



ESSE TEAM  
SOLUZIONI COSTRUTTIVE  
PER L'EDILIZIA

# TRIGON<sup>®</sup> / TRIGON<sup>®</sup> BRIDGE



ESSE  
TEAM  
EDILIZIA  
CIVILE



ESSE  
TEAM  
EDILIZIA  
INDUSTRIALE



ESSE  
TEAM  
DIVISIONE  
INFRASTRUTTURE

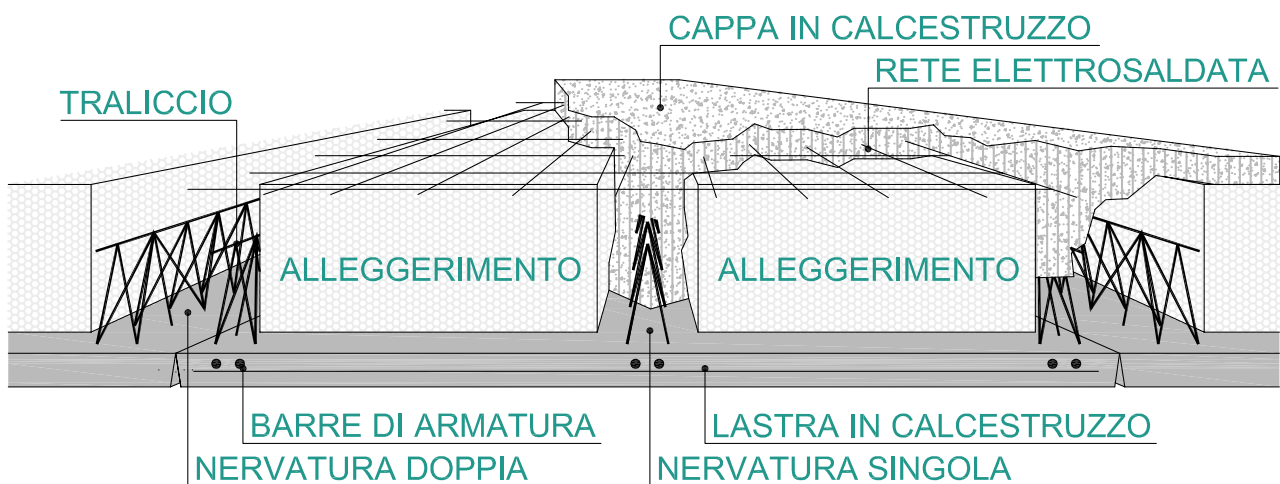
## SOLAIO A LASTRE TRALICCIATE PREFABBRICATE

VERSIONE 2

## LASTRE TRALICCIATE PREFABBRICATE

# TRIGON® / TRIGON® BRIDGE

Abbinando una notevole riduzione dei tempi di esecuzione in cantiere ad una rilevante flessibilità compositiva, il solaio a lastre tralicciate **Trigon®** trova largo impiego nella realizzazione di orizzontamenti per l'edilizia civile, sociale e commerciale. Il manufatto **Trigon®** è disponibile, come meglio descritto in seguito, anche nelle versioni con trattamento superficiale sacrificiale per l'alloggiamento dell'impiantistica e intonacabile, risultando pertanto adatto anche nella realizzazione di solai d'interpiano in edifici civili.



Nella variante **Trigon® Bridge**, contraddistinta dalla possibilità di posa in autoportanza, il manufatto trova anche un importante utilizzo in campo infrastrutturale per la realizzazione di impalcati da ponte.

## CARATTERIZZAZIONE DEL PRODOTTO

Il manufatto è costituito da una lastra in calcestruzzo irrigidita da tralicci in acciaio elettrosaldati collegati da barrette trasversali o rete elettrosaldata, grazie ai quali è possibile garantire una perfetta continuità tra getto prefabbricato e getto integrativo. Il manufatto **Trigon®** presenta anche elementi di alleggerimento disposti parallelamente alle nervature e viene completato in opera con un getto in calcestruzzo.

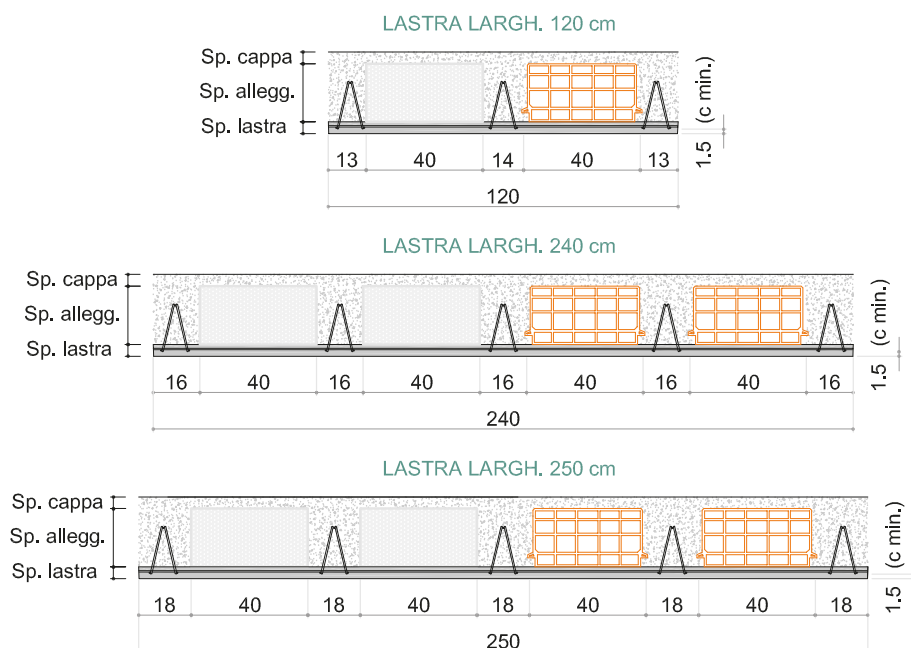
## CAMPO D'IMPIEGO

Pur potendo essere ricondotti alla categoria generica delle lastre tralicciate prefabbricate, i manufatti **Trigon®** e **Trigon® Bridge** presentano due destinazioni d'uso differenti cui corrispondono due differenti norme di prodotto di riferimento, come da prospetto seguente:

Impalcato a destinazione civile/industriale	<b>TRIGON®</b>	(UNI EN 13747: Lastre per solai)
Impalcato a destinazione infrastrutturale	<b>TRIGON® BRIDGE</b>	(UNI EN 15050: Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Elementi da ponte)

## GAMMA PRODUTTIVA

La struttura del manufatto è costituita da una lastra in calcestruzzo di larghezza alternativamente pari a 120, 240 o 250 cm e spessore alternativamente pari a 4, 5, 6 o 7 cm.



Il calcestruzzo delle lastre base è della classe C30/37; le caratteristiche fisico-meccaniche del conglomerato vengono controllate statisticamente nel laboratorio presente presso lo stabilimento.

Per quanto riguarda i manufatti **Trigon®**, i tralicci elettrosaldati hanno altezza pari a 12,5 cm (esclusi gli elementi con alleggerimento di spessore 8 cm, i quali presentano un traliccio di altezza pari a 9,5 cm) e sono costituiti da 2 Ø 5,25 inferiori, da 1 Ø 7 superiore e da due greche continue Ø 5 poste lateralmente. I manufatti **Trigon® Bridge** presentano tralicci di composizione e dimensioni variabili in funzione delle necessità di autoportanza (a partire da 12,5 cm).

Tutti i manufatti possono essere armati con ferri di diametro variabile tra 8 e 24 mm all'interno dei tralicci.

Di seguito si riporta un prospetto riassuntivo delle geometrie che compongono la gamma produttiva delle lastre tralicciate **Trigon®/Trigon® Bridge**.

Gamma produttiva manufatti Trigon®/Trigon® Bridge: gamma produttiva				
Manufatto	Larghezza della lastra [cm]	Spessore della lastra [cm]	Spessore dell'alleggerimento [cm]	
			EPS	Laterizio
<b>Trigon®</b>	120	4, 5, 6, 7	da 8 a 52 (step increment. di 2 cm)	12, 16, 20, 24, 30, 32, 36
	240/250			
<b>Trigon® Bridge</b>	120	6, 7, 8, 9, 10	Alleggerimento non presente	
	240/250			

## TOLLERANZE DI PRODUZIONE E CRITERI DI ACCETTABILITÀ

Lunghezza delle lastre	± 2,0 cm
Interasse delle lastre	± 0,5 cm
Interasse lastre fuori modulo	± 2,5 cm
Misure fori e scansi	± 2,5 cm
Altezza	± 1,0 cm

Trattandosi di un manufatto ad armatura lenta, vi è la possibilità di fisiologica insorgenza di cavillature nella lastra, la cui presenza non risulta ad ogni modo inficiare le prestazioni strutturali o di durabilità dell'elemento.

## DURABILITÀ

Gli effetti sortiti dai consistenti spessori di copriferro e l'elevata qualità del controllo del posizionamento delle armature risultano benefici dal punto di vista della durabilità.

Infatti le Common Rules dei manufatti prefabbricati (UNI EN 13369) prevedono uno specifico dimensionamento dei copriferri ( $c_{min}$ ), riportato nel prospetto sottostante.

Vita di servizio: 50 anni	Classe di esposizione	Corrosione indotta da fenomeni di carbonatazione				Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare			Corrosione indotta da cloruri non provenienti da acqua di mare			Attacco dei cicli gelo / disgelo con o senza sali disgelanti				Attacco chimico (da parte di acque del terreno e acque fluenti)		
		XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
	Classe minima calcestruzzo	C25/30	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C35/45	C35/45	C35/45	C30/37	C35/45	C30/37	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45
Sp. min. lastra	mm	40	40	40	50	50	60	60	50	60	60	40	50	50	60	50	50	60
Distanziatore ( $C_{nom}$ )	mm	20	20	20	30	30	40	40	30	40	40	15	30	30	40	30	30	40

Le indicazioni relative alle classi minime del calcestruzzo riportate nel prospetto sono le più restrittive tra quelle reperibili nella tabella C4.1.IV della circolare esplicativa delle NTC 2018 e nel prospetto F.1 della norma tecnica UNI EN 206-1:2016

Per quanto riguarda il calcolo del parametro  $c_{nom}$ , in accordo con il capitolo C.4.1.6 delle "Istruzioni per l'applicazione delle NTC 2018" per le classi XF a XA ed in accordo con l'appendice A della UNI EN 13369:2018 per le restanti classi, si è considerato un valore dello scostamento  $\Delta_{cdev} = 5$  mm.

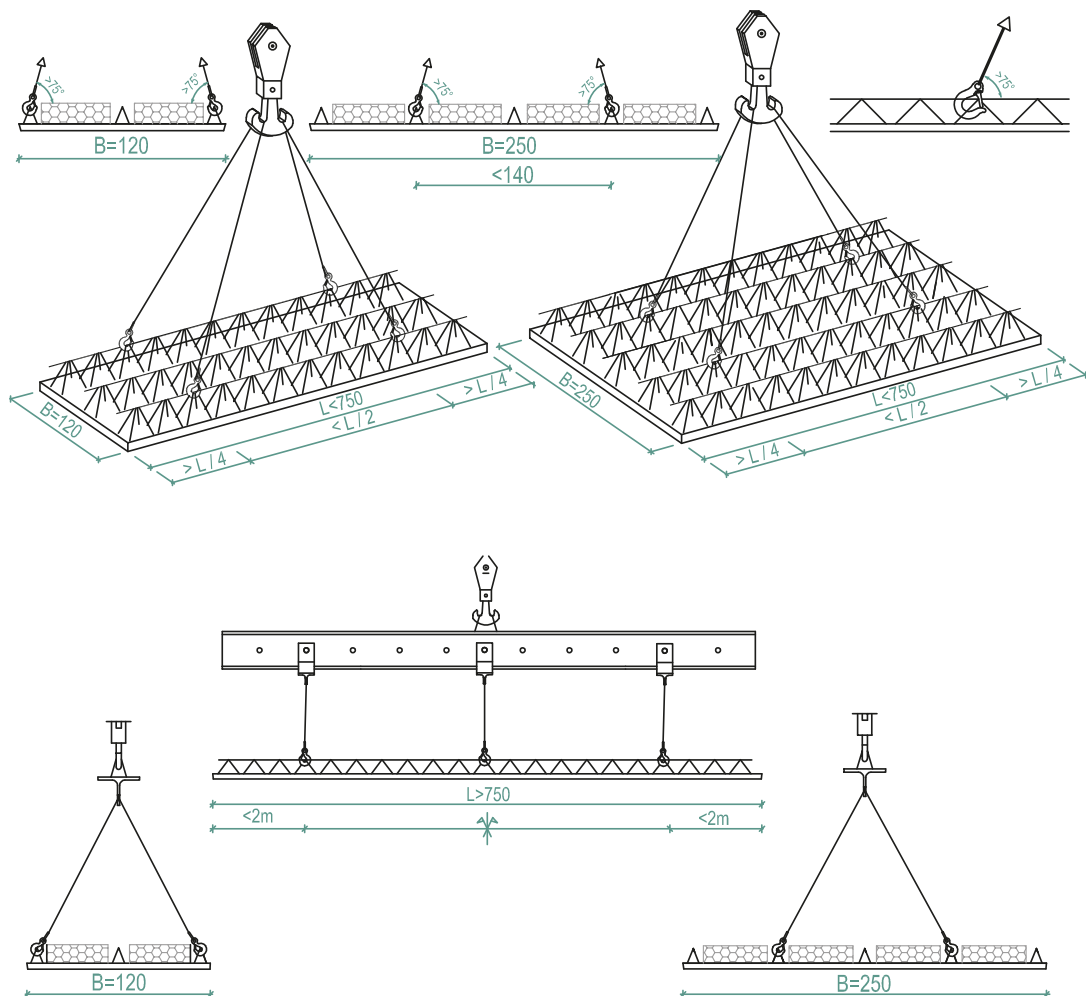
Le indicazioni fornite in merito agli spessori minimi delle lastre sono da intendersi validi per lastre con tralici standard con correnti Ø5 mm non autoportanti (e barrette Ø5 infilate).

Per una vita nominale di 100 anni, considerare un aumento di 10 mm di tutti gli spessori di copriferro tabellati fatta eccezione per la classe XC1.

## MOVIMENTAZIONE E SOLLEVAMENTO

Il sollevamento delle lastre tralicciate deve avvenire con catene, cavi o dispositivi a bilancia provvisti di ganci dotati di chiusura dell'imbocco in grado di sopportare le sollecitazioni indotte dal peso dei manufatti (che deve essere verificato consultando il cartellino), nel rispetto delle norme di sicurezza.

I ganci di sollevamento devono essere sistemati in corrispondenza del nodo delle staffe con il corrente superiore del traliccio. La mutua distanza tra i punti di sollevamento varia come da schema sottostante.



Al fine di limitare le fessurazione nei manufatti è fondamentale il rispetto delle istruzioni di movimentazione, sollevamento e montaggio. **Esse Team** offre altresì un servizio di noleggio delle attrezzature per il sollevamento dei manufatti.

## LASTRE TRALICCIATE PREFABBRICATE PER IMPALCATI A DESTINAZIONE CIVILE/INDUSTRIALE

# TRIGON®

La lastra **Trigon®** è un manufatto a lastra tralicciata con blocchi di alleggerimento destinato all'edilizia civile/industriale e in grado di coniugare prestazioni strutturali all'elevato risparmio di tempo e risorse in virtù dell'estrema rapidità di posa in cantiere. Le lastre fungono infatti esse stesse da cassero semiautoportante in prima fase con interassi di puntellazione riportati nei prospetti riassuntivi delle caratteristiche tecniche al termine della versione web del catalogo, disponibile per il download sul sito [www.esseteam.it](http://www.esseteam.it). In presenza di particolari esigenze progettuali o costruttive è possibile creare delle lastre completamente autoportanti mediante ricorso a tralici maggiormente performanti.

### TIPOLOGIE DI ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO

I manufatti **Trigon®** presentano normalmente dei blocchi di alleggerimento in differenti materiali.

**TRIGON SL**  
Alleggerimento in blocchi in EPS



**LATER TRIGON**  
Alleggerimento in laterizio



Optando per la scelta di elementi di alleggerimento in laterizio EPS a basso assorbimento in luogo dei consueti blocchi in polistirene espanso rigenerato normalmente utilizzati oppure utilizzando il sistema di protezione dagli agenti atmosferici **Testuggine®** (per la cui descrizione si rimanda al prosieguo), è possibile prevenire il potenziale accumulo di acqua per solai che successivamente al completamento della fase di getto, si siano ritrovati in condizioni di esposizione ad acque meteoriche.

## INTERASSI DI POSA

Di seguito si riporta un prospetto con gli interassi di posa delle lastre **Trigon®**:

Modulo lastra	Interasse di posa		
	Sp. lastra 4 cm	Sp. lastra 5 cm	Sp. lastra 6 cm
120 cm	120,2 cm (ES)	120,4 cm (ES)	120,6 cm (ES)
	119,5 cm (GI-R)	120,0 cm (GI-R)	120,2 cm (GI-R)
	123,4 cm (GI-F)	124,0 cm (GI-F)	120,0 cm (GI-F)
240 cm	239,5 cm (GI-R)	240,0 (GI-R)	240,2 (GI-R)
250 cm	250,2 (ES)		

**Legenda**  
 ES = Stabilimento Esse Solai di Dueville (VI), GI-R = Stab. Giuliane di Ruda (UD), GI-F = Stab. Giuliane di Felino (PR).

## TRATTAMENTI SUPERFICIALI COMPLEMENTARI


La continua evoluzione del mercato dell'edilizia genera di giorno in giorno nuove soluzioni costruttive e applicative, come per esempio l'estensione dell'utilizzo dei manufatti prefabbricati a lastre tralicciate non solo al solaio di copertura del piano interrato ma anche ai piani superiori degli edifici.

Nasce in questo modo l'esigenza di avere uno strato di sacrificio per i passaggi impiantistici che sia nel contempo in grado di fornire un adeguato aggrappo per l'intonacatura.

L'intradosso degli elementi **Trigon®**, come in generale di tutti gli elementi a lastre tralicciate orizzontali o verticali in calcestruzzo, può essere sottoposto a trattamenti superficiali aggiuntivi in grado di rispondere a tale esigenza.

Nel dettaglio, **Esse Team** propone tre tipologie alternative di trattamenti superficiali:

- Trattamento con **Focus® CP** (con coccio pesto)
- Trattamento **Focus®** (con argilla espansa)
- Trattamento con **XILITE®** (con legno mineralizzato).

Trattamento Focus® CP	
	$\lambda_d = 0,11 \text{ W/(m K)}$
	$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$
	$C_p = 1,00 \text{ kJ/(kg } ^\circ\text{C)}$
	$\mu = 10$

Il trattamento **Focus® CP**, prevede che il fondello della lastra venga rivestito in coccio pesto, ossia un misto di frammenti di laterizi (tegole, coppi o mattoni pieni: i forati sono viceversa cotti a temperature non idonee per questo utilizzo) minutamente frantumati e malta fine a base di calce aerea.

### Trattamento Focus® CP

Il coccio pesto è un materiale utilizzato nell'ambito delle costruzioni sin dai tempi antichi e in grado di offrire numerosi vantaggi:

- incremento della resistenza al fuoco;
- utilizzo di materiale riciclato;
- creazione di una superficie efficace di aggrappo per eventuali intonaci;
- possibilità di realizzare tracce impiantistiche nello spessore di rivestimento.

### Trattamento Focus®



$$\lambda_d = 0,141 \text{ W/(m K)}$$

$$\rho = 570 \text{ kg/m}^3$$

$$C_p = 1,00 \text{ kJ/(kg } ^\circ\text{C)}$$

$$\mu = 10$$

Il trattamento **Focus®** prevede l'applicazione all'intradosso delle lastre di uno strato di conglomerato di argilla espansa di spessore 2÷3 cm in grado di conferire al manufatto numerosi vantaggi e proprietà tra cui:

- **incremento della resistenza al fuoco;**
- **mitigazione dei ponti termici** in corrispondenza delle nervature;
- **alloggiamento dell'eventuale impiantistica** in tracce ricavate nello spessore dell'argilla;
- **capacità di prevenzione dei fenomeni di condensa superficiale** grazie alle proprietà igroregolatrici naturali dell'argilla medesima.

Il fondello in argilla espansa può inoltre rimanere a vista oppure costituire una superficie in grado di garantire un'elevata capacità di aggrappo per gli intonaci.

### Trattamento XILITE® A2GR2



$$\lambda_d = 0,115 \text{ W/(m K)}$$

$$\rho = 450 \text{ kg/m}^3$$

$$C_p = 2,1 \text{ kJ/(kg } ^\circ\text{C)}$$

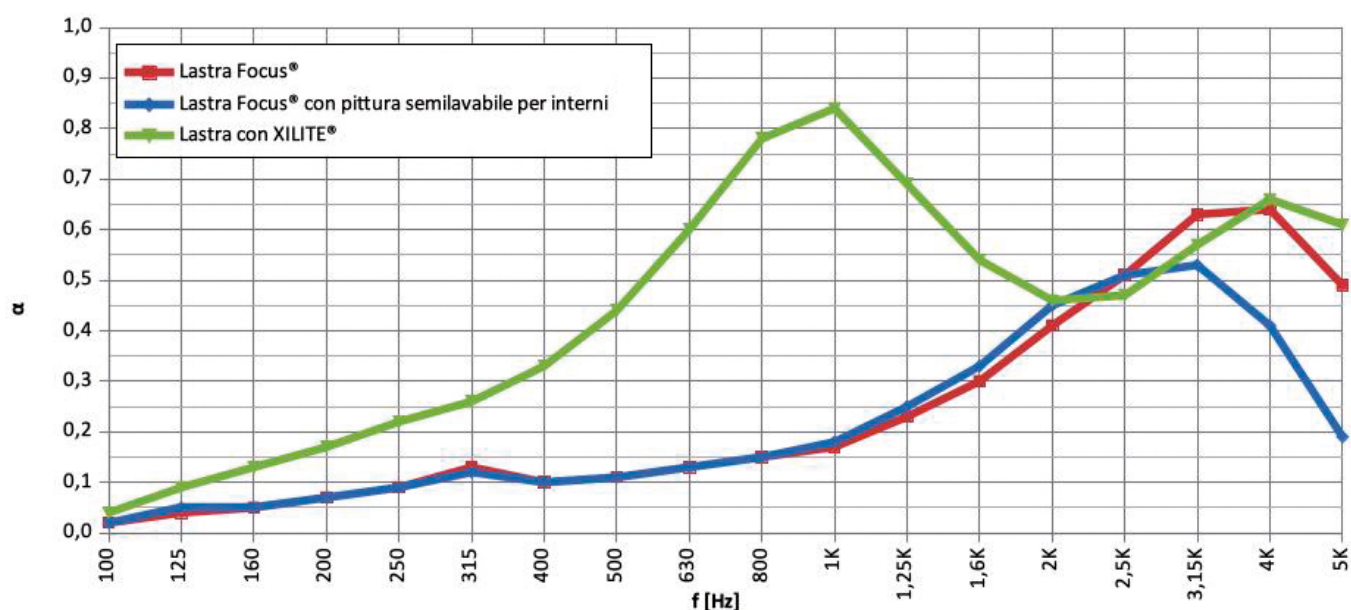
$$\mu = 2$$

Il trattamento con **XILITE®** prevede l'applicazione all'intradosso di uno strato di calcestruzzo organico mineralizzato sp. 2÷3 cm. in grado di mitigare i ponti termici in corrispondenza delle nervature e di favorire, anche in questo caso, la creazione di tracce per passaggi impiantistici nonché l'aggrappo degli eventuali intonaci.



I trattamenti superficiali **FOCUS®** e **XILITE®**, nel caso in cui rimangano a vista o vengano al più trattati con vernici fonotrasparenti presentano interessanti caratteristiche di assorbimento acustico, grazie alle quali è possibile ridurre il tempo di riverbero e il livello di rumorosità interno degli ambienti nei quali essi vengano inseriti.

Di seguito si riporta un prospetto riassuntivo dei coefficienti di assorbimento acustico  $\alpha$  dei rivestimenti **Focus®** e **XILITE®** determinati mediante test di laboratorio.



**I trattamenti superficiali Focus®, Focus CP® e XILITE® conferiscono ai manufatti TRIGON® ulteriori vantaggi per quanto riguarda antincendio, termica e acustica.**

## PROTEZIONE DEGLI ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO

In sede di cantiere, nella fase di posa delle armature di completamento del solaio antecedente alla fase di getto, gli elementi di alleggerimento in EPS soggetti a fisiologico sfaldamento causato dall'operatività del personale di cantiere possono generare presenza indesiderata di detriti sull'estradosso delle lastre.

Inoltre, successivamente al completamento della fase di getto e in assenza di adeguata protezione del solaio medesimo dagli agenti atmosferici, i blocchi di alleggerimento in polistirene possono risultare soggetti all'assorbimento di acque meteoriche.

Per ovviare a tali inconvenienti, **Esse Team** ha messo a punto un sistema brevettato di protezione delle lastre denominato **Testuggine®**, il quale prevede la copertura degli elementi di alleggerimento in EPS con elementi protettivi in polipropilene alveolare.

**Testuggine®**, rivestendo completamente la porzione superiore del blocco nonché le facce laterali per una lunghezza pari a 8 cm, protegge l'EPS da urti e azioni meccaniche consentendo nel contempo di esporre una minore superficie del polistirene di alleggerimento all'assorbimento di acqua meteorica.

Rispetto a lastre con elementi di alleggerimento in materiale plastico, l'utilizzo di **Testuggine®** consente di mantenere l'elevata flessibilità tipica degli alleggerimenti in polistirene (con possibilità di ottenere altezze customizzate del sistema lastra + alleggerimento) e di evitare il potenziale riempimento d'acqua meteorica degli elementi di alleggerimento in materiale plastico cavo.

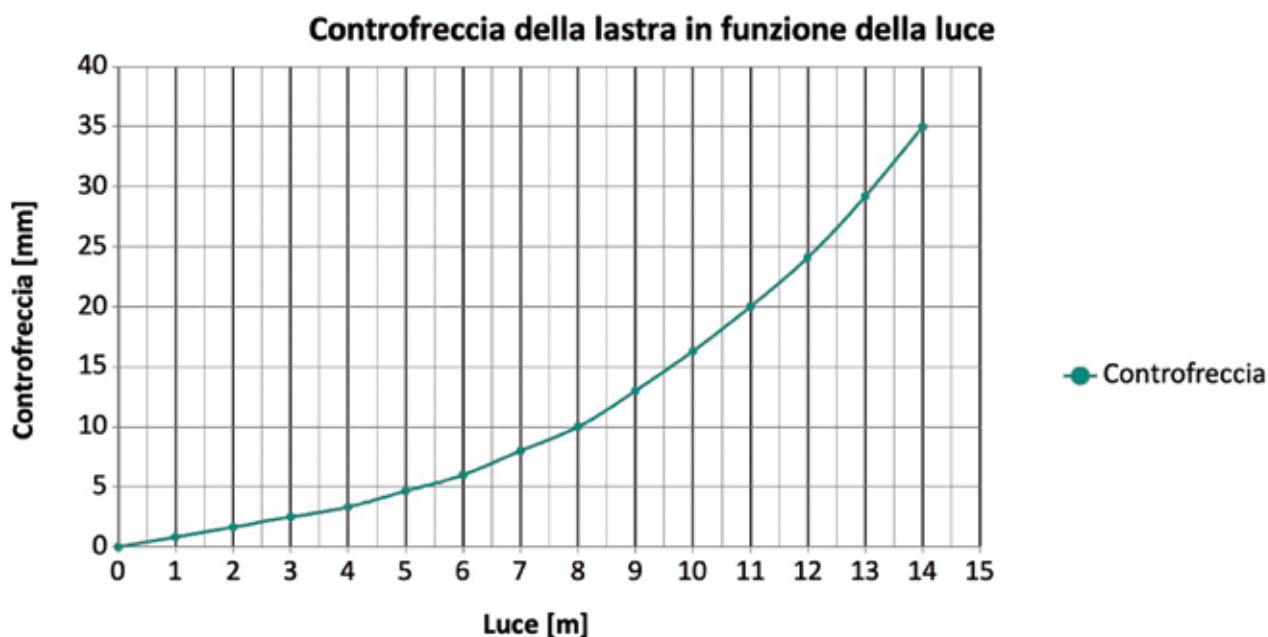


## MONTAGGIO

Durante il montaggio, come primo step operativo, è necessario disporre i sostegni rompitratta (puntelli) del solaio con l'interasse indicato sugli elaborati; i sostegni, opportunamente controventati e rigidi, devono essere dimensionati dal Progettista Generale delle Strutture (Legge 05/11/1971 n° 1086-art. 3/9).

In seguito, vengono disposte le lastre e, dopo la posa in opera delle armature delle parti strutturali, di ripartizione e degli appoggi, l'impalcato deve essere convenientemente pulito e bagnato.

Le lastre devono essere montate con una controfreccia. L'entità della contro freccia dev'essere quantificata dalla direzione lavori e/o dal progettista strutturale. In mancanza di prescrizioni può essere utilizzato il seguente diagramma nel quale la contro freccia viene espressa in funzione della lunghezza della lastra.

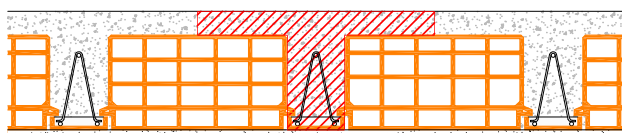


### UTILIZZO IN ZONA SISMICA

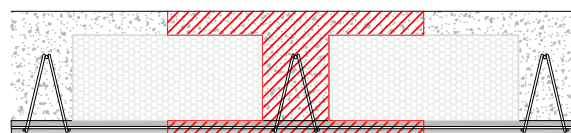
Il solaio rappresenta sia la parte strutturale atta a distribuire i carichi verticali di esercizio su travi e pilastri, sia l'elemento chiave in grado di veicolare a pilastri e setti le sollecitazioni orizzontali generate dal vento e dal sisma, grazie al suo comportamento a membrana. Proprio per questo motivo sia l'Eurocodice 8 sia la normativa italiana raccomandano che i solai e le coperture degli edifici abbiano elevata rigidità e resistenza nel loro piano e che siano collegati in maniera efficace a tutti gli elementi strutturali verticali.

In questo senso il solaio a lastre prefabbricate **Trigon®** presenta svariati vantaggi in quanto caratterizzato da una sezione trasversale a doppia T con interposizione di elementi di alleggerimento in grado di consentire una significativa riduzione del peso proprio del solaio e un contemporaneo incremento della rigidità verticale assiale (anche nell'ordine del doppio per solai costituiti da lastre di larghezza pari a 120 cm rispetto a equivalenti solai in laterocemento con sezione a T aventi interasse tra i travetti pari a 60 cm).

SEZIONE RESISTENTE A T



SEZIONE RESISTENTE A DOPPIA T



Tali peculiarità determinano un migliore comportamento nei confronti dei fenomeni di instabilità nella direzione delle nervature - qualora esse vengano sollecitate assialmente con significative azioni di compressione - e una contestuale riduzione delle azioni sismiche, per definizione proporzionali al peso dell'impalcato stesso.

Considerando la sezione del solaio a lastra (sezione moltiplicemente connessa) è altresì facile ravvisare come essa sia riconducibile ad una trave a cassone, tipicamente caratterizzata da un'elevata rigidità torsionale.

Ciò conferisce al solaio, unitamente alla realizzazione di cordoli rompitratta, una maggiore iperstaticità ed una capacità di ripartizione orizzontale dei carichi più elevata rispetto ai tradizionali solai in laterocemento oltre che un comportamento pressoché identico alle azioni orizzontali nelle due direzioni del solaio, grazie al quale le richieste di spostamento generate dal sisma risultano sostanzialmente congruenti.

A livello di calcolo e modellazione, l'ipotesi di orizzontamento infinitamente rigido normalmente considerata al fine di ridurre drasticamente l'onere dell'analisi modale del fabbricato trova pertanto una maggiore aderenza della risposta sismica simulata rispetto al comportamento reale della struttura in presenza di un solaio a lastre, con conseguente riduzione dei margini di errore.

Nell'ottica di rimanere all'interno dell'ipotesi delle membrature infinitamente rigide nel loro piano si raccomandano spessori della cappa superiore pari ad almeno 5 cm, con ulteriori vantaggi legati alla rigidità verticale ed alla ripartizione trasversale dei carichi nonché alla possibilità di garantire la corretta disposizione delle armature, specialmente laddove queste ultime siano poste in prossimità dei principali elementi strutturali verticali e debbano garantire un'efficiente connessione tra la struttura verticale e quella orizzontale.

## **FLESSIBILITÀ E ADATTABILITÀ**

Il solaio a lastre offre la possibilità di inserire cordoli rompitratta, bilancini per forometrie e travi senza dover comportare oneri aggiuntivi di banchinaggio.

Gli elementi di alleggerimento sono di facile gestione e profilatura ed anche l'inserimento in stabilimento di armatura a taglio come le staffe è più agevole rispetto a quanto accade per altre tipologie di solaio.

Con il ricorso alle staffe è possibile evitare l'arretramento degli elementi di alleggerimento a cui si ricorre, in alcuni casi, sotto condizioni di carico gravose e ampie luci di calcolo.

## **SICUREZZA NEI CONFRONTI DELL'INTEGRITÀ E DEI CARICHI APPESI**

Oltre alle prestazioni strutturali verticali ed alla capacità di trasferire agevolmente le azioni orizzontali alle strutture sismo-resistenti, il solaio a lastre offre un'elevata sicurezza anche nei confronti di quei fenomeni che pur non compromettendo l'integrità strutturale, possono creare situazioni di pericolo per l'incolumità umana e causare difficoltà nei momenti di evacuazione nel caso di eventi eccezionali.

La lastra tralicciata, infatti, a differenza di altre tipologie di solai è efficacemente armata in entrambe le direzioni e direttamente connessa mediante i tralici alla struttura soprastante; è pertanto possibile escludere o prevenire collassi inaspettati o di tipo fragile, ancorché localizzati.

La robustezza e la flessibilità del manufatto permettono inoltre una facile appensione di elementi impiantistici senza rischi di cedimenti anche sotto sisma, per esempio mediante ricorso a guide in acciaio inglobati all'interno delle lastre che costituiscono il solaio soprastante, come da fotografia seguente.



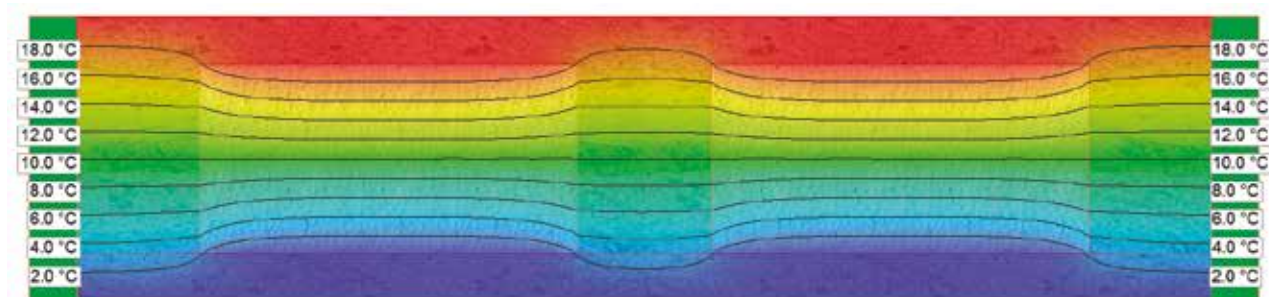
## CARATTERISTICHE TERMICHE

Rispetto ad un solaio a lastra in getto pieno, i solai realizzati con lastre **Trigon®** presentano valori di trasmittanza termica inferiori in virtù degli elementi di alleggerimento in EPS o laterizio.

La presenza di alleggerimenti in EPS determina una trasmittanza caratteristica sensibilmente inferiore rispetto a quella di una soletta equivalente in getto pieno o in laterocemento; tale vantaggio iniziale permette di ridurre gli spessori dell'isolamento termico nell'ordine del centimetro.

Al fine di fornire al progettista i dati termici relativi ai solai realizzati con tecnologia **Trigon®**, **Esse Team** ha provveduto a mappare l'intera gamma produttiva.

Si riportano di seguito i risultati del calcolo della trasmittanza termica effettuato mediante modellazione agli elementi finiti di una sezione tipo di un manufatto **Trigon®** 5 + 20 completato con getto in calcestruzzo di spessore pari a 5 cm.



Conduzzanza (CT)	2,47 W/(m <sup>2</sup> K)
Resistenza al netto dei liminari (R)	0,40 (m <sup>2</sup> K)/W
Conducibilità equivalente (λ)	0,74 W/(m K)
Calore specifico medio(CS,m)	1,05 kJ/(kg K)
Fattore di resistenza al vapore (μ)	93,5

Il calcolo è stato effettuato per tutte le sezioni, sull'intero range di altezze dell'alleggerimento disponibili e in combinazione con tre differenti spessori della cappa di completamento (5, 6 e 7 cm).

I risultati del calcolo effettuato sono riportati nei prosetti riassuntivi al termine della versione web del catalogo, disponibile per il download sul sito [www.esseteam.it](http://www.esseteam.it).

## CRITERI AMBIENTALI MINIMI

I prefabbricati prodotti da **Esse Team** sono caratterizzati da un rilevante contenuto di materiale riciclato nelle sue varie componenti.

Ogni manufatto può essere pertanto accompagnato da un'autodichiarazione ambientale attestante il contenuto di materiale riciclato, utile per il raggiungimento dei crediti **LEED** e per il rispetto dei nuovi **Criteri Ambientali Minimi (C.A.M.)** stabiliti dal Ministero per l'Ambiente.

È inoltre possibile studiare ad hoc il manufatto al fine di incrementare il contenuto di materiale riciclato ed ottenere un maggior numero di crediti **LEED**.

L'inerte contenuto nell'eventuale rivestimento in coccio pesto **Focus CP** è interamente composto da materiale riciclato e pertanto la sua scelta può aiutare ad incrementare la percentuale di riciclato della fornitura del manufatto.

In caso risulti necessario il rispetto di determinati requisiti in materia di sostenibilità ambientale, l'analisi volta all'incremento del contenuto di materiale riciclato e il rilascio dell'autodichiarazione ambientale devono essere pattuite in fase contrattuale in quanto costituiscono fasi progettuali ed esecutive aggiuntive rispetto a quanto normalmente svolto dal punto di vista strutturale, termico e antincendio.

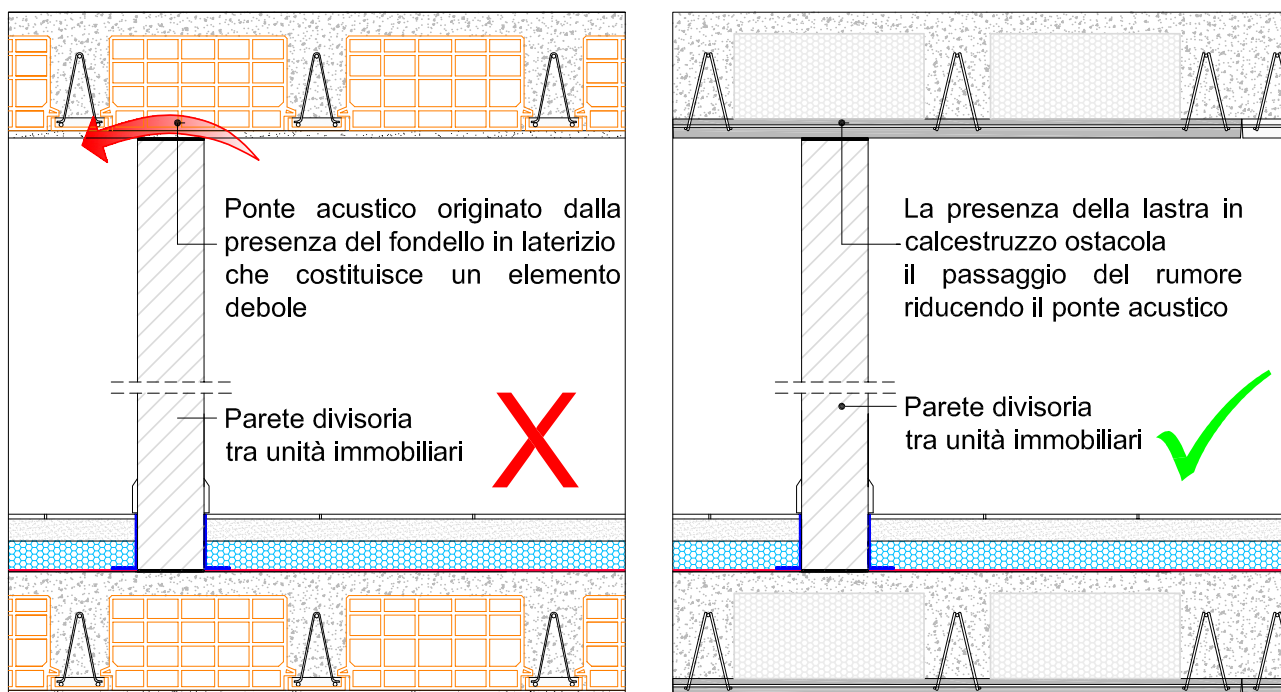
## ISOLAMENTO ACUSTICO

L'isolamento acustico rappresenta una condizione essenziale per la tranquillità della vita: condizioni ambientali particolarmente rumorose sono infatti causa di fenomeni di disagio sociale sempre più diffusi nei confronti dei quali, è possibile apprezzare un crescente interesse.

Attenuare i rumori portandoli a valori convenienti in funzione della destinazione dei locali e della loro specifica utilizzazione, a volte variabile nel corso della giornata, rappresenta pertanto una condizione sempre più impellente e meritevole della dovuta attenzione nell'ottica di prevenire malesseri o nevrosi cui la frenetica e dinamica vita quotidiana sembra costringerci.

In virtù della massa di questa tipologia di soluzione costruttiva, il solaio a lastre prefabbricate presenta elevate prestazioni in termini di isolamento acustico per via aerea, evitando nel contempo l'insorgere del ponte acustico tipicamente riscontrabile in corrispondenza dell'intersezione tra una parete divisoria tra differenti ambienti/unità abitative e l'intradosso del solaio in laterocemento sovrastante.

Tale ponte acustico risulta correlato all'utilizzo delle pignatte in laterizio e, in particolare, alla presenza di elementi acusticamente deboli quali il fondello e le forature delle pignatte delle medesime, con un effetto ulteriormente peggiorativo qualora essere risultino orientate nella direzione di scavalco del rumore.



Al pari dei solai in laterocemento o in getto pieno, l'aspetto critico risulta pertanto essere quello legato all'isolamento dal rumore di calpestio in quanto le prestazioni di isolamento acustico rispetto a rumori di tipo impattivo di queste tipologie di solai risultano essere insufficienti a meno di ricorrere ad ulteriori accorgimenti progettuali.

La scelta progettuale più efficace prevede la realizzazione di un sistema massa-molla- massa con posa del massetto di pavimento al di sopra di un materassino resiliente in grado di smorzare le vibrazioni (massetto galleggiante).

Tale sistema, previa opportuna scelta e corretta posa del materassino resiliente, garantisce di norma la prestazione richiesta dalla normativa e la sua adozione non risulta influenzata dalla scelta tecnologica effettuata in merito alla tipologia di solaio (a lastre, in laterocemento, in getto pieno, etc.).

Nei prospetti riassuntivi delle caratteristiche tecniche dei manufatti collocati in coda al catalogo sono stati riportati:

- i risultati di una stima del parametro  $R_w$  effettuata mediante applicazione della legge di massa  $R_w = 37,5 \log(m') - 44$  (rif. formula CEN), laddove  $m'$  è la massa per unità di superficie dell'impalcato.
- i risultati di calcolo nel parametro  $L_{nweq}$  (rif. norma tecnica **UNI 12354-2**) calcolato secondo la formula  $L_{nweq} = 164 - 35 \log(m')$ .

## FUOCO

Le lastre tralicciate prefabbricate **Trigon**<sup>®</sup> nella loro configurazione standard presentano uno spessore di copriferro minimo pari a 15 mm in grado di offrire, senza particolari accorgimenti, una resistenza al fuoco pari a R 30 (rif. D.M. 16/02/2007).

Escludendo dal calcolo statico il contributo del traliccio e utilizzando una lastra base con un distanziale minimo di 15 mm, il copriferro antincendio risulta pari ad almeno 30 mm corrispondente ad una prestazione di resistenza al fuoco pari a R 60 (rif. D.M. 16/02/2007).

Per ottenere caratteristiche di resistenza al fuoco superiori risulta necessario utilizzare distanziali più alti e/o traslare verso l'alto l'armatura longitudinale fino, al limite, a collocarla al di sopra della lastra.

Si riporta un prospetto riassuntivo delle caratteristiche di resistenza al fuoco raggiungibili in funzione degli spessori di copriferro.

	Metodo tabellare	Metodo analitico
RESISTENZA AL FUOCO	Sp. Copriferro (Tab. D.5.1 Decreto 16/02/2007)	Sp. Copriferro (Fig. A.2 UNI EN 1992-1-2:2005)
R 30	15 mm	10 mm
R 60	30 mm	25 mm
R 90	35 mm	30 mm
R 120	45 mm	40 mm
R 180	60 mm	50 mm
R 240	75 mm	60 mm
		Tabella requisito R con copriferri da mappatura termica (metodo analitico) e coefficiente di utilizzo pari a 0,7; prosp. 3.2.A UNI EN 1992-1-2:2005

Per quanto attiene alle caratteristiche di isolamento e tenuta, si fa riferimento al D.M. 16/02/2007 (punto D.5.2), il quale afferma che «per garantire i requisiti di tenuta e isolamento, i solai di cui alla tabella D.5.1 (solette piene e solai alleggeriti) devono presentare uno strato pieno di materiale isolante, non combustibile e con conducibilità termica non superiore a quella del calcestruzzo, di cui almeno una parte in calcestruzzo armato. La tabella seguente riporta i valori minimi (mm) dello spessore *h* dello strato di materiale isolante e della parte *d* (mm) di c.a., sufficienti a garantire i requisiti EI per le classi indicate.».

Di seguito si riporta la tabella D.5.2 contenuta nel D.M. 16/02/2007.

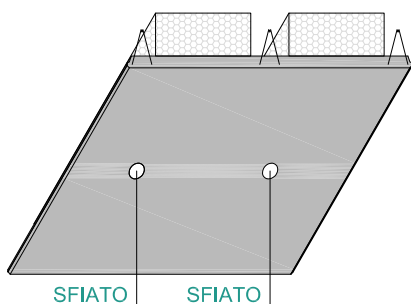
Classe	30	60	90	120	180	240
Tutte le tipologie	$h = 60 / d = 40$	60/40	100/50	100/50	150/60	150/60

In presenza di intonaco i valori di **h** e di **d** ne possono tenere conto nella maniera indicata nella tabella D.5.1. In ogni caso **d** non deve mai essere inferiore a 40 mm.

In presenza di strati superiori di materiali di finitura incombustibile (massetto, malta di allettamento, pavimentazione, etc.) i valori di **h** ne possono tener conto.



Qualora sottoposto ad elevate temperature (come in caso d'incendio), l'EPS dei blocchi di alleggerimento presenti in alcune tipologie di elementi prefabbricati quali per esempio le lastre **Trigon®**, sublima con produzione di gas potenzialmente in grado di indurre fessurazione nel calcestruzzo che lo circonda nonché di dar luogo a fenomeni di rottura esplosiva.



Per questo motivo i manufatti prefabbricati **Trigon®** presentano un sistema di sfogo tramite il quale i gas prodotti dalla sublimazione dell'EPS, in caso di incendio, possono essere veicolati verso l'ambiente esterno scongiurando la possibilità di fessurazioni e rotture dovute alla spinta del gas imprigionato all'interno del manufatto.

In caso di utilizzo di manufatti **Trigon®** in applicazioni di questo tipo, l'équipe tecnica di **Esse Team** rimane a disposizione del professionista per ulteriori informazioni e per progettazione al fuoco delle strutture.

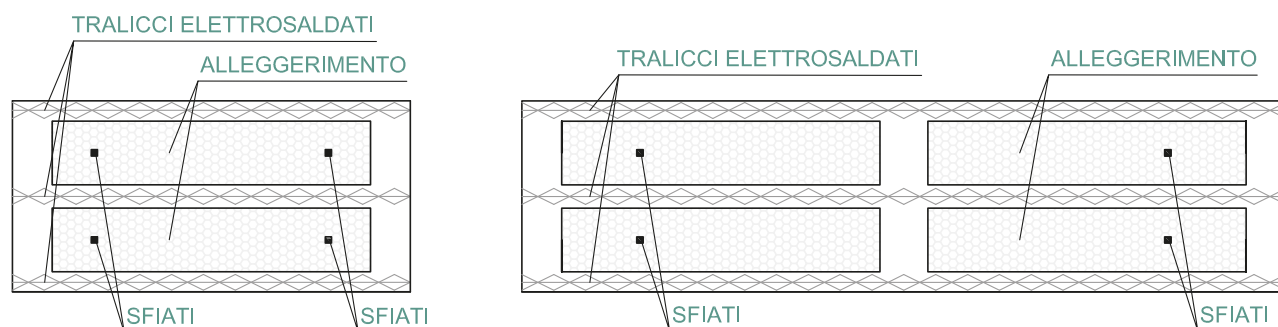
Di seguito si riportano alcune fotografie delle tipologie di dispositivi di sfogo utilizzati da Esse Team.



L'utilizzo di alleggerimento in laterizio permette di bypassare tutte le problematiche legate alla necessità di dare sfogo agli eventuali gas prodotti per sublimazione degli elementi di alleggerimento in EPS in caso d'incendio. Tutti e tre i sistemi di sfogo poc'anzi descritti risultano essere testati ed efficaci ai fini antincendio.

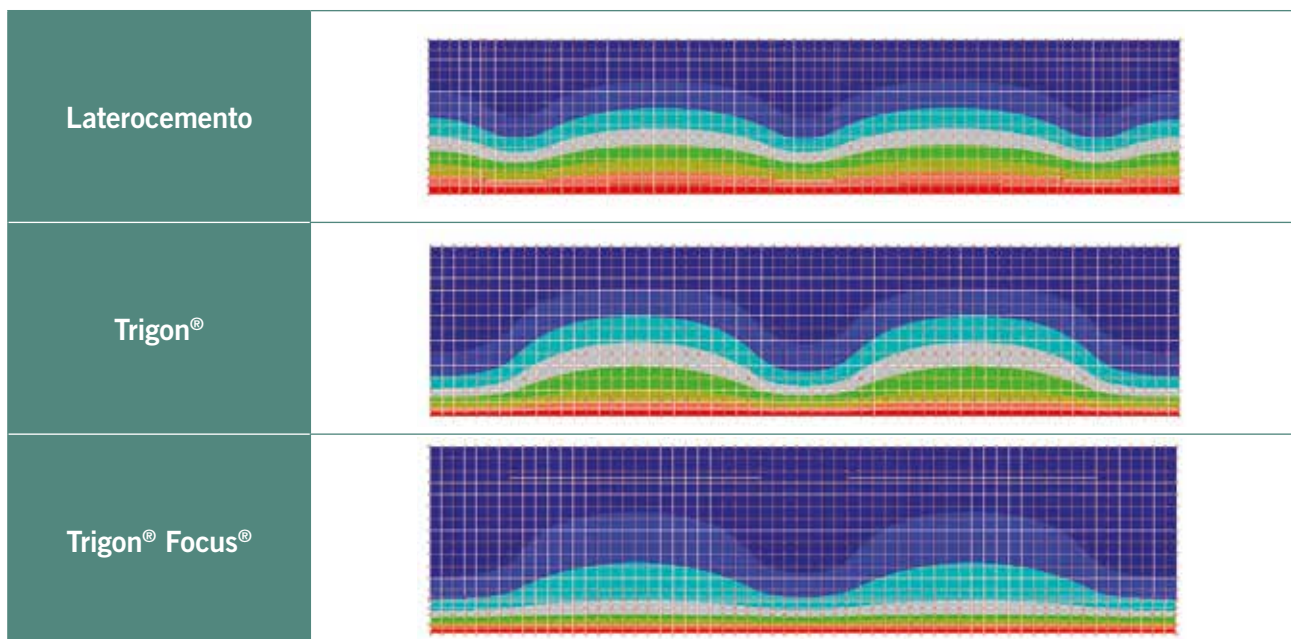
Per maggiori informazioni è possibile consultare i certificati di prova del C.S.I. (Comitato Scientifico Italiano, rapporto di prova n° DC02/028/F03) e dell'Istituto Giordano (relazione di prova n° 237252) relativi ai test di larga scala svolti in sede d'associazione Assobeton.

Di seguito si riportano alcuni schemi di posizionamento delle valvole di sfogo all'interno di lastre **Trigon®** caratterizzate dalla presenza rispettivamente di una o due file di blocchi di alleggerimento.



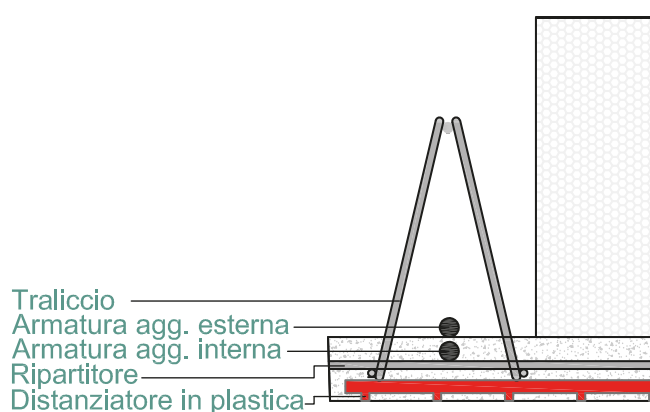
Di seguito si propongono le mappature termiche al fuoco a  $t = 120$  minuti, eseguite con software ad elementi finiti, di tre differenti tipologie di solaio: laterocemento, lastra **Trigon**<sup>®</sup> e lastra **Trigon**<sup>®</sup> con trattamento **Focus**<sup>®</sup> in conglomerato di argilla espansa di spessore pari a 3 cm.

La modellazione dei tre manufatti ha restituito delle distribuzioni di temperatura che evidenziano il raggiungimento, alla distanza di 4 cm dall'intradosso del solaio in corrispondenza delle nervature, di temperature inferiori in solai di tipo **Trigon**<sup>®</sup> o **Trigon Focus**<sup>®</sup> rispetto a solai tradizionali in laterocemento (circa 590°C nel caso della lastra Trigon con EPS e circa 500 °C nel caso della lastra **Trigon**<sup>®</sup> con trattamento **Focus**<sup>®</sup> contro i 650°C del solaio in laterocemento.).



I risultati della modellazione ad elementi finiti dimostrano che il solaio in lastre **Trigon**<sup>®</sup> rispetto ad un comune solaio in laterocemento in virtù dell'intradosso piano, della conseguente minor superficie esposta e dei maggiori copriferri.

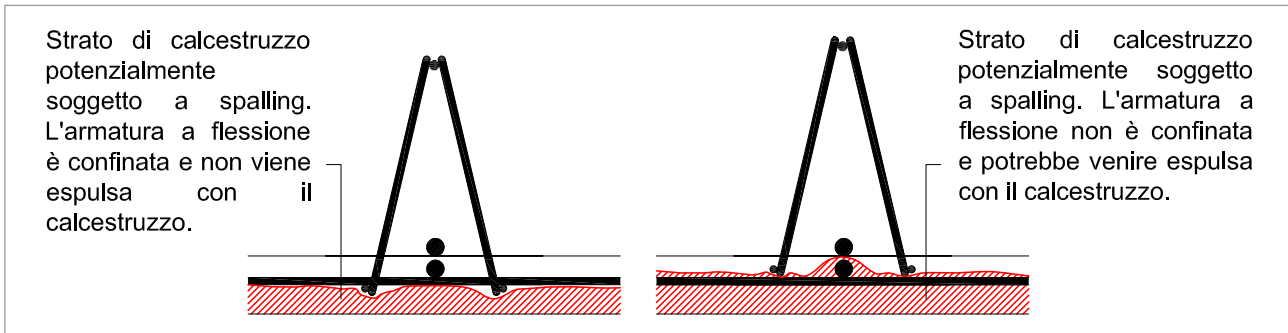
In particolare il solaio in lastre **Trigon**<sup>®</sup> con trattamento **Focus**<sup>®</sup> presenta un migliore comportamento al fuoco in virtù della protezione fornita alle armature all'interno del manufatto da parte dello strato di conglomerato in argilla espansa.



Ulteriore caratteristica dei manufatti **Trigon**<sup>®</sup>, rilevante dal punto di vista del comportamento antincendio, risulta essere il posizionamento dei ripartitori al di sopra dei correnti inferiori del traliccio.

Rispetto a manufatti nei quali i ripartitori vengono posizionati al di sotto dei correnti inferiori del traliccio, il beneficio determinato da tale scelta progettuale in caso di incendio risulta evidente.

Nel caso in cui il fondo della lastra sia soggetto a fenomeni di spalling, l'armatura a flessione interna alla lastra risulta confinata e pertanto non soggetta ad essere espulsa dalla lastra assieme al calcestruzzo con ovvi vantaggi in termini di portata della lastra medesima.

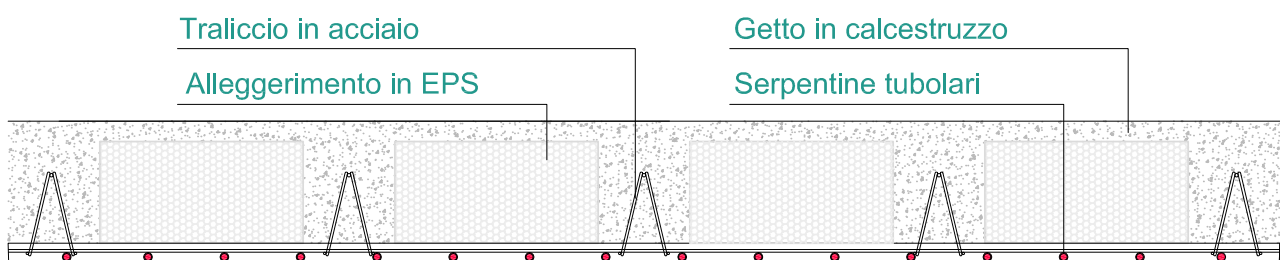


La collocazione dell'armatura a flessione al di sopra dei ripartitori determina altresì una maggiore robustezza dell'elemento rispetto alle fasi di movimentazione e in genere un maggior grado di sicurezza.

## INTEGRAZIONE CON IMPIANTI RADIANTI E AD ATTIVAZIONE DELLA MASSA

Tra i vantaggi riconducibili alla scelta delle lastre tralicciate prefabbricate **Trigon®** vale la pena di annoverare la possibilità di integrare le tubazioni degli impianti radianti all'interno della lastra al fine di realizzare soffitti radianti, come visibile nello schema grafico riportato di seguito.

In questo modo risulta possibile ottenere una riduzione dello spessore complessivo del solaio in quanto lo spessore dello strato radiante viene ricompreso nello spessore della lastra.



La scelta di un impianto radiante a soffitto in luogo di un impianto di riscaldamento tradizionale con radiatori a parete consente di ottenere un'emissione di calore uniforme proveniente dall'alto che si distribuisce nell'ambiente grazie al principio dello scambio di calore per irraggiamento tra superfici calde (il soffitto del locale) e superfici fredde (le pareti del medesimo).

In tal modo si genera una piacevole sensazione di calore grazie al riscaldamento uniforme di tutti gli oggetti per irraggiamento termico ed è possibile evitare il sollevamento della polvere dall'estradosso del pavimento, tipica dei pavimenti radianti, in virtù della ridotta corrente ascensionale di aria calda.

Nel caso di edifici caratterizzati da funzionamento continuativo, destinazione d'uso comune ai vari piani o necessità di disattivare l'impianto a edificio abitato (peak shaving) quali ospedali, biblioteche ed uffici, la scelta della tecnologia **Trigon®** consente inoltre di sfruttare i benefici tipici dei solai ad attivazione termica della massa.

Il principio di funzionamento prevede l'installazione, al centro della sezione di una soletta caratterizzata da elevata capacità termica (tipicamente in calcestruzzo), di tubazioni in materiale plastico con acqua circolante.

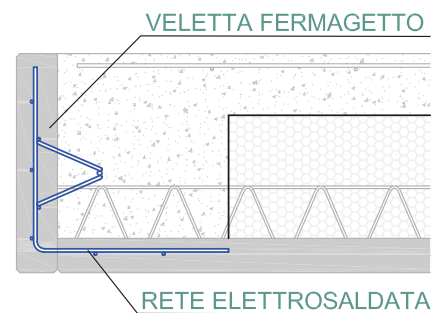
In questo modo è possibile sfruttare appieno il volume della soletta utilizzandola come un terminale d'impianto che assorbe o rilascia energia in modo graduale nell'arco della giornata per raffrescare o riscaldare gli ambienti soprastanti e sottostanti la soletta.

Gli impianti radianti a soffitto e gli impianti ad attivazione di massa garantiscono, in generale, una riduzione dei costi di riscaldamento nonché l'eliminazione di condotti distributivi dai controsoffitti, con aumento dello spazio disponibile per altri impianti.

Essi presentano tuttavia una certa inerzia termica (inferiore nel caso dei sistemi radianti a soffitto) che li rendono principalmente adatti ad edifici privi di pendolazioni impiantistiche.

## INTEGRAZIONE CON VELETTA FERMAGETTO

Le lastre **Trigon**<sup>®</sup> possono essere integrate con veletta fermagetto in sostituzione della cassetta laterale, in grado pertanto di facilitare le operazioni di getto del calcestruzzo di completamento.



## VANTAGGI DERIVANTI DALL'UTILIZZO DELLA LASTRA TRIGON<sup>®</sup>

- Estrema rapidità di posa in opera dell'orizzontamento, poiché esso stesso funge da cassero;
- Possibilità di coprire planimetrie di forme articolate, poiché il processo produttivo consente di ottenere manufatti variamente sagomati o forati;
- possibilità di realizzare manufatti di lunghezza fino a 12 m;
- Mediante la scelta di diversi spessori della lastra ed il posizionamento di armatura aggiuntiva avente diversi ricoprimenti, è possibile realizzare orizzontamenti per i quali è richiesta specifica resistenza al fuoco;
- Intradosso del solaio perfettamente liscio: tale superficie può essere assimilabile al getto in opera ed eventualmente finita con una sola mano di pittura;
- Notevole adattabilità del solaio a lastre tralicciate dal punto di vista statico, con possibilità di ottenere nervature resistenti in direzione trasversale rispetto all'orientamento del solaio e sezioni piene agli appoggi eliminando alcuni blocchi di alleggerimento, al fine di incrementare la resistenza a taglio;
- Rigidezza simile a quella di un solaio equivalente in getto pieno nonostante la riduzione della massa;
- Impossibilità del verificarsi dello sfondellamento, riscontrabile nei solai in laterocemento;
- Miglior capacità di ripartizione dei carichi verticali rispetto ad un equivalente solaio in laterocemento;
- Elevata durabilità del manufatto prefabbricato in virtù della qualità del calcestruzzo e del controllo automatico della vibrazione, nonché in virtù della precisione nel posizionamento delle armature;
- Elevata sicurezza in sede di cantiere (previa scrupolosa aderenza alle disposizioni di uso e montaggio).

### LASTRE TRALICCIATE PREFABBRICATE PER IMPALCATI A DESTINAZIONE INFRASTRUTTURALE

# TRIGON® BRIDGE

Le caratteristiche geometriche e materiche dei manufatti **Trigon® Bridge** sono analoghe a quelle dei manufatti **Trigon®**; la differenza sostanziale tra i due prodotti risiede nella destinazione d'utilizzo e nel metodo di calcolo strutturale degli impalcati ad essa correlata.

I manufatti **Trigon® Bridge**, rispetto alle normali lastre tralicciate per l'utilizzo civile e industriale non presentano elementi di alleggerimento e risultano caratterizzati da elevate performance in termini di autoportanza e durabilità.

Tali performance vengono rispettivamente ottenute mediante l'utilizzo di speciali tralicci in acciaio opportunamente dimensionati e il ricorso a elevati spessori di copriferro.

In virtù di tali proprietà, i manufatti **Trigon® Bridge** trovano largo impiego nell'ambito dell'edilizia stradale e infrastrutturale per la realizzazione di impalcati da ponte, destinazioni di utilizzo che determinano il ricadere da parte dei manufatti medesimi in classi di esposizione elevate.

Tipicamente la tecnologia **Trigon® Bridge** trova applicazione nella realizzazione di impalcati per ponti e cavalcavia con struttura in acciaio, come visibile nelle fotografie riportate di seguito.



Le lastre **Trigon® Bridge** possono essere autoportanti e in tal modo consentire la posa dell'armatura di completamento del getto e l'effettuazione di tutte le operazioni successive senza necessità di puntellazioni o altri presidi.

### DETERMINAZIONE DELLO SPESSORE DELLA LASTRA TRIGON® BRIDGE

Viste la necessità di posare una rete elettrosaldata, la destinazione d'uso e la contestuale necessità di ottemperare a quanto richiesto da normativa in termini di durabilità, i manufatti **Trigon® Bridge** sono di norma caratterizzati da consistenti spessori di copriferro.

Tale caratteristica rende di fatto non praticabile la realizzazione di lastre **Trigon® Bridge** di spessore inferiore a 6 cm.

## FLESSIBILITÀ E ADATTABILITÀ

L'adozione della tecnologia **Trigon® Bridge** permette di realizzare diverse geometrie comprendendo anche variazioni di spessore ed inclinazione dell'intradosso, mostrando in generale una notevole versatilità.



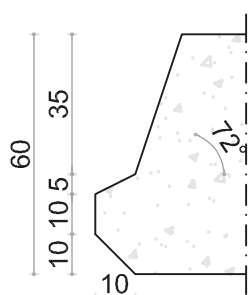
## DURABILITÀ

Oltre a quanto già indicato nel paragrafo incentrato sulla determinazione dello spessore della lastra, si consiglia l'utilizzo di lastre con bordo opportunamente sagomato, come da schema grafico riportato in fondo alla pagina.

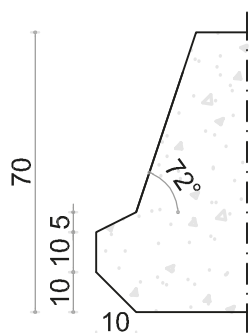
Mediante detto accorgimento si riduce la possibilità che l'armatura trasversale posata al di sopra della lastra sia puntualmente protetta da uno spessore di copriferro insufficiente o che rimanga addirittura scoperta.

Tale aspetto risulta di rilevante interesse nel caso delle lastre da ponte per via delle condizioni ambientali aggressive cui esse possono essere esposte.

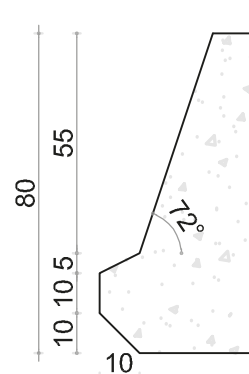
### DETTAGLIO SMUSSO LATERALE LASTRA



LASTRA Sp. 6 cm



LASTRA Sp. 7 cm



LASTRA Sp. 8 cm

Gli schemi grafici appena riportati costituiscono dettagli di massima in quanto ogni stabilimento e linea produttiva presentano delle specificità.



ESSE TEAM

SOLUZIONI COSTRUTTIVE

PER L'EDILIZIA

## Sede Legale

**ESSE SOLAI S.r.l.**  
**GIULIANE S.r.l.**

Strada delle Fornaci, 13  
I - 36031 Vivaro di Dueville (VI)  
Tel. +39 0444 986440 / 985481  
Fax +39 0444 986558

[info@essesolai.it](mailto:info@essesolai.it)  
[www.essesolai.it](http://www.essesolai.it)

[info@giuliane.eu](mailto:info@giuliane.eu)  
[www.giuliane.eu](http://www.giuliane.eu)

## Unità produttive

Strada delle Fornaci, 13  
I - 36031 **Vivaro di Dueville (VI)**  
Tel. +39 0444 986440 / 985481  
Fax +39 0444 986558  
[tecnico@essesolai.it](mailto:tecnico@essesolai.it)

Via della Fornace, 16  
I - 33050 **Ruda (UD)**  
Tel. +39 0431 99588  
Fax +39 0431 999990  
[commerciale@giuliane.eu](mailto:commerciale@giuliane.eu)

Via Calestano, 92  
I - 43035 **Felino (PR)**  
Tel. +39 0521 836390  
Fax +39 0521 836424  
[felino@giuliane.eu](mailto:felino@giuliane.eu)

