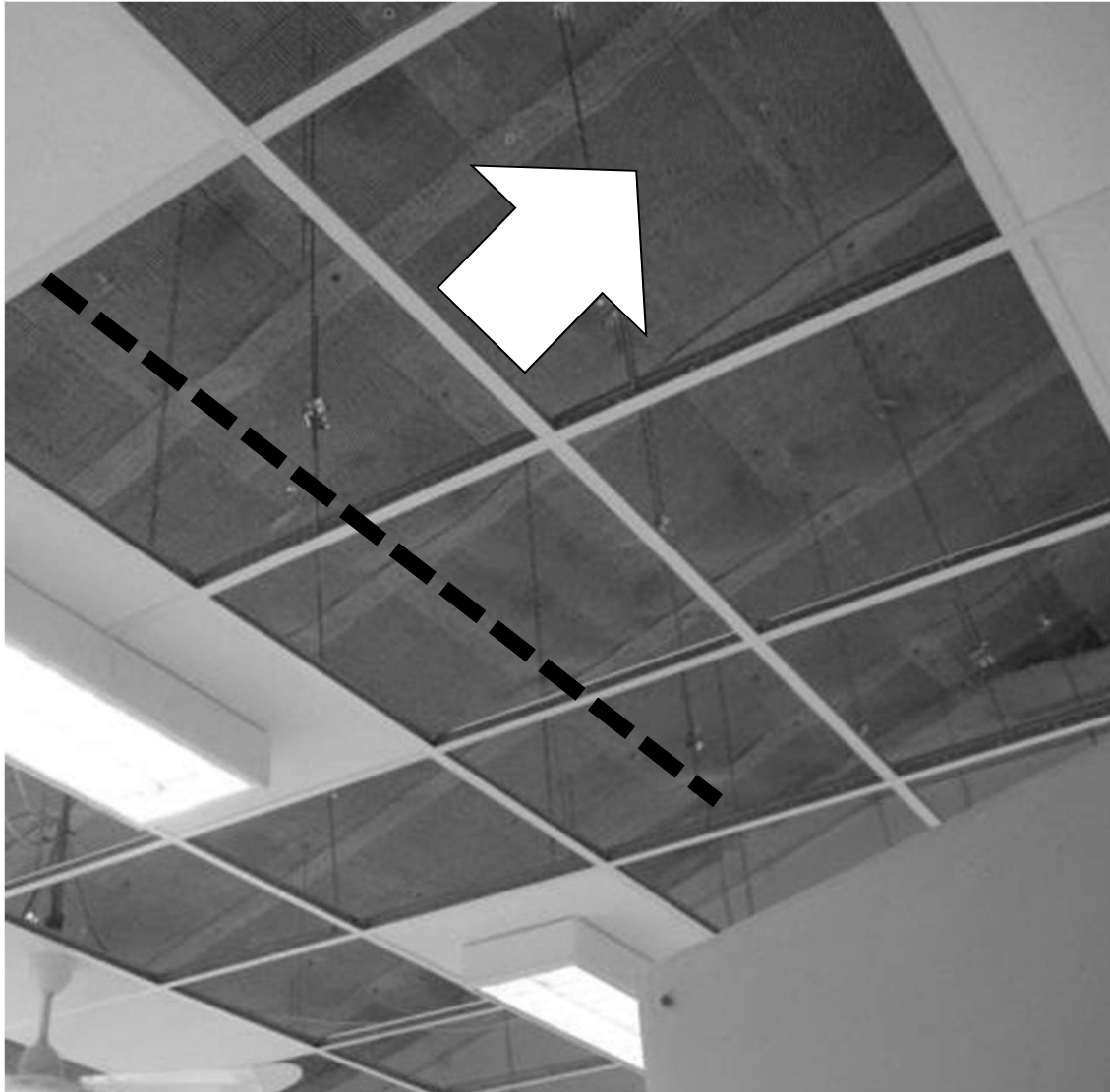
- RETE;
- ANCORAGGI;
- CALCOLO

APPLICAZIONE ALL'INTRADOSSO DEI
SOLAI IN LATERO CEMENTO



PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

Determinazione della disposizione della RETE



Applicare la RETE in direzione ORTOGONALE ai travetti

La rete può essere applicata sull'intonaco esistente oppure sulla struttura grezza

Può essere poi intonacata o lasciata a vista

PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

Determinazione della disposizione dei FISSAGGI

CALCOLO DELLA RESISTENZA DEL TASSELLO

(es. 8 mm/ filettatura 40 mm)

Resistenza caratteristica

Dimensione ancorante	5x25		6x30		8x40		10x50		12x60	14x70	
	W	C	W	C	W	C	W	C	W	W	
Tipo di vite ^{d)}	Dimensi one 4 DIN 96	Dimensi one 4	Dimensi one 5 DIN 96	Dimensi one 5	Dimensi one 6 DIN 96	Dimensi one 6	Dimensi one 8 DIN 96	Dimensi one 8	Dimensi one 10 DIN 571	Dimensi one 12 DIN 571	
Calcestruzzo ≥ C16/20	N_{Rk} [kN]	1,5	0,5	2,75	1,75	4,25	2,5	7	-	10	15
	V_{Rk} [kN]	2	-	4,5	-	6,25	-	11	-	15	28

Resistenza di progetto

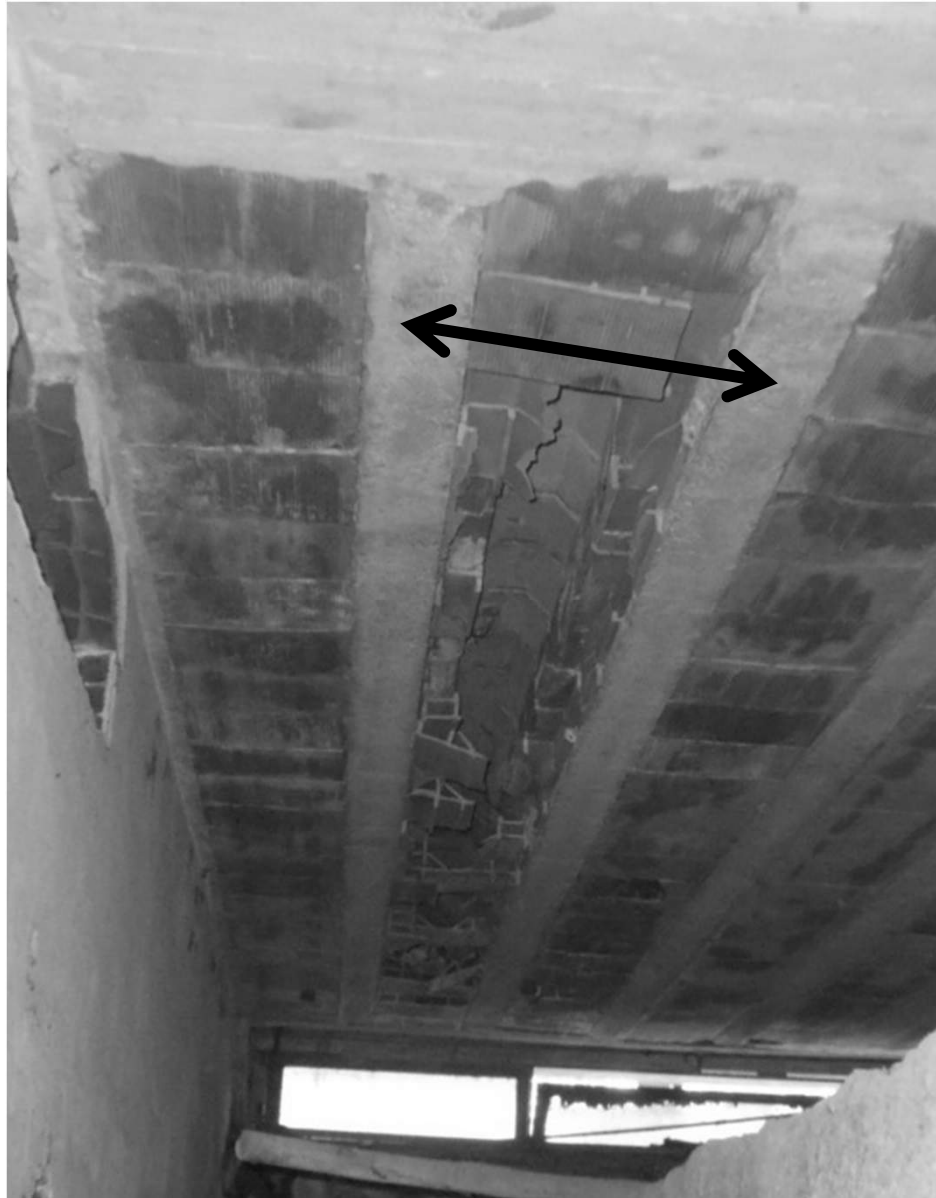
Dimensione ancorante	5x25		6x30		8x40		10x50		12x60	14x70	
	W	C	W	C	W	C	W	C	W	W	
Tipo di vite ^{d)}	Dimensi one 4 DIN 96	Dimensi one 4	Dimensi one 5 DIN 96	Dimensi one 5	Dimensi one 6 DIN 96	Dimensi one 6	Dimensi one 8 DIN 96	Dimensi one 8	Dimensi one 10 DIN 571	Dimensi one 12 DIN 571	
Calcestruzzo ≥ C16/20	N_{Rd} [kN]	0,42	0,14	0,77	0,49	1,19	0,70	1,96		2,80	4,20
	V_{Rd} [kN]	0,56		1,26		1,75		3,08		4,20	7,84

Esempio Ancorante
Universale HUD-1 Hilti

FS=3,5/3,6

PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

CALCOLO DELL'AZIONE SUL TASSELLO



CALCOLO peso delle pignatte
 $Q1=5-8 \text{ kN/mc}$

CALCOLO peso dell'intonaco
(eventuale)
 $q2=0,3 \text{ kN/mq}$

$i=40 \text{ cm}$ (interasse travetti)
 $S=16 \text{ cm}$ (spessore pignatte)

Assumendo $Q1=6 \text{ kN/mc}$
 $S=16 \text{ cm}$
 $q1=0,96 \text{ kN/mq}$ (pignatte)
 $q2=0,3 \text{ kN/mq}$ (intonaco)
 $q(\text{SLU})=1,26 \times 1,3=1,64 \text{ kN/mq}$
(in combinazione fondamentale)

PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

CALCOLO DELL'AZIONE SUL TASSELLO

Scelgo interasse dei tasselli (in funzione della tipologia di solaio):

Esempio 1

$i = 40$ cm (interasse travetti) FISSO

$a = 50$ cm (interasse tasselli)

$n^\circ = 1/(0,4 \times 0,5) = 1/0,2 = 5$ TASSELLI A MQ

$N(E_d) = 1,64/5 = 0,33$ kN Sforzo di trazione sul singolo tassello

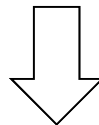
Esempio 2

$i = 40$ cm (interasse travetti) FISSO

$a = 80$ cm (interasse tasselli)

$n^\circ = 1/(0,4 \times 0,8) = 1/0,32 = 3,1$ TASSELLI A MQ

$N(E_d) = 1,64/3,1 = 0,53$ kN Sforzo di trazione sul singolo tassello



$N(E_d) = 0,53$ kN (Esempio 2)

$N(R_d) = 1,19/1,35 = 0,88$ kN $>$ $N(E_d)$ (tassello 8x40)

$FC = 1,35$ (LC1)

Si dispongono tasselli M8 (L=40 mm) a passo 80 cm

PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

..C'È DA TENERE PRESENTE CHE...

Riduzione della Resistenza di calcolo R_d del tassello per effetto:

- *Distanza dal bordo limitata ($c_{min}=h/2$)*
- *Anima sottile del travetto in c.a.*

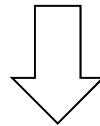
Esempio

$s=5$ cm; spessore anima travetto

$c=2$ cm; distanza dal bordo (per $h=4$ cm)

h =profondità di fissaggio

Si ricava un coefficiente di riduzione di R_d $f(c,h)=0,65$ (su indicazione dei produttori di tasselli)



$N(R_d)= 0,65 \times 1,19 / 1,35 = 0,57$ kN (tassello 8x40)

$FC=1,35$ (LC1)

Utilizzare PIU' TASSELLI con D piccolo e h piccolo



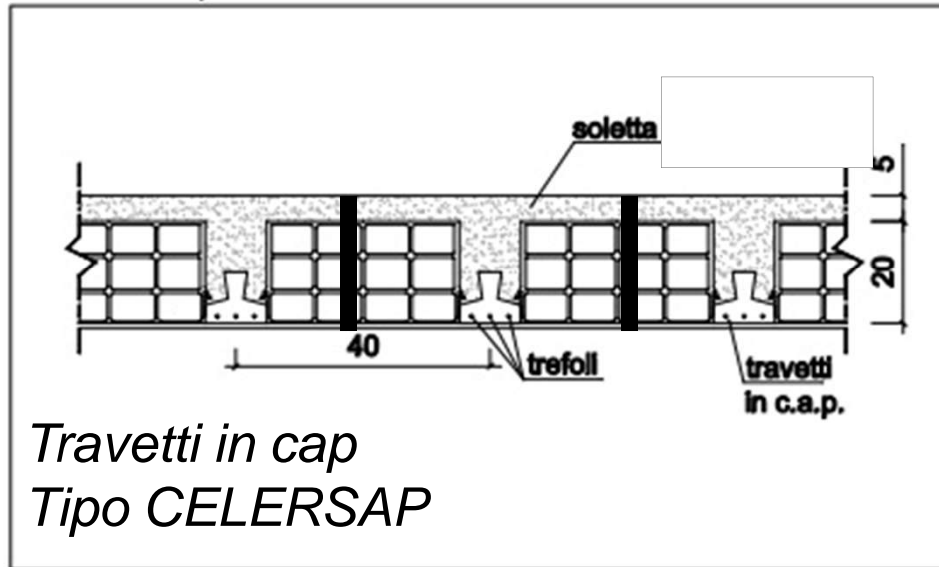
Schede Riassuntive di Rilievo dei Solai e IPOTESI DI ANCORAGGIO

Accessorie a:

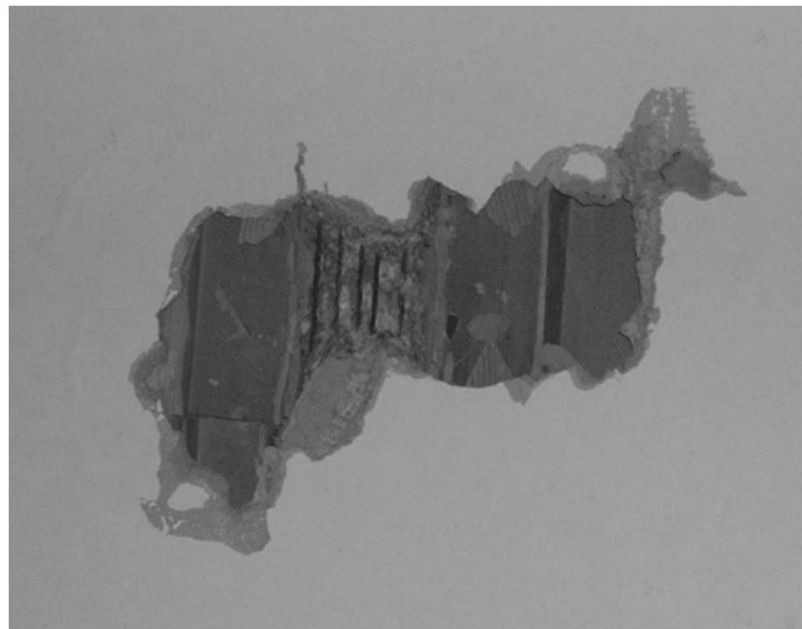
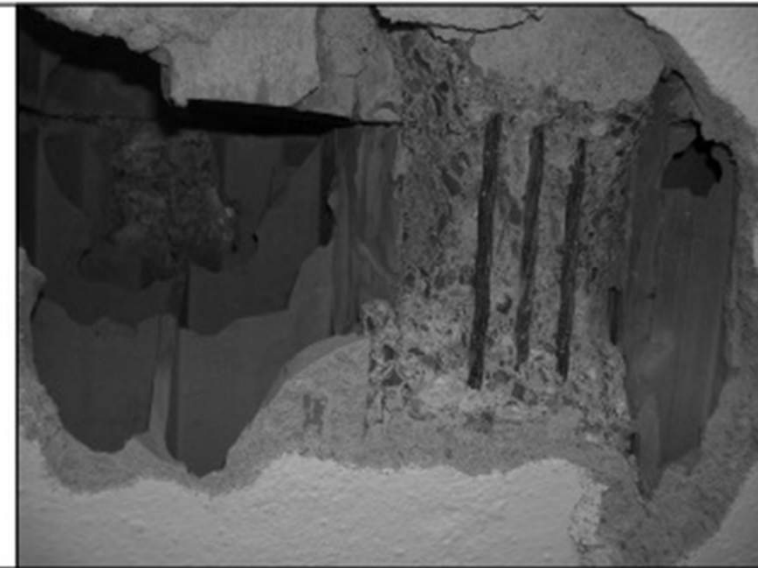
- Verifiche di Vulnerabilità Sismica "CASERMA DE LAUGIER" (FIRENZE) - ***Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti***
- Verifiche di Vulnerabilità Sismica 6 EDIFICI SCOLASTICI - ***Comune di Siena***

PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

C.5 solaio piano terra



*Travetti in cap
Tipo CELERSAP*



IPOTESI DI ANCORAGGIO

SDF-KB

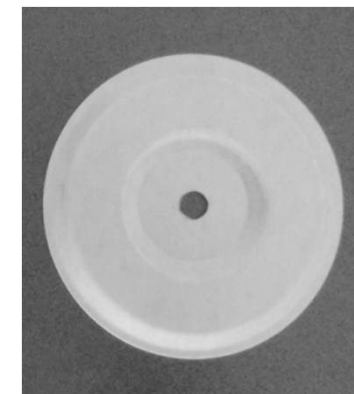


Application

Metal sections, brackets and tracking

- Concrete, concrete blockwork and brick

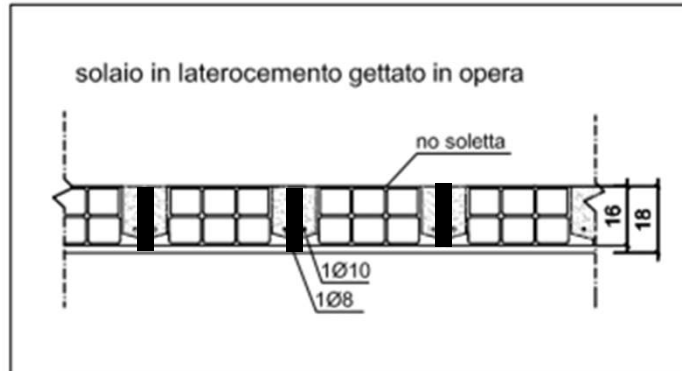
Note: Pre-drill the hole 10 mm deeper than the intended embedment



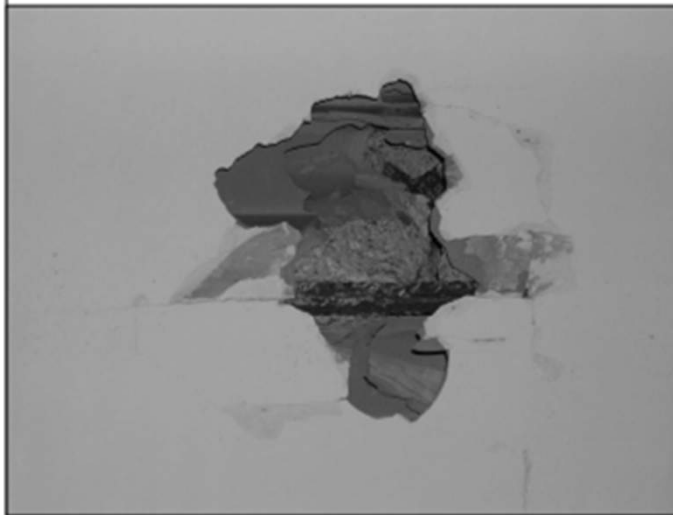
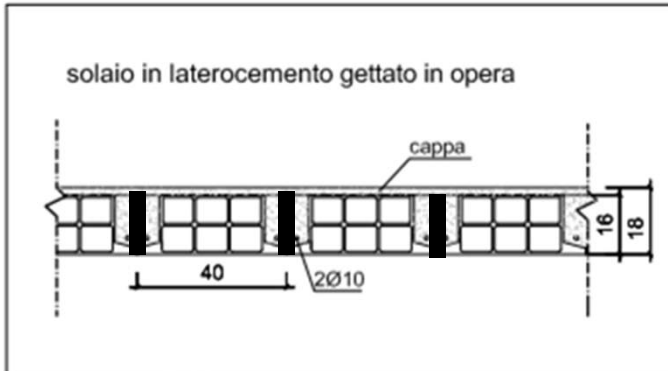
PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

IPOSTESI DI ANCORAGGIO

C.3 solaio di sottotetto



C.4 solaio di copertura

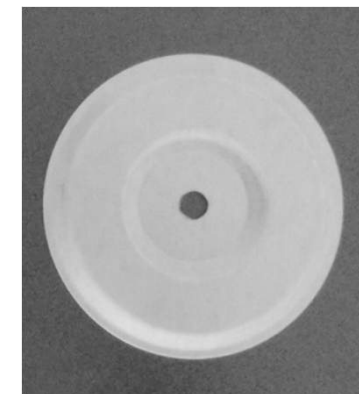


BS-R Concrete Screws



Application

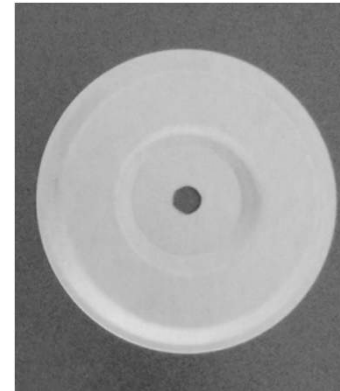
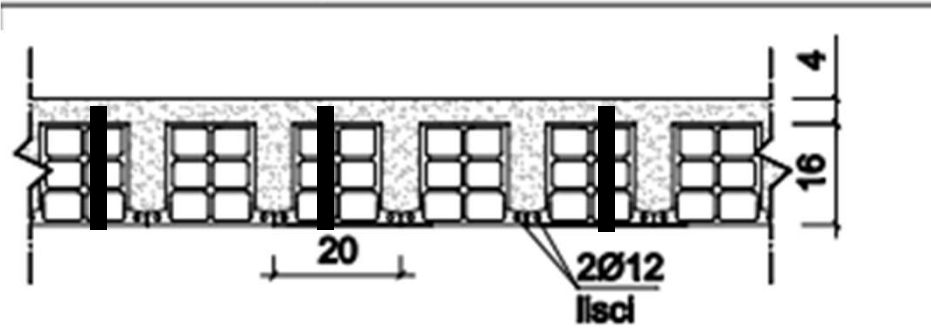
- Steel sections & extended build up to
- Concrete, concrete blockwork and brick
- Drill bit diameter 5.0mm



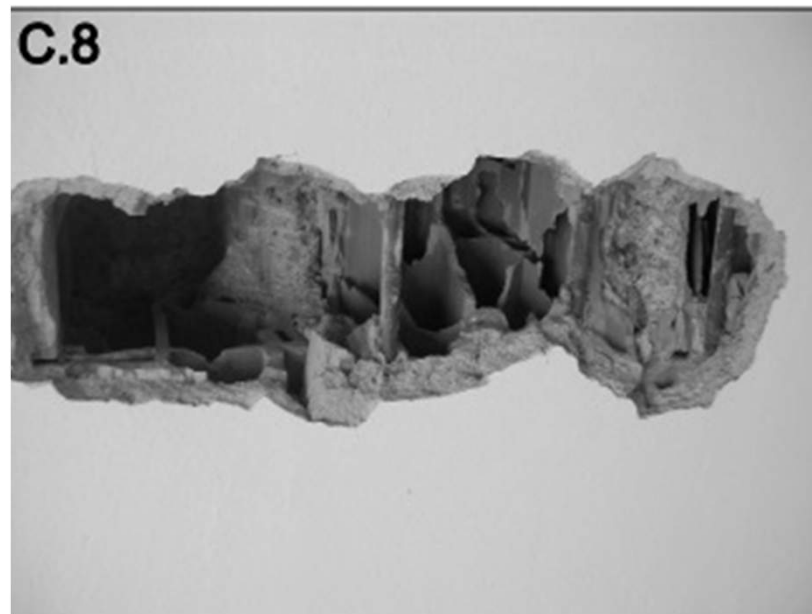
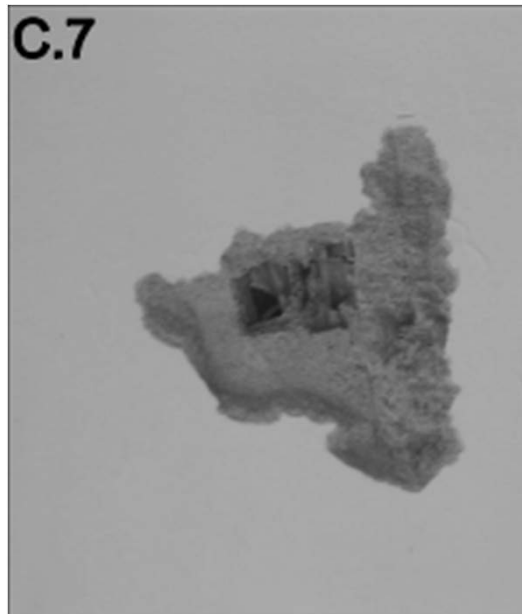
PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

IPOSTESI DI ANCORAGGIO

C.7/C.8 solalo piano terra



SDF-KB



PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

SAGGI

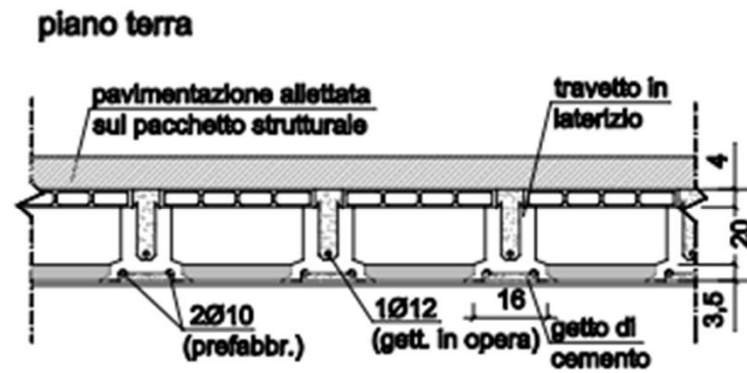
C.7 - C.8

SCALA PARTICOLARE 1:20

C.7

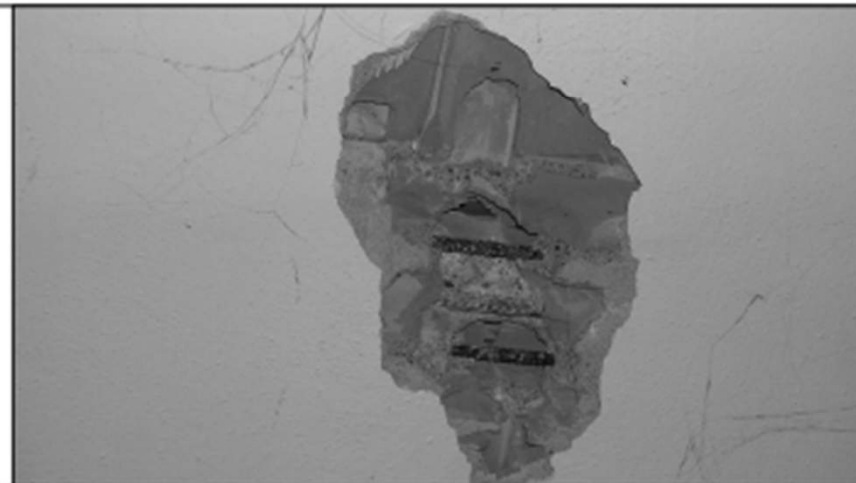
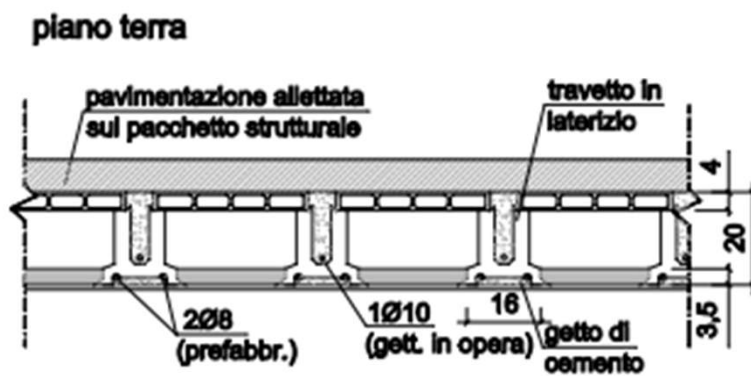
**Solaio
STIMIP**

- sottotetti
- copertura
- interpiano

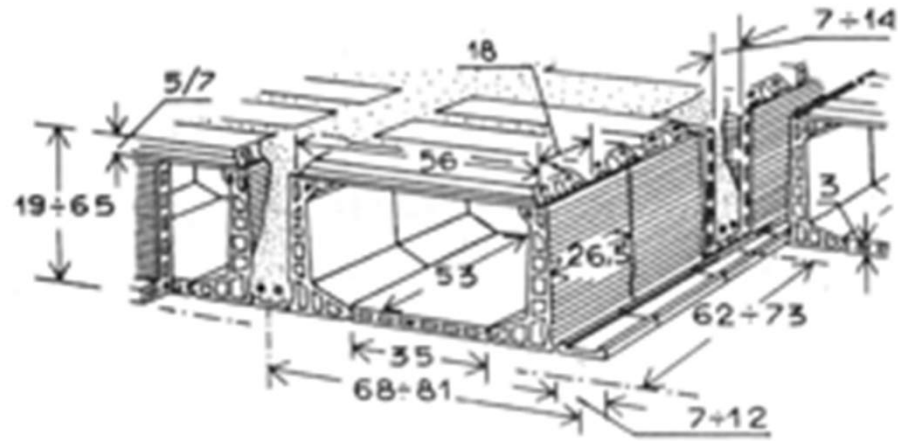


**INTERPIANO
(doppia tavella)**

C.8



PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

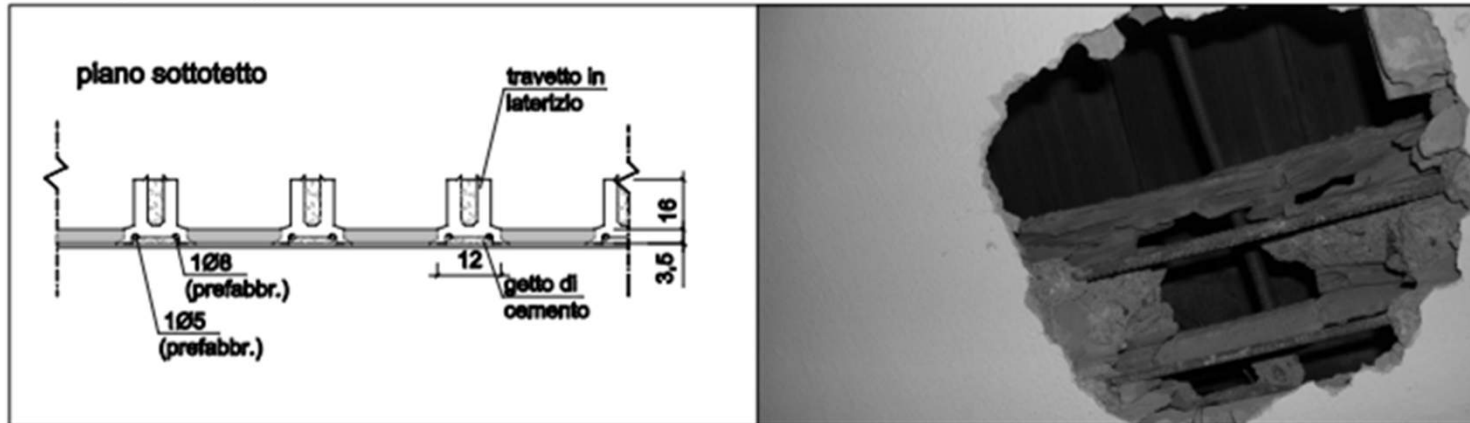


SOTTOTETTO e COPERTURA
(*tavella inferiore/sup*)

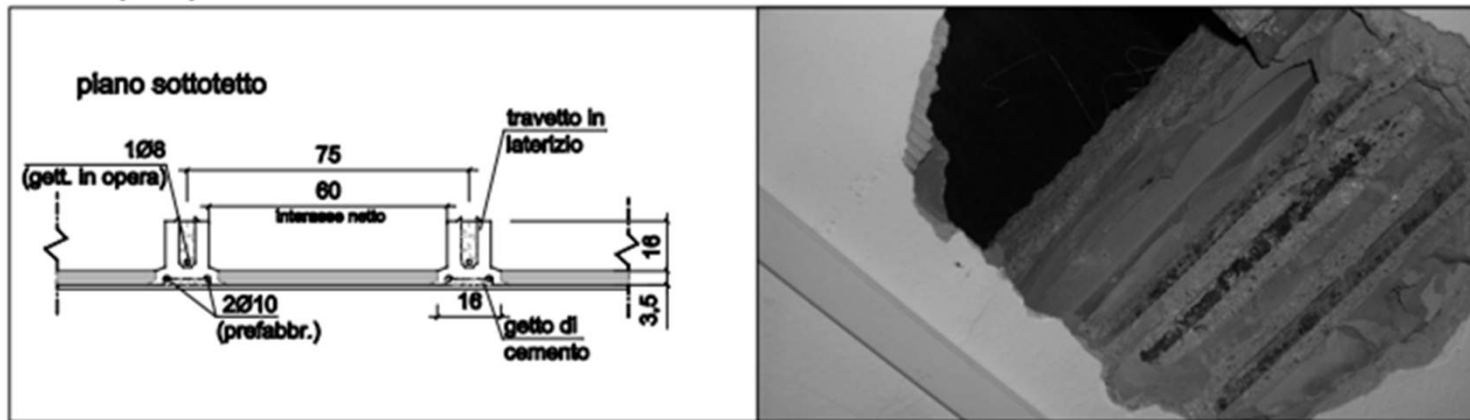
PROTEZIONE DALLO SFONDELLAMENTO DEI SOLAI

Travetti prefabbricati in latero-cemento con anima in c.a.

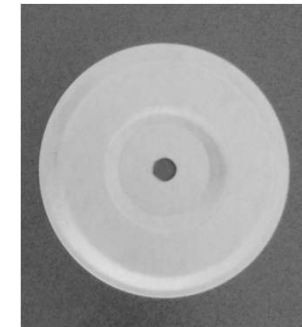
C.10 (corridolo)



C.11 (aule)



BS-R Concrete



IPOSTESI DI ANCORAGGIO

-ANCORAGGIO A SOLETTA (se presente)

-RICERCA BARRE DI ARMATURA (indagini pacometriche) e ANCORAGGIO

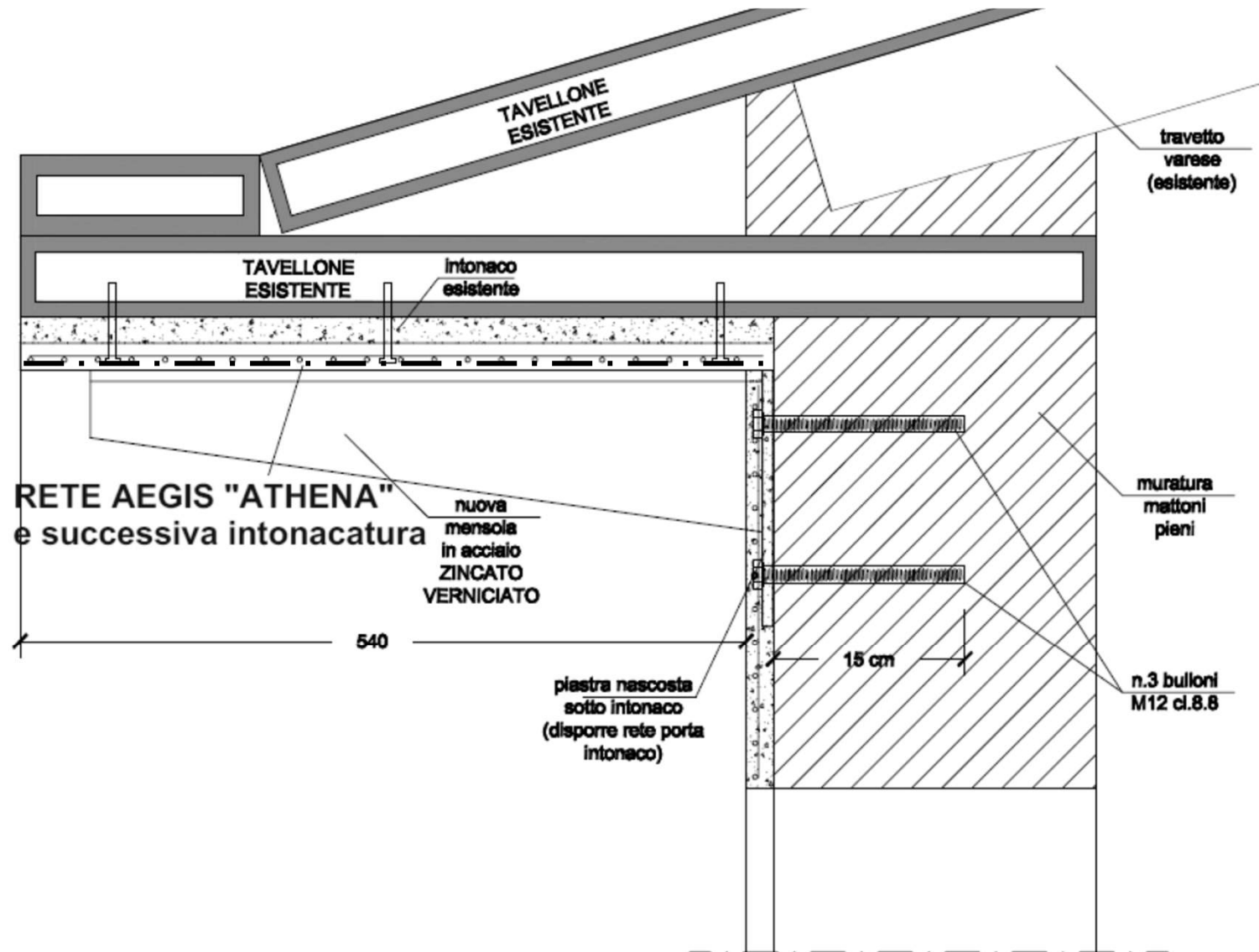
CON TASSELLO

UTILIZZO del POLIESTERE NELLE COSTRUZIONI

1. Protezione dallo sfondellamento dei solai;
2. Contenimento aggetti e cornicioni;
3. Consolidamento di **volte in foglio**;
4. Contenimento tamponamenti esterni/interni e soluzione al **ribaltamento fuori piano (EDIFICI ESISTENTI e NUOVE COSTRUZIONI)**.

CONTENIMENTO DI AGGETTI E CORNICIONI FRAGILI

(sistema combinato ELEMENTI IN ACCIAIO+RETI IN POLIESTERE)

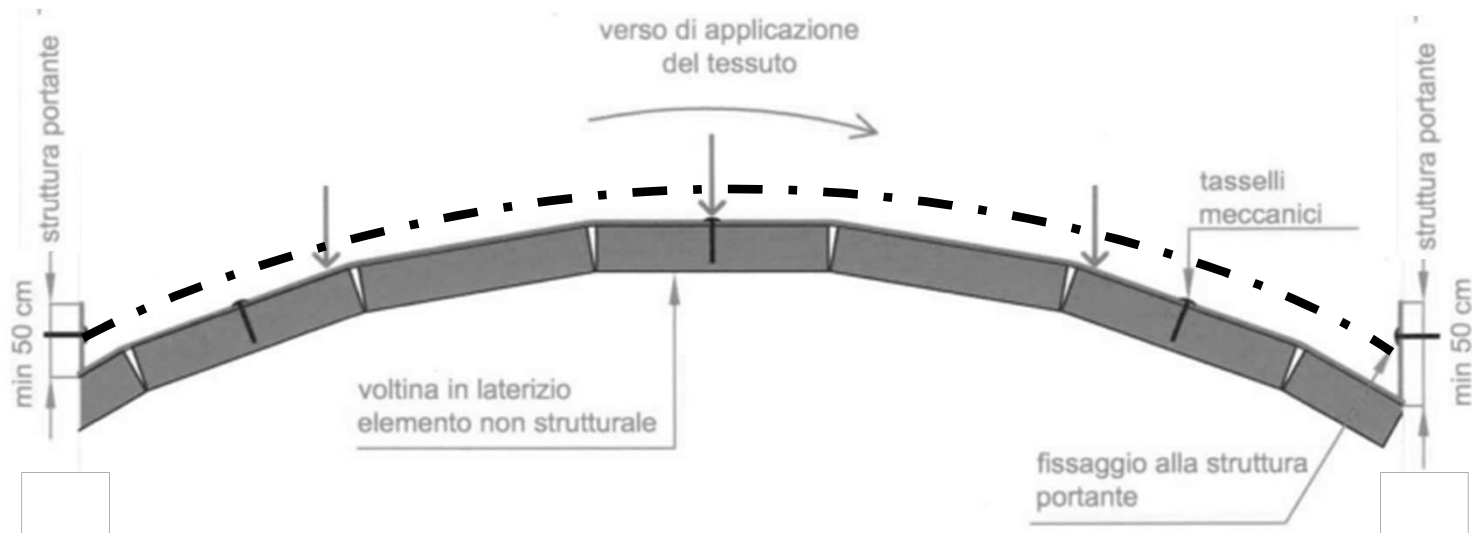


UTILIZZO del POLIESTERE NELLE COSTRUZIONI

1. **Protezione dallo sfondellamento dei solai;**
2. **Contenimento aggetti e cornicioni;**
3. **Consolidamento di volte in foglio;**
4. **Contenimento tamponamenti esterni/interni e soluzione al ribaltamento fuori piano (EDIFICI ESISTENTI e NUOVE COSTRUZIONI).**

CONSOLIDAMENTO ESTRADOSSO VOLTINE

APPLICAZIONE SU VOLTE IN
LATERIZIO - ELEMENTI SECONDARI
NON STRUTTURALI



UTILIZZO del POLIESTERE NELLE COSTRUZIONI

1. Protezione dallo sfondellamento dei solai;
2. Contenimento **aggetti e cornicioni**;
3. Consolidamento di **volte in foglio**;
4. **Contenimento tamponamenti esterni/interni e soluzione al ribaltamento fuori piano (EDIFICI ESISTENTI e NUOVE COSTRUZIONI).**

CONTENIMENTO DEI TAMPONAMENTI E TRAMEZZI

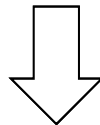
I tessuti in poliestere rinforzati in acciaio possono risolvere il problema della verifica a ribaltamento fuori piano prevista dalle NTC 2008 (§ 7.3.6.3)

D.M. 14.01.2008 § 7.3.6.3

Per gli elementi costruttivi senza funzione strutturale debbono essere adottati magisteri atti ad evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione sotto l'azione della Fa (azione sismica di progetto, § 7.2.3) corrispondente allo SLV. (omissis...).

Circolare applicativa n. 617/2009 § C7.3.6.3

La prestazione consistente nell'evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione sotto l'azione della Fa (forza sismica di progetto) delle tamponature si può ritenere conseguita con l'inserimento di leggere reti da intonaco sui due lati della muratura, collegate tra loro ed alle strutture circostanti a distanza non superiore a 500 mm... (omissis), ovvero con l'inserimento di elementi di armatura orizzontale nei letti di malta, a distanza non superiore a 500 mm.



EDIFICI ESISTENTI e NUOVE COSTRUZIONI

CONTENIMENTO DEI TAMPONAMENTI E TRAMEZZI

TEST eseguiti:



*APPLICAZIONE
SU UN SOLO
LATO*

CONTENIMENTO DEI TAMPONAMENTI E TRAMEZZI

FLESSIBILITA' ED ELASTICITA' PER ASSORBIRE LE ENERGIE

Le tensioni accumulate prima della frattura delle parti non strutturali si scaricano al momento del loro cedimento.

È dopo tale cedimento che i tessuti in poliestere e acciaio per le caratteristiche di alta tenacità, elasticità e flessibilità, fanno sì che vengano **contenuti i vari frammenti**, riducendo i danni fisici alle persone.



CONTENIMENTO DEI TAMPONAMENTI E TRAMEZZI

ESEMPIO DI CALCOLO delle Forze Agenti sul Pannello

1- Calcolo delle forze orizzontali F_a (§ 7.2.3 NTC 2008)

$$F_a = (S_a \cdot W_a) / q_a \quad [7.2.1] \quad S_a = \alpha \cdot S \left[\frac{3 \cdot (1+Z/H)}{1+(1-T_d/T_1)^2} - 0,5 \right] \quad [7.2.2]$$

$$\omega_1 = \frac{\pi^2}{h^2} \sqrt{\left[\frac{EI}{m} \left(1 - \frac{N}{N_{crit}} \right) \right]}$$

$$T_a = \frac{2 \pi}{\omega_1}$$

T_a = primo periodo di vibrazione della parete

ω_1 = pulsazione del modello

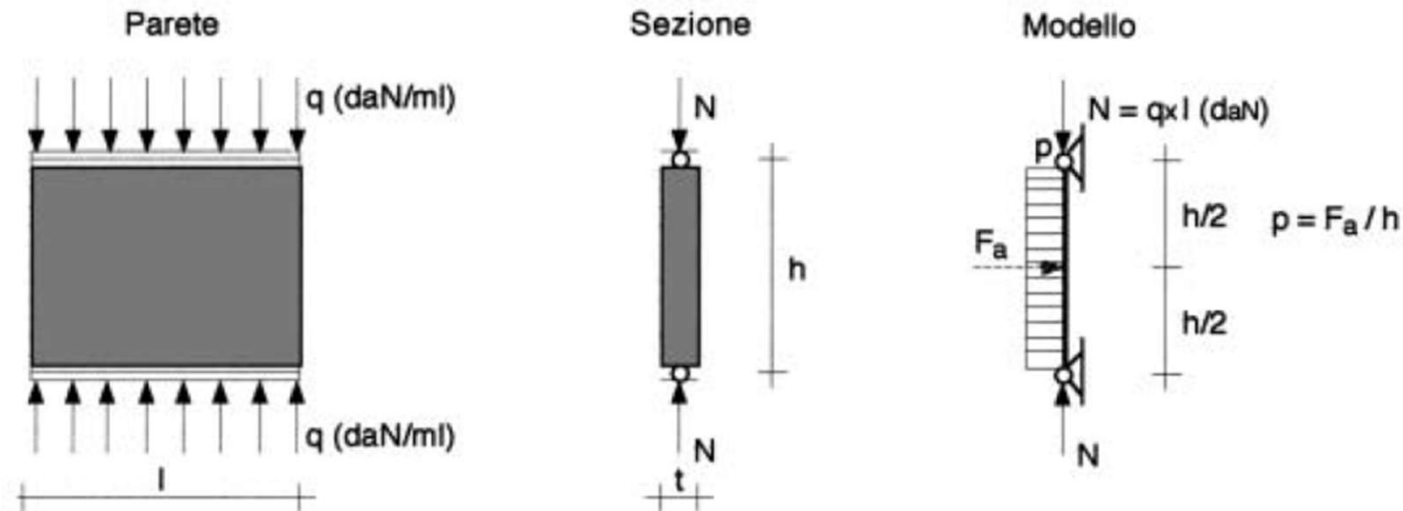
E = modulo elasticità del materiale

I = momento d'inerzia

$m = \gamma A / g$ massa per unità di lunghezza

N_{crit} = carico critico euleriano

SCHEMATIZZAZIONE come trave ad asse verticale, incernierata agli estremi e soggetta al proprio sforzo normale (valida se la parete non è vincolata sui suoi bordi verticali)



CONTENIMENTO DEI TAMPONAMENTI E TRAMEZZI

Esempio di calcolo

CARATTERISTICHE EDIFICIO

$V_N = 50$ anni

$C_U = 1,5$

$T_R = 712$ anni

Edificio 5 piani

Terreno tipo C

CARATTERISTICHE PANNELLI

$f_k = 1,0$ N/mm² Muratura scarsa qualità

$s = 0,25$ m

$l = 4,0$ m

$h = 3,0$ m

DETERMINAZIONE FORZA ORIZZONTALE F_a

F_a (kg)			
PIANI	PISTOIA (PT)	AULLA (MS)	FOLIGNO (PG)
PT	692 ↓	764 ↓	945 ↓
P5	1343 ↓	1482 ↓	1832 ↓

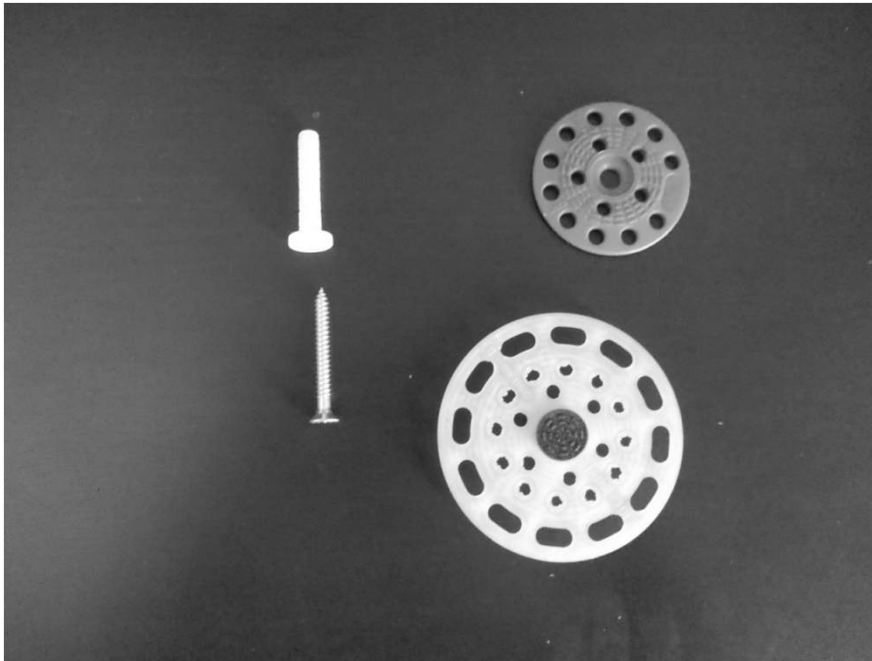
CONTENIMENTO DEI TAMPONAMENTI E TRAMEZZI

2- Scelta e dimensionamento del sistema di fissaggio

SISTEMI DI FISSAGGIO

Fissaggio Reti alle strutture d'ambito
(tasselli da c.a. meccanici o chimici)

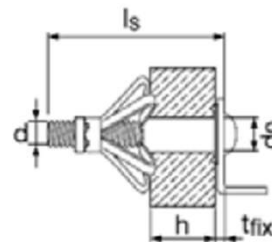
Fissaggio Reti al tamponamento
(tasselli per materiali forati)



BS-R Concrete Screws		8mm AF			
Ø x L mm	Embedment		Clamping Thickness Min ECT Max	Min Qty	
	Min	Max			Hole Dia mm
6.3 x 35	30	35	5	0 - 5	100
6.3 x 45	30	45	5	5 - 15	100
6.3 x 100	30	45	5	60 - 70	100
6.3 x 120	30	45	5	80 - 90	100
6.3 x 140	30	45	5	100 - 110	100
6.3 x 160	30	45	5	120 - 130	100
6.3 x 180	30	45	5	140 - 150	100
6.3 x 200	30	45	5	160 - 170	100
6.3 x 220	30	45	5	180 - 190	100
6.3 x 240	30	45	5	200 - 210	100

Order Example: BS-R - 6.3 x 100

(Da Ejot)



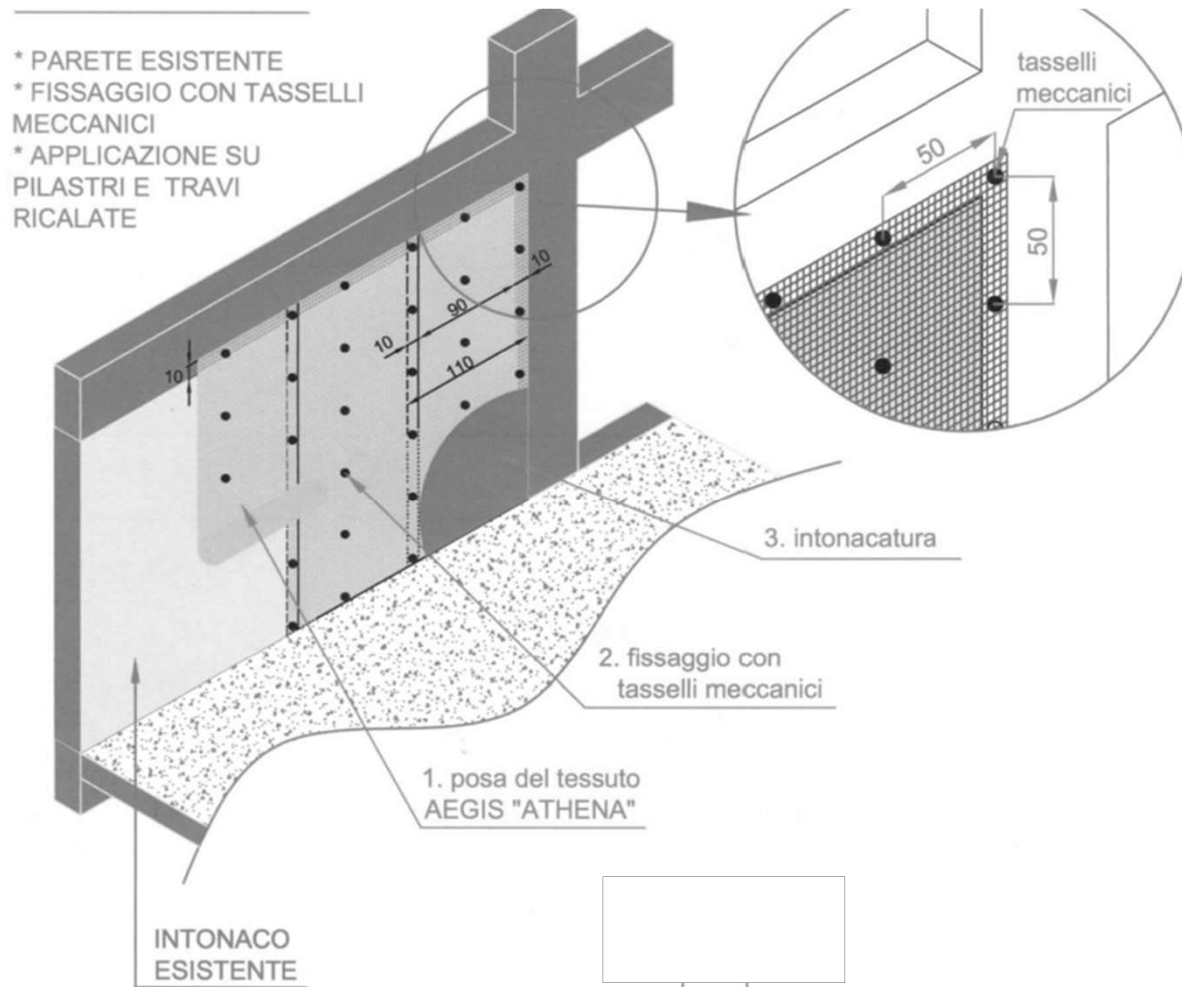
Versione	
	HHD-S

(Da Hilti)

56

CONTENIMENTO DEI TAMPONAMENTI E TRAMEZZI

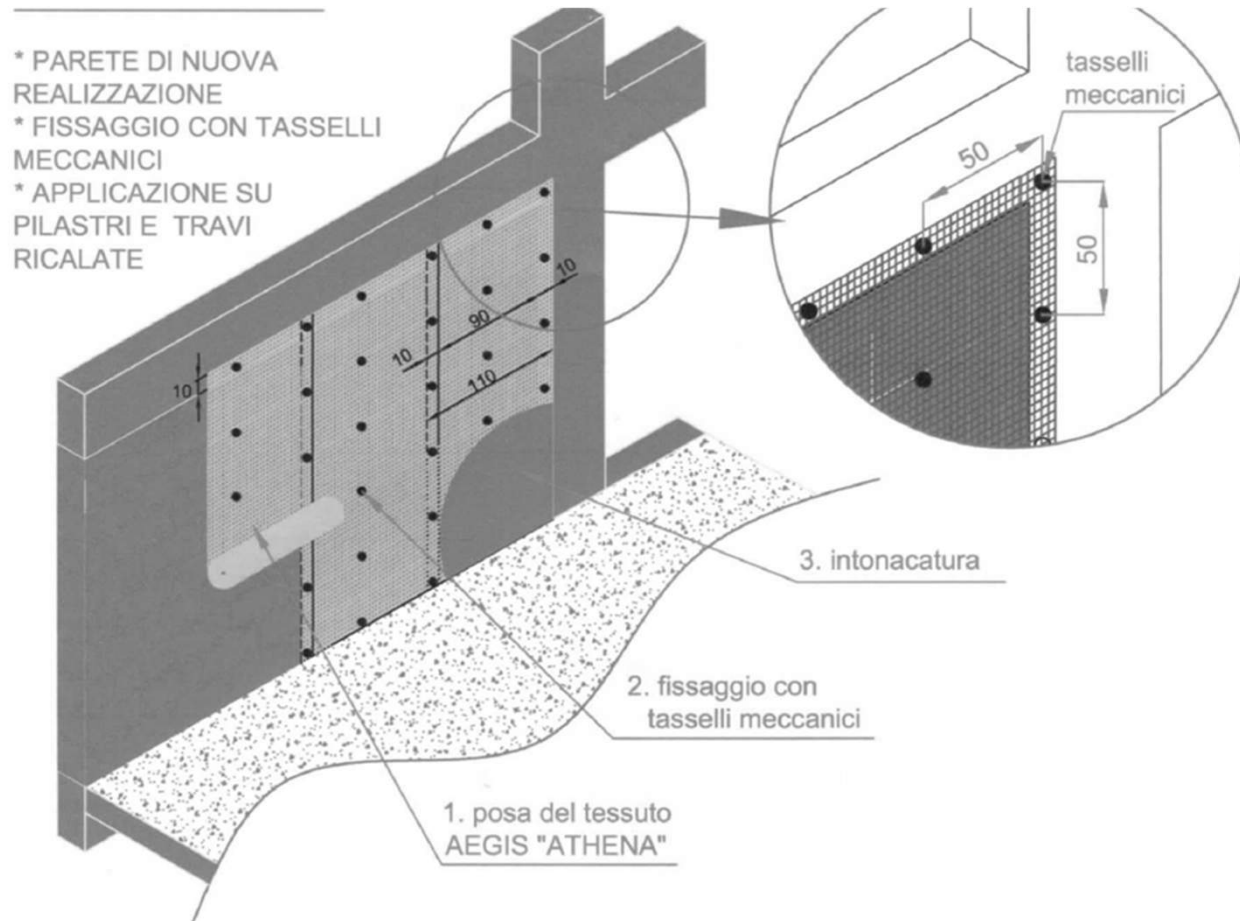
MODALITA' DI APPLICAZIONE



applicare la rete direttamente sull'intonaco (se in buono stato), fissarla meccanicamente alla struttura portante e intonacare a mano o anche con intonaco a spruzzo.

CONTENIMENTO DEI TAMPONAMENTI E TRAMEZZI

MODALITA' DI APPLICAZIONE



applicare la rete direttamente sugli elementi di tamponamento, fissarla meccanicamente alla struttura portante e intonacare a mano o anche con intonaco a spruzzo.

ESEMPI APPLICATIVI

SISTEMI ANTI-SFONDELLAMENTO

1-Intervento Scuola Lorenzini - Firenze



Applicazione
all'intradosso del solaio
e successiva
controsoffittatura

ESEMPI APPLICATIVI

SISTEMI ANTI-SFONDELLAMENTO

1- Intervento Scuola Lorenzini - Firenze



Applicazione all'intradosso del solaio



Strumento per l'applicazione all'intradosso del solaio

ESEMPI APPLICATIVI

CONSOLIDAMENTO INTRADOSSO BALCONE

2- Palazzo Arcangeli-Sozzi Fanti (Pistoia)



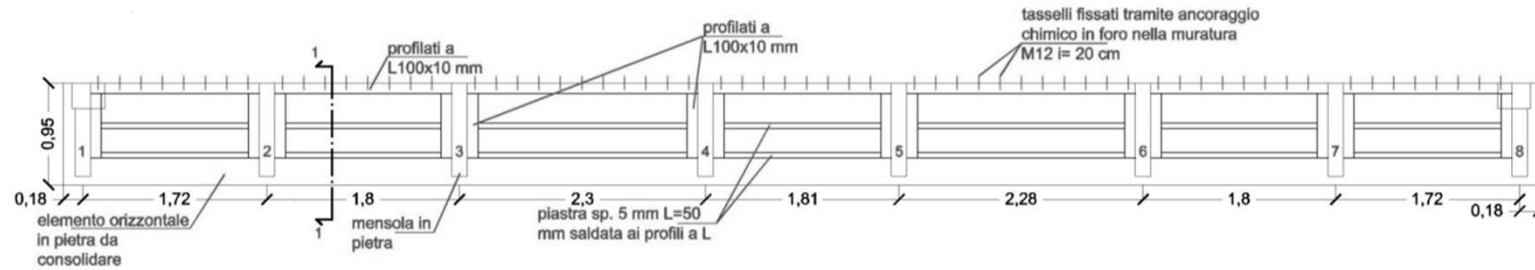
Applicazione
all'intradosso del
terrazzo

ESEMPI APPLICATIVI

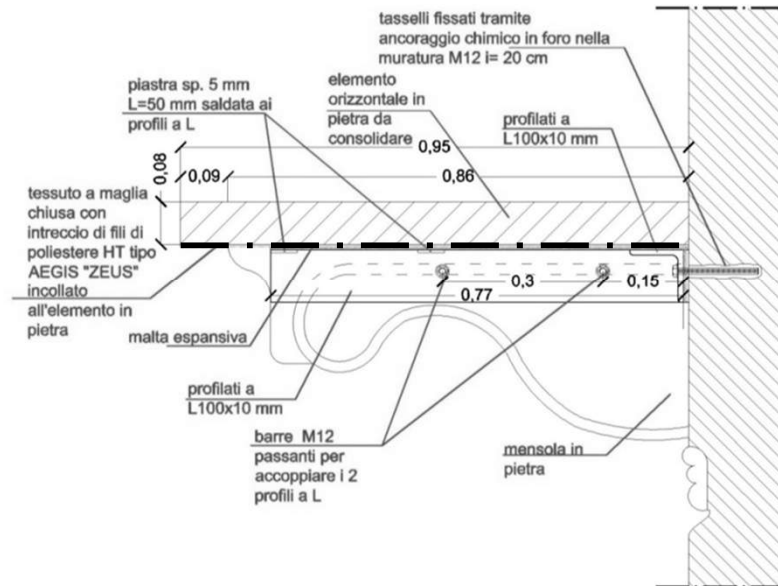
CONSOLIDAMENTO INTRADOSSO BALCONE

2- Palazzo Arcangeli-Sozzi Fanti (Pistoia)

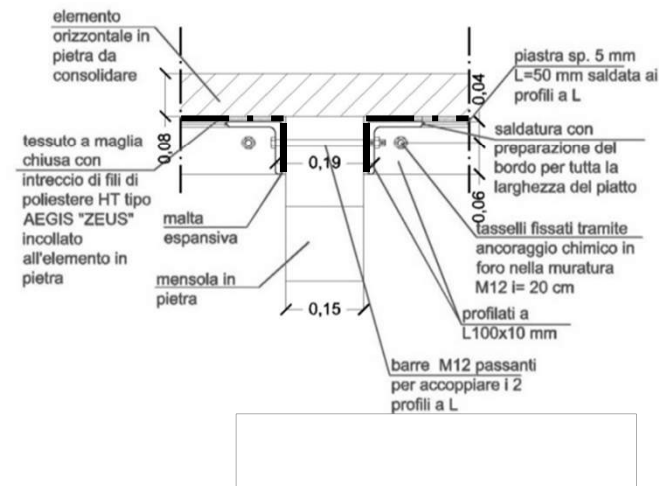
PIANTA SCALA 1:50



SEZIONE 1-1 SCALA 1:10



VISTA FRONTALE SCALA 1:10



ESEMPI APPLICATIVI

CONSOLIDAMENTO INTRADOSSO BALCONE

2- Palazzo Arcangeli-Sozzi Fanti (Pistoia)



ESEMPI APPLICATIVI

CONSOLIDAMENTO ELEMENTI SECONDARI

3- Palazzo Municipale di Santo Stefano di Magra – La Spezia (Progetto Esecutivo di Miglioramento Sismico)



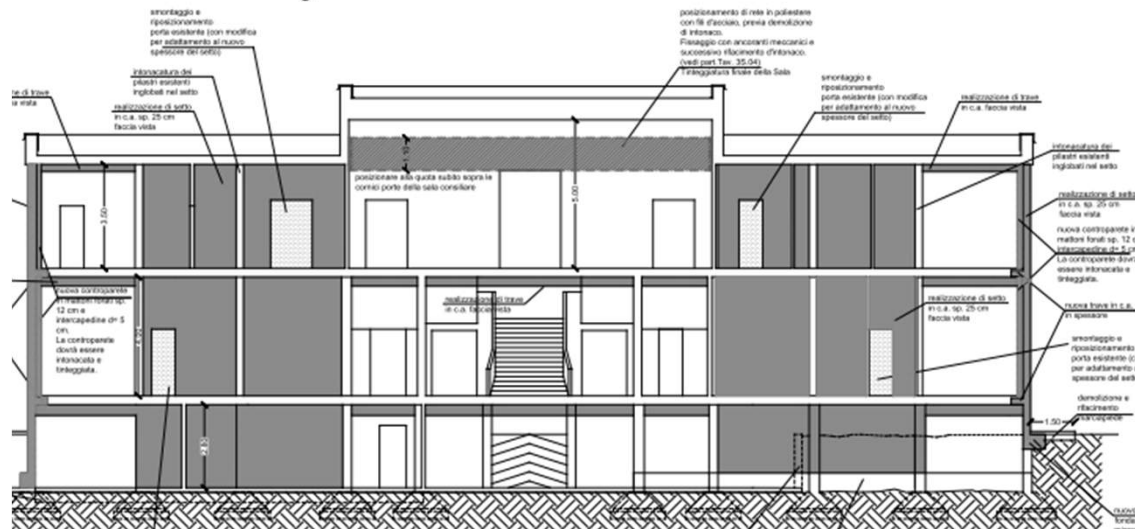
ESEMPI APPLICATIVI

CONSOLIDAMENTO ELEMENTI SECONDARI

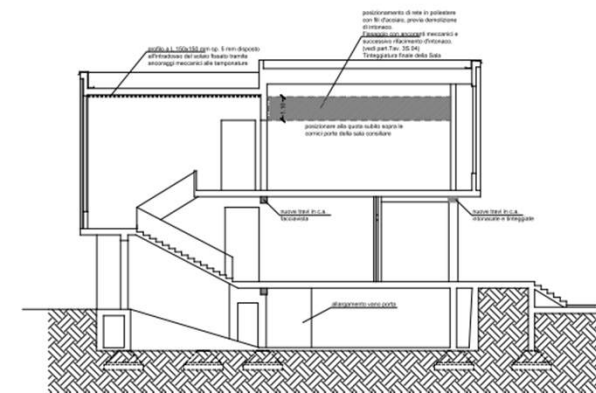
3- Palazzo Municipale di Santo Stefano di Magra – La Spezia



Sezione longitudinale B-B



Sezione trasversale A-A



Applicazione su una faccia del tamponamento e successiva intonacatura

ESEMPI APPLICATIVI

CONSOLIDAMENTO ELEMENTI SECONDARI

4- Edificio industriale (dopo sisma Emilia)



Applicazione alle tamponature

ESEMPI APPLICATIVI

CONSOLIDAMENTO ELEMENTI SECONDARI

5- Intervento su un abitazione - Mirandola



Lesione su un tramezzo

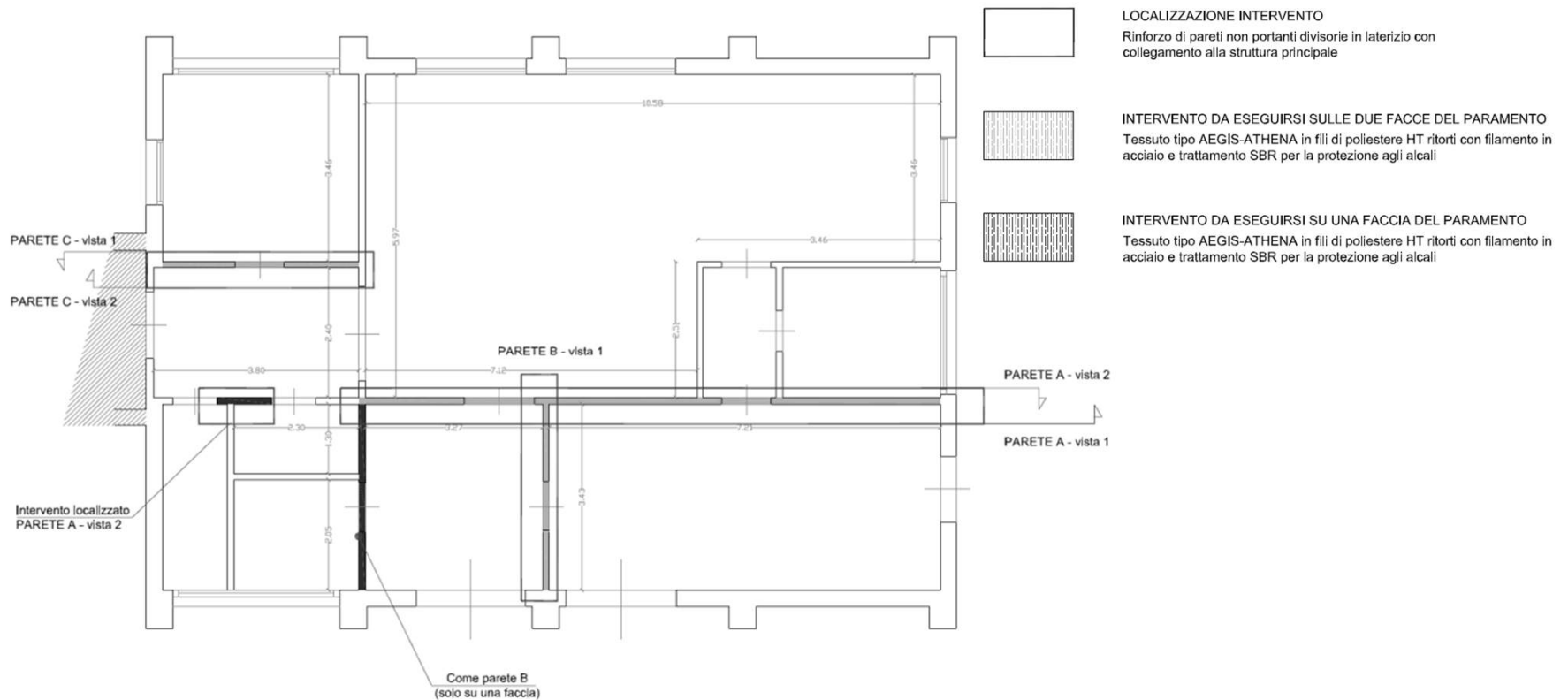


Applicazione e fissaggio

ESEMPI APPLICATIVI

CONSOLIDAMENTO ELEMENTI SECONDARI

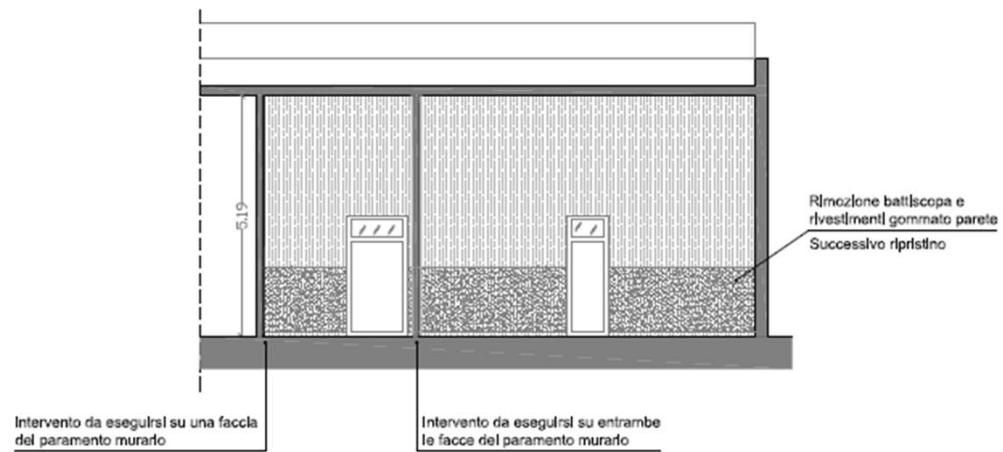
6- Asilo nido di Tavola, Prato (Studio: Open Ingegneria-Prato)



ESEMPI APPLICATIVI

CONSOLIDAMENTO ELEMENTI SECONDARI

6- Asilo nido di Tavola, Prato (Studio: *Open Ingegneria-Prato*)



Parete A- Vista 1



Sistema fessurativo

ESEMPI APPLICATIVI

CONSOLIDAMENTO DI INTONACI (INCREMENTO DI ELASTICITA'+CONTRASTO CEDIMENTI DIFFERENZIALI)

7- Esterno di un edificio in muratura



Primo rinzaffo dopo stonacatura



Posa Aegis e fissaggio



Particolare fissaggio

ESEMPI APPLICATIVI

CONSOLIDAMENTO DI INTONACI (INCREMENTO DI ELASTICITA')

7- Esterno di un edificio in muratura



Intonacatura a spruzzo



Rasatura



Intonaco pronto per la finitura

ESEMPI APPLICATIVI

CONSOLIDAMENTO DI AGGETTI E CORNICIONI

8- Intervento abitazione – Galciana, Prato



Crollo della gronda



Vista d'insieme

ESEMPI APPLICATIVI

CONSOLIDAMENTO DI AGGETTI E CORNICIONI

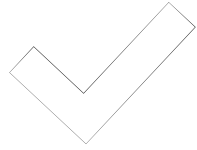
8- Intervento abitazione – Galciana, Prato



Applicazione tessuto



Intervento finale con inserimento di mensole in acciaio



CONCLUSIONI e VANTAGGI

- **Rottura duttile** del sistema (supporto+rete+fissaggi) - **ELASTICITA'**
- **Traspirabilità** muri, soffitti e voltine intonacate/decorate;
- **Durabilità** dell'intervento (assenza di barre in acciaio potenzialmente soggette a corrosione);
- **Leggerezza** dell'intervento + **Limitato** spessore/ingombro;
- Possibilità di **applicazione direttamente sugli intonaci**, anche su un solo lato nel caso di tramezzature;
- **Facilità di posa** (rete flessibile e leggera, che si adatta alle superfici anche curve - *Vs. fibre di vetro*);
- **Facile REVERSIBILITA' e POSSIBILITA' DI RIPARAZIONE DOPO EVENTI DINAMICI**;
- **Economicità** rispetto ad altri sistemi anti-sfondellamento

Grazie per l'attenzione!