



Oggetto: Verifiche di massima per proteggere in classe R90 le strutture portanti di un'autorimessa condominiale con vernice intumescente A90H.

Si ipotizzi di voler adeguare in classe R/REI 90 le seguenti strutture in cemento armato ordinario presenti in un'autorimessa condominiale:

- *Pilastrì aventi lato minimo di 35 centimetri, altezza di 2,40 m e copriferro antincendio pari a 3 centimetri;*
- *Travi ribassate, aventi base di 20 centimetri e copriferro antincendio di 2,0 centimetri;*
- *Solai predalles costituiti da lastra di intradosso di 5 centimetri, alleggerimento in polistirene e getto integrativo di 5 centimetri, con copriferro antincendio di 2,5 centimetri.*

Per comprendere il significato e determinare il copriferro antincendio si rimanda all'apposita guida pubblicata sul sito www.aithon.it

L'analisi delle strutture sopra descritte viene effettuata per confronto con le tabelle fornite dalla EN 1992-1-2.

- ***Pilastrì aventi lato minimo di 35 centimetri.***

La tabella 5.2.a della EN 1992-1-2, di cui riporto di seguito una ricostruzione, impone che per certificare la classe R90 di pilastrì aventi lato minimo di 35 centimetri, e altezza di libera inflessione pari o inferiore a 3 metri, si debba garantire la presenza di un copriferro antincendio di almeno 5,3 centimetri.

Tab. 5.2.a Dimensioni e copriferri antincendio minimi per pilastrì a sezione rettangolare o circolare

RESISTENZA AL FUOCO	Esposizione su più lati		Esposizione su un lato	
	lato minimo	lato minimo	lato minimo	lato minimo
R 30	20 cm	32 mm	15.5 cm	25 mm
	30 cm	27 mm		
R 60	25 cm	46 mm	15.5 cm	25 mm
	35 cm	40 mm		
R 90	35 cm	53 mm	15.5 cm	25 mm
	45 cm	40* mm		
R 120	35 cm	57* mm	17.5 cm	35 mm
	45 cm	51* mm		
* = pilastrì con almeno 8 barre di armatura				

Il pilastrò analizzato rispetto le prescrizioni circa la dimensione minima del lato e l'altezza massima. Per certificare la classe R90 è necessario integrare il copriferro mancante, pari a 5,3 cm – 3 cm = 2,3 cm.

Riporto di seguito la tabella che riassume le prestazioni del prodotto A90H applicato su travi e/o pilastri, o comunque su elementi in c.a. esposti al fuoco su più di un lato.

Una copia completa del rapporto di classificazione FIRES-CR-175-13-AUPE può essere scaricata dai nostri siti:

<https://www.aithon.it/protezione-dal-fuoco-cemento-armato/>

<https://www.italintumescenti.it/pitture-intumescenti-cemento-armato/>

Equivalent concrete thickness at minimum thickness of protection

$d_{cp} = 55 \text{ mm}$	T (d_{cp}, t) [°C]	d_{cc} [mm]	Equivalent thickness of concrete	
T (55 mm, 30 min.)	123,8	71,6	ε (0,493 kg/m ² , 30 min.)	16,6 mm
T (55 mm, 60 min.)	257,8	81,4	ε (0,493 kg/m ² , 60 min.)	26,4 mm
T (55 mm, 90 min.)	410,6	78,5	ε (0,493 kg/m ² , 90 min.)	23,5 mm
T (55 mm, 120 min.)	-	-	ε (0,493 kg/m ² , 120 min.)*	0,0 mm

* value was conservatively set to 0,0 because of the lack of test data.

Equivalent concrete thickness at maximum thickness of protection

$d_{cp} = 55 \text{ mm}$	T (d_{cp}, t) [°C]	d_{cc} [mm]	Equivalent thickness of concrete	
T (55 mm, 30 min.)	111,6	74,8	ε (2,092 kg/m ² , 30 min.)*	19,8 mm
T (55 mm, 60 min.)	164,1	101,8	ε (2,092 kg/m ² , 60 min.)	46,8 mm
T (55 mm, 90 min.)	279,4	100,8	ε (2,092 kg/m ² , 90 min.)	45,8 mm
T (55 mm, 120 min.)	390,7	98,1	ε (2,092 kg/m ² , 120 min.)	43,1 mm

* lower value of equivalent concrete thickness for maximum d_p and for R30 is because the reaction of intumescent material sprayed in maximum thickness was still in progress.

Applicando 493 g/mq di A90H, si simulano 2,35 cm di calcestruzzo equivalente, su travi e pilastri esposti al fuoco per 90 minuti.

Applicando 2.092 g/mq di A90H, si simulano 4,58 cm di calcestruzzo equivalente, su travi e pilastri esposti al fuoco per 90 minuti.

Nel caso appena analizzato è stato stabilito che per certificare la classe R90 necessitiamo di una protezione aggiuntiva pari a 2,3 centimetri di calcestruzzo equivalente. Dunque la R90 può essere certificata mediante applicazione di 493 ~ 500 g/mq di A90H.

L'applicazione di A90H è da effettuare su superfici sane e pulite previa stesura di primer epossidico.

- **Travi ribassate di 20 centimetri di base.**

La tabella 5.5.a della EN 1992-1-2, di cui riporto di seguito una ricostruzione, impone che per certificare la classe R90 di travi in semplice appoggio, aventi lato minimo di 20 centimetri, si debba garantire la presenza di un copriferro antincendio di almeno 4,5 centimetri.

Verifica al fuoco di strutture in c.a. per confronto con tabelle

Tab. 5.5 Dimensioni e copriferri antincendio minimi per travi in semplice appoggio

RESISTENZA AL FUOCO	possibili combinazioni di base minima e copriferro medio per valutare la resistenza al fuoco di travi				spessore minimo anima
1	2	3	4	5	6
R 30	$b_{\min} = 8 \text{ cm}$ $a = 25 \text{ mm}$	$b_{\min} = 12 \text{ cm}$ $a = 20 \text{ mm}$	$b_{\min} = 16 \text{ cm}$ $a = 15 \text{ mm}$	$b_{\min} = 20 \text{ cm}$ $a = 15 \text{ mm}$	8 cm
R 60	$b_{\min} = 12 \text{ cm}$ $a = 40 \text{ mm}$	$b_{\min} = 16 \text{ cm}$ $a = 35 \text{ mm}$	$b_{\min} = 20 \text{ cm}$ $a = 30 \text{ mm}$	$b_{\min} = 30 \text{ cm}$ $a = 25 \text{ mm}$	10 cm
R 90	$b_{\min} = 15 \text{ cm}$ $a = 55 \text{ mm}$	$b_{\min} = 20 \text{ cm}$ $a = 45 \text{ mm}$	$b_{\min} = 30 \text{ cm}$ $a = 40 \text{ mm}$	$b_{\min} = 40 \text{ cm}$ $a = 35 \text{ mm}$	11 cm
R 120	$b_{\min} = 20 \text{ cm}$ $a = 65 \text{ mm}$	$b_{\min} = 24 \text{ cm}$ $a = 60 \text{ mm}$	$b_{\min} = 30 \text{ cm}$ $a = 55 \text{ mm}$	$b_{\min} = 50 \text{ cm}$ $a = 50 \text{ mm}$	13 cm

Asd = a 10 mm per travi ordite con una sola linea di ferri e base inferiore a quanto riportato nella colonna 4

Per travi in c.a.p. incrementare il copriferro di 15 mm

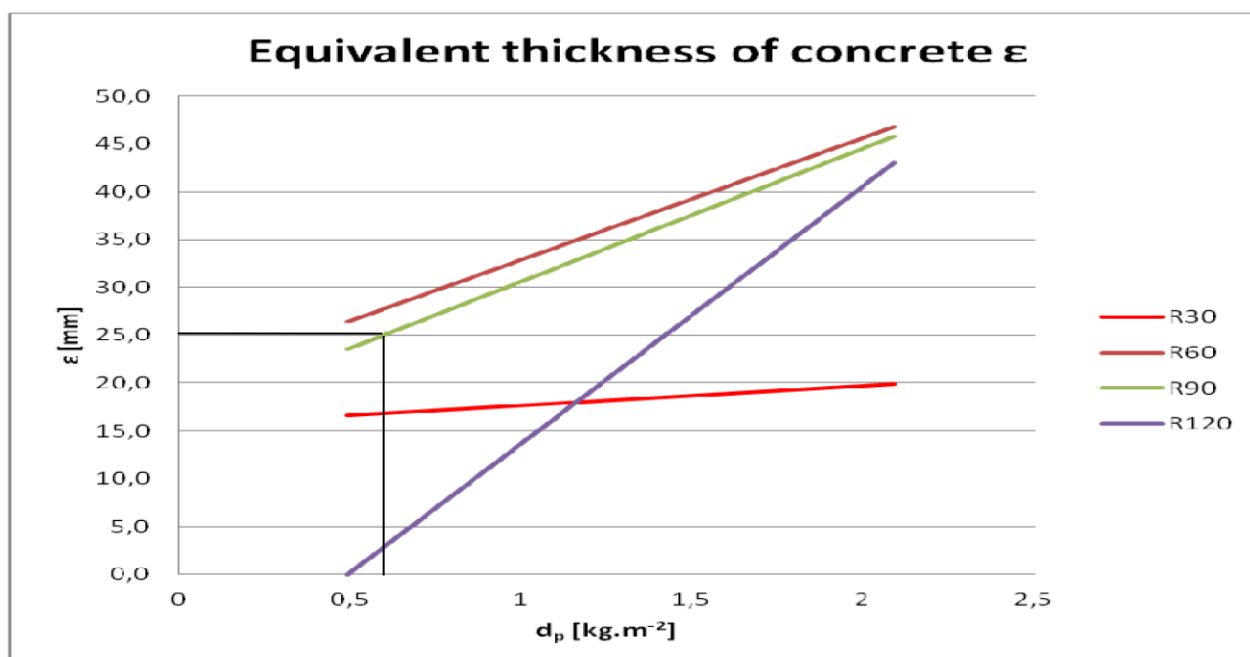
NOTA: una struttura in c.a. gettato in opera è generalmente riconducibile ad uno schema con travi continue. La norma EN 1992-1-2 tratta specificatamente questa casistica in un'apposita tabella, ponendo però dei vincoli circa la distribuzione dei momenti. In questo caso l'analisi della resistenza al fuoco condotta con tab. 5.5. è maggiormente cautelativa e di più facile utilizzo.

Per certificare la classe R90 è necessario garantire la presenza di 4,5 centimetri di copriferro antincendio. L'integrazione del copriferro mancante, pari a $4,5 \text{ cm} - 2 \text{ cm} = 2,5 \text{ cm}$ può essere effettuata con vernice intumescente A90H, come interpolazione lineare seguente.

$$(2092 \text{ g/mq} - 493 \text{ g/mq}) : (45,8 \text{ mm} - 23,5 \text{ mm}) = (x - 493 \text{ g/mq}) : (25 \text{ mm} - 23,5 \text{ mm})$$

$$\text{Da cui } x = (2092 \text{ g/mq} - 493 \text{ g/mq}) \times (25 \text{ mm} - 23,5 \text{ mm}) / (45,8 \text{ mm} - 23,5 \text{ mm}) + 493 \text{ g/mq} = \mathbf{600 \text{ g/mq}}$$

Lo stesso risultato sarebbe stato raggiunto con metodo grafico.



Verifica al fuoco di strutture in c.a. per confronto con tabelle
 Infatti, tracciando una perpendicolare all'asse X che intercetti l'inclinata R90 in corrispondenza di 25 mm di calcestruzzo equivalente, si ottiene un consumo di 600 g/mq.

- **Solai predalles.**

Per certificare la classe REI 90, di solai in c.a., la EN 1992-1-2 chiede che siano rispettati i seguenti parametri.

Tab. 5.8 Dimensioni e copriferri antincendio minimi per solette con armatura monodirezionale

RESISTENZA AL FUOCO	SPESSORE	COPRIFERRO
REI 30	$s_{min} = 6 \text{ cm}$	$a = 10 \text{ mm}$
REI 60	$s_{min} = 8 \text{ cm}$	$a = 20 \text{ mm}$
REI 90	$s_{min} = 10 \text{ cm}$	$a = 30 \text{ mm}$
REI 120	$s_{min} = 12 \text{ cm}$	$a = 40 \text{ mm}$

in presenza di armature tese incrementare il copriferro di 15 mm

Il solaio esaminato è costituito da una lastra in c.a. di 5 centimetri di spessore e da un getto integrativo soprastante di 5 centimetri di spessore, per un totale di 10 centimetri di materiale pieno e isolante, nel rispetto di quanto chiesto dalla tabella 5.8. per certificare la EI 90. Al fine di certificare la REI 90 occorre integrare il copriferro mancante pari a 3 cm – 2,5 cm = 0,5 cm. Tale integrazione richiede l'applicazione di 150 g/mq di primer epossidico e 500 g/mq di A90H, come da tabella prestazionale di seguito riportata, valida per muri e soletta.

Equivalent concrete thickness at minimum thickness of protection

$d_{cp} = 15 \text{ mm}$	T (d_{cp}, t) [°C]	d_{cc} [mm]	Equivalent thickness of concrete	
T (15 mm, 30 min.)	261,9	27,4	€ (0,483 kg/m ² , 30 min.)	12,4 mm
T (15 mm, 60 min.)	454,3	25,2	€ (0,483 kg/m ² , 60 min.)	10,2 mm
T (15 mm, 90 min.)	582,7	23,1	€ (0,483 kg/m ² , 90 min.)	8,1 mm
T (15 mm, 120 min.)	692,2	20,2	€ (0,483 kg/m ² , 120 min.)	5,2 mm
T (15 mm, 180 min.)	-	-	€ (0,483 kg/m ² , 180 min.)*	0,0 mm
T (15 mm, 240 min.)	-	-	€ (0,483 kg/m ² , 240 min.)*	0,0 mm

* values were conservatively set to 0 because of the lack of test data.

Equivalent concrete thickness at maximum thickness of protection

$d_{cp} = 15 \text{ mm}$	T (d_{cp}, t) [°C]	d_{cc} [mm]	Equivalent thickness of concrete	
T (15 mm, 30 min.)	159,5	39,5	€ (2,035 kg/m ² , 30 min.)*	24,5 mm
T (15 mm, 60 min.)	262,1	45,4	€ (2,035 kg/m ² , 60 min.)	30,4 mm
T (15 mm, 90 min.)	380,5	42,2	€ (2,035 kg/m ² , 90 min.)	27,2 mm
T (15 mm, 120 min.)	474,1	39,7	€ (2,035 kg/m ² , 120 min.)	24,7 mm
T (15 mm, 180 min.)	611,6	36,6	€ (2,035 kg/m ² , 180 min.)	21,6 mm
T (15 mm, 240 min.)	722,4	33,2	€ (2,035 kg/m ² , 240 min.)	18,2 mm