

Sistemi di isolamento contro terra

www.foamglas.ch

FOAMGLAS®
Building



FOAMGLAS®

Sommario

Sicurezza ed economicità	4
Considerazioni di carattere energetico	5
Il concetto energetico globale	5
Sintesi per il committente	5
Caratteristiche dei prodotti FOAMGLAS®	6
Dati tecnici delle lastre FOAMGLAS®	8
Dati tecnici dei pannelli FOAMGLAS®	9
I principali sistemi di coibentazione per pavimenti e pareti	10
Coibentazione di pavimenti: FOAMGLAS® FLOOR BOARD nella modalità a secco	11
Coibentazione di pavimenti: lastre FOAMGLAS® con bitume a caldo	12
Coibentazione di pareti: lastre FOAMGLAS® con colla a freddo PC® 56	13
Oggetti di referenza	14 – 18
Esigenze statiche	19
Normative	20
Determinazione delle sollecitazioni di compressione ammesse	21
Influssi dell'isolamento sulla statica dell'edificio	22
Caratteristiche del FOAMGLAS®	22
La concorrenza	23
Sintesi per l'ingegnere civile	24
Costruzioni miste	24
Il dilemma dell'ingegnere	25
Criteri costruttivi fisici	27
Impermeabilizzazione secondaria dall'acqua	27
Coibentazione perimetrale	28
Comportamento della diffusione	28
Aspetti della sicurezza in relazione a FOAMGLAS®	29
Sicurezza in zone inaccessibili	29
FOAMGLAS® non imputridisce e resiste ai roditori	29
C'era una volta il radon	30
Vetro cellulare: granulato contro lastre/pannelli	31
Ecobilancio positivo	32



Sicurezza ed economicità

La coibentazione nel terreno comporta esigenze elevate in relazione alla longevità tecnica dell'isolante. Durante l'intera vita dell'intero manufatto, le sue parti interrato non sono più accessibili oppure lo sono soltanto a costi estremamente importanti. È perciò richiesto un materiale isolante in grado di proteggere con sicurezza l'edificio da perdite di calore e umidità per tutta la sua vita utile: un isolante come FOAMGLAS®, che coniuga sicurezza con economicità duratura.

Longevità tecnica = intervallo di tempo nel quale il materiale rimane affidabilmente impermeabile.

- 1 Intelaiatura metallica orizzontale, Paul Koch AG, Wallisellen
- 2 Coibentazione perimetrale con l'isolante di sicurezza FOAMGLAS®



A proposito di questa documentazione

Le parti interrato di un edificio possono essere valutate sotto diversi punti di vista. L'obiettivo di questa documentazione è di avvicinare sia il committente, sia lo specialista attivo della costruzione, a questa tematica comunque complessa. Le esposizioni sono strutturate in funzione degli aspetti

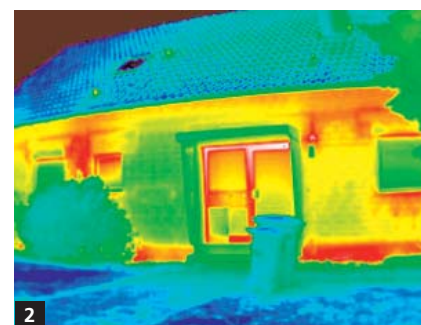
energetici, statici e fisici-costruttivi, e sono completate da esempi di riferimento e da una selezione di realizzazioni già affermate.



- 1 Glacier 3000, Les Diablerets
- 2 Le immagini termografiche evidenziano i punti deboli dell'involucro dell'edificio in superficie. Ma cosa succede sotto terra?

Considerazioni di carattere energetico

La problematica energetica si illustra al meglio in relazione ai vettori energetici fossili: riserve in calo da un lato, costi in aumento dall'altro. Non meno spinosa si presenta la situazione ambientale, con la parola d'ordine «gas serra». È in questo contesto che vanno viste le sempre più severe prescrizioni in materia di coibentazione termica, che oggi non «risparmiano» neppure le fondamenta degli edifici con i loro aspetti costruttivi piuttosto delicati. La coibentazione comporta ciò nonostante importanti vantaggi: per la costruzione, per il committente e per l'ambiente.



Il concetto energetico globale

Il calcolo energetico inerente a piani interrati riscaldati va fatto in considerazione della situazione preesistente. È in tale ambito economicamente sensato stabilire gli spessori dell'isolante di pareti e pavimenti (per coibentazioni di pavimenti volutamente uniformi) in modo tale da poter mantenere un obiettivo di consumo predefinito per le parti di involucro interrate (U nominale) con un costo minimo. L'esperienza mostra che, a tale scopo, FOAMGLAS® è l'isolante ottimale. Lo attestano migliaia di oggetti nella sola Svizzera, isolati dal terreno grazie a questo isolante di sicurezza in vetro cellulare.

Sintesi per il committente

Le misure adeguate ai fini dell'implementazione delle prescrizioni sulla coibentazione termica sono molteplici. Ragionevolmente, tutte le superfici perimetrali dell'edificio andrebbero munite di isolante. Per non dover ricorrere a standard esagerati in relazione a tetti e pareti, oppure alla qualità delle finestre, andrebbe ridotto anche il deflusso di calore attraverso i pavimenti interrati del manufatto o le sue fondamenta. La coibentazione dell'intero involucro dell'edificio riduce nettamente il fabbisogno annuo di calore da riscaldamento. La protezione termica globale evita inoltre obblighi costruttivi e problemi di messa in opera. Per i pavimenti di edifici a uso semiabitativo,

di capannoni industriali o magazzini, ecc., in particolare nel caso di superfici ampie l'attestazione del consumo energetico specifico ammesso può spesso già essere raggiunta proteggendo contro le perdite di calore solo le zone periferiche del piano della fondazione e le pareti perimetrali a contatto con il terreno. Questo dipende dal fatto che gran parte delle «perdite nel terreno» ha luogo attraverso la fascia perimetrale del piano di fondazione e l'involucro perimetrale.

FOAMGLAS® e le sue caratteristiche

1 Conduttività stabile nel tempo FOAMGLAS® ha eccellenti capacità isolanti e ha dimostrato le sue prestazioni termiche a lungo termine. Ciò è dovuto alla tenuta ermetica, delle cellule chiuse, della struttura del vetro. **Vantaggi:** raggiunge continuamente valori di resistenza termica elevati per tutta la durata della costruzione, garantisce risparmi energetici affidabili e un clima interno confortevole durante tutto l'anno.

2 Impermeabile FOAMGLAS® è impermeabile in quanto composto di vetro a cellule chiuse. **Vantaggi:** non assorbe umidità e non si gonfia.

3 Resistente ai parassiti In quanto inorganico, FOAMGLAS® è imputrescibile e resistente ai parassiti. **Vantaggi:** isolamenti esenti da rischi, in particolare per zoccoli a contatto con il terreno. Inadatto alla nidificazione, e alla germinazione.

4 Resistente alla compressione Grazie alla sua struttura in vetro, FOAMGLAS® resiste alla compressione e allo scorrimento anche con carichi duraturi. **Vantaggi:** utilizzo esente da rischi quale isolante termico per carichi elevati.

5 Incombustibile FOAMGLAS® non è combustibile in quanto composto di puro vetro. Comportamento in caso di incendio, classificazione secondo EN 13501: A1. **Vantaggi:** magazzino e lavorazione esenti da pericoli. Non propaga le fiamme. In caso di incendio, non sviluppa fumi né gas tossici.

6 Resistente al vapore FOAMGLAS® è impermeabile al vapore in quanto composto di cellule di vetro ermetiche. **Vantaggi:** non assorbe umidità e agisce al tempo stesso da barriera contro il vapore, garantendo per decenni valori isolanti costanti. Impedisce la penetrazione del radon.

7 Stabilità dimensionale FOAMGLAS® non altera le proprie dimensioni poiché il vetro non si restringe né si gonfia. **Vantaggio:** nessuna contrazione, riduzione o scorrimento dell'isolante. Coefficiente di dilatazione ridotto, quasi uguale a quelli di acciaio e calcestruzzo.

8 Resistente agli acidi FOAMGLAS® è resistente ad acidi e solventi organici in quanto composto di puro vetro. **Vantaggi:** inattaccabilità dello strato isolante da parte di agenti corrosivi.

9 Facile da lavorare FOAMGLAS® è facile da lavorare poiché è composto di cellule di vetro dalla parete sottile. **Vantaggi:** FOAMGLAS® può essere modellato nella forma voluta mediante semplici attrezzi, quali una sega e una raspa.

10 Barriera contro il Radon Il Radon è un gas naturale radioattivo che fuoriesce dal sottosuolo. Penetra negli edifici attraverso le opere murarie porose e può rappresentare un pericolo per la

salute. FOAMGLAS® costituisce un efficace barriera impermeabile al gas Radon.

11 Ecologico FOAMGLAS® è esente da additivi ignifughi dannosi per l'ambiente e gas a effetto serra, si compone per oltre il 60% di pregiato vetro riciclato. Per la sua fabbricazione si ricorre esclusivamente a elettricità rinnovabile. **Vantaggi:** dopo un pluridecennale utilizzo come isolante, FOAMGLAS® può ancora essere ecologicamente riciclato e riutilizzato sottoforma di granulato.



FOAMGLAS®
Building

Altre proprietà

Composizione	puro vetro con elevate quantità di vetro riciclato; inorganico ed esente da leganti
Temperature di utilizzo	da -265°C a +430°C
Punto di fusione (secondo DIN 4102-17)	≥ 1000°C
Assorbimento d'acqua	0 (tranne che in superficie, in corrispondenza delle celle tagliate)
Influssi biologici	resistente a microbi, animali, insetti, roditori e tarli
Coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore	$\mu = \infty$
Capillarità e igroscopicità	nessuna
Comportamento in caso di incendio (DIN EN 13501-1)	A1
Stabilità di forma	non si gonfia né si restringe, non si contrae né scorre
Coibentazione fonica	28 dB per 10 cm di spessore (gamma delle frequenze medie)

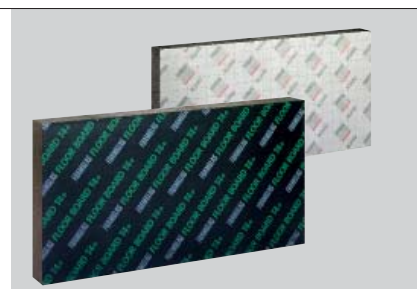
Lastre / pannelli FOAMGLAS®

Sostanzialmente si opera una distinzione tra lastre FOAMGLAS® e pannelli FOAMGLAS®.

- Le **lastre isolanti termiche** vanno posate sfalsate, senza giunti a croce (SIA 272 art. 6.4.4)
- Le lastre nel formato 450 x 600 mm vengono di principio incollate.
- Superfici orizzontali e a debole inclinazione con bitume a caldo.
- Superfici verticali con colla bituminosa a freddo PC® 56.



- I **pannelli** nel formato 600 x 1200 mm sono solitamente utilizzati per la posa a secco.
- Si compongono di lastre FOAMGLAS® incollate, rivestite sui due lati da uno speciale vello di vetro.
- Sulla faccia superiore è impressa la denominazione del tipo.
- Retro/faccia inferiore: il rivestimento inferiore è bianco per tutti i tipi.



Lastre e pannelli FOAMGLAS® per sistemi di coibentazione contro terra sono disponibili come tipi nelle qualità T4+ / S3 e F. L'elencazione è crescente in funzione della resistenza ammessa alla compressione.

Si distinguono per resistenza alla compressione, valore lambda e prezzo. Maggiore è la struttura cellulare, migliori sono il valore lambda e il prezzo. Minore è la struttura cellulare, migliore è la resistenza alla compressione. Il tipo standard è il **FOAMGLAS® T4+**.

Confronto: tipi standard FOAMGLAS® T4+ / XPS 700

XPS 700	lambda D = 0.038 resistenza alla compressione al 2% di deformazione da assestamento 250 kPa
FOMGLAS T4+	lambda D = 0.041 resistenza alla compressione allo 0% di deformazione da assestamento 360 kPa

- 1 lastra FOAMGLAS®
- 2 Archivio di stato, Zurigo
- 3 SUVA Sion



Lastre FOAMGLAS®

Dati tecnici



DIN EN 13167	FOAMGLAS® T3+	FOAMGLAS® T4+	FOAMGLAS® S3	FOAMGLAS® F
Dimensioni [mm] * Lunghezza 600 mm x Larghezza 450 mm **	50 – 180 ***	40 – 200 ***	40 – 200 ***	40 – 160 ***
Spessore [mm]				
Peso specifico apparente (± 10%) [kg/m³]	100	115	130	165
Conducibilità termica λ_D [W/(m·K)]	≤ 0.036	≤ 0.041	≤ 0.045	≤ 0.050
Comportamento in caso di incendio (EN 13501-1)	A1	A1	A1	A1
Punto di fusione (secondo DIN 4102-17)	> 1000 °C	> 1000 °C	> 1000 °C	> 1000 °C
Resistenza alla compressione CS test eseguito da istituto esterno abilitato, (EN 826, allegato A) [kPa]	≥ 500	≥ 600	≥ 900	≥ 1600
Resistenza alla flessione BS (EN 12089) [kPa]	≥ 450	≥ 450	≥ 500	≥ 550
Resistenza a trazione TR (EN 1607) [kPa]	≥ 100	≥ 150	≥ 150	≥ 150
Coefficiente di dilatazione termica [K⁻¹]	9 x 10 ⁻⁶	9 x 10 ⁻⁶	9 x 10 ⁻⁶	9 x 10 ⁻⁶
Capacità di ritenzione del calore [kJ/(kg·K)]	1,0	1,0	1,0	1,0
Diffusività termica 0 °C (m²/s)	4.4 x 10 ⁻⁷	4.2 x 10 ⁻⁷	4.1 x 10 ⁻⁷	3.5 x 10 ⁻⁷
Resistenza alla diffusione del vapore acqueo (EN ISO 10456)	$\mu = \infty$	$\mu = \infty$	$\mu = \infty$	$\mu = \infty$
Altre proprietà				
Resistenza alla compressione [N/mm²] Resistenza alla compressione media ¹⁾ Frattile 2,5 % ²⁾ Frattile 7,5 % ³⁾ costrizione di compressione ammissibile sotto carico nominale – sicurezza strutturale ⁴⁾ – efficienza funzionale ⁵⁾	0.65 – 0.68 0.51 0.55	0.79 – 0.81 0.64 0.68	1.16 – 1.19 0.97 1.02	1.80 – 1.83 1.59 1.65
Modulo d'elasticità (in compressione) [N/mm²]	70 In bitume caldo senza manti bituminosi	80 In bitume caldo senza manti bituminosi	90 In bitume caldo senza manti bituminosi	135 In bitume caldo senza manti bituminosi
Campi di applicazione	– tetti piani, TAPERED ROOF SYSTEM (tetti inclinati) – facciate – isolamento di pavimenti e perimetri – tetti metallici e tetti speciali – isolamento interno (pareti e soffitti)	– tetti piani, TAPERED ROOF SYSTEM (tetti inclinati) – facciate – isolamento di pavimenti e perimetri – tetti metallici e tetti speciali – isolamento interno (pareti e soffitti)	Applicazioni con forti sollecitazioni della resistenza alla compressione: – tetti piani (p. es. carrozzabili), TAPERED ROOF SYSTEM (tetti inclinati) – isolamento di pavimenti	Applicazioni con forti sollecitazioni della resistenza alla compressione: – tetti piani (p. es. carrozzabili), TAPERED ROOF SYSTEM (tetti inclinati) – isolamento di pavimenti
Colori dei rivestimenti				

a) Lastre inclinate FOAMGLAS® (TAPERED ROOF SYSTEM, TRS) pendenze standard 1.1%, 1.7%, 2.2%, 3.3%, 4.4%. Altre pendenze e dimensioni su richiesta.

* Altre dimensioni e spessori su richiesta.

** Tolleranza secondo DIN EN 13167.

*** Su tetti piani la posa a doppio strato si giustifica da 160 mm.

Descrizione delle resistenze alla compressione (σ_{zul} [N/mm²])

¹⁾ Affidabilità 95%

²⁾ Valore non raggiunto con una frequenza del 2.5%; livello di affidabilità 95%

³⁾ Valore non raggiunto con una frequenza del 7.5%; livello di affidabilità 95%

⁴⁾ quale elemento integrante del sistema portante primario, sotto fondamenta, $Y_3 > 1.75$, riferito a un valore frattile del 2.5%

⁵⁾ sotto pavimenti sospesi e lastre di ripartizione del carico, ev. supplemento di spinta incluso, $Y_3 > 1.75$, riferito a un valore frattile del 7.5%

FOAMGLAS® Boards

Dati tecnici



DIN EN 13167	BOARD LATO POSTERIORE	FOAMGLAS® WALL BOARD T3+	FOAMGLAS® FLOOR BOARD T4+	FOAMGLAS® FLOOR BOARD S3	FOAMGLAS® FLOOR BOARD Typ F
Dimensioni [mm] * Lunghezza 1200 mm x Larghezza 600 mm **	Spessore [mm]	50 – 180 *	40 – 200 *	40 – 200 *	40 – 160 *
Peso specifico apparente (± 10%) [kg/m³]		100	115	130	165
Conducibilità termica λ_D [W/(m·K)]		≤ 0.036	≤ 0.041	≤ 0.045	≤ 0.050
Comportamento in caso di incendio (EN 13501-1)		E Nucleo Materiale A1	E Nucleo Materiale A1	E Nucleo Materiale A1	E Nucleo Materiale A1
Resistenza alla compressione CS test eseguito da un centro studi esterno, (EN 826, Allegato A) [kPa]		≥ 500	≥ 600	≥ 900	≥ 1600
Resistenza alla flessione BS (EN 12089) [kPa]		≥ 450	≥ 450	≥ 500	≥ 550
Resistenza a trazione TR (EN 1607) [kPa]		≥ 100	≥ 150	≥ 150	≥ 150
Coefficiente di dilatazione termica [K⁻¹]		9 x 10 ⁻⁶	9 x 10 ⁻⁶	9 x 10 ⁻⁶	9 x 10 ⁻⁶
Capacità di ritenzione del calore [kJ/(kg·K)]		1,0	1,0	1,0	1,0
Diffusività termica a 0 °C [m²/s]		4.4 x 10 ⁻⁷	4.2 x 10 ⁻⁷	4.1 x 10 ⁻⁷	3.5 x 10 ⁻⁷
Resistenza alla diffusione del vapore acqueo (EN ISO 10456)		$\mu = \infty$	$\mu = \infty$	$\mu = \infty$	$\mu = \infty$
Altre proprietà					
Resistenza alla compressione [N/mm²] Resistenza alla compressione media ¹⁾ Frattile 2,5 % ²⁾ Frattile 7,5 % ³⁾ costrizione di compressione ammissibile sotto carico nominale – sicurezza strutturale ⁴⁾ – efficienza funzionale ⁵⁾		0.65 – 0.68 0.51 0.55	0.79 – 0.81 0.64 0.68	1.16 – 1.19 0.97 1.02	1.80 – 1.83 1.59 1.65
Modulo d'elasticità [N/mm²] (si riferisce alla costrizione di compressione)		90 Asciutto (su sabbia o ghiaietto)	100 Asciutto (su sabbia o ghiaietto)	120 Asciutto (su sabbia o ghiaietto)	220 Asciutto (su sabbia o ghiaietto)
Campi di applicazione		Applicazioni con scarse sollecitazioni meccaniche: – Facciate (come isolante intermedio per muri doppi) – Isolamento interno (dietro ad un rivestimento in muratura o a delle costruzioni a montanti)	– Isolamento a pavimento – Facciate (Isolamento intermedio per costruzioni in beton a doppia muratura)	Applicazioni con forti esigenze in materia di resistenza alla compressione: – Isolamento a pavimento	Applicazioni dalle esigenze estreme in materia di resistenza alla compressione: – Isolamento a pavimento
Colori dei rivestimenti		Giallo (lato superiore), vello bianco (lato inferiore)	Verde (lato superiore), vello bianco (lato inferiore)	Verde (lato superiore), vello bianco (lato inferiore)	Rosso (lato superiore), vello bianco (lato inferiore)

* Altre dimensioni e spessori su richiesta.
** Tolleranza secondo DIN EN 13167.

Descrizione delle resistenze alla compressione (σ_{zul} , [N/mm²])

¹⁾ Affidabilità 95%

²⁾ Valore non raggiunto con una frequenza del 2.5%; livello di affidabilità 95%

³⁾ Valore non raggiunto con una frequenza del 7.5%; livello di affidabilità 95%

⁴⁾ quale elemento integrante del sistema portante primario, sotto fondamenta, $Y_s > 1.75$, riferito a un valore frattile del 2.5%

⁵⁾ sotto pavimenti sospesi e lastre di ripartizione del carico, ev. supplemento di spinta incluso, $Y_s > 1.75$, riferito a un valore frattile del 7.5%

I principali sistemi di coibentazione per pavimenti e pareti perimetrali



FOAMGLAS® FLOOR BOARD posato a secco

Coibentazione a pavimento (con ripartizione del carico) su plania in ghiaietto modalità a secco con **FOAMGLAS® FLOOR BOARDS**.

Funzione: isolamento termico e barriera capillare in un unico strato funzionale.

Applicazioni: ove non sia richiesta impermeabilità al vapore/protezione contro il radon.



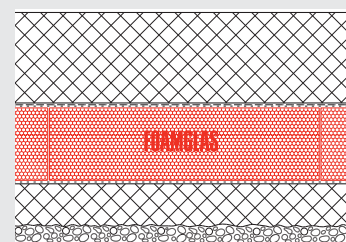
Lastre FOAMGLAS® con bitume caldo

Coibentazione a pavimento su sottofondo in calcestruzzo talocciato in **modalità compatta**.

Lastre FOAMGLAS® incollate con **bitume caldo**.

Funzione: isolamento termico; barriera antivapore, capillare e antiradon in un unico strato funzionale.

Applicazioni: ove sia richiesta impermeabilità al vapore/protezione contro il radon.

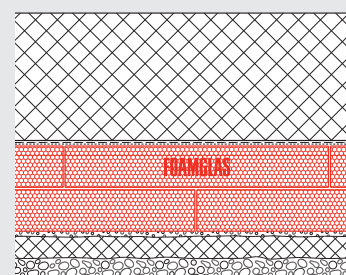


Combinazione di modalità compatta e a secco

Coibentazione a pavimento (con ripartizione del carico) su plania in ghiaietto. Combinazione di **modalità compatta e a secco**. **FOAMGLAS® BOARDS** e lastre FOAMGLAS® incollate con **bitume a caldo**.

Funzione: isolamento termico; barriera antivapore, capillare e antiradon in un unico strato funzionale.

Applicazioni: in pose a doppio strato quando si intende rinunciare al sottostrato in calcestruzzo.

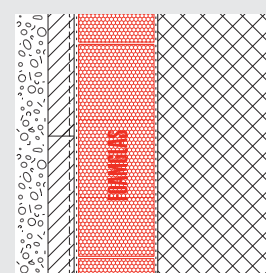


Lastre FOAMGLAS® con colla a freddo

Coibentazione di pareti in calcestruzzo in **modalità compatta**. Lastre FOAMGLAS® incollate con **colla bituminosa a freddo PC® 56**.

Funzione: isolamento termico; barriera antivapore, capillare e antiradon in un unico strato funzionale. Impermeabilizzazione contro l'umidità sottoforma di rivestimento spesso.

Applicazioni: tutte le pareti a contatto con il terreno.



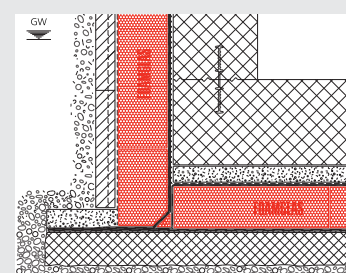
Lastre FOAMGLAS® con bitume caldo

Coibentazione e sistema di impermeabilizzazione con manti impermeabilizzanti polimeri in **modalità compatta**.

Lastre FOAMGLAS® incollate con **bitume caldo**.

Funzione: isolamento termico; barriera antivapore, capillare e antiradon in un unico strato funzionale. Le guaine bituminose polimeriche provvedono all'impermeabilizzazione della costruzione.

Applicazioni: per impermeabilizzazioni contro acqua di falda e premente.





- 1 Sul FOAMGLAS® si costruisce in maniera affidabile.

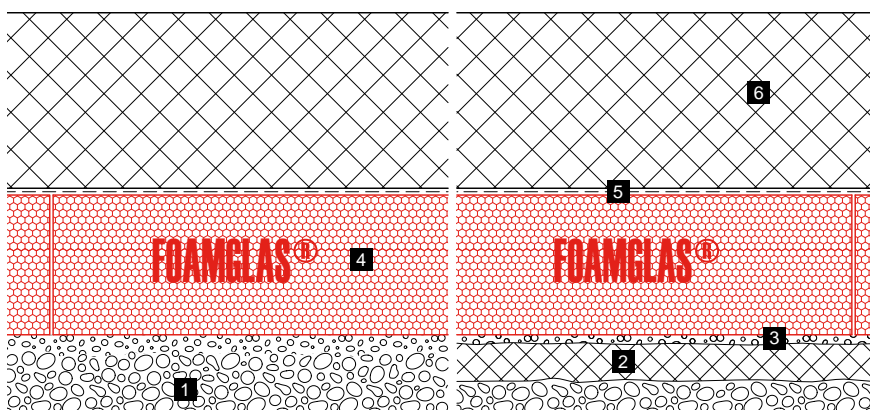
Coibentazione di pavimenti: FOAMGLAS® FLOOR BOARD posato a secco

I pannelli FOAMGLAS® FLOOR BOARD T4+, S3 o F nel formato 60 / 120 cm vengono posati con giunti pressati e sfalsati. Come sottofondo è sufficiente un convenzionale magrone (calcestruzzo magro) con un sottile strato di ghiaietto 3/6 a correzione delle irregolarità. Come strato di separazione e scivolamento, si applica una pellicola in PE da 0.2 mm con giunti sovrapposti.

Applicazione:

In presenza di acqua non premente. L'umidità capillare non viene assorbita nelle fughe stagne purché non vi sia del latte di cemento nei giunti.

In presenza di acqua premente, i giunti vanno incollati (SIA 272, art. 6.4.4), anche se l'impermeabilità all'acqua deve essere garantita dal calcestruzzo (vasca bianca). L'altezza piezometrica massima ammissibile per i pannelli FOAMGLAS® (acqua premente) è di 12 m.



Stratigrafia del sistema 1.1.1

- 1 Piano di posa
- 2 Calcestruzzo magro
- 3 Strato di compensazione, ghiaietto
- 4 FOAMGLAS® FLOOR BOARD, posa libera
- 5 Strato di separazione
- 6 Soletta in calcestruzzo



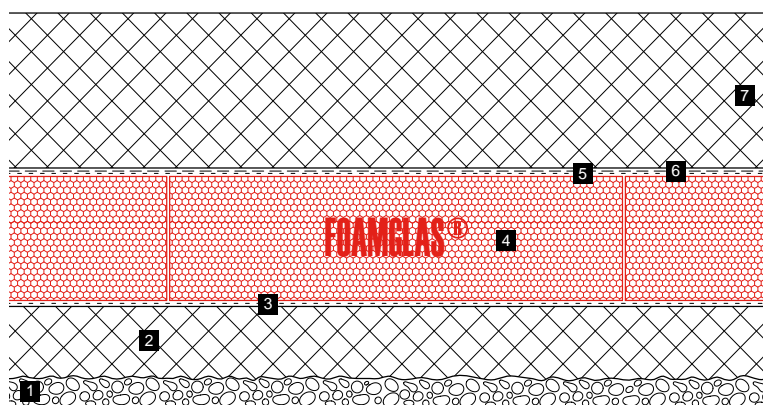
1 Rasatura con bitume caldo.

Coibentazione di pavimenti: Lastre FOAMGLAS® con bitume caldo

Le lastre FOAMGLAS® T4+, S3 o F nel formato 45 / 60 cm vengono posate in piena aderenza, con giunti sfalsati e colmati, nel bitume caldo colato. Come sottofondo non è sufficiente un convenzionale magrone (calcestruzzo magro). La superficie deve corrispondere al calcestruzzo talocciato. Come strato di separazione e scivolamento, si applica una pellicola in PE da 0.2 mm con giunti sovrapposti.

Osservazione:

In presenza di acqua premente, l'impermeabilità all'acqua deve essere garantita dal calcestruzzo (vasca bianca) oppure da un manto elastoplastico stagno.



Stratigrafia del sistema 1.1.3

- 1 Piano di posa
- 2 Sottofondo in calcestruzzo
- 3 Imprimitura
- 4 Lastre FOAMGLAS®, posate con bitume caldo
- 5 Rasatura in bitume caldo
- 6 Strato di separazione
- 7 Soletta in calcestruzzo



- 1 Coibentazione termica e al tempo stesso impermeabilizzazione contro l'umidità.

Coibentazione perimetrale: Lastre FOAMGLAS® con colla a freddo PC® 56

Le lastre FOAMGLAS® nel formato 45 / 60 cm vengono posate in piena aderenza, con giunti sfalsati e colmati, mediante la colla a freddo PC®.

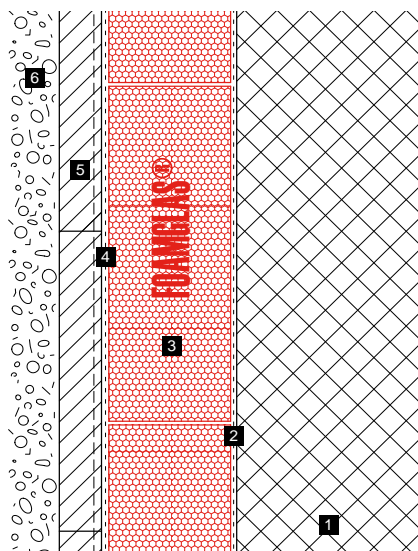
Perché una coibentazione perimetrale con FOAMGLAS®?

Perché rappresenta una barriera contro vapore, umidità capillare e radon in un unico strato funzionale.

Quando in relazione alla coibentazione perimetrale si parla di diffusione di vapore, solitamente non si intende la compensazione parziale della pressione dall'umidità dell'aria del locale a quella del terreno. Nel caso degli isolanti convenzionali, l'umidità/acqua tra isolante e calcestruzzo è all'origine di un assorbimento di umidità da parte dell'isolante. Riscaldata a circa 1.5 gradi

meno dell'aria ambiente, questa umidità funge da catalizzatore per la diffusione di vapore.

In questo senso, secondo il contenuto d'acqua, il terreno agisce da freno e persino da barriera contro il vapore.



Stratigrafia del sistema 1.2.1

- 1 Parete in calcestruzzo
- 2 Imprimitura
- 3 Lastre FOAMGLAS®, incollate con PC® 56
- 4 Rasatura con PC® 56
- 5 Strato protettivo
- 6 Terreno / riempimento



Sistemi di isolamento contro terra

Archivio statale del Canton Turgovia

Architetto Jessen e Vollenweider, Basilea

Anno d'esecuzione 2009 – 2011

Applicazioni FOAMGLAS® Isolamento contro terra, isolamenti interni e isolamento compatto dei tetti piani, totale: 888 m³

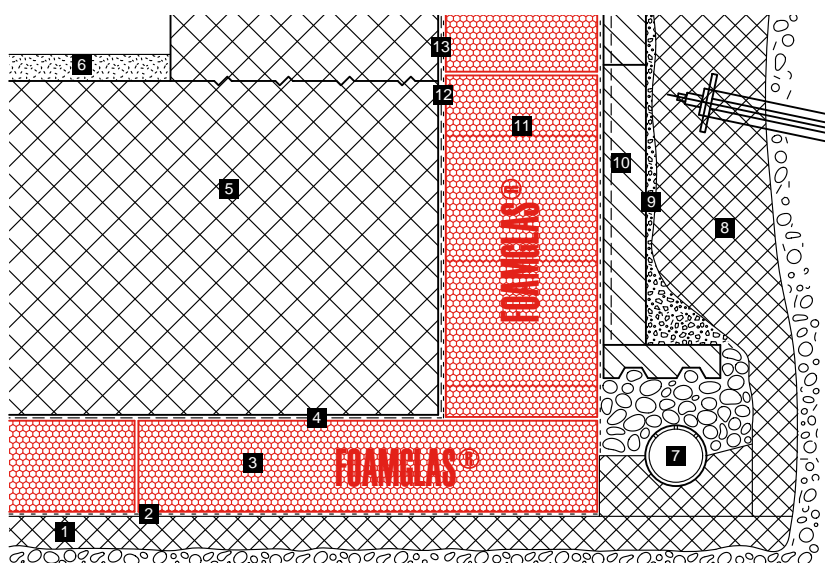
La coibentazione degli elementi inter-rati comporta sollecitazioni particolarmente elevate per il materiale isolante. Per l'intera durata utile dell'edificio, queste parti risultano praticamente inaccessibili. Quello che occorre è un isolante comprimibile e di forma stabile, resistente a pressione, umidità, putredine, roditori, insetti e al tempo stesso anche al radon.

Il valore U delle parti coibentate rimane invariato per decenni. Grazie alla sua struttura in vetro cellulare, FOAMGLAS® non assorbe alcuna umidità. Oltre 50 anni di esperienza rendono i prodotti FOAMGLAS® un materiale isolante che unisce durevolmente sicurezza ed economicità.

www.foamglas.ch

Stratigrafia del sistema

- 1 Beton di sottofondo BN 250
- 2 Imprimitura con lacca bituminosa
- 3 Lastre FOAMGLAS®, posate con bitume caldo, inclusa rasatura
- 4 Strato di protezione
- 5 Beton impermeabile
- 6 Rivestimento pavimento
- 7 Drenaggio
- 8 Parete ancorata
- 9 Intonaco cementizio di livellamento
- 10 Lastre filtranti
- 11 Lastre FOAMGLAS® incollate con colla a freddo
- 12 Rasatura con colla
- 13 Strato di separazione con foglio in PE





Sistemi di isolamento contro terra

Kolping Arena, pista del ghiaccio Schluefweg, Kloten

Architetto ARGE Isler Architekten AG/Thomet Bauleitungen Planungen AG, Winterthur

Anno d'esecuzione 2008

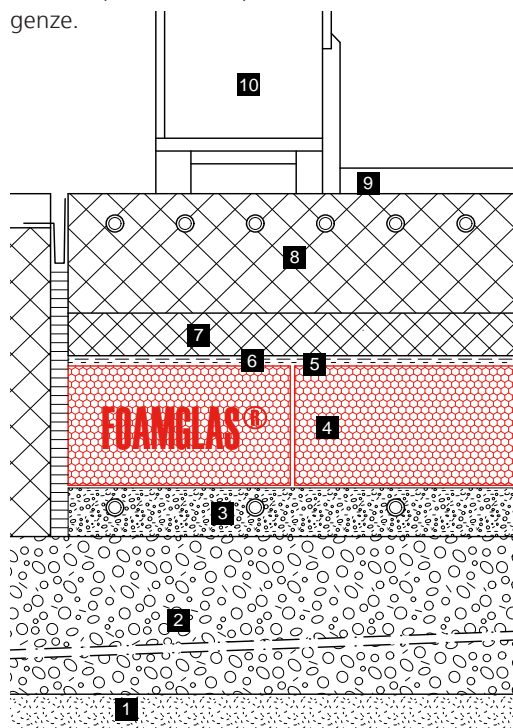
Applicazioni FOAMGLAS® Isolamento contro terra, 1900 m²,
FOAMGLAS® S3, spessore 140mm

Il venerabile stadio dell'hockey su ghiaccio che vede proprietaria la città di Kloten e che ospita i Kloten Flyers è oggetto di trasformazioni, tra cui il rinnovamento della pista di ghiaccio. La coibentazione del sottofondo contro terra, esposto a temperature negative, costituisce in quest'ambito un caso particolare. Il compito dello strato isolante è qui di impedire le deformazioni del sottofondo dovute al congelamento della costruzione interrata. Occorre inoltre ridurre il consumo energetico connesso alla produzione del ghiaccio artificiale, per la quale si utilizzano grandi quantità d'acqua.

Durante l'interruzione dell'esercizio (1-2 mesi l'anno) e lo scongelamento, l'acqua di fusione rappresenta un rischio potenziale per il materiale isolante posato sotto il pavimento. Con la presenza del ghiaccio, il flusso di diffusione del vapore fluisce dal terreno, in sua assenza verso il terreno. Quello richiesto è un isolante che, grazie alla sua struttura in vetro cellulare sia impermeabile all'acqua e al vapore. Siccome il sottofondo deve essere altamente esente da screpolature e reggere cari-

chi fino a 40 t, è necessario che anche l'isolante sia non comprimibile, non viscoso e resistente ai carichi, così da non influire negativamente sul sottofondo.

L'isolante di sicurezza FOAMGLAS® soddisfa pienamente queste elevate esigenze.



www.foamglas.ch

Stratigrafia del sistema

- 1 Filtro in sabbia, 150 mm
- 2 Strato antigelo, 730 mm
- 3 Strato di livellamento, 60 mm (rivestito con riscaldamento antipermafrost)
- 4 **FOAMGLAS® S3 140mm posato con bitume caldo**
- 5 Rasatura con bitume caldo
- 6 Strato di separazione / scorrimento (PE / vello PE)
- 7 Strato di livellamento, 50mm (calcestruzzo)
- 8 Piastra di raffreddamento in calcestruzzo armato, 140 mm con condotte del freddo
- 9 Strato di ghiaccio, 30mm
- 10 Balausta





Sistemi di isolamento contro terra

Garage Bernina, nuova costruzione

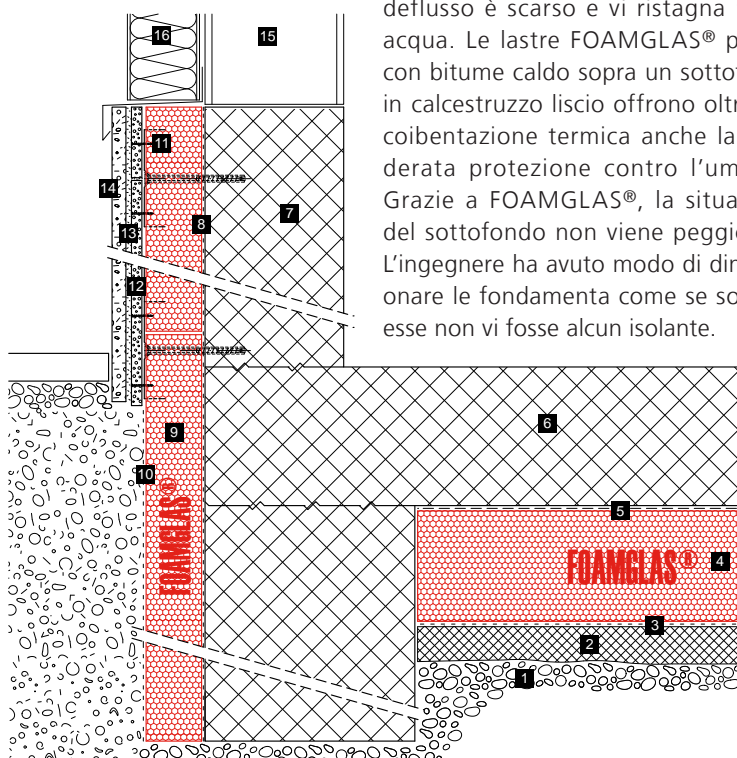
Architetto Fighera Bruno, Poschiavo

Anno d'esecuzione 2014

Applicazioni FOAMGLAS® Isolamento contro terra, lastre FOAMGLAS® T4+ Spessore 140 mm, 580 m²

Poschiavo è il capoluogo della bellissima valle omonima nel sud dei Grigioni. La si raggiunge attraverso il passo del Bernina, che collega l'Engadina alla Valtellina.

Originario dei luoghi, l'architetto conosce la valle e il suo fiume, il Poschiavino, che talvolta può anche gonfiarsi in modo notevole. In caso di forti precipitazioni, nella zona del garage il deflusso è scarso e vi ristagna molta acqua. Le lastre FOAMGLAS® posate con bitume caldo sopra un sottofondo in calcestruzzo liscio offrono oltre alla coibentazione termica anche la desiderata protezione contro l'umidità. Grazie a FOAMGLAS®, la situazione del sottofondo non viene peggiorata. L'ingegnere ha avuto modo di dimensionare le fondamenta come se sotto di esse non vi fosse alcun isolante.



FOAMGLAS® – Un investimento sicuro nel futuro.

www.foamglas.ch

Stratigrafia del sistema

- 1 Terreno da costruzione
- 2 Sottofondo in calcestruzzo
- 3 Imprimitura
- 4 FOAMGLAS® T4+ posato con bitume caldo
- 5 Strato di separazione
- 6 Platea in calcestruzzo
- 7 Parapetto in calcestruzzo
- 8 Imprimitura
- 9 FOAMGLAS® T4+ incollato con PC® 56
- 10 Rasatura con PC® 56
- 11 Placchetta dentata PC® SP
- 12 Aquapanel®
- 13 Fondo con rete d'armatura
- 14 Zoccolo in pietra naturale
- 15 Travatura in acciaio
- 16 Pannelli a sandwich





Sistemi di isolamento contro terra

Archivio di stato di Lucerna, minergie P-Eco

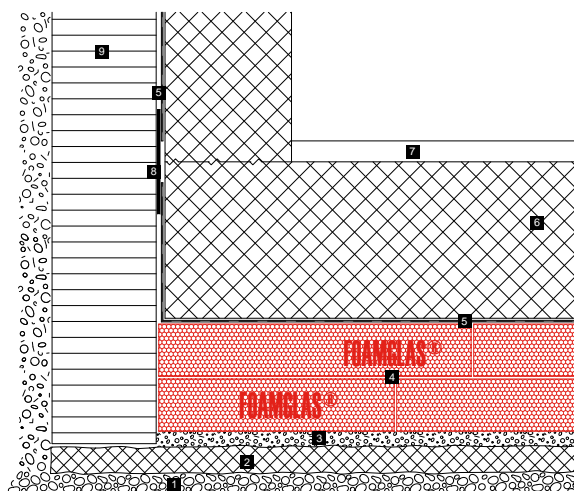
Architetto Enzmann Fischer Partner Architekten

Anno d'esecuzione 2015

Applicazioni FOAMGLAS® Coibentazione sotto soletta di fondazione con «vasca gialla» FOAMGLAS® FLOOR BOARD T4+ e S3 200 mm posate in doppio strato, 820 m²
Tetto compatto rivestito in lastre FOAMGLAS® T4+ 120 mm, ca. 310 m²
Isolamento interno del pavimento FOAMGLAS® T4+ 40 mm, 450 m²

L'archivio di stato esistente è al limite delle capacità. Per disporre di più spazio e soddisfare le esigenze tecniche di sicurezza, nel maggio 2012 il Consiglio comunale cittadino ha deliberato un credito di 10.5 milioni di franchi da destinare a una nuova costruzione. Gli edifici che ospitano beni artistici e culturali devono soddisfare standard elevati in quanto a sicurezza e climatizzazione. Resistente alla pressione, FOAMGLAS® non è comprimibile né viscoso. Si compone di milioni di cellule di vetro ermeticamente chiuse che non assorbono alcuna umidità. Il valore λ dichiarato si mantiene e non si dete-

riora: a testimoniarlo sono misurazioni eseguite su FOAMGLAS® vecchio di 50 anni. Il calcestruzzo è ricco di screpolature. Perciò, ai fini dell'impermeabilità assoluta all'acqua della costruzione si è optato per la cosiddetta «vasca gialla», un sistema della SIKA®. Quella nata dalla lungimiranza di committenti e pianificatori non è la costruzione più conveniente a breve termine, bensì quella migliore a lungo termine.



**FOAMGLAS® – Un
investimento sicuro
nel futuro.**
www.foamglas.ch

Stratigrafia del sistema

- 1 Terreno da costruzione
- 2 Calcestruzzo magro
- 3 Strato di livellamento in ghiaietto
- 4 **FOAMGLAS® FLOOR BOARD**
posato in doppio strato
- 5 Guaina impermeabile «vasca gialla»
- 6 Platea in calcestruzzo
- 7 Rivestimento in calcestruzzo duro
- 8 Combiflex
- 9 Isolante XPS





Sistemi di isolamento contro terra

Casa monofamiliare a Obereggi

Architetto Holzbau AG, Obereggi

Anno d'esecuzione 2014

Applicazioni FOAMGLAS® Coibentazione di pavimenti e pareti perimetrali

Pavimenti: FOAMGLAS® FLOOR BOARD T4+, spessore 80 mm, 78 m²

Pareti perimetrali: lastre FOAMGLAS® T4+, spessore 150 mm, 92 m²

La bellezza del paesaggio, l'originalità della cultura e la vivacità delle usanze sono presupposti ideali per una casa di vacanze nell'ambiente rurale del cantone di Appenzello Interno. Per i committenti, l'aspetto centrale era una costruzione in legno ecologica e tradizionale, in grado di integrarsi nel ciclo naturale dei materiali. Tutti gli elementi costruttivi dovevano essere sicuri per la salute, realizzati nel rispetto dell'ambiente e ineccepibilmente funzionali. Certificato nature-plus®, FOAMGLAS® soddisfa in maniera ideale questi criteri dell'edilizia biologica.

Il seminterrato è stato realizzato in calcestruzzo. La piastra di fondazione e le pareti esterne a contatto con il terreno sono stati isolati termicamente all'esterno con FOAMGLAS®.

Grazie alla stabilità di forma e alla non comprimibilità dell'isolante non è stata necessaria alcuna misura statica supplementare. Il materiale a cellule chiuse non contiene leganti organici né inorganici. Inoltre, FOAMGLAS® è longevo: la durata utile dell'isolante corrisponde potenzialmente a quella dell'edificio. Gli elementi della costruzione a contatto con il terreno e isolati esternamente con FOAMGLAS® sono imputrescibili e offrono nel contempo protezione contro l'umidità.



**FOAMGLAS® – Un
investimento sicuro
nel futuro.**
www.foamglas.ch

Stratigrafia del sistema

- 1 Terreno da costruzione
- 2 Calcestruzzo magro
- 3 Strato di livellamento in ghiaietto / sabbia
- 4 FOAMGLAS® FLOOR BOARD T4+, posa libera
- 5 Strato di separazione
- 6 Platea in calcestruzzo
- 7 Imprimitura
- 8 Fascia impermeabilizzante
- 9 Lastre FOAMGLAS® T4+ incollate con PC® 56
- 10 Rasatura con PC® 56
- 11 Strato protettivo
- 12 Terreno / riempimento





Esigenze statiche: soluzione durevole per carichi elevati

Gli isolanti FOAMGLAS® sono in grado di sopportare senza alcun danno carichi statici e in movimento. In tal senso, è possibile distinguere tre tipi principali di situazioni di carico che, per quanto concerne la stabilità e l' idoneità all'uso (dell'intera costruzione) richiedono una considerazione diversificata.

- 1 FOAMGLAS® resiste durevolmente alla compressione, è indeformabile e non slitta.
- 2 Le fondamenta costituiscono la base della statica dell'edificio.



Si tratta della classica situazione del «piano di parcheggio» (Stratigrafia A), della qui particolarmente interessante situazione del sottofondo (Stratigrafia B) e di una combinazione di entrambe, qui definita come situazione del «pavimento di magazzino (Stratigrafia C).

In tutti i casi, lo strato isolante viene sollecitato dalla pressione sotto uno piano di utilizzo a ripartizione del carico. Nel caso della struttura A, lo strato isolante funge da cosiddetta «molla elastica» sopra il fondo rigido e sopporta la sollecitazione di compressione massima delle tre opzioni. Nelle stratificazioni delle strutture B e C, la sollecitazione di compressione nell'isolante risulta ridotta in funzione dell'elasticità/«morbidezza» del terreno sottostante. Questa relazione a livello di basamento si applica a tutti i potenziali iso-

lanti. Occorre tuttavia ricordare le differenze di principio nel comportamento di FOAMGLAS® e dei prodotti concorrenti in espanso rigido di plastica come sono citate al punto 6.2.4. della norma SIA 272:2009 «Abdichtungen und Entwässerungen von Bauten unter Terrain und im Untertagbau». In modo particolare quando, come appunto nel caso di un sottofondo, si tratta di carichi statici con durata della sollecitazione «infinita». In questo caso, oltre alla sollecitazione di compressione calcolata, in relazione alle plastiche anche la viscosità dell'isolante, cioè la sua deformazione plastica dovuta a un carico costante e durevole, svolge un ruolo determinante per l'elemento della costruzione interessata.

Le prescrizioni delle normative

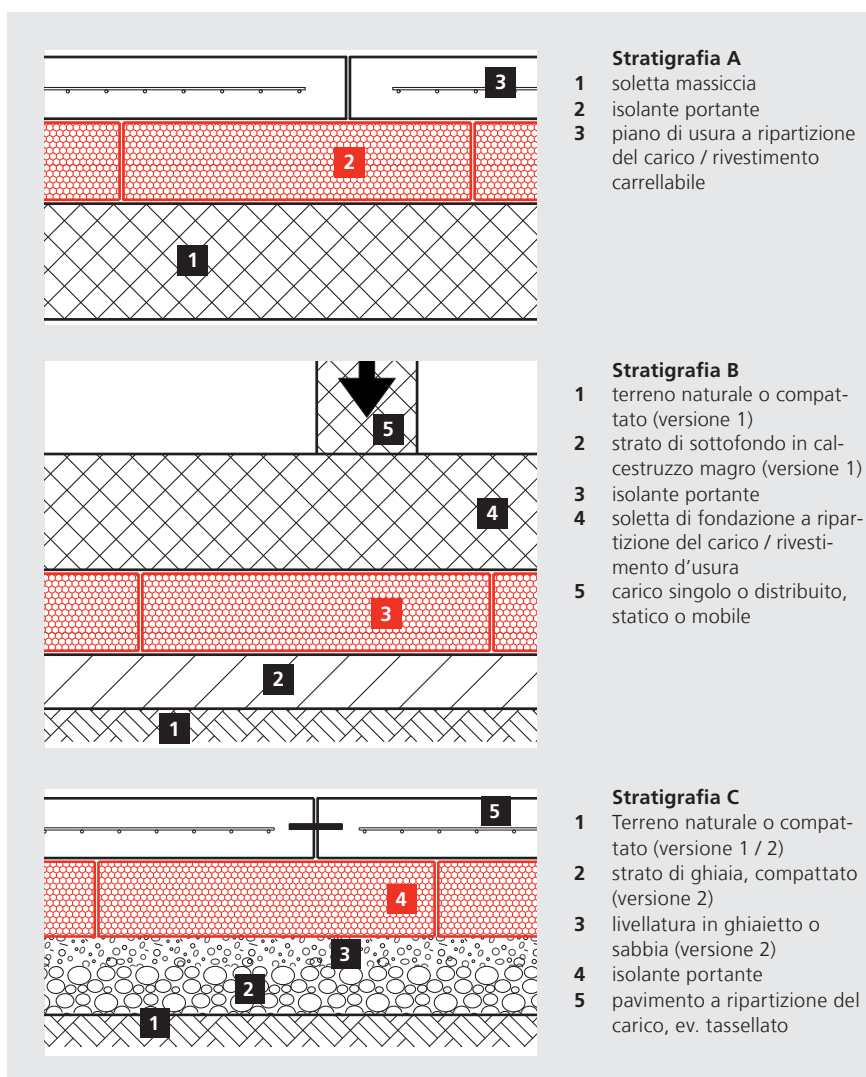
Dal punto di vista statico-costruttivo, per gli elementi della costruzione termicamente coibentate contro terra in Svizzera fa stato la citata norma SIA 272:2009. Ad ogni modo, anch'essa non contiene che poche indicazioni inerenti alle esigenze statiche. Il che sorprende, se si pensa che la modalità di coibentazione praticamente prescritta dalla norma non influenza esclusivamente la stabilità e l'idoneità all'uso della soletta di fondazione (come superficie di usura e fondazione di superficie), ma anche la stabilità e l'assestamento dell'intero edificio.

Questo «spazio di manovra normativo» viene sfruttato sotto la propria responsabilità secondo l'interpretazione dell'ingegnere progettista – oppure eluso sulla base di regole esistenti nei paesi esteri di lingua tedesca. Siccome l'applicazione qui esaminata di coibentazione contro terra della soletta di fondazione non sembra in linea di principio (ancora) degna di una normativa DIN, nella RFT le vengono assegnate le cosiddette «Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassungen» (tolleranze generali di vigilanza edilizia) del Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt).

Queste si applicano di volta in volta solo a un isolante esplicitamente determinato. In relazione alla coibentazione di solette di fondazione, ad esempio, oltre ad altri parametri stabiliti vi si definisce una «sollecitazione da compressione ammessa per carico nominale». I possibili problemi di assestamento e le loro conseguenze in caso di utilizzo di schiume sintetiche sono tuttavia solo «ricordati» con un una frase del tutto generica.

Non vi è in principio alcuna norma (SIA) o indicazione esplicita concernente il dimensionamento statico degli isolanti!

Ad ogni modo, è indirettamente possibile ritenere «staticamente rilevante» l'indicazione della norma SIA 271, «Impermeabilizzazione di edifici», secondo la quale le coibentazioni (nel caso di sollecitazioni di tetti piani) non



possono subire deformazioni superiori al 2%, ma al massimo di 5 mm.

Ciò nonostante, in Svizzera, le «caratteristiche staticamente rilevanti» – e le sollecitazioni che agiscono sull'isolante nella «struttura del sistema» – devono essere rilevate e valutate in maniera autonoma, e questo sia sotto l'aspetto della stabilità, sia per quanto concerne l'idoneità all'uso.

A tale riguardo, in relazione alle sollecitazioni di compressione ammesse nel FOAMGLAS®, distinguiamo se nell'«insieme della costruzione» lo strato isolante integrato eserciti il proprio influsso sulla **stabilità** (piano di fondazione, PERINSUL) oppure «solo» sull'**idoneità all'uso** (piano di parcheggio, pavimento di magazzino, ecc.).

Determinazione delle sollecitazioni di compressione ammesse

Al fine della determinazione della sollecitazione di compressione ammessa, come pure per le relative «Raccomandazioni del fabbricante», per le lastre in vetro cellulare, in questo esempio della qualità **FOAMGLAS® Typ T4+**, si è proceduto come segue.

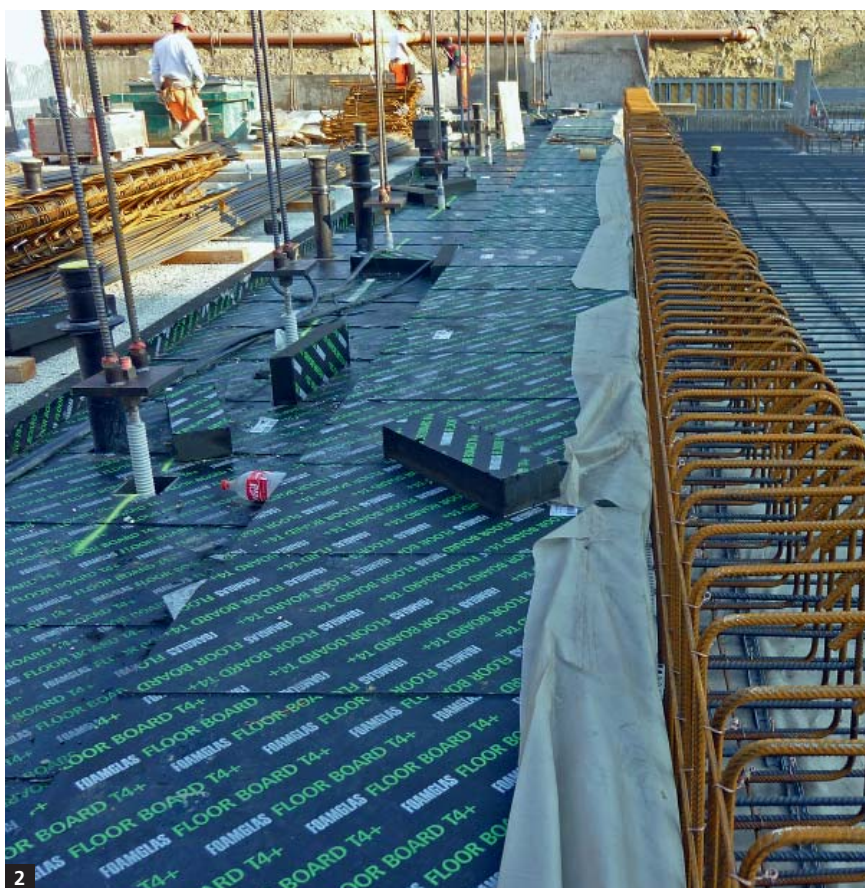
Sulla base di 590 blocchi di prova, conformemente alla norma UE (prova della resistenza alla compressione) EN 826 è stato rilevato un carico di rottura medio pari a 0.797 N/mm² con una variazione empirica standard di ± 0.07505 N/mm².

Tenendo conto di un valore frattile del 2.5% a un livello di affidabilità del 95%*), risulta un carico di rottura determinante ai fini dei calcoli successivi pari a 0.64 N/mm².

Questo carico di rottura calcolato viene ridotto del coefficiente parziale di sicurezza del modello stabilito liberamente dalla fabbrica γ_M (fattore 1.25) = 0.513 N/mm² e del coefficiente parziale di sicurezza normativo del carico γ_F (fattore 1.4) = 0.366 N/mm², che assieme danno un γ_S pari a 1.75 all'indicazione documentata del Sigma ammesso per il **FOAMGLAS® T4+ = 0.36 N/mm²**. (0.64 N/mm²: 1.75 = 0.36 N/mm²)

Il carico di rottura ammesso per il FOAMGLAS® S3 + F è stato ottenuto con il medesimo procedimento.

*) valore frattile del 2.5% a un livello di affidabilità del 95% significa:
con una probabilità pari al 95%, su un numero illimitato di campioni (con valore medio di 0.797 N/mm² e una variazione di ± 0.07505 N/mm²) solo un 2.5% di essi (= rischio residuo accettato) si situerà al di sotto del valore nominale ammesso pubblicato di 0.64 N/mm².



1 Modalità a secco con FOAMGLAS®-FLOOR BOARD

Le norme SIA 260 e 261 non dicono nulla sui coefficienti parziali di sicurezza per materiali isolanti.

Nel frattempo, con la EN DIN 1055-100 e conformemente al DIBt, è data una regola secondo cui il valore caratteristico dei materiali isolanti può essere stabilito con un frattile del 5% (invece del 2.5%) a un livello di affidabilità del 75% (invece del 95%). Nel caso del FOAMGLAS® T4+, il risultato sarebbe un valore pari a $0.797 - 0.07505 \cdot 1.69 = 0.670$ N/mm². Ridotto del frequentemente applicato coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_M = 1.3$ (invece di 1.25) si otterrebbe una sollecitazione di compressione ammessa per carico nominale pari a 0.515 N/mm² (invece dei quasi identici 0.513 N/mm²).

Influssi della coibentazione sulla statica dell'edificio

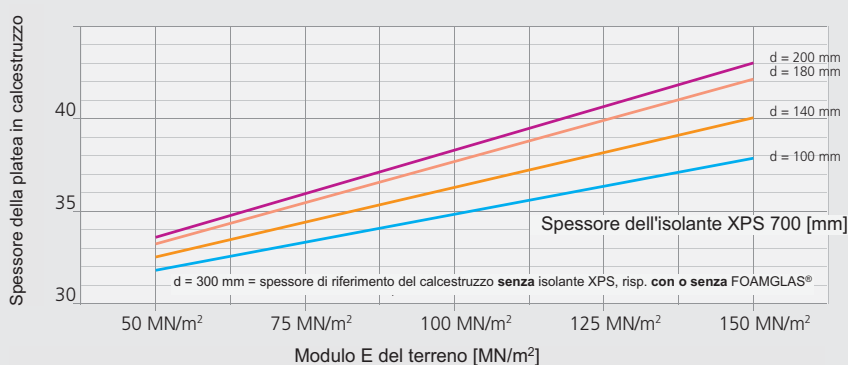
Oltre che dai carichi dati, le sollecitazioni della soletta di fondazione e della sovrastante struttura portante dipendono molto fortemente dalla situazione del basamento. In questo senso, un cosiddetto «basamento duro», cioè in primo luogo una qualità del terreno con un modulo elastico elevato [MN/m²], rappresenta un grande vantaggio.

Quando la situazione cresciuta del sottofondo viene completata con uno strato intermedio di materiale isolante, la sollecitazione dell'edificio varia in funzione della rigidità specifica e dello spessore di tale materiale. Se in tal caso si tratta di lastre isolanti termiche FOAMGLAS® con un modulo elastico da 90 MN/m² a 220 MN/m², il modulo elastico mediato tra l'isolante e il terreno (quest'ultimo solitamente ≤ 100 MN/m²) non influenza negativamente l'appoggio. In tal caso risulta perciò irrilevante se e fino a che punto la coibentazione riguardi regolarmente l'intera soletta di fondazione o sia limitata a determinati settori (perimetrali).

Nella pratica costruttiva, con il sistema di coibentazione FOAMGLAS® non si hanno deformazioni rilevanti o da slittamento. In parole semplici, l'ingegnere civile può eseguire i suoi calcoli come se nel progetto di dimensionamento della soletta di fondazione non fosse presente alcun materiale isolante: un vantaggio enorme, in particolare a fronte di spessori diversi dell'isolante e di condizioni non omogenee del terreno. Se per contro si utilizzasse un isolante comprimibile e viscoso, già uno spessore costante del materiale sulla superficie della soletta risulterebbe svantaggioso: per ottenere un assetamento identico a quello di un appoggio diretto sul terreno o su FOAMGLAS® occorrerebbe infatti rinforzare il piano di fondazione. Nei grafici 1 e 2 questa relazione è illustrata da un esempio numerico.

Diagramma 1

Equivalenza di spessore (cm) di una platea in calcestruzzo su XPS 700 per deformazione identica e **carico singolo**

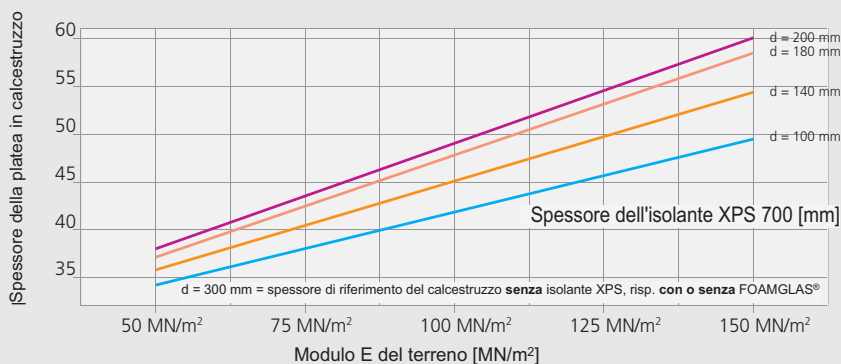


Condizioni limite:

modulo E lungo periodo XPS 700: ca. 12 MN/m²; modulo E platea in calcestruzzo d = 300 mm: ca. 30 GN/m²

Diagramma 2

Equivalenza di spessore (cm) di una platea in calcestruzzo su XPS 700 per deformazione identica e **carico lineare debole**



Condizioni limite:

modulo E lungo periodo XPS 700: ca. 12 MN/m²; modulo E platea in calcestruzzo d = 300 mm: ca. 30 GN/m²

Le caratteristiche di FOAMGLAS®

Il comportamento vantaggioso di FOAMGLAS® «nel sistema» documentato nei grafici 1 e 2 è una conseguenza delle particolari caratteristiche materiali del vetro cellulare. Questo isolante si distingue infatti fondamentalmente da tutte le schiume sintetiche organiche.

La differenza salta all'occhio già con la caratterizzazione normativa del comportamento alla compressione: nelle relative prove, FOAMGLAS® segue (in pratica senza deformazioni sino alla rottura) la legge di Hooke e rappresenta perciò un'analogia con i materiali da costruzione staticamente misurabili come il calcestruzzo armato, il calcestruzzo aerato, i laterizi, il legname

d'opera, ecc. Lo chiarisce un confronto nella **tabella 1**.

Solo la proporzionalità dimostrata del comportamento rispetto a pressione e deformazione di FOAMGLAS® consente un dimensionamento e una definizione del rischio residuo affidabili secondo l'approccio convenzionale: $Q_{nom} \gamma_Q \leq R/\gamma_R$, laddove Q_{nom} = carico nominale o utile, γ_Q = «fattore di incertezza» in relazione alle prescrizioni normative sui carichi, γ_R = «fattore di incertezza» in relazione all'adozione del modello e alla misurazione statiche e R = resistenza del materiale. Il prodotto dei coefficienti γ_Q e γ_R corrisponde al «fattore di sicurezza statico» (p. es. per il calcestruzzo circa $\geq 1.4 \times 1.25 = 1.75$) e non ha nulla a che vedere con la «solidità specifica del materiale». La domanda è perciò solo con quale probabilità il valore (frattile) R può essere mantenuto o con quale frequenza massima (rispetto a controlli teoricamente infiniti) sia possibile rimanere al di sotto di esso. In questo caso, invece di utilizzare la consueta «grandezza caratteristica» corrispondente al frattile 5%, FOAMGLAS® raccomanda (a condizione che il DIBt non faccia stato) una differenziazione del valore di partenza R : per applicazioni dove la sicurezza strutturale dell'intero edificio non è toccata (applicazioni conformi alle strutture A e C) il frattile raccomandato è 7.5%, mentre che laddove la sicurezza strutturale è interessata, quindi per solette di fondazione coibentate contro terra secondo la struttura B, il frattile 2.5% (tabella 2). Quale «coefficiente statico di sicurezza» ($\gamma_Q \cdot \gamma_R$) si raccomanda il fattore 1.75. È da tale contesto che derivano le sollecitazioni di compressione ammesse indicate nelle schede tecniche (CH).

Per il campo di dimensionamento interessato, le resistenze alla compressione possono quindi essere derivate con il frattile di livello inferiore corrispondente (la frequenza relativa con cui ci si situa possibilmente al di sotto di un valore di pressione) come valori R (definizione v. sotto) mediante una serie di prove il più possibile ampia. V. in merito p. es. la **tabella 2**.

Materiali	Valore medio σ_D [N/mm ²]	Valore medio ϵ_{br} (~1.5 - 3 x $\epsilon_{proporzional}$)	Valore medio modulo E [N/mm ²]
Calcestruzzo d'opera	25 - 35*	2.5‰	25 000 - 35 000*
Gasbeton	3.5 - 7.5***	5.0‰	1000 - 3000***
Conifera fibre II	15 - 35**	7.5‰	10 000 - 15 000**
FOAMGLAS®	0.6 - 1.8***	10‰	700 - 1500***

Tabella 1: valori indicativi di resistenza alla compressione, deformazione di rottura e modulo elastico (nel campo della proporzionalità) di materiali da costruzione dal comportamento simile.

* secondo il contenuto di cemento ** secondo il contenuto di umidità

*** secondo la densità apparente

Sollecitazione [N/mm ²]	Frattile inferiore [%]						
	0.10%	0.50%	1.00%	2.50%	5.00%	7.50%	10.00%
Resistenza del materiale <R> FOAMGLAS® F	1.471	1.525	1.552	1.592	1.627	1.650	1.667
Resistenza del materiale <R> FOAMGLAS® S3	0.858	0.908	0.933	0.971	1.003	1.024	1.040
Resistenza del materiale <R> FOAMGLAS® T4+	0.555	0.593	0.612	0.641	0.666	0.682	0.694

Tabella 2: suddivisione statistica della resistenza alla compressione R [N/mm²] con frattili inferiori (%) per FOAMGLAS®. Per tipo di prodotto e ampiezza del campionamento (sempre 590 valori singoli). Livello di affidabilità 95%. Valutazione del 22.12.2008.

Un'occhiata alla concorrenza

Il cambiamento del sottofondo naturale connesso all'uso di schiume sintetiche organiche rappresentato dai risultati nei grafici 1 e 2 è innanzitutto una conseguenza della viscosità di questo materiale in presenza di carichi costanti e dell'estrema «non linearità» nel diagramma della tensione di deformazione a breve termine. Questa seconda caratteristica rende in primo luogo impossibile l'indicazione di una «resistenza alla rottura per frattile percentuale» per questi materiali. Già solo la prova della tensione di compressione normativa ai fini della caratterizzazione generale della schiuma deve perciò aver luogo in modo tale che allo scopo venga utilizzata quella tensione che, nel test accelerato, generi una deformazione del materiale pari al 10%. Questo valore è ovviamente del tutto inadeguato quale base per una regola di dimensionamento. In sua vece viene perciò «estrapolato» mediante il carico prolungato normativo quel valore di resistenza alla compressione che, ad esempio, dopo 50 anni di carico costante lascia presagire una deformazione del materiale (inclusa quella da slittamento)

pari al 2% dello spessore iniziale. Questa «resistenza alla compressione ammessa» va poi messa a confronto con il carico nominale o utile esterno.

Da questa definizione della resistenza costante alla compressione ammessa delle schiume sintetiche viscoso deriva anche l'indicatore del «modulo elastico dell'isolante», necessaria per i calcoli del basamento, facilmente calcolabile con la formula «modulo E = tensione / deformazione». Per il polistirolo estruso di qualità 700 si ottiene ad esempio: «resistenza costante alla compressione ammessa $0.25 \text{ [N/mm}^2\text{]} / 0.02$ » = 12.5 N/mm^2 (supposta nei grafici 1 e 2).

In considerazione della modellizzazione normativa, minore risulta la resistenza costante alla compressione ammessa per l'isolante, piú basso sarà anche il suo modulo elastico determinante – e maggiore sarà di conseguenza il peggioramento di una situazione naturale del sottofondo. Questa differenza basilare rispetto a FOAMGLAS® è di una portata considerevolmente maggiore che non l'ammontare di una resistenza alla compressione ammessa estrapolata (o prescritta dal DIBt) del materiale.

Sintesi per l'ingegnere civile

La funzione principale di un isolante è e rimane il suo contributo al risparmio energetico, alla garanzia dell'igiene abitativa e all'accrescimento del comfort. Negli elementi della costruzione esposti a sollecitazioni statiche dovute a carichi esterni, l'isolante è sollecitato anche nella compressione. È perciò importante conoscerne i limiti di impiego e il comportamento deformante, poiché da questi dipende anche la sollecitazione degli elementi portanti rigidi (rivestimento d'usura, soletta di fondazione, pavimento, ecc.). L'isolante FOAMGLAS® dà in tal senso ottimi risultati sotto ogni aspetto. A partire da una resistenza del materiale definita con chiarezza e basata sulla legge di Hooke, la sollecitabilità di FOAMGLAS® è calcolabile attraverso la sua distribuzione statistica della tensione di compressione. Gli indicatori ammessi raccomandati in funzione del tipo di FOAMGLAS® sono indicati nelle schede tecniche. Decisivo per la statica

portante è in tal senso il fatto che l'isolante FOAMGLAS® non esercita alcun influsso negativo sulla situazione del sottofondo naturale su cui poggia la soletta di fondazione. Ad esempio, il calcolo statico di un edificio non dovrà essere rivisto neppure nel caso di uno strato isolante da aggiungere (o rafforzare) successivamente sotto una fondazione piana.

Costruzioni miste

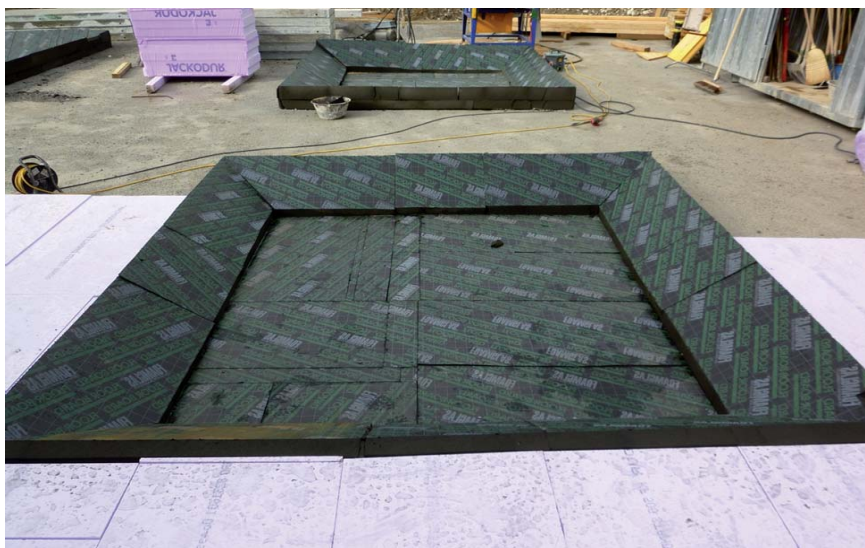
Fonte: Lastabtragende Dämmung in Mischbauweise – Nein Danke
Heinz Bangerter, dipl. Bauingenieur SIA
http://ch.foamglas.com/___/frontend/handler/document.php?id=974&type=42

Per quanto concerne le lastre di polistirene espanso estruso (XPS) concorrenti, non si tratta per contro solitamente della resistenza alla compressione in sé, quanto piuttosto la viscosità sotto carichi costanti, che in fin dei conti rende la deformazione finale dovuta al carico il criterio di dimensionamento determinante.

Applicando ad 180 mm di XPS, si considerano deformazioni a lungo termine (p. es. sotto sostegni o parti di facciate fino a $0.02 \cdot 180 \text{ mm} = 3.6 \text{ mm}$.

Esempio:

XPS 700 Lambda D	= 0.038 resistenza alla compressione al 2% di deformazione da assestamento 250 kPa
FOAMGLAS® T4+ Lambda D	= 0.041 resistenza alla compressione allo 0% di deformazione da assestamento 360 kPa



Fintanto che in questione vi sono prodotti con materiale di base uguale (diversi tipi di FOAMGLAS®; diversi tipi di XPS) non vi è per contro nulla da obiettare. Le differenze di deformazione relative inerenti a uno stesso materiale di base sono praticamente irrilevanti ai fini della costruzione.

Non è tuttavia così nel caso di una combinazione di (p. es.) FOAMGLAS® e XPS!

Grazie a FOAMGLAS® come isolante sotto il sottofondo, il cui modulo elastico è di regola maggiore di quello del terreno da costruzione, questo strato intermedio non influisce negativamente sulla situazione del sottofondo. Al contrario, il ricorso a un isolante comprimibile e viscoso complica non solo il dimensionamento delle lastre in sé, ma si riflette negativamente anche sui costi della costruzione.

In conclusione

Se nel caso di una soletta di fondazione sovrastante uno strato isolante incompressibile venisse sostituita una parte della superficie di fondo con un isolante viscoso (con carichi esterni invariati), in tali settori occorre/occorreva rinforzare la pavimentazione in calcestruzzo per contrastare le maggiori deformazioni dovute ai singoli carichi.

Se ciò non fosse praticamente possibile, le conseguenze di una costruzione mista sono incalcolabili deformazioni della piattaforma e sollecitazioni di flessione e forzate nella statica della sovrastruttura. Questo può rivelarsi pericoloso in particolare nel caso di costruzioni in calcestruzzo impermeabili (vasca bianca) della classe di impermeabilità 1, che devono essere il meno possibile soggette alla formazione di crepe.

Le costruzioni miste vanno perciò in linea di principio evitate!

Il dilemma dell'ingegnere

Una prima situazione di partenza

Al momento della definizione del progetto edilizio, il (pre)dimensionamento statico della costruzione portante per l'allestimento dei preventivi, l'inclusione quantitativa di un (eventuale) strato isolante sotto la soletta di fondazione non è di regola ancora possibile: l'ingegnere dimensiona la soletta di fondazione (spessore e armatura) in base agli indicatori noti o rilevati del terreno. È solo molto più tardi che – caso mai – il fisico della costruzione o l'architetto lo informeranno del fatto che, conformemente al certificato energetico redatto e approvato, occorrerebbe «ottenere» un valore U pari p. es. a 0.20 W/m²K tramite inserimento di uno strato isolante continuo sotto la soletta di fondazione. Sulla base della sua **statica** del sottofondo, l'ingegnere comunicherà di conseguenza la pressione massima del terreno calcolata quale valore richiesto in relazione alla tensione di compressione minima ammessa per «un» materiale isolante. D'altro canto, in un simile caso non v'è da attendersi che l'ingegnere definisca anche una deformazione (dell'isolante) supplementare, cioè ammessa per la specificità locale, p. es. sotto sostegni, poiché così facendo comprometterebbe inutilmente i suoi calcoli statici.

- 1 Una valutazione seria dei costi non si riduce a un confronto dei prezzi dell'isolante, ma riguarda l'intera soletta di fondazione.



L'architetto o il fisico della costruzione riceve dunque la richiesta di una tensione di compressione minima ammessa per l'isolante e cerca il prodotto «più conveniente» offerto dal mercato. Se a questo punto scegliesse dei pannelli in polistirene espanso con un modulo E determinante sul lungo periodo pari a ca. 5-15/mm² nello spessore richiesto (p. es. 150 mm), solitamente, la nettamente maggiore stabilità del terreno (p. es. modulo E ~ 70 – 100 MN/m², terreno ghiaioso) si vedrebbe massicciamente compromessa dallo strato intermedio più molle. Come conseguenza, a fronte dei calcoli e del dimensionamento, si avrebbero degli spostamenti incontrollabili della distribuzione delle sollecitazioni nel terreno, spostamento di momenti nella soletta di fondazione, nonché possibili sollecitazioni forzate nella struttura portante sovrastante.

Una seconda situazione di partenza

Il valore U da rispettare nella soletta di fondazione (p. es. a 0.20 W/m²K) è noto all'ingegnere già al momento del predimensionamento e dell'allestimento dei preventivi.

Qualora tuttavia non operasse (intendesse operare) alcuna scelta in relazione al prodotto, sarebbe addirittura contraddittorio se, «per prudenza» – qualora in seguito gli venisse «inserito» un materiale viscoso e nonostante i buoni indicatori del terreno – procedesse preventivamente al dimensionamento già con un modulo del basamento così basso, influenzato da spessore della piattaforma + materiale isolante + terreno cresciuto, nell'intento di mettersi al sicuro «per tutti i prodotti» e di non esser in seguito costretto ad apportare modifiche statiche e progetti. Questa «previdenza», peraltro molto frequente, sarebbe ancora comprensibile se all'ingegnere fosse accollata anche la responsabilità della scelta del prodotto e questa fosse comunque da motivare a fronte di una considerazione globale dei costi. E lo sarebbe anche se, con l'isolante in vetro cellulare, non vi fosse a disposizione un materiale affermato, resistente alla compressione e soprattutto indeformabile e non viscoso, con un modulo E non inferiore ai 100 N/mm².

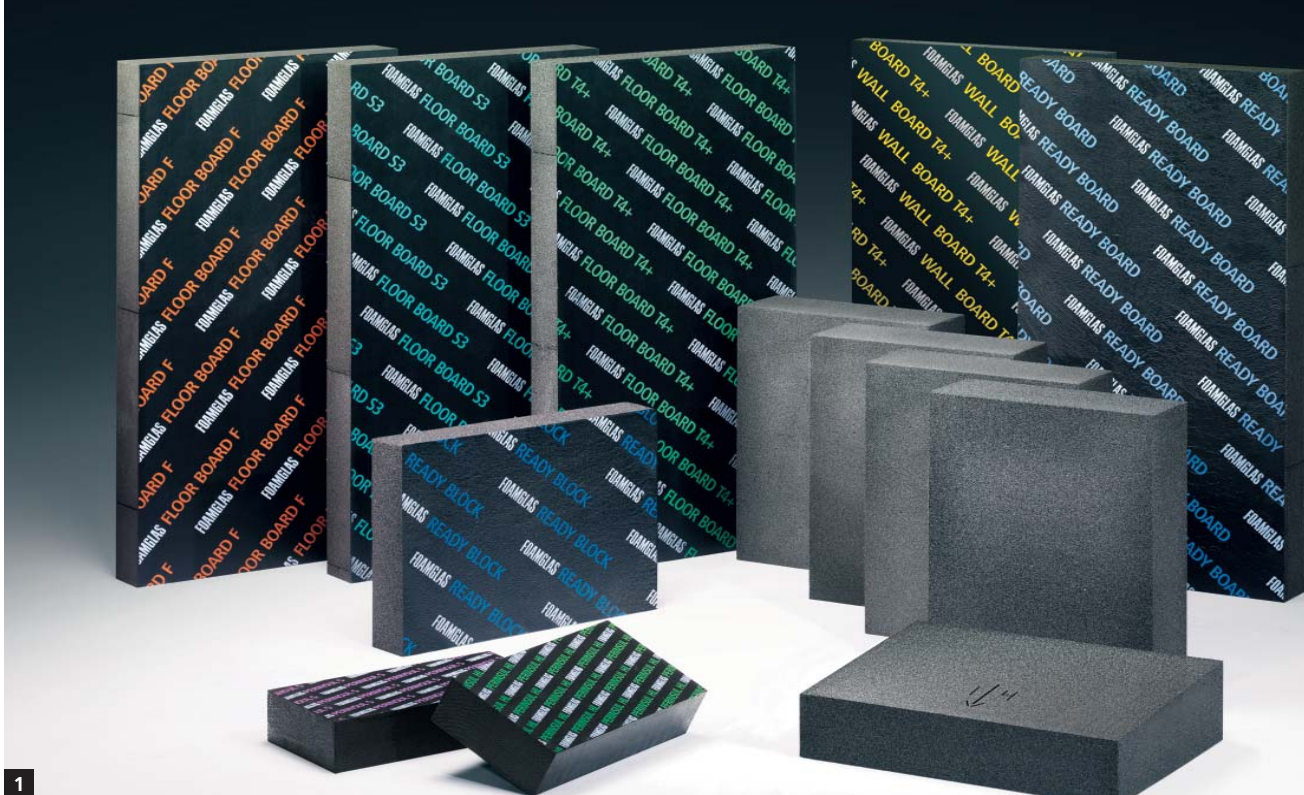
In conclusione

Anche se le lastre in polistirene espanso preferite dai committenti per motivi finanziari possono occasionalmente soddisfare le necessarie sollecitazioni di compressione, il loro basso modulo elastico indebolisce quasi sempre la situazione naturale del sottofondo, sia a svantaggio dell'economicità, oppure a scapito della sicurezza quando non dell'idoneità all'uso della struttura portante.

D'altra parte, fintanto che il modulo E del sottofondo naturale è inferiore a quello del FOAMGLAS® (ca. 100 – 220 N/mm², secondo il prodotto), il fatto che l'edificio poggi direttamente sul terreno o su uno strato intermedio di FOAMGLAS® dello spessore desiderato è staticamente irrilevante.

- 1 FOAMGLAS® READY BLOCK con manto PDB
- 2 Centro commerciale Tardis, Zizers





1

Criteria costruttivi fisici

La coibentazione con FOAMGLAS® offre la garanzia di una protezione termica e contro l'umidità sicura e durevole delle parti della costruzione a contatto con il terreno. Grazie alla sua stessa struttura, il vetro cellulare è impermeabile all'acqua e alla diffusione del vapore e non assorbe alcuna umidità. In considerazione della sua geometria cellulare, FOAMGLAS® è inoltre straordinariamente resistente alla compressione.

Impermeabilizzazione all'acqua secondaria?

Fondamentalmente, che si tratti di una modalità a secco o della variante incollata FOAMGLAS® è un isolante termico e non un impermeabilizzante.

In presenza di acqua **non** premente, in relazione alla variante incollata è possibile parlare di un'impermeabilizzazione contro l'umidità nel senso di un rivestimento spesso.

Se invece i piani interrati di un edificio coibentati contro terra si trovano nell'acqua di falda, il progettista deve innanzitutto confrontarsi con il concetto di impermeabilità. In linea di principio, dispone di due possibilità: la formazione di una cosiddetta «vasca bianca» con un'adeguata qualità di cal-

cestruzzo impermeabile all'acqua (vasca bianca) oppure il ricorso a una variante elastoplastica realizzata con speciali materiali impermeabilizzanti adatti allo scopo. Tutte le relative disposizioni di dettaglio sono regolate nella norma SIA 272:2009, «Abdichtungen und Entwässerungen von Bauten unter Terrain und im Untertagbau». Definizioni e disposizioni analoghe sono pure presenti nella normativa tedesca.

Se il committente opta per la variante «calcestruzzo impermeabile (vasca bianca)», la relativa competenza (e responsabilità) è in primo luogo attribuita all'ingegnere civile e, nel contempo, ovviamente anche al fornitore e produttore del calcestruzzo e ai suoi subfornitori (additivi, nastri per fughe, ecc.). Se invece si prospetta (in determinate circostanze) su proposta dell'ingegnere



2



3

- 1 La gamma dei prodotti FOAMGLAS® offre la soluzione ideale per ogni applicazione
- 2 Modalità a secco
- 3 Variante incollata

strutturale) un'impermeabilizzazione separata elastoplastica, competenza e responsabilità slittano in parte verso l'«impresa specializzata».

Coibentazione perimetrale

Le lastre FOAMGLAS® posate in piena aderenza e con i giunti completamente incollati impediscono i danni causati dall'umidità di condensa. Se munite di rasatura e di protezione del riempimento di fondo fungono inoltre da protezione contro l'umidità nel senso di un rivestimento spesso. FOAMGLAS®, il cui valore lambda è idoneo all'uso e **non** peggiora nel corso del tempo, offre la soluzione edilizia più pratica. FOAMGLAS® Un isolante di sicurezza orientato alla durata di vita dell'edificio che non cadrà mai vittima di formiche o altri roditori.

Comportamento in presenza di diffusione

Nelle coibentazioni esterne contro terra si assiste di regola a una migrazione del vapore acqueo generato dalla caduta parziale di pressione «dall'interno verso l'esterno». Fanno eccezione le celle frigorifere, aree di ghiaccio costruite nel terreno o direttamente sopra di esso, dove si assiste a un'inversione di questo processo. Con FOAMGLAS®, in entrambi i casi è esclusa la messa a rischio della costruzione o la riduzione dell'effetto isolante. Nel primo caso, la coibentazione esterna protegge dalla condensazione dell'umidità del locale nella sezione dell'edificio; nel secondo l'isolante FOAMGLAS® fornisce il necessario sbarramento contro la migrazione del vapore acqueo dal terreno nell'edificio. Sotto questo aspetto, le caratteristiche di FOAMGLAS® si distinguono in modo particolare dagli altri materiali isolanti.

Altri prodotti concorrenti per le coibentazioni contro terra e perimetrale sono le «schiume sintetiche organiche». Si tratta di materiali isolanti a base di polistirene estruso (XPS), di poliuretano e/o poliisocianurato (PUR/PIR) o di polistirene espanso (EPS). Oltre a determinati svantaggi statici rispetto al FOAMGLAS®, queste «schiume sin-

tetiche organiche» si caratterizzano per il fatto che, in ambienti umidi o in presenza di gradienti di pressione del vapore acqueo assorbono umidità capillarmente o per diffusione e finiscono per perdere costantemente la loro efficacia in quanto isolanti.

Dalla vasta bibliografia degli istituti di prova in relazione a questo aspetto si desume che la conduttività termica degli isolanti peggiora in maniera proporzionale con l'assorbimento di umidità. Quale regola generale si può assumere che l'1% di umidità assorbita (riferito al volume) comporta un aumento del 3-5% della conduttività termica, laddove le lastre isolanti EPS si comportano in modo leggermente più critico delle XPS. Se si include il fattore tempo (n-anni), al fine di chiarire la perdita di coibentazione dovuta all'assorbimento di umidità durante n anni è possibile derivare un quadro come quello del grafico 4.

Esempio di lettura del diagramma :

Dopo 50 anni, a causa dell'assorbimento di umidità, con XPS occorre contare su una perdita in termini di coibentazione pari a circa il 16%. Per PUR e PIR, l'aumento della conduttività termica ammonta a ca. il 22%, mentre per l'EPS addirittura al 27%. Vista la linearità, per il calcolo si può considerare grosso modo la metà della crescita.

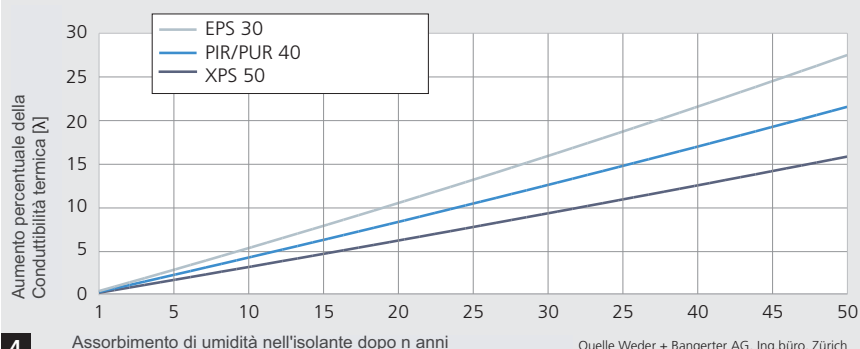
Le aggiunte citate sono – sulla base di EN ISO 6946, allegato D 4.4 – connesse alla costruzione. Ciò significa che non sono rilevate sul «valore di laboratorio» con le aggiunte incluse in base alla

normativa. Esse includono già ad ogni modo un'aggiunta individuale per l'invecchiamento.

Per applicazioni in zone di difficile accesso si raccomanda comunque la scelta di sistemi di coibentazione il più possibile longevi e affidabili.

- 4 Con l'assorbimento di umidità, dopo 50 anni la conduttività termica delle lastre isolanti EPS è aumentato di circa il 27%.

Diagramma
Perdita percentuale di potere isolante delle schiume rigide per maggiore assorbimento di umidità





Gli aspetti della sicurezza con FOAMGLAS®

FOAMGLAS® – L'isolante di sicurezza con 50 anni di esperienza che orienta le proprie funzionalità alla durata di vita dell'edificio.

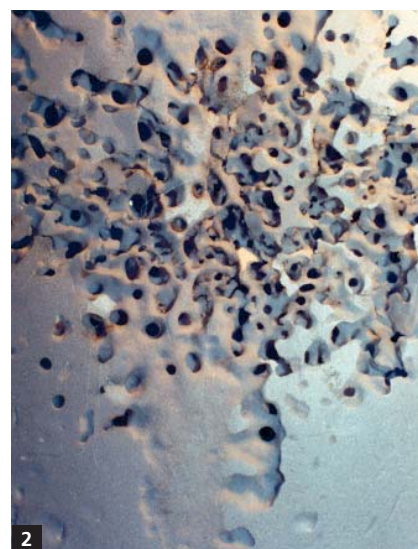
Sicurezza in zone inaccessibili

Gli isolanti termici per pavimenti e zone perimetrali si trovano solitamente al di fuori dell'impermeabilizzazione del manufatto e non sono più accessibili per successivi risanamenti, sostituzioni o migliorie. Questo rende importante un comportamento vantaggioso sul lungo termine. FOAMGLAS® non altera le proprie caratteristiche specifiche e i suoi indicatori tecnici neppure dopo decenni, e questo vale per la loro integrazione in presenza di umidità fino a quella di acqua premente. La struttura cellulare del FOAMGLAS® è del tutto chiusa: il vetro cellulare è il materiale isolante impermeabile sia all'acqua che al vapore. La coibentazione termica non dipende perciò dalle condizioni del terreno o da misure di drenaggio supplementari. Con FOAMGLAS®, il rischio di assorbimento di umidità semplicemente non esiste.

FOAMGLAS® non imputridisce e resiste ai roditori

Nel terreno, i materiali isolanti possono essere aggrediti da acidi uminici, batteri, muffe, parassiti e le loro larve. Nei sottofondi a pianterreno con forte presenza di roditori, in relazione ai pannelli isolanti occorre sempre porsi la domanda inerente alla loro sufficiente sicurezza. Nel caso di un'integrazione sotto pavimenti carrozzabili va inoltre prestata attenzione alla loro resistenza a oli e grassi. In particolare gli espansi sono sensibili agli acidi grassi aggressivi. La resistenza ai roditori va tenuta in considerazione anche nel passaggio della coibentazione perimetrale al di sopra della superficie del terreno.

Diversamente dalla gran parte degli altri isolanti, FOAMGLAS® non teme questo genere di aggressioni. L'isolante in vetro non offre alcuna opportunità di nidificazione, riproduzione o putrefazione. Lo attestano i certificati d'esame,



- 1 Il laboratorio nazionale di protezione fitosanitaria di Birmensdorf (ZH): la sicurezza è un aspetto importante – FOAMGLAS® è all'altezza delle esigenze.
- 2 Nido di formiche in lastre XPS con rivestimento.
- 3 Larva di cleride nell'isolante Styrodur.

ad esempio quelli del Bundesanstalt für Materialprüfung di Berlino (certificato 5.1/3113) o di istituti di tecnica agraria.

Studi comparativi hanno dimostrato che gli isolanti possono essere soggetti a degradazione biologica o all'aggressione dei roditori. FOAMGLAS® rappresenta l'eccezione in tal senso, e questo grazie alle sue caratteristiche straordinarie.

Insetti e roditori possono causare danni gravi ed estesi alle superfici dei materiali isolanti XPS. Nel caso di un degrado biologico di questo tipo, la struttura cellulare va distrutta. La superficie danneggiata dei pannelli estrusi è all'origine di un sempre maggiore apporto di umidità da diffusione e l'efficacia della coibentazione termica si riduce fortemente.

Costruzioni «antiradon» preventive

Coibentazione termica e isolamento FOAMGLAS® senza tubi di aerazione nel terreno. Il radon è un gas nobile naturale, ma radioattivo, generato dal degrado dell'uranio nel terreno.

Le differenze locali sono ampiamente diffuse. In Svizzera, le maggiori concentrazioni di radon si hanno nelle Alpi e nel Giura, ma anche nell'Altopiano si osservano singoli edifici altamente esposti. Poiché il radon può trovarsi ovunque. Il fatto che questo gas possa penetrare nelle case dipende in primo luogo dall'impermeabilità della costruzione nelle sue zone di contatto con il terreno.

Dopo il fumo, il radon è la seconda causa dei tumori polmonari. Il radon è la fonte di tumori più pericolosa nell'ambiente abitativo.

Al problema del radon va perciò prestata attenzione dal punto di vista della protezione dalle radiazioni. Siccome è noto che la concentrazione di radon negli edifici può essere un multiplo di quella all'aria aperta, per gli spazi abitativi e lavorativi sono in vigore dei valori limite per l'esposizione al gas. Contro delle concentrazioni critiche di radon è possibile adottare semplici provvedimenti edilizi. L'isolante di sicurezza in

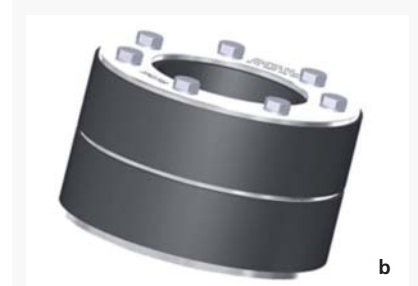
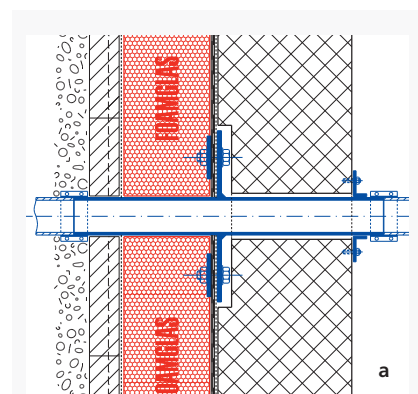
vetro cellulare FOAMGLAS®, oltre a una coibentazione termica efficiente offre una protezione del 100% contro l'esposizione al radon negli edifici. La causa principale di infiltrazione del radon è il cosiddetto «effetto camino»: la depressione che ne deriva nelle parti inferiori della casa aspira l'aria del terreno contenente il gas fino all'interno dell'edificio.

Quali valori di riferimento/limite?

Per costruzioni nuove, trasformazioni e risanamenti è in vigore un valore di riferimento pari a 400 Becquerell/m³ (Bq/m³). L'Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP) raccomanda tuttavia la ricerca del valore possibilmente più basso. Minergie ECO prescrive il non superamento di una concentrazione di radon pari a 100 Bq/m³.

Già nel 2009, l'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) aveva proposto un nuovo valore massimo di 100 Bq/m³ (valore di riferimento). È perciò possibile prevedere ulteriori riduzioni dei valori limite in un futuro prossimo. La protezione efficace con i sistemi isolanti FOAMGLAS® si propone come una misura edilizia semplice e sicura. Una coibentazione esterna completamente incollata delle pareti e dei pavimenti contro terra taglia letteralmente la strada al radon. FOAMGLAS® forma una barriera insuperabile contro il radon. Le solette di fondazione posate su isolanti comprimibili e viscosi accrescono non soltanto lo spessore della costruzione, ma anche il rischio di formazione di crepe.

- 4 FOAMGLAS® è assolutamente impermeabile al radon
- 5 Esempi di esecuzioni a prova di radon con FOAMGLAS®
 - a Appoggio in acqua di falda con flangia incollata
 - b Sistema di passaggio per tubature (RDS)



5

Vetro cellulare: granulato contro pannelli/lastre

Dal punto di vista statico, il ricorso al granulato vetroso è sensato laddove, ad esempio, invece di un convenzionale substrato in ghiaia, un'adeguata base in vetro cellulare contribuisce ad accrescere il carico massimo di un terreno naturalmente «cattivo».

Se non si persegue alcun miglioramento del terreno naturale, grazie alle loro proprietà di resistenza e all'opposto dei relativamente «morbidi» isolanti in polistirene estruso, i pannelli incompressibili in vetro cellulare non indeboliscono in alcun modo la situazione del sottofondo. D'altra parte v'è da aspettarsi che anche un riporto ottimamente compattato di granulato vetroso abbia come conseguenza un modulo di reazione più basso e quindi assestamenti maggiori dell'edificio rispetto al corrispondente strato di riferimento in terreno naturalmente «buono».

Riassumendo, dal punto di vista statico i due sistemi si differenziano in quanto:

- **il granulato vetroso compatto in sostituzione della ghiaia migliora la portata del terreno cattivo e peggiora quella del terreno buono;**
- **i pannelli in vetro cellulare prodotti industrialmente non influenzano le qualità di sottofondo del terreno naturale.**

Osservazioni di carattere termotecnico

Le specifiche tecniche SIA 2001 assegnano al granulato vetroso un valore λ pari a 85 mW per l'integrazione protetta contro l'umidità e di 130 mW in condizioni bagnate. Densità apparente e compattezza influenzano il valore λ .

Non rilevato in questo valore λ è tuttavia la perdita considerevole e sporadicamente ricorrente di calore accumulato dovuto all'evaporazione superficiale dell'acqua di ritenzione (ca. 50-70 litri/m³), pure da considerare nell'ambito di un certificato energetico corretto.

Questo può aver luogo (sostitativamente) attraverso la determinazione di una conduttività ulteriormente elevata del materiale. Tuttavia, qualora il granulato si trovasse in un ambiente costantemente umido/bagnato o addirittura nella zona di variazione dell'acqua di falda, la sua efficacia come isolante termico risulterebbe del tutto invalidata.

Rapporto costi/benefici:

Utilizzando il valore λ corretto, comprensivo di sovrascavo inclusi trasporto e scarica, si giunge rapidamente alla conclusione che il ricorso a FOAMGLAS® non è più costoso e comporta molti meno rischi.

1 Granulato in vetro cellulare



www.foamglas.com

FOAMGLAS®
Building

Pittsburgh Corning Europe N.V.

Headquarters Europe, Middle East and Africa (EMEA)
Albertkade 1, B-3980 Tessenderlo
Phone +32 13 661721, Fax +32 13 667854
www.foamglas.com

Pittsburgh Corning (Svizzera) SA

Schöngrund 26, CH-6343 Rotkreuz
Telefono 041 798 07 07, Fax 041 798 07 97
direzione@foamglas.ch, www.foamglas.ch

Test ELUAT superato. FOAMGLAS® soddisfa le condizioni del test ELUAT (rapporto d'esame EMPA no. 123544 A, basato sul superamento dell'esame con campioni di FOAMGLAS® rivestiti in bitume). Ai sensi del modello di dichiarazione dell'Ordinanza tecnica sui rifiuti (OTR), FOAMGLAS® è adatto alle discariche per inerti.

Situazione ottobre 2017. Pittsburgh Corning si riserva espressamente il diritto di modificare in qualsiasi momento i dati tecnici dei prodotti. I valori validi attualmente sono indicati nel assortimento dei prodotti sul nostro sito internet: www.foamglas.ch



Adesso con oltre
il 60% di vetro riciclato

MINERGIE®