TECNOLOGIA E LEGGEREZZA PER UNA PROGETTAZIONE SICURA

NORMATIVA E SOLUZIONI

KNAUF ANTISISMIKA

INDICE

INTRODUZIONE E RIFERIMENTI NORMATIVI
Normativa NTC 2018 02

ANTISISMIKA KNAUF
Pareti Divisorie e Contropareti 09
Introduzione 09
Comportamento nel piano 10
Comportamento fuori dal piano 15
Soluzioni Knauf 17

Controsoffitti Modulari 23
Introduzione 23
Installazione Sistema Controsoffitto Modulare 24
Soluzioni Knauf 26

Controsoffitti Continui Antisismici SISMA e SISMA PLUS 29
Introduzione 29
Installazione Sistema Antisismico Sisma e Sisma Plus 32
Soluzioni Knauf 34

Controsoffitti Antisfondellamento 39
Introduzione 39
Soluzioni Knauf 42

INTRODUZIONE E RIFERIMENTI NORMATIVI

Gli eventi sismici che si sono verificati negli ultimi decenni a livello mondiale hanno ampiamente dimostrato la necessità di progettare gli elementi secondari non portanti degli edifici con un **corretto approccio nei confronti dell'azione sismica**, **al fine di limitarne i danni** e di conseguenza le perdite economiche e i disagi derivanti da interruzioni di funzionalità, per i terremoti più frequenti e meno intensi. La sicurezza in caso di sisma è un requisito fondamentale negli edifici pubblici e privati e dev'essere applicata a tutti gli elementi tecnici che potrebbero, danneggiandosi, compromettere la tutela degli occupanti e delle loro vie di fuga. Assume quindi **particolare importanza lo studio e l'analisi della capacità dissipativa dei tamponamenti e delle tramezzature, nel loro piano trasversale e longitidinale**.

Dal 2008 Knauf promuove un'intensa campagna sperimentale con l'obiettivo di valutare le capacità deformative e dissipative delle differenti tipologie di sistemi di propria produzione, in modo da offrire ai professionisti i dati necessari per rispondere alle prescrizioni normative vigenti ed elaborare strumenti di calcolo semplificati per la valutazione sia della domanda che della resistenza.

La normativa

I sistemi di parete a secco comunemente impiegati sono classificabili come 'elementi non strutturali', solitamente considerati non collaboranti alla definizione della risposta sismica globale della struttura in cui risultano inseriti.
A causa altresì delle loro caratteristiche intrinseche, tali elementi possono avere effetti non completamente trascurabili sul comportamento strutturale complessivo del manufatto, potendo provocare una consistente perdita economica a seguito di danni significativi e causando, conseguentemente, l'interruzione delle attività svolte all'interno del fabbricato: è quindi necessario valutarne le effettive prestazioni nei confronti delle azioni orizzontali e l'interazione con la struttura in cui sono collocati.
Da un punto di vista normativo, due sono i comportamenti che è necessario studiare e comprendere per quanto riguarda gli elementi non strutturali: la risposta nel piano e la risposta fuori dal piano del pannello.

Requisiti imposti dalle attuali NTC2018 per gli elementi non strutturali

Comportamento fuori dal piano

Le attuali norme tecniche per le costruzioni, in particolare l'"Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" (D.M. 17/01/2018) al capitolo 7.3.6 "Rispetto dei requisiti nei confronti degli stati limite", stabilisce che "per tutti gli elementi strutturali primari e secondari, gli elementi non strutturali e gli impianti si deve verificare che il valore di ciascuna domanda di progetto [...] per ciascuno degli stati limite richiesti, sia inferiore al corrispondente valore della capacità di progetto. [...] Le verifiche degli elementi non strutturali (NS) si effettuano in termini di stabilità (STA) [...] in dipendenza della Classe d'Uso (CU)."

Stati limite		CU I	CU II			CU III e IV		
		ST	ST	NS	IM	ST	NS	IM (*)
SLE	SLO					RIG		
	SLD	RIG	RIG			RES		
SLU	SLV	RES	RES	STA	STA	RES	STA	STA
	SLC		DUT (**)			DUT (**)		

(*) Per le sole CU III e IV, nella categoria Impianti ricadono anche gli arredi fissi.
(**) Nei casi esplicitamente indicati dalle presenti norme.
Tabella 3-1: Tab. 7.3.III - Stati limite di elementi strutturali primari, elementi non strutturali e impianti (NTC2018)

Per gli elementi non strutturali costruiti in cantiere, definiti al 7.2.3 NTC2018, la norma ne impone le verifiche di stabilita (STA) agli SLU. Le verifiche di stabilità sono definite al 7.3.6.2 come l'adozione di "magisteri atti ad evitare la possibile espulsione sotto l'azione della F_a (v. §7.2.3) corrispondente allo SL e alla CU considerati". Al 7.2.3 si specifica che "la capacità degli elementi non strutturali, compresi gli eventuali elementi strutturali che li sostengono e collegano, tra loro e alla struttura principale, deve essere maggiore della domanda sismica corrispondente a ciascuno degli stati limite da considerare.
La domanda sismica sugli elementi non strutturali può essere determinata applicando loro una forza orizzontale F_a definita come segue:

$$F_a = \frac{(S_a \cdot W_a)}{q_a}$$

Dove:

F_a forza sismica orizzontale agente al centro di massa dell'elemento non strutturale nella direzione più sfavorevole.

W_a peso dell'elemento.

S_a accelerazione massima, adimensionalizzata rispetto a quella di gravità, che l'elemento strutturale subisce durante il sisma e corrisponde allo stato limite in esame.

q_a fattore di struttura dell'elemento.

Definizione S_a

Al paragrafo C7.2.3 delle "Istruzioni per l'applicazione dell'"Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018" (Circolare n°7 del 21/01/2019), inoltre, si specifica che per gli elementi costruttivi non strutturali che influenzano la risposta strutturale solo attraverso la loro massa, ma sono ugualmente significativi ai fini della sicurezza e/o incolumità delle persone, ai fini della determinazione della domanda sismica "*ottenuta la risposta in accelerazione della struttura a ciascun piano, la si può assimilare ad una forzante esterna da applicare all'elemento non strutturale, così ricavando la domanda sismica su di esso. La verifica degli elementi non strutturali […] richiede una corretta valutazione dell'input sismico; il moto alla base dell'edificio è infatti filtrato dalla risposta della costruzione, in relazione alle sue caratteristiche dinamiche (frequenze proprie) e alla quota alla quale gli elementi soggetti a verifica sono collocati (forme modali)*"; a questo scopo risulta utile la definizione degli *spettri di risposta di piano*.

Gli spettri di risposta di piano "*rappresentano un modello per la valutazione dell'azione sismica in un predeterminato punto della struttura […]. Possono essere determinati, a partire dalla risposta in accelerazione della struttura alla quota considerata, nell'ipotesi semplificativa che la struttura possa essere assunta come una forzante armonica per l'elemento non strutturale, portando in conto le amplificazioni dovute agli effetti dinamici sul singolo elemento non strutturale, legate al suo periodo di oscillazione e al suo coefficiente di smorzamento nonché alle corrispondenti caratteristiche della struttura*".

L'inviluppo dei valori assunti da S_a al variare del periodo proprio Ta, a un generico piano della costruzione, costituisce lo spettro di risposta di quel piano. La norma consente infine di ridurre la domanda sismica S_a su ciascun elemento non strutturale attraverso uno specifico fattore di comportamento qa definito:

ELEMENTO NON STRUTTURALE	q_a
Parapetti o decorazioni aggettanti	1,0
Insegne e pannelli pubblicitari	
Ciminiere, antenne e serbatoi su supporti funzionanti come mensole senza controventi per più di metà della loro altezza	
Pareti interne	2,0
Pareti esterne	
Tramezzature e facciate	
Elem. di ancoraggio per controsoffitti e corpi illuminanti	
Elem. di ancoraggio per armadi/librerie direttamente poggianti sul pavimento	

Valori del fattore di struttura per elementi non strutturali

Al §C7.2.3 si introduce una formulazione semplificata per le costruzioni con struttura a telaio, che consente di semplificare in maniera sostanziale la valutazione della forzante da applicare agli elementi non strutturali, nell'ipotesi che l'andamento delle accelerazioni strutturali sia linearmente crescente con l'altezza.

In questo caso quindi S_a può essere calcolata - in via semplificata - come di seguito riportato:

$$S_a = \begin{cases} aS\left(1+\frac{z}{H}\right)\left[\frac{a_p}{1+(a_p-1)\left(1-\frac{T_a}{aT_1}\right)^2}\right] \geq aS & \text{per } T_a < aT_1 \\ aS\left(1+\frac{z}{H}\right)a_p & \text{per } aT_1 \leq T_a < bT_1 \\ aS\left(1+\frac{z}{H}\right)\left[\frac{a_p}{1+(a_p-1)\left(1-\frac{T_a}{bT_1}\right)^2}\right] \geq aS & \text{per } T_a \geq bT_1 \end{cases}$$

Dove:

a è il rapporto tra accelerazione massima del terreno ag su sottosuolo di tipo A da considerare nello stato limite in esame e l'accelerazione di gravità g.

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche.

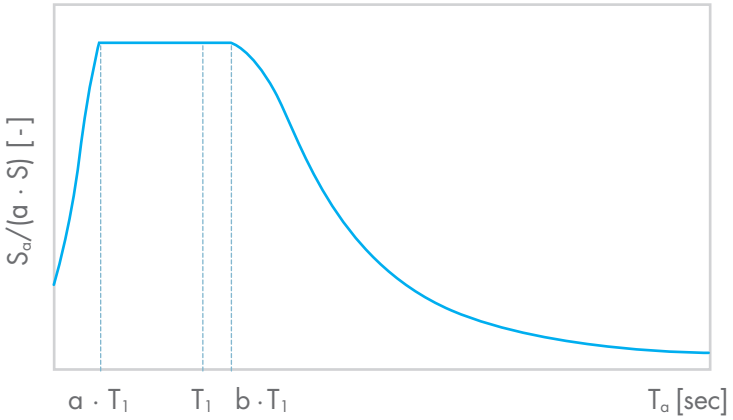
T_a è il periodo fondamentale di vibrazione dell'elemento non strutturale.

T_1 è il periodo fondamentale di vibrazione della costruzione nella direzione considerata.

z è la quota del baricentro dell'elemento non strutturale misurata a partire dal piano di fondazione.

H è l'altezza della costruzione misurata a partire dal piano di fondazione.

a, b, a_p sono parametri definiti in accordo con il periodo fondamentale di vibrazione della costruzione (Tab. C7.2.II Circ.n°7/2019).



Gli spettri di piano sopra definiti *"sono in generale conservativi per un ampio campo di periodi, con particolare riguardo agli elementi non strutturali aventi periodo proprio prossimo al periodo fondamentale della costruzione. In particolare, i parametri a, b e a_p sono stati definiti in accordo con il periodo proprio della struttura e calibrati per tener conto dell'elongazione del periodo fondamentale, legata alle non linearità del sistema, e del contributo dei modi superiori."*

	a	b	a_p
T_1 < 0,5 s	0.8	1,4	5,0
0,5 s < T_1 < 1,0 s	0.3	1,2	4,0
T_1 < 1,0 s	0.3	1,0	2,5

Tabella 3-3: Paramentri a,b,a_p in accordo con il periodo di vibrazione della costruzione T1 (Tab. C7.2.II Circ. n° 7/2019)

Comportamento nel piano del pannello e verifica di rigidezza della struttura allo SLD

Gli elementi costruttivi senza funzione strutturale devono essere realizzati con tecnologie in grado di **evitare collassi fragili e prematuri**, oltre a garantire l'**assenza di espulsione di parti o componenti degli stessi**.
La condizione in termini di rigidezza sulla struttura si ritiene soddisfatta qualora la conseguente deformazione degli elementi strutturali non produca sugli elementi non strutturali danni tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile. La verifica sull'elemento non strutturale (sistema Knauf) risulta pertanto implicitamente soddisfatta qualora il sistema sia in grado di raggiungere le deformazioni massime imposte senza danneggiarsi o precludere l'agibilità della costruzione.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali, qualora la temporanea inagibilità sia dovuta a spostamenti di interpiano eccessivi, questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti di interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto corrispondente allo SL e alla CU considerati siano inferiori ai limiti indicati nel seguito. Per le CU I e II ci si riferisce allo SLD (v. Tab. 7.3.III) e deve essere:

a) per tamponature collegate rigidamente alla struttura che interferiscono con la deformabilità della stessa:

$qd_r \leq 0{,}0050\ h$ per tamponature fragili [7.3.11a]

$qd_r \leq 0{,}0075\ h$ per tamponature duttili [7.3.11b]

b) per tamponamenti progettati in modo da non subire danni a seguito di spostamenti di interpiano d_{rp}, per effetto della loro deformabilità intrinseca oppure dei collegamenti alla struttura:

$qd_r < d_{rp} \leq 0{,}0100\ h$ [7.3.11a]

c) per costruzioni con struttura portante di muratura ordinaria

$qd_r \leq 0{,}0020\ h$ [7.3.13]

d) per costruzioni con struttura portante di muratura armata

$qd_r \leq 0{,}0030\ h$ [7.3.14]

e) per costruzioni con struttura portante di muratura confinata

$qd_r \leq 0{,}0025\ h$ [7.3.15]

Dove:

dr spostamento interpiano, ovvero la differenza tra gli spostamenti al solaio superiore e inferiore.

h altezza del piano.

Per le CU III e IV ci si riferisce allo SLO (v. Tab. 7.3.III) e gli spostamenti d'interpiano devono essere inferiori ai 2/3 dei limiti in precedenza indicati.
In caso di coesistenza di diversi tipi di tamponamento o struttura portante nel medesimo piano della costruzione, deve essere assunto il limite di spostamento più restrittivo. Qualora gli spostamenti di interpiano siano superiori a 0,005 h (caso b), le verifiche della capacità di spostamento degli elementi non strutturali vanno estese a tutte le tamponature, alle tramezzature interne e agli impianti.

ANTISISMIKA KNAUF

- Pareti Divisorie e Contropareti
- Controsoffitti Modulari
- Controsoffitti Continui Antisismici SISMA e SISMA PLUS
- Controsoffitti Antisfondellamento

PARETI DIVISORIE E CONTROPARETI

I sistemi a secco presentano nei confronti dell'azione sismica due peculiarità che li rendono più sicuri e idonei rispetto alle soluzioni tradizionali:

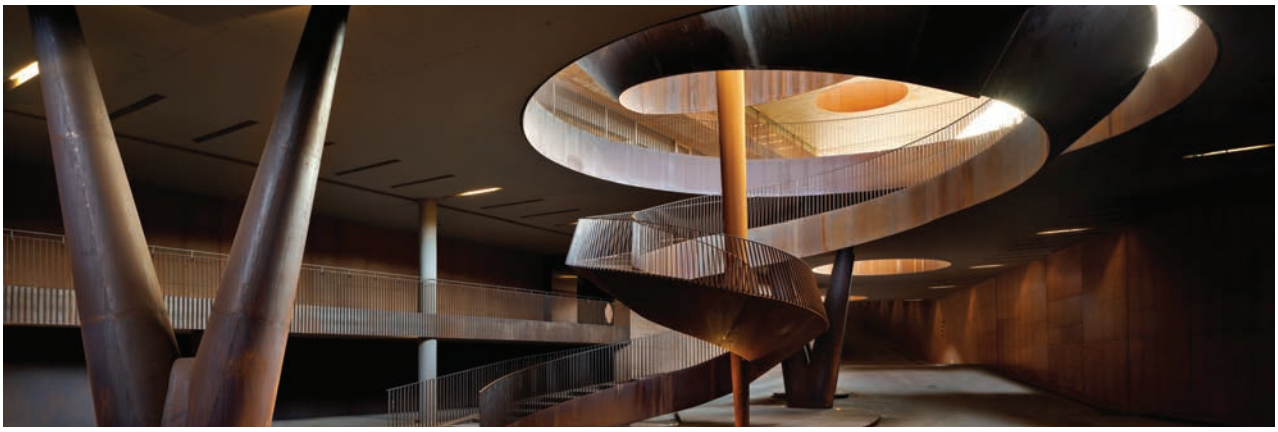
Peso ridotto: l'effetto dell'azione sismica dipende dalla massa e dal peso del manufatto su cui agisce. Una parete realizzata con sistemi a secco pesa mediamente un terzo rispetto a un sistema tradizionale di uguale spessore. Questo consente di **ridurre** considerevolmente **il peso gravante sulle strutture portanti**, riducendo **quindi l'azione sismica** che sollecita l'intero edificio. Il tutto a vantaggio sia della sicurezza delle persone che vivono gli ambienti sia dei costi.

Elevata capacità deformativa: la combinazione di struttura metallica in acciaio e rivestimento con lastre consente di assorbire in maniera ottimale gli sforzi di trazione e taglio generati durante un sisma, **aumentando la capacità deformativa** del sistema. Ciò consente di evitare anche le rotture di tipo fragile tipiche dei sistemi tradizionali.

Le soluzioni di pareti divisorie interne e di tamponamento perimetrale esterno sono state **sottoposte a numerose prove sperimentali** presso l'Università di Napoli-Dipartimento di Ingegneria Strutturale e laboratorio di prova, al fine di **verificarne la resistenza all'azione sismica**. Le prove hanno interessato sia i singoli componenti/materiali, sia i sistemi costruttivi assemblati.

Introduzione al comportamento dei sistemi pareti divisorie

Il comportamento nel piano dei sistemi a secco è legato alla duttilità del sistema sotto spostamenti orizzontali che occorrono nel piano delle lastre. La verifica è volta a valutare lo stato di danneggiamento in funzione dello spostamento di interpiano.
La prova fuori dal piano è volta a valutare la resistenza del sistema nei confronti della domanda sismica F_a, che agisce trasversalmente al piano delle lastre, e le azioni sugli ancoraggi.
Le campagne sperimentali condotte negli anni hanno permesso di calibrare software di calcolo in grado di fornire un predimensionamento statico dei sistemi pareti e controparети autoportanti, considerando l'intera gamma di prodotti.



COMPORTAMENTO NEL PIANO

In-Plane

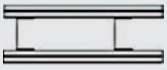
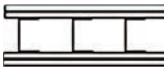
Lo studio sperimentale condotto da Knauf mira a valutare la capacità deformativa dei propri sistemi prodotti, nei confronti di azioni nel piano proprio dell'elemento tecnico.

Sono state sottoposte a sperimentazione, per un totale complessivo di 11 prototipi, pareti delle serie:

Knauf W112 singola orditura metallica e doppio strato di rivestimento in lastre di gesso rivestito per lato.

Knauf W322 singola orditura metallica e doppio strato di rivestimento in lastre per lato (lastra interna in gesso rivestito, lastra a vista in gesso-fibra Knauf Vidiwall®).

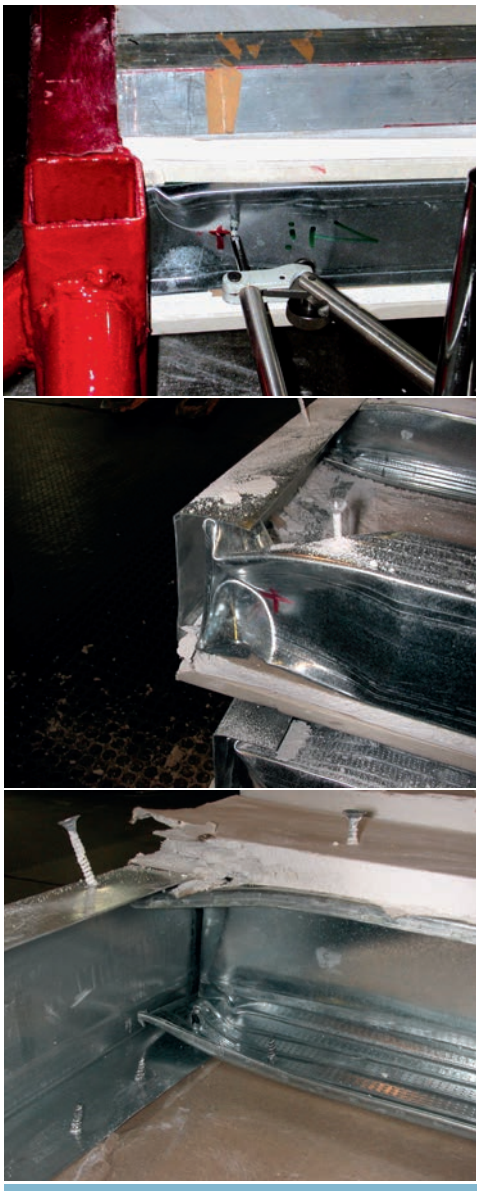
Knauf Aquapanel® Outdoor orditura metallica rivestita da lastre in cemento fibrorinforzato per esterni.

TIPO		SISTEMA KNAUF	PROFILO MONTANTE KNAUF		TIPO LASTRA APPLICATA			
			TIPO	INTERASSE (mm)	TIPO	t	N° PER LATO	INT. VITI (mm)
1		W112	Singolo 75x50x0,6	600	GKB	12,5	2	250
2		W112	Singolo 75x50x0,6	300	GKB	12,5	2	250
3		W112	Schiena-Schiena 75x50x0,6	600	GKB	12,5	2	250
4		W322	Singolo 75x50x0,6	600	GKB +Vidiwall	12,5	2	250
5		Aquapanel Outdoor	Singolo 75x50x0,8	400	Aquapanel Outdoor	12,5	2	250

Tipologie parete sottoposte a test.

I collegamenti profili/lastre sono stati realizzati tramite viti auto-perforanti Knauf di dimensioni 3.5x35 mm (diametro x lunghezza) distanziate di 250 mm.
Lo schema statico adottato per la realizzazione dei test riproduce lo spostamento e il conseguente carico imposto dalla struttura portante dell'edificio all'elemento non strutturale secondo lo **schema riportato in seguito**:

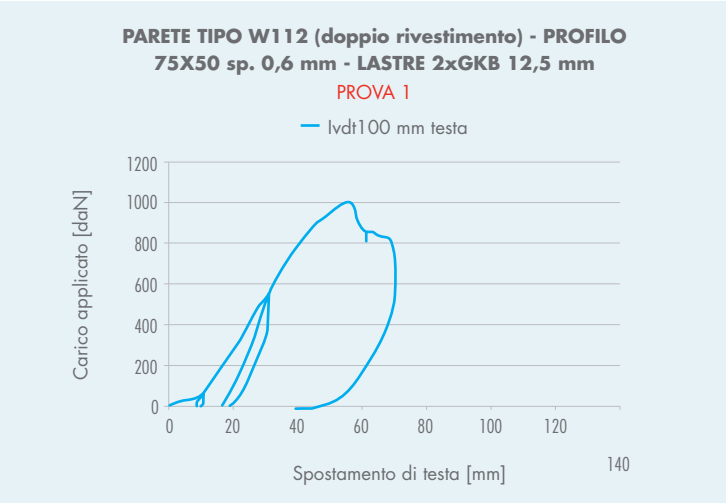
Test set-up e relativo schema strutturale



I test sono stati condotti a controllo di spostamento, secondo tre differenti fasi di prova:

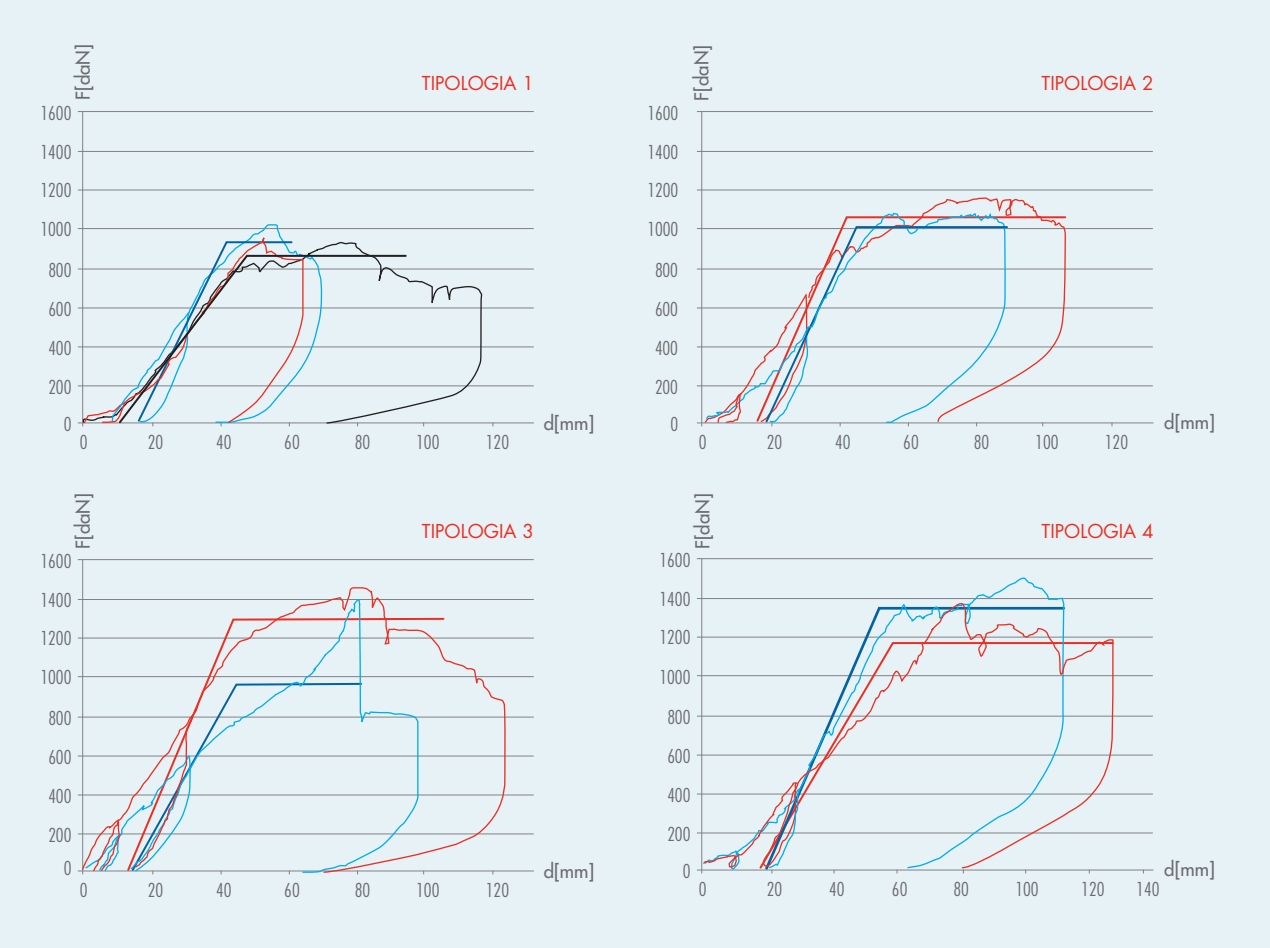
un primo ciclo di assestamento del campione fino a uno spostamento orizzontale imposto di 10mm, un secondo ciclico fino a uno spostamento di 30mm seguito da un terzo ciclo, durante il quale il sistema è stato spinto fino al raggiungimento del collasso della partizione. Al termine è stato completamente annullato il carico applicato al fine di valutare la deformazione residua sull'elemento tecnico.

I sistemi a secco Knauf si sono dimostrati essere in grado di raggiungere il collasso in modo non fragile, per effetto della sola instabilità del montante compresso, senza manifestare alcuna espulsione di parti o componenti. L'**elevata elasticità** e **capacità dissipativa** che contraddistingue tutti i componenti dei sistemi a secco Knauf sono in grado di garantire il **corretto assorbimento degli spostamenti** imposti dalle differenti tipologie strutturali a telaio utilizzate oggi nel mondo delle costruzioni.



Comportamento "In-plane" grafico carico-spostamento

La campagna sperimentale è stata supportata da un sostanzioso studio teorico del comportamento meccanico dei sistemi, applicando **cinque diversi criteri** per ottenere curve bilineari idealizzate, al fine di studiarne il comportamento elastico.
Per ogni tipologia di sistema testato, sono stati stimati i valori minimo e medio dello spostamento elastico convenzionale (dy) e d'interpiano (dy/h). In particolare, il valore minimo di spostamento d'interpiano (dy/h) è risultato compreso tra 0,007 e 0,014, mentre il valore medio è risultato compreso tra 0,010÷0,018. È possibile concludere che i sistemi a secco Knauf testati mostrano un comportamento elastico per spostamenti d'interpiano pari a 0,01·h con entità di danni trascurabili.



Curve bilineari equivalenti

Al fine di confrontare gli spostamenti elastici delle partizioni Knauf con i limiti definiti dalle NTC, il comportamento sperimentale non lineare è stato schematizzato secondo il "**metodo della bilinearizzazione**" basato sulla teoria strutturale CFS (Branston, 2006).

Il metodo, equivalente energetico, si basa sull'assunzione della rigidezza elastica come parametro secante tra l'origine ed il valore corrispondente al 40% della resistenza di picco, equiparando l'area sottesa alla retta orizzontale risultante con l'area sottesa alla curva sperimentale.

La tabella seguente mostra i risultati numerici ottenuti. Si può notare che il range di spostamenti elastico-convenzionali risulta compatibile con le deformazioni limite definite dalle NTC.

TIPOLOGIA	VALORI MINIMI		VALORI MEDI	
	dv (mm)	dv/h	dv (mm)	dv/h
1	26,2	0,009	27,3	0,009
2	27,4	0,009	28,7	0,010
3	26,8	0,009	40,5	0,014
4	36,7	0,012	37,8	0,013
5	26	0,009	27,6	0,009

Confronto prescrizioni normative

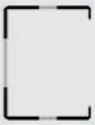
Considerando, sulla base delle ricerche sperimentali disponibili, una resistenza "lastra-profilo" rispettivamente pari a F=0,5 kN (per lastre GKB-Vidiwall) e F=1,5 kN (per lastre Aquapanel®) è stato possibile studiare i due principali fenomeni di collasso delle pareti a secco Knauf:

- Collasso per instabilità del profilo montante compresso (Circolare n. 617 Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, 2009 - EN 1993 §5.5 parti 1-3 - CEN, 2006).
- Collasso, in prossimità dei collegamenti perimetrali della partizione, delle lastre di rivestimento ("direct strength method-DSM" secondo AISI S100-07 - Appendice 1).

Per entrambi i metodi è stata condotta l'analisi trascurando l'instabilità globale dell'elemento tecnico poiché non verificata nel corso delle prove sperimentali. Il metodo delle sezioni efficaci è stato applicato senza considerare la presenza di irrigidimenti intermedi sulla sezione del profilo metallico, mentre il metodo DSM è stato applicato considerando una coppia di possibili interazioni:

- **(a)** sezione trasversale con irrigidimenti intermedi.
- **(b)** sezione trasversale senza irrigidimenti intermedi.

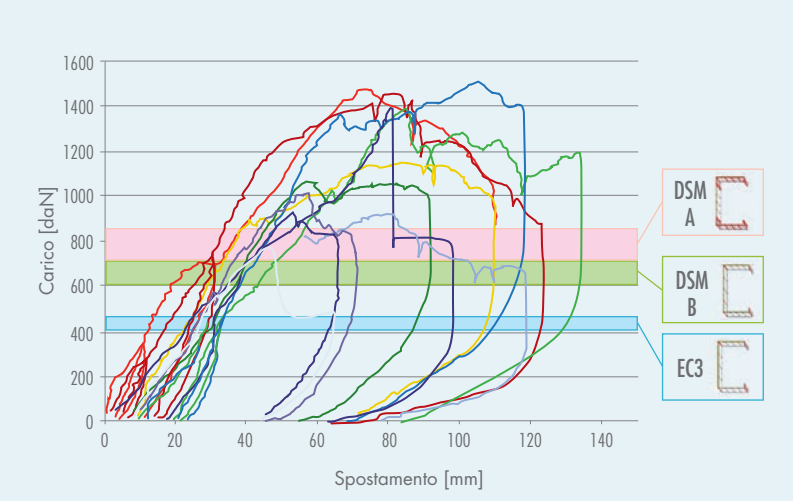
Nella tabella seguente viene mostrato il carico di collasso orizzontale della parete, corrispondente al verificarsi dell'instabilità a compressione del montante compresso secondo le diverse metodologie illustrate.

METODO	SEZIONE CONSIDERATA	Carico Di snervamento Considerato (Mpa)	Carico corrispondente Al collasso per Instabilità del montante compresso (dan)	Carico orizzontale Resistente Della partizione (Dan)
Metodo delle sezioni efficaci (NTC 2008)		360	1040	416
		500	1210	486
DSM (AISI 2007 - Appendice 1)	(a)	360	P=1780	712
		500	P=2085	834
	(b)	360	P=1556	623
		500	P=1814	726

Parametri meccanici considerati

A conferma dello studio teorico, vengono di seguito confrontati i risultati dei calcoli con le curve sperimentali. L'analisi mostra che la previsione teorica eseguita con il metodo DSM nel caso di sezione trasversale irrigidita si dimostra essere la più vicina alla risposta sperimentale, considerando sempre a favore di sicurezza la forza relativa al carico di collasso.

Comportamento In-Plane



Confronto modelli di calcolo

La definizione del carico di collasso a seguito dello scorrimento relativo tra lastre e profili è stato studiato anche secondo la teoria proposta da **Källsner and Girhammar**, secondo cui il carico orizzontale massimo "V" può essere definito secondo i limiti della relazione: $V = n.F_v$

Dove:

n numero degli elementi di collegamento lastra-profilo Knauf lungo la guida superiore della partizione considerata.

F_v corrispondente resistenza a taglio del singolo collegamento lastra-profilo.

Il confronto tra l'applicazione teorica descritta e i risultati sperimentali sono riportati nella seguente tabella:

TIPOLOGIA	n	F_v (kN)	V (kN)
1	20	0,5	10
2	24	0,5	12
3	32	0,5	16
4	14+6	0,5; 1,5	16
5	10	1,5	15

Calcolo azioni resistenti sistema

La previsione teorica, laddove risulti leggermente superiore al risultato sperimentale, può essere corretta tramite coefficienti correttivi a favore di sicurezza, in funzione della tipologia di collegamento utilizzato, del tipo di profilo metallico e della tipologia di lastra applicata, sempre relativamente alla destinazione d'uso dell'edificio in cui l'elemento tecnico verrà realizzato.

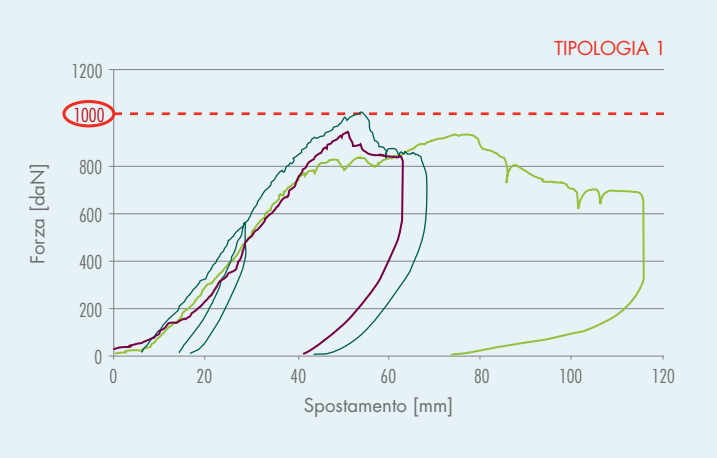


Grafico azioni resistenti-grafico sperimentale

COMPORTAMENTO FUORI DAL PIANO

Out-Plane

Lo studio della rigidezza flessionale dei sistemi a secco Knauf è stato condotto con l'obiettivo di verificare il rispetto delle prescrizioni normative, in termini di capacità deformativa e resistente, nel piano trasversale alla partizione.

Sulla base dei dati risultanti, dalla campagna sperimentale è stato impostato un modello di calcolo basato su due differenti metodi di analisi:

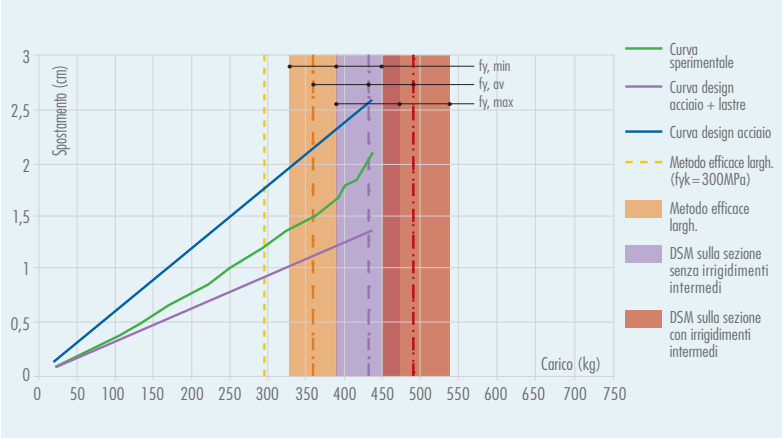
- metodo delle sezioni efficaci in cui viene trascurato il contributo degli irrigidimenti presenti sul profilo montante.
- direct strength method - DSM secondo AISI S100-07 - Appendice 1 in cui vengono **considerate due differenti alternative possibili**: sezione caratterizzata da geometria irrigidita (**a**) e sezione senza irrigidimenti su flangia e anima (**b**).

La campagna sperimentale è stata condotta sulle seguenti tipologie di sistemi Knauf:

TIPO	SISTEMA KNAUF	PROFILO MONTANTE KNAUF		TIPO LASTRA APPLICATA			INT. VITI (mm)
		TIPO	INTERASSE (mm)	TIPO	t	n° PER LATO	
A	W111	Singolo 75x50x0,6	600	GKB	12,5	1	250
B	W112	Singolo 75x50x0,6	600	GKB	12,5	2	175
C	W111	Singolo 75x50x0,6	600	GKF	15	1	250
D	W112	Scatolato 75x50x0,6	600	GKB	12,5	2	175
E	W111	Singolo 75x50x0,6	400	GKB	12,5	1	250
F	W111	Singolo 75x50x0,6	600	GKB	12,5	1	250
G	W111	Singolo 75x50x0,6	600	Vidiwall	10	1	200
H	Aquapanel Outdoor	Singolo 75x50x0,8	600	Aquapanel Outdoor	12,5	1	250

Sistemi sottoposti a prova

Lo schema statico considerato prevede una trave in semplice appoggio in cui il profilo montante verticale rappresenta l'elemento resistente principale del sistema, mentre le lastre di rivestimento garantiscono il vincolo efficace nei confronti dell'instabilità torsionale dei profili. Il test è stato condotto come prova a flessione su quattro punti, applicando al pannello una coppia di forze concentrate equidistanti. Il confronto tra i risultati del modello di calcolo e dei test sperimentali sono riportati nella figura di fianco:



Il rapporto tra la capacità resistente ricavata sperimentalmente (Pe) e risultato teorico (Pt) sono riportati nella tabella seguente. Se ne deduce che il modello di calcolo maggiormente rappresentativo del comportamento sperimentale risulta essere il DSM, applicato trascurando il contributo degli irrigidimenti lungo flange e anima del profilo metallico. Tuttavia, i risultati dello studio teorico mostrano che il metodo delle sezioni efficaci risulta essere il metodo di calcolo più conservativo, in grado di offrire un sufficiente valore del fattore di sicurezza nei confronti del risultato sperimentale.

CAMPIONE	Pe (kN)	Pe/Pt Metodo delle sez. efficaci (-)	Pe/ Pt DSM senza irrigidimenti (-)	Pe/ Pt DSM con irrigidimenti (-)
A	3,92	1,10	0,91	0,80
B	4,66	1,30	1,08	0,95
C	4,37	1,22	1,01	0,89
D	9,92	1,27	-	-
E	5,82	1,22	1,01	0,89
F	3,92	1,10	0,91	0,80
G	3,92	1,10	0,91	0,80
H	3,92	1,10	0,91	0,80
Valore medio		1,17	0,96	0,85
Deviazione Standard		0,09	0,07	0,06
Coeff. di variazione		0,07	0,07	0,07

Confronto tra risultati sperimentali e modelli di calcolo

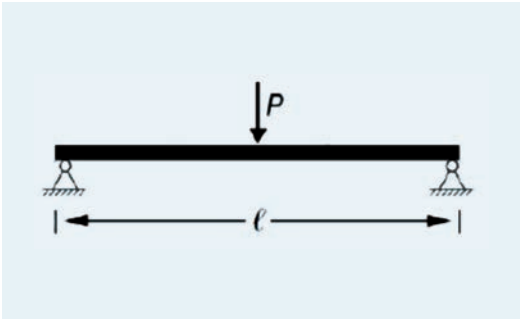
I valori di calcolo della capacità resistente dei diversi sistemi testati Prd, calcolata con il metodo delle sezioni efficaci, è riportata nella seguente tabella. Il coefficiente di sicurezza, definito come rapporto Pe/Prd, mostra come le ipotesi fatte permettano di ottenere un modello di calcolo affidabile e sicuro, con fattori di sicurezza minimi pari a 1,33 e medi pari a 1,43.

Campione	Pe (kN)	Prd Metodo delle sez. efficaci (kN)	Pe/ Prd (-)
A	3,92	2,95	1,33
B	4,66	2,95	1,58
C	4,37	2,95	1,48
D	9,92	6,35	1,56
E	5,82	3,93	1,48
F	3,92	2,95	1,33
G	3,92	2,95	1,33
H	3,92	2,95	1,33
Valore medio		3,50	1,43
Deviazione Standard		1,20	0,11
Coefficiente di variazione		0,34	0,08

Fattore di sicurezza secondo EN 1993-1-3

L'azione di carico resistente F_{rd} da utilizzare nella verifica è riportata, per ogni tipologia di sistema Knauf testato, nella seguente tabella, considerando lo schema statico previsto dalla normativa e le ipotesi alla base della valutazione. Valutazioni più approfondite e calate sul progetto specifico possono essere effettuate attraverso i servizi di ingegneria messi a disposizione dal Servizio Tecnico Knauf.

Sistema Knauf	Frd Metodo delle sez. efficaci (kN)
A	1,67
B	1,67
C	1,67
D	3,76
E	2,22
F	1,67
G	1,67
H	1,67

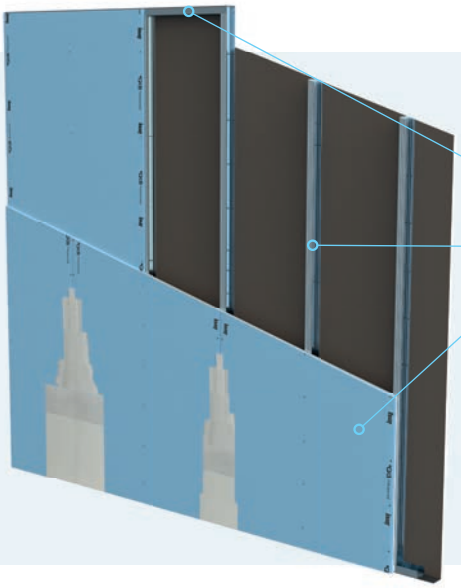


Valutazione del carico resistente di progetto per sistemi Knauf secondo NTC 08

PARETE INTERNA
Sistema W112

Soluzioni Knauf

Parete divisoria interna a singola orditura metallica e doppio rivestimento in lastre in gesso rivestito **GKB Advanced**. La nuova tecnologia Li-Tek con la quale sono realizzate le lastre di rivestimento garantisce leggerezza, flessibilità ed elevate performance. La particolare struttura molecolare della lastra le conferisce elevata duttilità e leggerezza nelle applicazioni in ambito sismico, rivelandosi così la scelta migliore per assorbire maggior parte dell'azione sismica impattante sulla struttura e sul singolo sistema.



1. Guide Knauf a "U" 40x75x40 da 75 mm sp. 0,6 mm.
2. Montanti Knauf a "C" 50x75x50 da 75 mm sp. 0,6 mm.
3. 2 lastre per lato Knauf GKB Advanced 12,5 mm (peso 7,5 kg/m², reazione al fuoco A2-s1,d0)

Spessore totale: 125 mm | **Peso (lastre+profili)**: 34 kg/m²

PERFORMANCE DELLA SOLUZIONE

Resistenza all'azione sismica

Resistenza al fuoco
RdC: 242/C/18-341FR (LAPI)
EI 90 - H max=3,00 m

Fonoisolamento
RdC: 096-2019-IAP (Zeta Lab)
R_w=55 dB (con isolante Mineral Wool 35 sp. 80 mm)

PERFORMANCE AMBIENTALI DELLA SOLUZIONE

Prodotto certificato EPD
Dichiarazione ambientale di prodotto GKB Advanced: S-P-05736.
Dichiarazione ambientale di prodotto profi li in acciaio: S-P-05737.

Contenuto materiale riciclato, recuperato, sottoprodotto
Su richiesta disponibile prodotto certificato in conformità al DM 23 Giugno 2022 dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) in merito al contenuto di riciclato.
9.2%

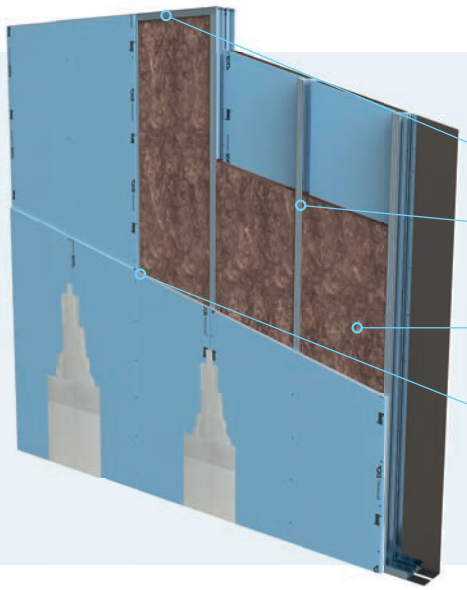
Lastre e materiale isolante sono certificati IACG

PARETE INTERNA

Sistema W115+1

Soluzioni Knauf

Parete divisoria interna a doppia orditura metallica e doppio rivestimento in lastre in gesso rivestito **GKB Advanced**, con ulteriore lastra in intercapedine. La nuova tecnologia Li-Tek con la quale sono realizzate le lastre di rivestimento garantisce leggerezza, flessibilità ed elevate performance. La particolare struttura molecolare della lastra le conferisce elevata duttilità e leggerezza nelle applicazioni in ambito sismico, rivelandosi così la scelta migliore per assorbire maggior parte dell'azione sismica impattante sulla struttura e sul singolo sistema.



1. Doppie guide Knauf a "U" 40x75x40 da 75 mm sp. 0,6 mm.
2. Doppi montanti Knauf a "C" 50x75x50 da 75 mm sp. 0,6 mm.
3. Mineral Wool 35, sp. 60 mm e densità 18 kg/m^3
4. 2 lastre per lato Knauf GKB Advanced 12,5 mm (peso 7,5 kg/m^2, reazione al fuoco A2-s1,d0)

Spessore totale: 222.5 mm | **Peso (lastre+profili)**: 45.5 kg/m^2

PERFORMANCE DELLA SOLUZIONE

Resistenza all'azione sismica

Resistenza al fuoco
RdC: 250/C19FR (LAPI)
EI 90 H max=4,00 m

Fonoisolamento
RdC: 366114 (Istituto Giordano)
R_w=62 dB (con isolante Mineral Wool 35 sp. 2x60 mm)

PERFORMANCE AMBIENTALI DELLA SOLUZIONE

Prodotto certificato EPD
Dichiarazione ambientale di prodotto S-P-05736.
Dichiarazione ambientale di prodotto GKB Advanced: S-P-05736.
Dichiarazione ambientale di prodotto profili in acciaio: S-P-05737.
Dichiarazione ambientale di prodotto Isolante in lana di roccia: S-P-04569.

Contenuto materiale riciclato, recuperato, sottoprodotto
Su richiesta disponibile prodotto certificato in conformità al DM 23 Giugno 2022 dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) in merito al contenuto di riciclato.
14%

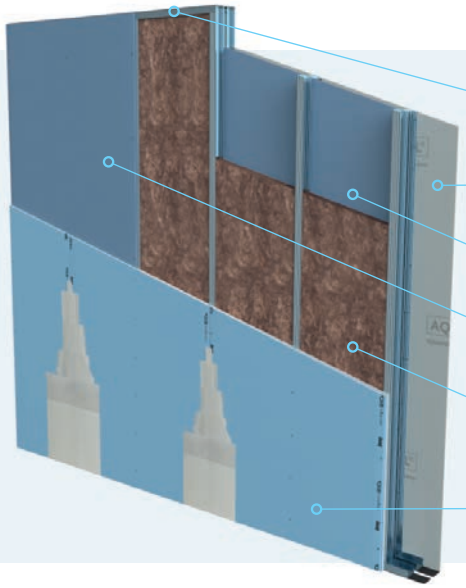
Prodotto certificato EUROFINS "Indoor Air Comfor Gold"
Certificato IG 374494.
Classe di emissione A+

PARETE ESTERNA

Sistema W388 Aquapanel® Outdoor

Soluzioni Knauf

Parete divisoria esterna a doppia orditura metallica e doppio rivestimento con lastra in intercapedine.
La lastra in cemento fibrorinforzato **Aquapanel Outdoor**, come rivestimento esterno, garantisce resistenza straordinaria contro pioggia, umidità, gelo e shock termici, mentre il contributo offerto dalla combinazione **GKB+Diamant** conferisce elevata resistenza meccanica al sistema. La soluzione W388 si dimostra così la scelta ideale per applicazioni come parete di tamponamento in progetti ex novo o ristrutturazioni per edifici pubblici e residenziali.



1. Guide Knauf a "U" 40x75x40 sp. 0,6 mm e Montanti Knauf a "C" 50x75x50 sp. 0,6 mm in doppia serie parallela.
2. Rivestimento esterno con 1 lastra Aquapanel® Outdoor armata e rasata.
3. 1 lastra Diamant® 12,5 mm centrale.
5. 1 lastra Diamant® 12,5 mm (sui profili).
4. Isolante NaturBoard Silence (DP7) Sp. 2x60 mm.
6. 1 lastra GKB+BV (a vista).

Spessore totale: 225 mm | **Peso (lastre+profili)**: 80 kg/m²

PERFORMANCE DELLA SOLUZIONE

Resistenza all'azione sismica

Resistenza al fuoco
RdC: 121/C/13-185FR (LAPI)
EI 120 - H max=4,00

Fonoisolamento
RdC: AC3-D2-05-XVIII
R_w=62 dB

Sfasamento
Naturboard Silence - Doppio profilo a C 100x50 mm
Circa 7 ore, 2x80 mm

Trasmittanza termica
U = 0.17 W/m²K

PERFORMANCE AMBIENTALI DELLA SOLUZIONE

Prodotto certificato EPD
Dichiarazione ambientale di prodotto GKB Advanced: S-P-05736.
Dichiarazione ambientale di prodotto Diamant: S-P-01938.
Dichiarazione ambientale di prodotto profili in acciaio: S-P-05737.
Dichiarazione ambientale di prodotto Isolante in lana di roccia: S-P-01633.

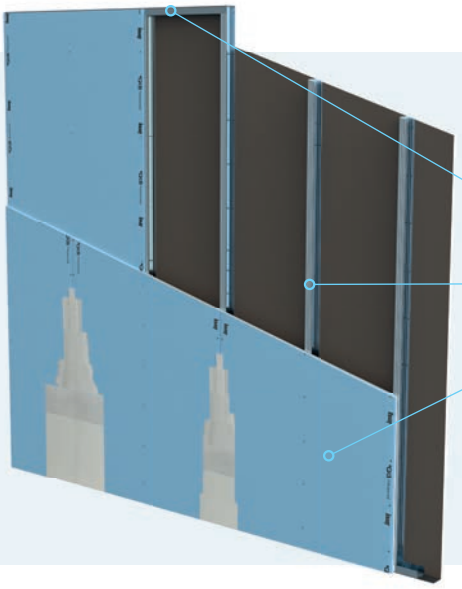
Contenuto materiale riciclato, recuperato, sottoprodotto
Su richiesta disponibile prodotto certificato in conformità al DM 23 Giugno 2022 dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) in merito al contenuto di riciclato.
9.3%

Lastre e materiale isolante sono certificati EUROFINS "Indoor Air Comfort Gold"

CONTROPARETE AUTOPORTANTE
Sistema W628

Soluzioni Knauf

Controparete interna a orditura metallica autoportante con doppio rivestimento in lastre di gesso rivestito Knauf **GKB Advanced**. La nuova tecnologia Li-Tek con la quale sono realizzate le lastre di rivestimento garantisce leggerezza, flessibilità ed elevate performance. La particolare struttura molecolare della lastra le conferisce elevata duttilità e leggerezza nelle applicazioni in ambito sismico, rivelandosi così la scelta migliore per assorbire maggior parte dell'azione sismica impattante sulla struttura e sul singolo sistema.



1. Guide Knauf a "U" 40x50x40 da 50 mm sp. 0,6 mm.
2. Montanti Knauf a "C" 40x50x40 da 50 mm sp. 0,6 mm.
3. 2 lastre Knauf GKB Advanced 12,5 mm (peso 7,5 kg/m^2, reazione al fuoco A2-s1,d0)

Spessore totale: 75 mm | **Peso (lastre+profili)**: 17 kg/m^2

PERFORMANCE DELLA SOLUZIONE

Resistenza all'azione sismica

Resistenza al fuoco
RdC: 250/C19FR (LAPI)
EI 30 H max=3,00 m

PERFORMANCE AMBIENTALI DELLA SOLUZIONE

Prodotto certificato EPD
Dichiarazione ambientale di prodotto GKB Advanced: S-P-05736.
Dichiarazione ambientale di prodotto profili in acciaio: S-P-05737.

Contenuto materiale riciclato, recuperato, sottoprodotto
Su richiesta disponibile prodotto certificato in conformità al DM 23 Giugno 2022 dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) in merito al contenuto di riciclato.
11.3%

Lastre e materiale isolante sono certificati EUROFINS "Indoor Air Comfort Gold"

CONTROSOFFITTI MODULARI

Altro elemento secondario presente all'interno degli edifici sono i **controsoffitti** che, oltre a svolgere una funzione di contenimento degli impianti, di finitura estetica, di miglioramento dell'isolamento termico e acustico dei solai, rivestono un **importante ruolo per la sicurezza delle persone che occupano gli ambienti**. In caso di evento sismico, devono essere in grado di **resistere l'azione sismica**.

Lo sapevi che

Il servizio tecnico Knauf, sulla base di valutazioni analitiche in accordo al D.M. 17/01/2018, è in grado fornire un supporto alla progettazione della struttura metallica per il sostegno dei controsoffitti (modulari).

L'obbiettivo è valutare la **sicurezza statica**, ai sensi di quanto previsto dalle normative tecniche nazionali, del sistema sismo resistente, realizzato con pannelli e profili metallici Knauf, controventato secondo un apposito sistema di seguito descritto. La valutazione è valida solo nel caso in cui siano utilizzate **strutture KS38** (portanti e traversi secondari) con dimensione minima della base di 24 mm e altezza di 38 mm, nel sistema a struttura a vista o semi-nascosta.
La struttura portante dei controsoffitti è formata, nel piano orizzontale, da una doppia orditura di profili metallici sagomati a freddo (sulle flange inferiori dei quali sono appoggiati i pannelli di plafonatura), completata da profili a "L" perimetrali e di bordo.
Il sistema di sospensione del soffitto per i carichi gravitazionali è garantito dal sistema di pendinatura "tirante-molla" ϕ=4 mm, montato parallelamente alla retta d'azione della forza di gravità.
La funzione di controventamento nei confronti dell'azione sismica è svolta dalla diagonale tesa del medesimo sistema "tirante-molla" montato inclinato, secondo le due direzioni principali dell'orditura primaria della struttura del soffitto, completato da un puntone realizzato tramite una coppia di profili sagomati a freddo con sezione a U 30x27x30x0,6.

Installazione Sistema Controsoffitto Modulare

Considerata la resistenza a trazione massima del singolo sistema di pendinatura (Dichiarazione di Prestazione) e l'interazione con il profilo portante valutata attraverso indagine approfondita sugli stati tensionali del sistema, viene valutata in via preliminare la superficie d'influenza massima per ogni sistema di controventatura in funzione della Forza sismica di calcolo F_a. Le norme tecniche (NTU) del 2008 non specificano requisiti per il controsoffitto in caso si preveda l'azione del sisma, ma le stesse norme fanno genericamente riferimento alla necessità che non si causino danni alle persone e cose. D'altro canto, non esistono prescrizioni o indicazioni normative neanche a livello europeo, né è codificato un metodo di prova.

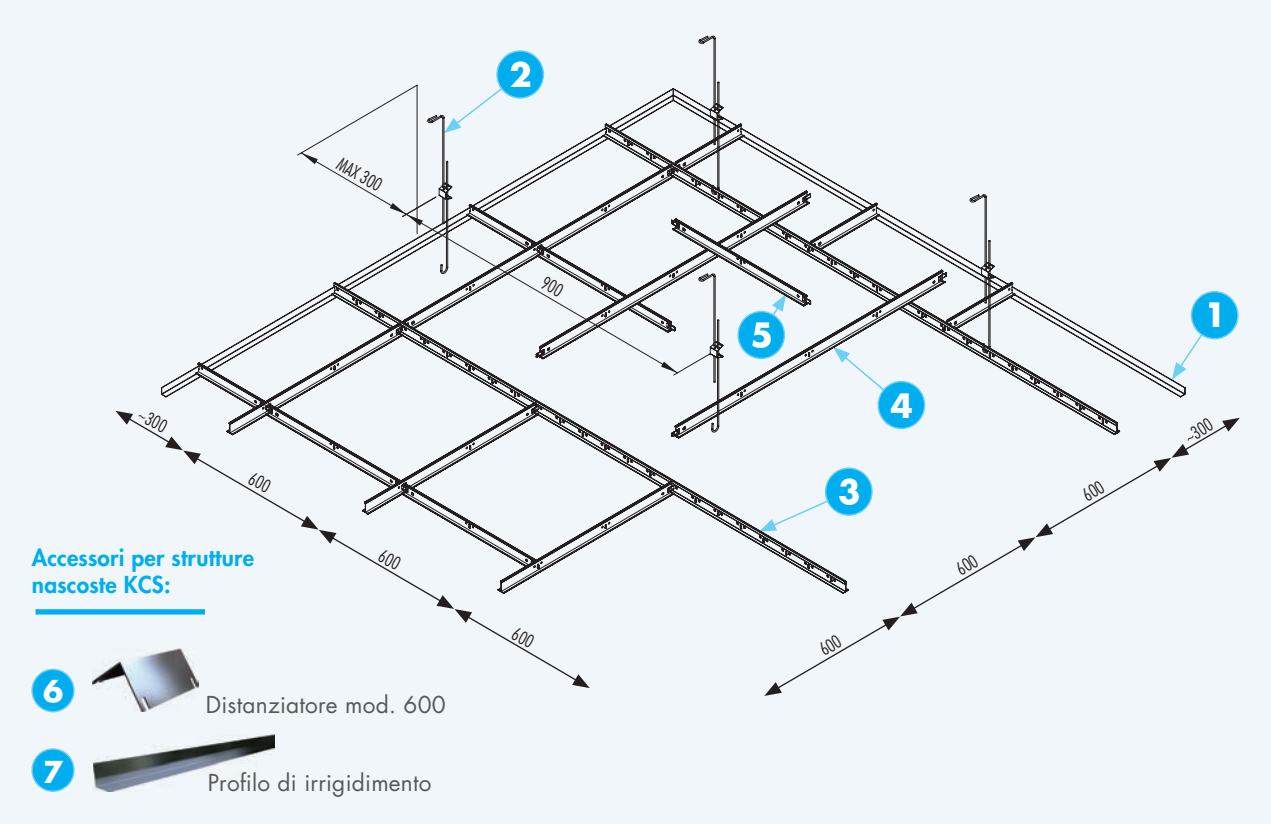
Componenti in opera del sistema di controventatura

Disposizioni antisismiche principali:

- Sistema di controvento disposto in base alla valutazione preliminare.
- Puntone realizzato con una coppia di profili della guida U30x27x30 sp. 0,6 mm posata "schiena/schiena" collegati sull'anima tramite "vite finta rondella". I puntoni devono essere disposti in numero minimo del valore massimo tra [3; 1 ogni 10 m^2 di controsoffitto] per ogni porzione di soffitto strutturalmente indipendente.
- Profili portanti primari e secondari con ala inferiore minima di 24 mm della gamma di orditure Knauf KS38.
- Profili perimetrali a "L" con ali di larghezza minima di 30 mm.
- Primo pendino di sostegno verticale posato a una distanza massima dal profilo perimetrale di 200 mm.
- Pannelli bloccati sulla struttura metallica tramite "clips".
- Idoneo solo per pannelli modulari dimensioni nominali 600x600 mm, con bordo a vista o semi-nascosto.

Disposizioni antisismiche complementari:

- Devono essere utilizzate solo strutture (portanti e traversi) di minimo 24 mm.
- I pannelli devono essere fermati alla struttura metallica con le clips.
- Deve essere utilizzato il Sistema di orditure Knauf KS38.
- **Consultare il Settore Tecnico per informazioni ulteriori sul sistema**.



Struttura a vista-seminascosta

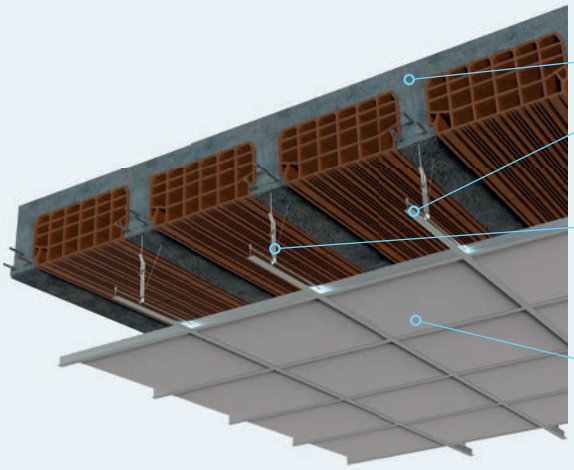
Profilo portante a interasse 1200 mm

Materiale	Pannelli 600x600 (KCS-Danoline)
1 Perimetrale	0,8 m (l'incidenza reale dipende dalla geometria dell'ambiente)
2 Sospensione	0,75 pz.
3 Portante 3700	0,85 m
4 Profilo 1200	1,70 m
5 Profilo 600	0,85 m
Clip ferma pannelli	5,60 pz.

CONTROSOFFITTO MODULARE IN FIBRA MINERALE

Soluzioni Knauf

Controsoffittatura interna ispezionabile realizzata con pannelli in fibra minerale di dimensioni 600x600 sostenuti da apposita struttura metallica KS38. La combinazione di elevata leggerezza, ottima resistenza nei confronti dell'umidità ed elevate prestazioni di assorbimento acustico offerte dal rivestimento conferiscono elevati livelli di comfort all'ambiente progettato; mentre l'orditura di sostegno, realizzata con profili primari e secondari accuratamente dimensionati per offrire stabilità e resistenza alle sollecitazioni, rendono il sistema particolarmente idoneo per applicazioni in zona sismica.



1. Solaio in laterizio armato.
2. Struttura portante KS38 composta da orditura metallica doppia a vista, con profili a "T" 24x38 mm, e completata da profili a "L" perimetrali e di bordo.
3. Sistema di sospensione realizzato con sistema di pendinatura "tirante-molla" Φ=4 mm a uncino aperto, montato parallelamente alla retta d'azione della forza di gravità.
4. Rivestimento con pannelli Knauf Thermatex in fibra minerale 600x600x15 mm posti a distanza dall'intradosso del solaio (reazione al fuoco: A1).

Spessore totale: 125 mm | **Peso del controsoffitto (pannello+orditura)**: c.a. 4 kg/m^2

PERFORMANCE DELLA SOLUZIONE

Resistenza all'azione sismica

Resistenza al fuoco
RdC: 310431/3596FR (Istituto Giordano)
REI 120 su solaio in laterocemento 16+4

Assorbimento acustico
NRC=0,6 secondo ASTM C 423
α_w=0,6 secondo EN ISO 11654

Isolamento acustico longitudinale
$D_{n,f,w}$=34 dB secondo EN ISO 10848

Riflessione della luce
Anabbagliante ca. 85%

Resistenza all'umidità
Fino al 95% dell'umidità relativa dell'aria (RH 95%)

PERFORMANCE AMBIENTALI DELLA SOLUZIONE

Prodotto certificato EPD
Dichiarazione ambientale di prodotto Thermatex: KNA-20210114-IBD1-EN

Contenuto materiale riciclato, recuperato, sottoprodotto
Su richiesta disponibile prodotto certificato in conformità al DM 23 Giugno 2022 dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) in merito al contenuto di riciclato.
25.2%

Lastre e materiale isolante sono certificati EUROFINS "Indoor Air Comfort Gold"

3A

CONTROSOFFITTI CONTINUI ANTISISMICI SISMA E SISMA PLUS

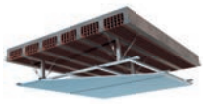
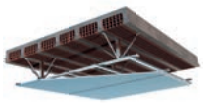
Knauf Sisma è un sistema versatile e flessibile per la realizzazione di controsoffitti antisismici.

Il Sistema Knauf Sisma per la realizzazione di controsoffitti continui antisismici è disponibile in due modelli: **Knauf Sisma** e **Knauf Sisma Plus**.

Utilizzando gli stessi accessori di Knauf Sisma e variando solo la tipologia di controventi si ottengono infatti due soluzioni tecnologiche, pensate per adattarsi al meglio alle esigenze di progetto e alle operazioni di cantiere. **Knauf sisma prevede l'utilizzo di controventi standard o controventi nonius**.

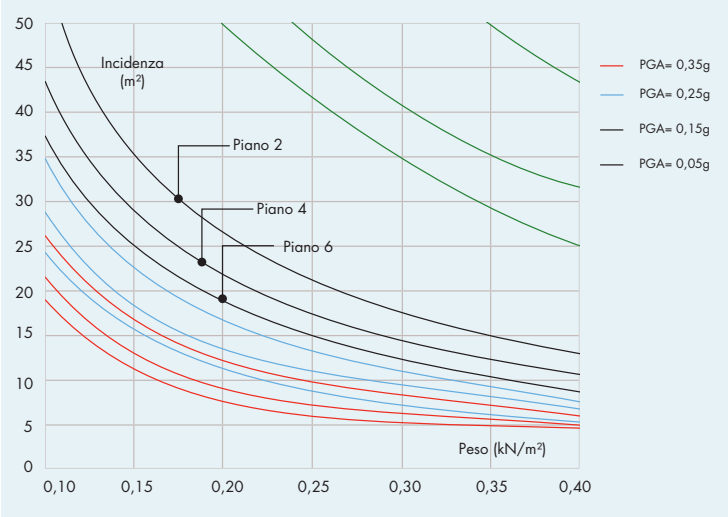
Performance e flessibilità: per garantire la massima sicurezza degli spazi che abitiamo è fondamentale che i sistemi per controsoffitti a secco rispettino le più elevate performance strutturali. In caso di evento sismico, devono resistere all'azione sismica e agli spostamenti della struttura a cui sono vincolati e garantire tenuta in caso di crolli o cedimenti di porzioni di solai, senza subire danni di tipo fragile, evitando così l'espulsione di materiale o il crollo del controsoffitto stesso.

Con KNAUF SISMA e KNAUF SISMA PLUS si offre una soluzione dalle performance statiche eccellenti che si adatta al meglio alle esigenze di progettisti ed applicatori.

	Knauf Sisma	Knauf Sisma Plus
		
Resistenza all'azione sismica	●●●○○	●●●●●
Velocità di installazione	●●●●●	●●●○○
Flessibilità del sistema	●●●●●	●●●●●
Certificazioni	●●●●●	●●●●●
Applicabilità ai controsoffitti leggeri <15kg/mq	●●●●●	●●●●●
Applicabilità ai controsoffitti pesanti > 30kg/mq	●●○○○	●●●●●

Knauf Sisma, performance e flessibilità

Test sperimentali



Le prestazioni sismiche dei sistemi per controsoffitti antisismici **Knauf Sisma** e **Knauf Sisma Plus** sono state ottenute mediante specifiche prove sperimentali condotte presso il Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura dell'Università degli Studi di Napoli Federico II.

La sperimentazione fisica ha consentito di definire i parametri meccanici necessari per caratterizzare il comportamento dei sistemi in caso di eventi sismici e per condurre le verifiche di sicurezza in accordo alle correnti norme tecniche. In particolare, i risultati delle prove hanno mostrato che un singolo sistema per controsoffitto antisismico Knauf è in grado di resistere ad una azione sismica orizzontale pari a circa 0.9 kN nel caso di Knauf Sisma e pari a circa 1.5 kN nel caso di **Knauf Sisma Plus**.

Sulla base dei risultati sperimentali ottenuti è stato possibile sviluppare nomogrammi di predimensionamento, che consentono di determinare la superficie di controsoffitto che può essere efficacemente vincolata contro l'azione sismica da un singolo sistema Knauf (incidenza a m²), ai vari piani dell'edificio, a partire dalla massima accelerazione sismica attesa al suolo (PGA) e dal peso del controsoffitto.

PROGETTAZIONE

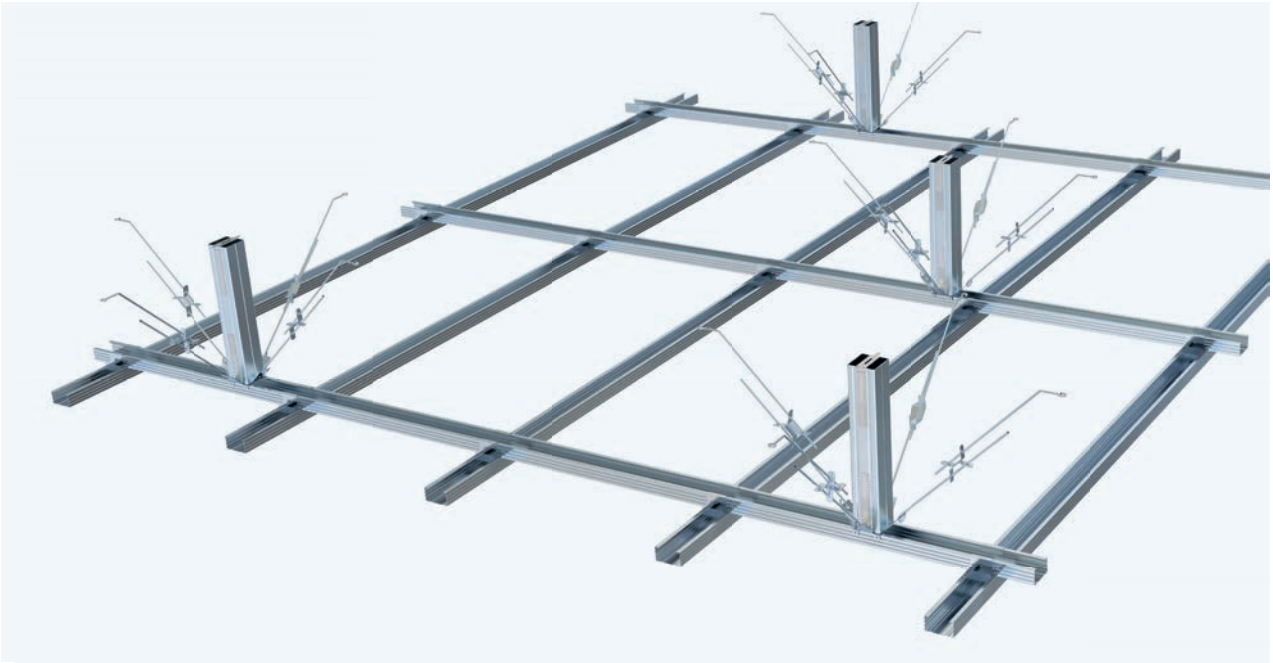
I risultati delle prove sperimentali condotte presso l'Università degli Studi di Napoli Federico II hanno consentito sviluppare tabelle di predimensionamento, che forniscono chiare indicazioni sulle prestazioni antisismiche dei **Sistemi Knauf Sisma** e **Knauf Sisma Plus**.

Di seguito si riporta una tabella di predimensionamento sviluppata per un edificio a telaio in c.a. di 6 piani. A titolo di esempio, per un edificio ubicato in una zona geografica caratterizzata da un alto rischio sismico (PGA=0.35g), nel caso di un controsoffitto con un peso di 0,15 kN/m² è possibile adottare, per l'ultimo piano dell'edificio, un **Sistema Knauf Sisma** ogni 7 m² di controsoffitto, oppure un Sistema **Knauf Sisma Plus** ogni 12 m².

Tabella di progetto per le soluzioni Knauf Sisma e Knauf Sisma Plus

sviluppata per un edificio a telaio in c.a. di 6 piani

MASSIMA INCIDENZA DEL SISTEMA KNAUF A M²*								
PESO DEL CONTROSOFFITTO								
	0.10 kN/ m²		0.15 kN/ m²		0.30 kN/ m²		0.40 kN/ m²	
PGA	Sisma	Sisma Plus	Sisma	Sisma Plus	Sisma	Sisma Plus	Sisma	Sisma Plus
0.35g	10 m²	18 m²	7 m²	12 m²	3 m²	6 m²	3 m²	5 m²
0,25g	14 m²	24 m²	9 m²	16 m²	5 m²	8 m²	3 m²	6 m²
0,15g	21 m²	37 m²	14 m²	25 m²	7m²	12 m²	5 m²	9 m²
0,05g	58 m²	100 m²	38 m²	67 m²	19 m²	33 m²	14 m²	25 m²
* La massima incidenza si ottiene all'ultimo piano dell'edificio. L'incidenza si riduce per piani inferiori								



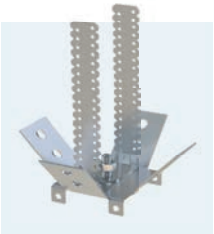
Installazione Sistema Antisismico

Fasi di Montaggio Knauf Sisma e Knauf Sisma Plus

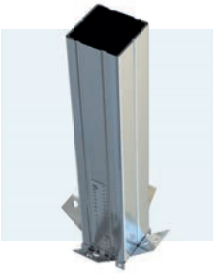
1 **Definizione in cantiere delle misure delle componenti del sistema.**
Sulla base delle geometrie del controsoffitto e del ribassamento previsto dal progetto, definire la lunghezza del puntone e dei controventi che verranno installati.

2 **Fissaggio del raccordo a croce al distanziatore universale - inferiore.**
Fissare il distanziatore universale al raccordo a croce utilizzando un bullone M6, due rondelle, dado e controdado. Ciò è possibile grazie alla compatibilità delle fotometrie presenti sul raccordo a croce e sul distanziatore universale.*

**Rondelle, dado e bullone presenti nelle confezione.*



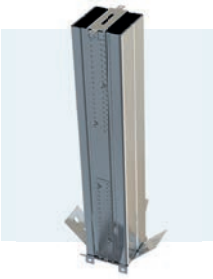
3 **Realizzazione del puntone, taglio del profilo C 50/50 e scatolamento.**
Tagliare sezioni il profilo C 50/50, della lunghezza definita in fase di progetto, e scatolare i due profili così da ottenere il puntone da montare.



4 **Fissaggio del distanziatore universale – superiore al puntone.**
Fissare il distanziatore universale all'estremità superiore del puntone utilizzando quattro viti finta rondella punta teks.

5 **Marcatura delle posizioni** del raccordo a croce sul profilo principale dell'orditura metallica del controsoffitto.

6 **Inserimento del puntone nel distanziatore universale – inferiore.**
Inserire il puntone al distanziatore universale-inferiore che verrà avvitato ai profili utilizzando quattro viti finta rondella punta teks.



7

Fissaggio dei profili principali dell'orditura metallica del controsoffitto al raccordo a croce.
Posizionare il profilo principale dell'orditura metallica (C Plus 50/27) del controsoffitto nello spazio di alloggiamento del raccordo a croce e fissare con viti punta chiodo.

Montaggio dei controventi Knauf Sisma

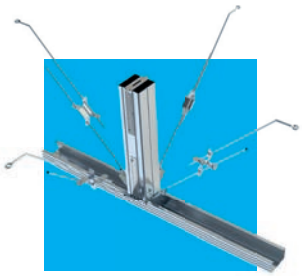
8a

8a. **Taglio dei pendini e assemblaggio.**
Tagliare a misura dei pendini del sistema che costituiscono il controvento. È necessario prevedere una sovrapposizione dei due pendini di almeno 10 cm.

8b. **Fissaggio del pendino con occhiello aperto al raccordo a croce.**
Il fissaggio avviene inserendo l'occhiello nei fori presenti nel raccordo a croce e pinzando l'occhiello aperto, così da serrarlo.

8c. **Inserimento della molla di regolazione** doppia all'estremità del pendino montato.

8d. **Alloggiamento del pendino** con occhiello chiuso all'interno della molla di regolazione.



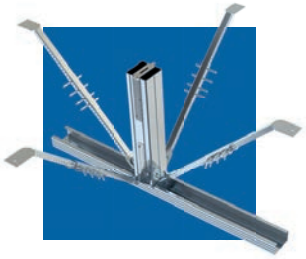
Montaggio dei controventi Knauf Sisma Plus

8b

7a. **Assemblaggio controventi Nonius.**
Assemblaggio delle componenti Nonius che costituiscono il controvento: pendino, prolunga e coppiglio.

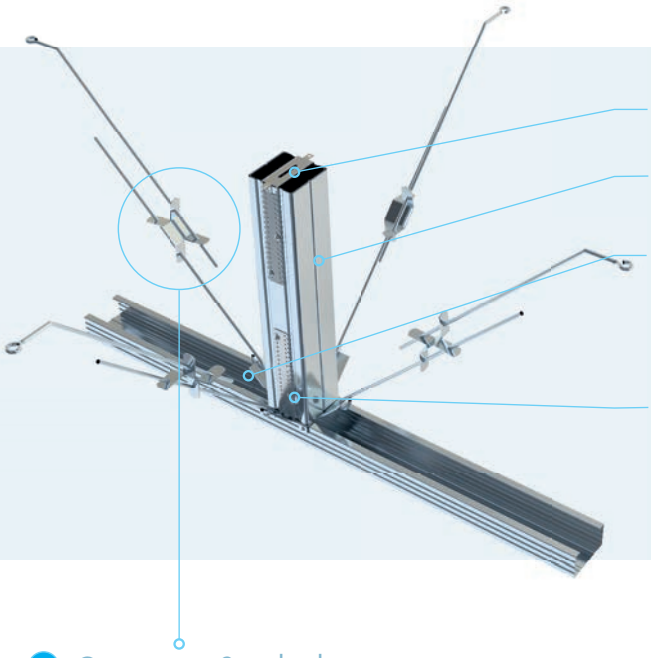
7b. **Fissaggio del controvento Nonius al raccordo a croce.**
Fissare il controvento Nonius al raccordo a croce utilizzando bullone M6, dado e controdado e due rondelle. (Rondelle, dado e bullone presenti nelle confezione).

7c. **Fissaggio del controvento** Nonius al solaio.



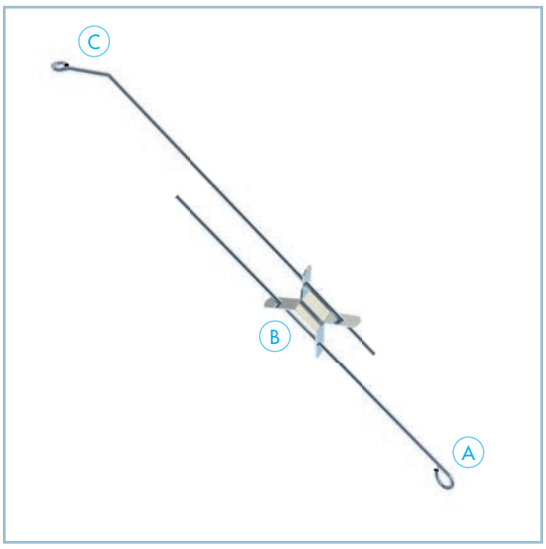
SISTEMA KNAUF SISMA

Nuovo accessorio in acciaio con quattro alette ognuna delle quali presenta due fori necessari per il fissaggio dell'elemento di controvento.



1. Il distanziatore universale superiore collega il puntone (2) al solaio deve essere fissato al puntone con almeno quattro viti punta teks (due per lato).
2. Puntone realizzato con due profili montanti a C 50/50 scatolati.
3. Raccordo Sismico, nuovo accessorio in acciaio con quattro alette ognuna delle quali presenta due fori necessari per il fissaggio dell'elemento di controvento (5). Il raccordo a croce deve essere fissato al profilo primario dell'orditura del controsoffitto tramite quattro viti punta chiodo.
4. Il distanziatore universale inferiore collega il puntone (2) al raccordo a croce (1). Il raccordo a croce ha un foro centrale, dove è possibile fissare il distanziatore tramite bullone M6, dado controdado e rondella. Il puntone (2) deve essere fissato al distanziatore universale con almeno quattro viti finta rondella (due per lato).

5 Controvento Standard



Il controvento viene realizzato con i pendini semplici e molla di regolazione doppia. A seguire dettaglio delle componenti da utilizzare per il controvento Standard:

A. Pendino con occhiello aperto: pendino inferiore collegato al raccordo a croce. In questo caso, l'occhiello aperto del pendino viene inserito all'interno del foro presente nel raccordo a croce. Dopo il posizionamento del pendino, l'occhiello aperto viene pinzato per incrementare la tenuta della connessione.

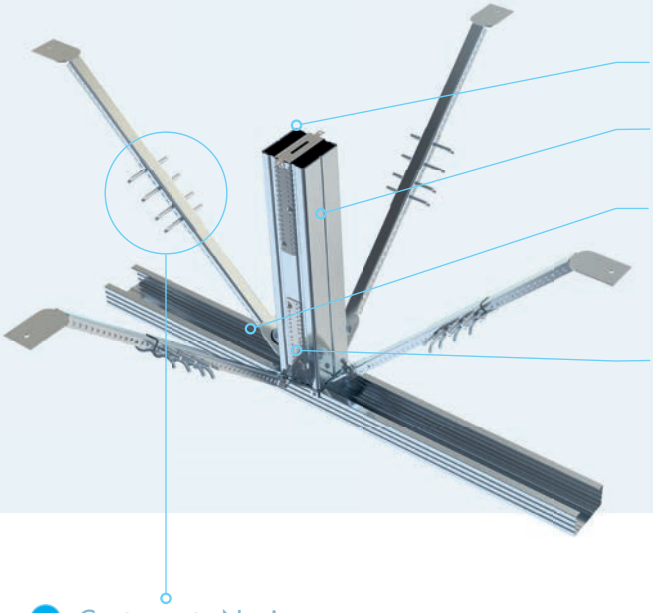
B. Molla di regolazione doppia.

C. Pendino con occhiello chiuso: tramite l'occhiello chiuso, il pendino viene fissato al solaio. Il sistema di fissaggio al solaio dovrà garantire il corretto trasferimento degli sforzi e dovrà essere progettato a parte.

SISTEMA
KNAUF SISMA PLUS

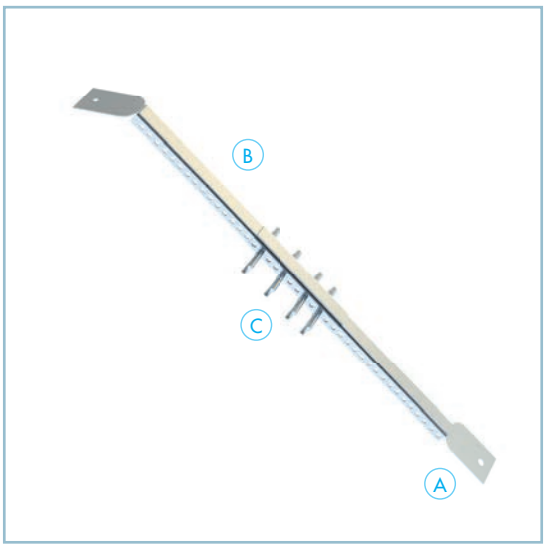
Soluzioni Knauf

Raccordo a croce: nuovo accessorio in acciaio con quattro alette ognuna delle quali presenta due fori necessari per il fissaggio dell'elemento di controvento.



1. Il distanziatore universale superiore collega il puntone (2) al solaio deve essere fissato al puntone con almeno quattro viti punta teks (due per lato).
2. Puntone realizzato con due profili montanti a C 50/50 scatolati.
3. Nuovo accessorio in acciaio con quattro alette ognuna delle quali presenta due fori necessari per il fissaggio dell'elemento di controvento (5). Il raccordo a croce deve essere fissato al profilo primario dell'orditura del controsoffitto tramite quattro viti punta chiodo.
4. Il distanziatore universale inferiore collega il puntone (2) al raccordo a croce (1). Il raccordo a croce ha un foro centrale, dove è possibile fissare il distanziatore tramite bullone M6, dado controdado e rondella. Il puntone (2) deve essere fissato al distanziatore universale con almeno quattro viti finta rondella (due per lato).

5. Controvento Nonius



Il controvento viene realizzato utilizzando i componenti del sistema Nonius. A seguire dettaglio delle componenti da utilizzare per il controvento Nonius:

A. Due pendini Nonius.

B. Un giunto Nonius.

C. Quattro coppigli Nonius.

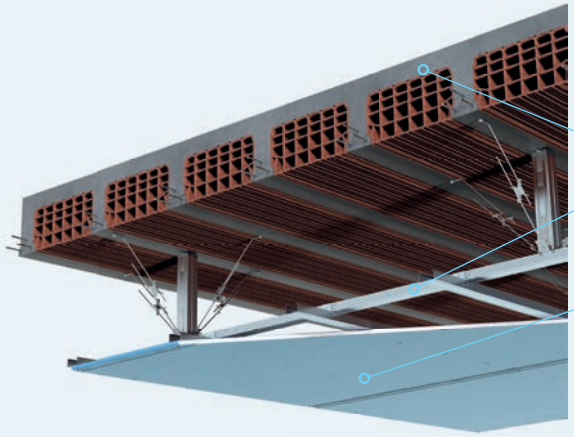
Il sistema di fissaggio al solaio dovrà garantire il corretto trasferimento degli sforzi e dovrà essere progettato a parte.

SOLUZIONI CONTROSOFFITTI CONTINUI ANTISISMICI

Sistema Sisma

Soluzioni Knauf

Knauf Sisma è un sistema versatile e flessibile applicabile al controsoffitto D112. Knauf Sisma prevede l'utilizzo di controventi standard ed è consigliato per essere applicabili a controsoffitti leggeri < 15kg/m².
Per maggiori informazioni rivolgiti ai tecnici Knauf.



1. Solaio massivo.
2. Sistema antisismico SISMA con controventi standard.
3. Orditura metallica realizzata con profili C Plus 50/27
4. 1 lastre Knauf GKB Advanced 12,5 mm (peso 7,5 kg/m², reazione al fuoco A2-s1,d0)

Spessore totale: variabile in base al sistema di sospensione

PERFORMANCE DELLA SOLUZIONE

Resistenza all'azione sismica
Si prendano a riferimento le prestazioni relative ai controsoffitti D112 per performance acustiche, reazione e resistenza al fuoco.

PERFORMANCE AMBIENTALI DELLA SOLUZIONE

Prodotto certificato EPD
Dichiarazione ambientale di prodotto GKB Advanced: S-P-05736.
Dichiarazione ambientale di prodotto profili in acciaio: S-P-05737.

Contenuto materiale riciclato, recuperato, sottoprodotto
Su richiesta disponibile prodotto certificato in conformità al DM 23 Giugno 2022 dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) in merito al contenuto di riciclato.
17.2%

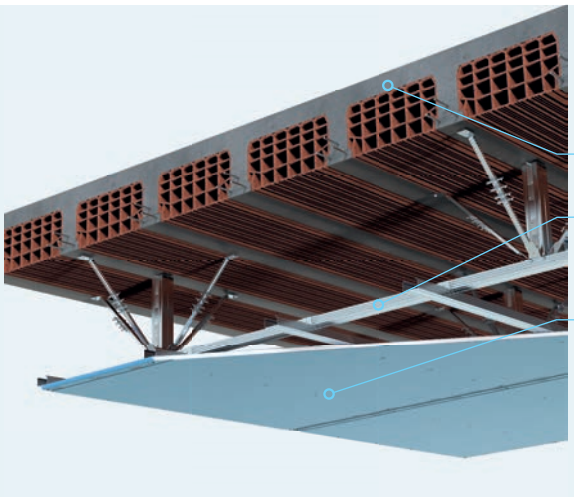
Lastre e materiale isolante sono certificati EUROFINS "Indoor Air Comfort Gold"

SOLUZIONI CONTROSOFFITTI CONTINUI ANTISISMICI

Sistema Sisma Plus

Soluzioni Knauf

Knauf Sisma PLUS è un sistema versatile e flessibile applicabile al controsoffitto D112. Knauf sisma PLUS prevede l'utilizzo di controventi Nonius ed è consigliato per essere applicabili a controsoffitti pesanti > 30kg/m^2. Per maggiori informazioni rivolgiti ai tecnici Knauf.



1. Solaio massivo.
2. Sistema antisismico SISMA PLUS con controventi Nonius.
3. Orditura metallica realizzata con profili C Plus 50/27
4. 1 lastre Knauf GKB Advanced 12,5 mm (peso 7,5 kg/m^2, reazione al fuoco A2-s1,d0)

Spessore totale: variabile in base al sistema di sospensione

PERFORMANCE DELLA SOLUZIONE

Resistenza all'azione sismica

Si prendano a riferimento le prestazioni relative ai controsoffitti D112 per performance acustiche, reazione e resistenza al fuoco.

PERFORMANCE AMBIENTALI DELLA SOLUZIONE

Prodotto certificato EPD

Dichiarazione ambientale di prodotto GKB Advanced: S-P-05736.

Dichiarazione ambientale di prodotto profili in acciaio: S-P-05737.

Contenuto materiale riciclato, recuperato, sottoprodotto

Su richiesta disponibile prodotto certificato in conformità al DM 23 Giugno 2022 dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) in merito al contenuto di riciclato.

17.2%

Lastre e materiale isolante sono certificati EUROFINS "Indoor Air Comfort Gold"

CRESTRON

CONTROSOFFITTI ANTISFONDELLAMENTO

Per la protezione passiva degli occupanti dell'ambiente

Knauf con esperienza pluriennale nel settore edile, offre una **vasta gamma di prodotti e soluzioni con certificazione** per edifici pubblici e privati.

I solai in latero-cemento, costituiti da pignatte e travetti in calcestruzzo, hanno manifestato in questi anni una certa rischiosità poiché, come accaduto in alcuni edifici, può manifestarsi il distacco del fondo delle pignatte e dell'intonaco, con un potenziale rischio per le persone presenti all'interno dei locali.

Knauf dispone di sistemi di protezione per solai a rischio sfondellamento, con un **alto coefficiente di sicurezza**, utilizzati e collaudati da anni.

Il Sistema Antisfondellamento Knauf ha le seguenti caratteristiche:

- Rapidità d'esecuzione.
- Minimo ingombro della struttura.
- Minimo disagio per gli utenti del fabbricato.
- Nessun utilizzo di malte e intonaci, ma solo sistemi a secco.
- Contenimento del distacco dell'intonaco e del fondo della pignatta.
- Messa in sicurezza di solai a rischio.

Cosa è lo sfondellamento

I solai in latero-cemento sono costituiti da elementi di alleggerimento in laterizio di geometria e formato variabili e travetti portanti in calcestruzzo armato. Questi presentano talvolta il distacco, con conseguente caduta, di parti dell'intonaco normalmente posto all'intradosso dei solai stessi, nonché del fondo delle cosiddette "pignatte" (o "fondello", da cui il termine "sfondellamento" per descrivere il fenomeno).

Nei fabbricati dove il fenomeno si è verificato è necessario intervenire per la messa in sicurezza dei locali, in quanto la caduta di intonaci ed elementi in laterizio può consistere, mediamente, in carichi di 20-40 kg/m^2 e costituire pertanto un serio pericolo per gli utenti dei locali.
Per risolvere il fenomeno Knauf ha messo a punto una serie di soluzioni che evitano la totale rimozione dell'intonaco e del fondo delle pignatte del solaio con notevole **risparmio di tempo ed economico** e riducendo al **minimo i disagi**, oltre a garantire **resistenza al fuoco** ed **ottime proprietà acustiche**.

Soluzioni Knauf per controsoffitti antisfondellamento

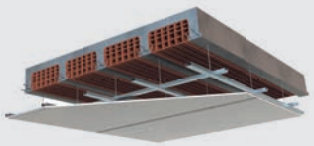
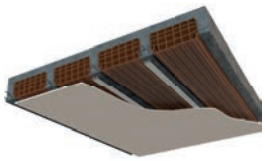
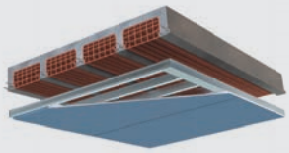
Knauf, forte anche dell'esperienza nelle soluzioni ad elevata resistenza meccanica ed antisismica, si è evoluta negli anni arrivando alla realizzazione di **controsoffitti altamente prestazionali** per risolvere il problema dello sfondellamento.

Sistema certificato

Il Sistema Antisfondellamento Knauf ha conseguito due certificazioni di prova rilasciate dall'Istituto Giordano. Presso i laboratori dell'Istituto è stata misurata la capacità di portata del controsoffitto Knauf per il contenimento dei solai soggetti a fenomeni di sfondellamento*. Al termine delle prove, nonostante l'elevato sovraccarico (fino a 300 kg/m^2) e l'effetto dinamico con cui questo è stato applicato, non è stato rilevato nessun cedimento delle sospensioni.
Inoltre, l'intradosso del controsoffitto è apparso privo di fessure o di qualsivoglia segno di danneggiamento. La deformazione misurata al centro del controsoffitto è estremamente contenuta, nell'ordine di pochi millimetri. I rapporti di prova e la consulenza per la scelta del sistema sono disponibili presso il Servizio Tecnico Knauf.

*** I test sono stati effettuati utilizzando carichi di laterizio fino a 300 kg/m^2 e altezze di caduta variabile da 20 cm a 200 cm.**

Soluzioni per controsoffitti antisfondellamento certificati

Sistema	Disegno 3D	Certificato
D 112 **Ribassato**		N° 406365
D 111 **In aderenza**		Valida estensione certificato N° 406365
D 131 **Autoportante**		N° 406366

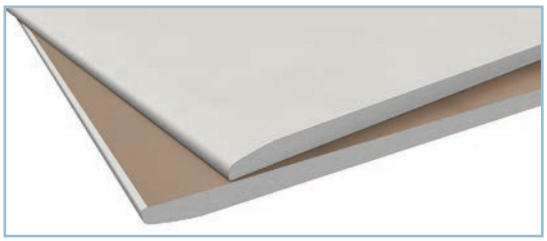
Prodotti Knauf per realizzare i controsoffitti antisfondellamento

Knauf con esperienza pluriennale nel settore edile, offre una vasta gamma di prodotti e soluzioni con certificazione per edifici pubblici e privati.

Lastre

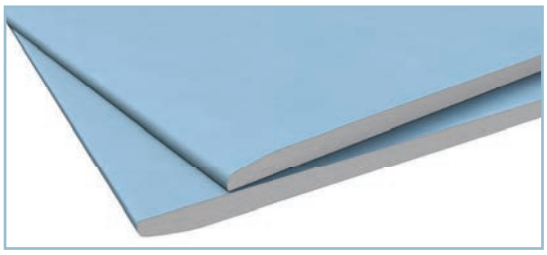
Lastre GKF

Le Ignilastre Knauf GKF sono lastre in gesso rivestito a densità controllata, **armata con fibre minerali** e additivi per accrescere la resistenza della coesione del nucleo in gesso se aggredito dal fuoco, classificazione DF secondo EN520. Ideale per realizzare pareti, contropareti e controsoffitti dove è richiesta la protezione al fuoco.



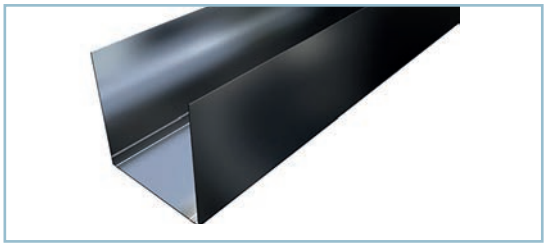
Lastre Diamant®

La lastra Knauf Diamant® è una lastra in gesso rivestito con un nucleo particolarmente duro ad elevatissima resistenza meccanica, con performance di resistenza all'umidità e resistenza al fuoco classificate DFH2IR secondo EN 520. Le caratteristiche dimensionali sono ideali per l'applicazione a soffitto.

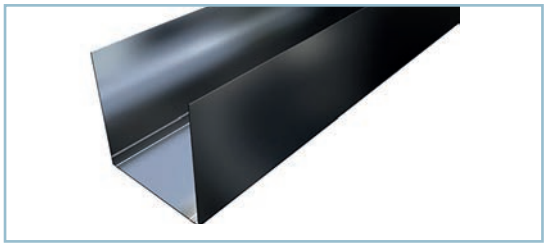


Orditure

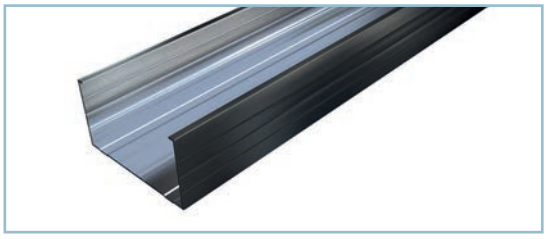
Profili guida Knauf U 30/27/30 mm



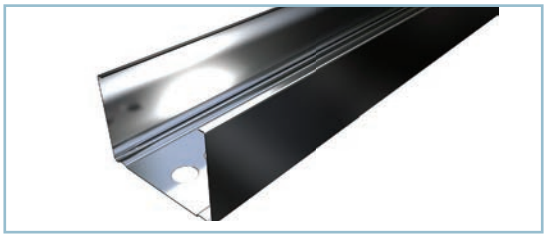
Profili guida Knauf U 100/75/100 mm



Profili Knauf C Plus 27/50/27 mm

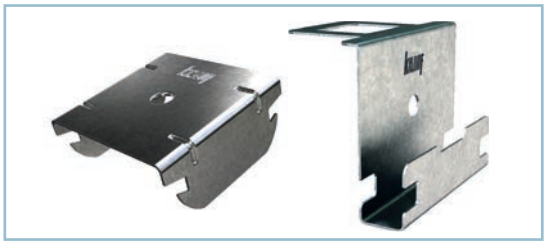


Profili montanti Knauf C 50/75/50 mm



Sistemi di sospensione

Gancio semplice con barra filettata / Ganci di unione ortogonale Knauf Kortex

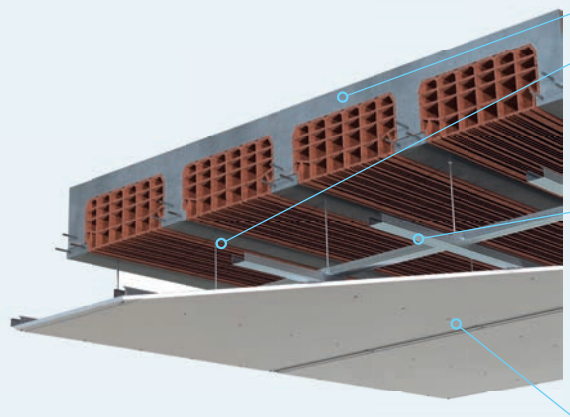


NUOVE SOLUZIONI ANTISFONDELLAMENTO D112 CON GKF

Sistema Antisfondellamento

Soluzioni Knauf

Controsoffittatura interna ribassata D112 con singolo rivestimento e doppia orditura metallica, incrociata e sovrapposta, realizzata con appositi ancoraggi di sospensione in grado di sopportare le sollecitazioni statiche e meccaniche.
Knauf garantisce i suoi sistemi sulla **base di certificazioni e rapporti di prova rilasciati da laboratori accreditati** che hanno determinato le sollecitazioni massime da applicare ai modelli, così da definire le caratteristiche di resistenza e deformabilità del sistema.



1. Solaio in laterocemento.
2. Sistema di sospensione Knauf composto da gancio semplice e barra filettata (classe di carico 40 kg/m²) applicato ad interasse non superiore a 600 mm. Le sospensioni saranno fissate ai travetti sani del solaio con appositi tasselli per antisfondellamento Knauf in acciaio.
3. Orditura metallica composta da:
   - Profili guida Knauf a "U" 30/27/30 mm perimetrali.
   - Orditura primaria realizzata con profili Knauf C Plus 27/50/27 mm posta ad interasse non superiore a 800 mm.
   - Orditura secondaria realizzata con profili Knauf C Plus 27/50/27 mm posta ad interasse non superiore a 500 mm.
4. 1 lastra Knauf GKF sp. 12,5 mm.

Spessore totale: variabile in base al sistema di sospensione | **Peso**: circa 15 kg/m²
Possibilità di aggiungere lana di vetro Knauf Insulation nell'intercapedine, per isolamento termoacustico.

PERFORMANCE DELLA SOLUZIONE

Antisfondellamento
Rapporto di prova n. 406365 emesso da Istituto Giordano.

PERFORMANCE AMBIENTALI DELLA SOLUZIONE

Prodotto certificato EPD
Dichiarazione ambientale di prodotto GKF: S-P-01935.
Dichiarazione ambientale di prodotto profili in acciaio: S-P-05737.

Contenuto materiale riciclato, recuperato, sottoprodotto
Su richiesta disponibile prodotto certificato in conformità al DM 23 Giugno 2022 dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) in merito al contenuto di riciclato.
14.4%

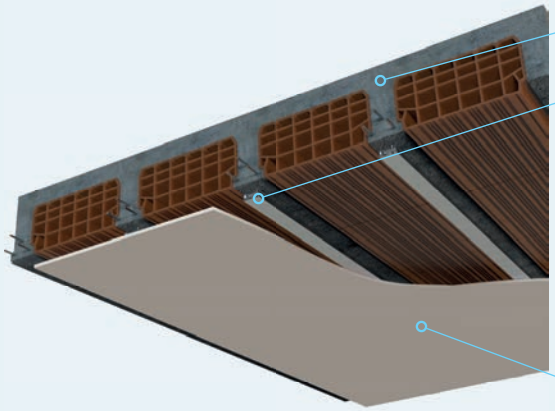
Lastre e materiale isolante sono certificati EUROFINS "Indoor Air Comfort Gold"

NUOVE SOLUZIONI ANTISFONDELLAMENTO D111 CON GKF

Sistema Antisfondellamento

Soluzioni Knauf

Controsoffittatura interna in aderenza D111 ancorato a solaio con singolo rivestimento. Il sistema di sospensione è realizzato con appositi ganci di sospensione in grado di sopportare le sollecitazioni statiche e meccaniche.
Knauf garantisce i suoi sistemi sulla base di certificazioni e rapporti di prova rilasciati da laboratori accreditati che hanno determinato le sollecitazioni massime da applicare ai modelli, così da definire le caratteristiche di resistenza e deformabilità del Sistema.



1. Solaio in laterocemento.
2. Orditura metallica composta da:
   - Profili guida Knauf a "U" 30/27/30 mm.
   - Profili Knauf C Plus 27/50/27 mm.

   L'orditura, posta ad interasse non superiore a 400 mm, sarà fissata al solaio tramite ganci distanziatori o con ganci semplici Knauf posizionati ad interasse non superiore a 1000 mm. I ganci Knauf saranno fissati ai travetti sani del solaio con appositi tasselli per antisfondellamento Knauf in acciaio.
3. 1 lastra Knauf GKF sp. 12,5 mm.

Spessore totale: Tra 42,5 mm e 12 cm, in base al sistema di sospensione | **Peso**: circa 13 kg/m^2
Possibilità di aggiungere lana di vetro Knauf Insulation nell'intercapedine, per isolamento termoacustico.

PERFORMANCE DELLA SOLUZIONE

Antisfondellamento

Questa considerazione si basa sulla minor distanza tra intradosso solaio ed estradosso controsoffitto, rispetto al controsoffitto Knauf D112 ribassato.

Il sistema Antisfondellamento Knauf D111 si ritiene automaticamente certificato sulla base dei test sviluppati con Istituto Giordano durante le prove sviluppate con soluzione ribassata da solaio.

PERFORMANCE AMBIENTALI DELLA SOLUZIONE

Prodotto certificato EPD

Dichiarazione ambientale di prodotto GKF: S-P-01935
Dichiarazione ambientale di prodotto profili in acciaio: S-P-05737.

Contenuto materiale riciclato, recuperato, sottoprodotto

Su richiesta disponibile prodotto certificato in conformità al DM 23 Giugno 2022 dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) in merito al contenuto di riciclato.

11.5%

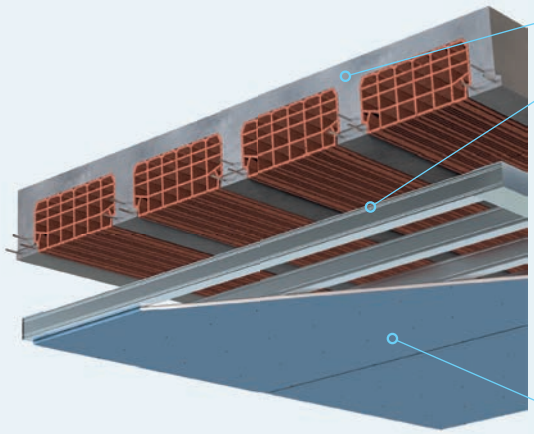
Lastre e materiale isolante sono certificati EUROFINS "Indoor Air Comfort Gold"

NUOVE SOLUZIONI ANTISFONDELLAMENTO D131 CON DIAMANT

Sistema Antisfondellamento

Soluzioni Knauf

Controsoffittatura interna autoportante D131, con rivestimento con lastre Diamant solo sul lato inferiore. Il sistema è testato su una luce massima di 3,30 m, senza necessità di ancorarsi al solaio superiore, ideale in tutte quelle situazioni in cui i travetti sono troppo ammalorati o in cui sono presenti impianti nell'intercapedine per cui l'ancoraggio risulterebbe difficoltoso. Knauf garantisce i suoi sistemi sulla base di certificazioni e rapporti di prova rilasciati da laboratori accreditati che hanno determinato le sollecitazioni massime da applicare ai modelli, così da definire le caratteristiche di resistenza e deformabilità del Sistema.



1. Solaio in laterocemento.
2. Orditura metallica composta da:
   - Profili guida Knauf a "U" 100/75/100, sp. 1,0 mm, tassellati alle pareti laterali ogni 500 mm.
   - Profili montanti Knauf a "C" 50/75/50, sp. 0,6 mm, scatolati, posti a interasse massimo di 300 mm.

   I profili montanti scatolati saranno fissati tra loro con viti finta rondella punta teks, solo sul lato superiore, poste ad interasse 500 mm. Le estremità vengono incastrate nei profili guida. Non è necessario fissare i montanti sulle guide.
3. 1 lastra Knauf Diamant (13 kg/m^2, spessore 12,5 mm, reazione al fuoco A2-s1,d0)

Spessore totale: 87,5 mm (esclusa l'intercapedine) | Peso (lastra+profili): circa 20 kg/m^2
Possibilità di aggiungere lana di vetro Knauf Insulation nell'intercapedine, per isolamento termoacustico.

PERFORMANCE DELLA SOLUZIONE

Antisfondellamento
Rapporto di prova n. 406366 emesso da Istituto Giordano.

PERFORMANCE AMBIENTALI DELLA SOLUZIONE

Prodotto certificato EPD
Dichiarazione ambientale di prodotto Diamant: S-P-01938.
Dichiarazione ambientale di prodotto profili in acciaio: S-P-05737.

Contenuto materiale riciclato, recuperato, sottoprodotto
Su richiesta disponibile prodotto certificato in conformità al DM 23 Giugno 2022 dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) in merito al contenuto di riciclato.

15.7%

Le nostre certificazioni

www.knauf.it

09/2023

SEGUICI SU:

Sede:
Castellina Marittima (PI)
Tel. 050 69211
Fax 050 692301

Stabilimento Sistemi a Secco:
Castellina Marittima (PI)
Tel. 050 69211
Fax 050 692301

Stabilimento Sistemi Intonaci:
Gambassi terme (FI)
Tel. 0571 6307
Fax 0571 678014

K-Centri:
Knauf Milano
Rozzano (MI)
Tel. 02 52823711

Knauf Pisa
Castellina Marittima (PI)
Tel. 050 69211

Tutti i diritti sono riservati ed oggetto di protezione industriale. Le modifiche dei prodotti illustrati, anche se parziali, potranno essere eseguite soltanto se esplicitamente autorizzate dalla società Knauf di Knauf S.r.l. S.a.s. di Castellina Marittima (PI) che, pertanto, non risponde di un eventuale uso improprio degli stessi. Tutti i dati forniti ed illustrati sono indicativi e la società Knauf si riserva di apportare in ogni momento eventuali modifiche che riterrà opportune, in conseguenza delle proprie necessità aziendali e dei procedimenti produttivi.