

PROVINCIA DI TERNI

COMUNE DI TERNI

**ADEGUAMENTO SISMICO DELL'EDIFICIO SCOLASTICO  
ELEMENTARE G. CARDUCCI**



**ABACO SOC. COOPERATIVA DI RICERCA E PROGETTI**

Viale Guglielmo Marconi, 2 Spoleto  
Tel. 0743 222755 Fax 0743 222527 e-mail: info@studioabaco.com pec: abaco.coop@pec.it

Arch. E. Bacchettini

Arch. G. Cittadoni

Arch. L. Elisei

Arch. M. Orazi



**ALL. 7**

**PROGETTO**

**RELAZIONE SUI MATERIALI IMPIEGATI**

Data:  
OTT. 2016

## RELAZIONE SUI MATERIALI

Tutti i materiali e i prodotti per uso strutturale devono essere qualificati dal produttore secondo le modalità indicate nel capitolo 11 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 14 Gennaio 2008 e successive circolari esplicative. E' onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, acquisire e verificare la documentazione di qualificazione.

I rimandi ai paragrafi non specificanti la norma si sottintendono riferirsi al D.M. 14/01/2008.

### CALCESTRUZZO

#### Prescrizioni comuni

- Cemento: tipo CEM II/B-LL 32,5 R conforme a UNI EN 197/1;
- Aggregati: obbligo di marcatura CE conforme alle norme UNI EN 12620 e UNI EN 13055-1;
- Acqua: conforme alla norma UNI EN 1008: 2003;
- Additivi: conforme alla norma UNI EN 934-2;
- Aggiunte: conformi alle norme UNI EN 450-1 e UNI EN 13263-1.

#### Calcestruzzo utilizzato per strutture in elevazione

<b>Classe d'uso costruzione</b>	II
<b>Classe di esposizione (norma UNI11104 - UNI EN 206_1)</b>	XC2
<b>Rapporto max a/c</b>	0.60
<b>Classe di resistenza</b>	C25/30

#### ▪ Valori di design del calcestruzzo

Produzione calcestruzzo: Ordinaria

Valore di  $f_{bd}$  riferito a barre  $\phi \leq 32\text{mm}$

Classe calcestruzzo	$f_{ck}$ [MPa]	$\alpha_{cc}$	$\gamma_{cls}$	$f_{cm}$ [MPa]	$E_{cm}$ [MPa]	$f_{cd}$ [MPa]	$f_{ctm}$ [MPa]	$f_{ctk}$ [MPa]	$f_{ctd}$ [MPa]	$f_{cfm}$ [MPa]	$f_{bkl}$ [MPa]	$f_{bdl}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}$	$\epsilon_{cu}$	$\sigma_{c,Rara}$ [MPa]	$\sigma_{c,QP}$ [MPa]
C25/30	25,00	0,85	1,50	33,00	31.476	14,17	2,57	1,80	1,20	3,08	4,04	2,70	0,00200	0,00350	15,00	11,25

#### ▪ Valori di design del copriferro

Controllo qualità	Tolleranza	Ambiente	Tipo elemento	Copriferro minimo [cm]
	[mm]			Strutt.elevazione
NO	5	Ordinario	Altri elementi	2,5 ± 1

## **ACCIAIO**

### **Prescrizioni comuni a tutte le tipologie di acciaio**

L'acciaio deve essere qualificato all'origine e deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marchiatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità nel rispetto delle indicazioni riportate al § 11.3.1.4 del D.M. 14/01/2008. In particolare, La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione e l'assenza di questa, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dell'“Attestato di Qualificazione” rilasciato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006. Quando non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del DPR n.246/93 di recepimento della direttiva 89/106/CEE, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito può essere effettuata mediante idonea procedura di qualificazione descritta nel D.M. 14/01/2008 al § 11.3.1.2, attraverso specifica richiesta al Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei lavori pubblici che è organismo abilitato al rilascio dell'attestato di cui sopra.

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale. L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo. Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto. Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.

Per i prodotti provenienti dai Centri di trasformazione è necessaria la documentazione che assicuri che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dal D.M. 14/01/2008 e siano rispettate le indicazioni descritte al § 11.3.1.7 di detta Norma. In particolare, tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione che identifichi in modo inequivocabile il Centro di trasformazione stesso e ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

a) da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del Centro di trasformazione;

b) dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il Direttore dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare ed eventualmente a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

### **Acciaio per cemento armato B450C**

Si utilizzeranno barre ad aderenza migliorata tipo B450C controllato in stabilimento, caratterizzate dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

$f_{y \text{ nom}}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t \text{ nom}}$	540 N/mm <sup>2</sup>

e che rispettino i requisiti indicati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y \text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t \text{ nom}}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
$(f_y/f_{y \text{ nom}})_k$	$< 1,35$	
	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5 \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12 \text{ mm}$	4 $\phi$	
$12 \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$	5 $\phi$	
per $16 < \phi \leq 25 \text{ mm}$	8 $\phi$	
per $25 < \phi \leq 40 \text{ mm}$	10 $\phi$	

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche di cui alle precedenti tabelle vale quanto indicato nella norma UNI EN ISO 15630-1: 2004.

Le armature da porre in opera non dovranno presentare tracce di ossidazione, corrosione e di qualsiasi altra sostanza che possa ridurne l'aderenza al conglomerato; dovranno inoltre presentare sezione integra e priva di qualsiasi difetto.

#### Acciai per strutture metalliche e per strutture composte

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la Marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+, e per i quali si rimanda a quanto specificato al punto A del § 11.1 del D.M. 14/01/2008.

Per gli acciai di cui alle norme armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210 ed UNI EN 10219-1, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità, ed in favore di sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  da utilizzare nei calcoli si assumono i valori nominali  $f_y = R_{eH}$  e  $f_t = R_m$  riportati nelle relative norme di prodotto.

Per i prodotti per cui non sia applicabile la marcatura CE, si rimanda a quanto specificato al punto B del §11.1 e si applica la procedura di cui al § 11.3.4.11.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377:1999, UNI 552:1986, EN 10002-1:2004, UNI EN 10045-1:1992.

In sede di progettazione si sono assunti convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

- modulo elastico  $E = 210000 \text{ N/mm}^2$ ;

- modulo di elasticità trasversale  $G = E / [2 (1 + \nu)] \text{ N/mm}^2$ ;
- coefficiente di Poisson  $\nu = 0,3$ ;
- densità coefficiente di espansione termica lineare  $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$   
(per temperature fino a  $100^\circ\text{C}$ );
- $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$ .

Sempre in sede di progettazione, per gli acciai di cui alle norme europee EN 10025, EN 10210 ed EN 10219-1, sono stati utilizzati nei calcoli i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  riportati nelle tabelle seguenti:

**Tabella 11.3.IX – Laminati a caldo con profili a sezione aperta**

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

**Tabella 11.3.X - Laminati a caldo con profili a sezione cava**

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550

UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		
S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S 460 MH/MLH	460	530		

Nel caso specifico sono stati adoperati acciai tipo S275JR+N.

Gli acciai laminati di uso generale per la realizzazione di strutture metalliche e per le strutture composte comprendono:

*Prodotti lunghi*

- laminati mercantili (angolari, L, T, piatti e altri prodotti di forma);

- travi ad ali parallele del tipo HE e IPE, travi IPN;

#### *Profilati cavi*

- tubi prodotti a caldo.

I controlli sui laminati verranno eseguiti secondo le prescrizioni di cui al § 11.3.4.10, mentre per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al § 11.3.1.5.

#### Bulloni

I bulloni - conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968 devono appartenere alle sotto indicate classi della norma UNI EN ISO 898-1:2001, associate nel modo indicato nella seguente tabella:

	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10

Le tensioni di snervamento  $f_{yb}$  e di rottura  $f_{tb}$  delle viti appartenuti alle classi indicate nella precedente tabella sono sotto riportate:

Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
$f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	240	300	480	649	900
$f_{tb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	400	500	600	800	1000

Nel progetto medesimo sono stati utilizzate viti di classe 8.8 ad alta resistenza accoppiate a dadi di classe 8. I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della sottostante tabella:

Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8.8 – 10.9 secondo UNI EN ISO 898-1 : 2001	UNI EN 14399 :2005 parti 3 e 4
Dadi	8 - 10 secondo UNI EN 20898-2 :1994	
Rosette	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: 2006 temperato e rinvenuto HRC 32+ 40	UNI EN 14399 :2005 parti 5 e 6
Piastrine	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: 2006 temperato e rinvenuto HRC 32+ 40	

Gli elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico devono soddisfare i requisiti di cui alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1, e recare la relativa marcatura CE, con le specificazioni di cui al punto A del § 11.1.

### Unioni saldate

Le preparazioni dei lembi da saldare devono essere conformi alle raccomandazioni contenute nella UNI 11001. Devono essere previsti di classe I i giunti a testa di maggior importanza appartenenti a membrature tese esposte a temperature minori di 0°C.

Nelle strutture saldate devono essere evitate, per quanto possibile, le discontinuità locali; tale regola deve essere sempre osservata in presenza di sollecitazioni a fatica o di basse temperature.

La saldatura a tratti non è ammessa che per cordoni d'angolo e deve essere di regola evitata nelle membrature sollecitate a fatica.

Tutte le saldature devono essere eseguite nel rispetto delle prescrizioni contenute nelle "CNR-UNI 10011".

Le saldature realizzate in officina saranno a completa penetrazione.

## **MURATURA PORTANTE**

### Prescrizioni comuni

#### *Elementi*

Gli elementi per muratura portante devono essere conformi alle norme europee armonizzate della serie UNI EN 771 e, secondo quanto specificato al punto A del § 11.1, recare la Marcatura CE, secondo il sistema di attestazione della conformità indicato nella seguente tabella:

**Tabella 11.10.I**

<b>Specifica Tecnica Europea di riferimento</b>	<b>Categoria</b>	<b>Sistema di Attestazione della Conformità</b>
Specifica per elementi per muratura - Elementi per muratura di laterizio, silicato di calcio, in calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri), calcestruzzo aerato autoclavato, pietra agglomerata, pietra naturale UNI EN 771-1, 771-2, 771-3, 771-4, 771-5, 771-6	CATEGORIA I	2+
	CATEGORIA II	4

Gli elementi di categoria I hanno un controllo statistico, eseguito in conformità con le citate norme armonizzate, che fornisce resistenza caratteristica dichiarata a compressione riferita al frattile 5%. Gli elementi di categoria II non soddisfano questi requisiti.

L'uso di elementi per muratura portante di Categoria I e II è subordinato all'adozione, nella valutazione della resistenza di progetto, del corrispondente coefficiente di sicurezza  $\gamma_M$  riportato nel relativo paragrafo 4.5.

Nel caso specifico si ha Categoria I, sistema di accettazione della conformità 2+.

#### *Malta*

- Malta a prestazione garantita

La malta per muratura portante deve garantire prestazioni adeguate al suo impiego in termini di durabilità e di prestazioni meccaniche e deve essere conforme alla norma armonizzata UNI EN 9982 e, secondo quanto specificato al punto A del § 11.1, recare la Marcatura CE, secondo il sistema di attestazione della conformità indicato nella seguente Tabella 11.10.II.

**Tabella 11.10.II**

<b>Specifica Tecnica Europea di riferimento</b>	<b>Uso Previsto</b>	<b>Sistema di Attestazione della Conformità</b>
Malta per murature UNI EN 998-2	Usi strutturali	2+

Per garantire durabilità è necessario che i componenti la miscela non contengano sostanze organiche o grassi o terrose o argillose. Le calci aeree e le pozzolane devono possedere le caratteristiche tecniche ed i requisiti previsti dalle vigenti norme.

Le prestazioni meccaniche di una malta sono definite mediante la sua resistenza media a compressione  $f_m$ . La categoria di una malta è definita da una sigla costituita dalla lettera M seguita da un numero che indica la resistenza  $f_m$  espressa in  $N/mm^2$  secondo la Tabella 11.10.III. Per l'impiego in muratura portante non è ammesso l'impiego di malte con resistenza  $f_m < 2,5 N/mm^2$ .



**Tabella 11.10.III - Classi di malte a prestazione garantita**

<b>Classe</b>	<b>M 2,5</b>	<b>M 5</b>	<b>M 10</b>	<b>M 15</b>	<b>M 20</b>	<b>M d</b>
Resistenza a compressione N/mm <sup>2</sup>	2,5	5	10	15	20	d
<b>d</b> è una resistenza a compressione maggiore di 25 N/mm <sup>2</sup> dichiarata dal produttore						

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nella norma UNI EN 1015-11: 2007.

- Malta a composizione prescritta

Le classi di malta a composizione prescritta sono definite in rapporto alla composizione in volume secondo la seguente tabella

**Tabella 11.10.IV - Classi di malte a composizione prescritta**




<b>Classe</b>	<b>Tipo di malta</b>	<b>Composizione</b>				
		<b>Cemento</b>	<b>Calce aerea</b>	<b>Calce idraulica</b>	<b>Sabbia</b>	<b>Pozzolana</b>
<b>M 2,5</b>	<b>Idraulica</b>	--	--	1	3	--
<b>M 2,5</b>	<b>Pozzolonica</b>	--	1	--	--	3
<b>M 2,5</b>	<b>Bastarda</b>	1	--	2	9	--
<b>M 5</b>	<b>Bastarda</b>	1	--	1	5	--
<b>M 8</b>	<b>Cementizia</b>	2	--	1	8	--
<b>M 12</b>	<b>Cementizia</b>	1	--	--	3	--

Malte di diverse proporzioni nella composizione, preventivamente sperimentate con le modalità riportate nelle norme UNI EN 1015-11:2007, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione non risulti inferiore a quanto previsto in Tab.11.10.III.

Nel caso specifico si è impiegata una malta a prestazione garantita, classe M10 con resistenza a compressione pari a 10 N/mm<sup>2</sup>.

#### Muratura in blocchi portanti

Muratura monostrato in elevazione in laterizio alleggerito in pasta confezionata con blocchi forati con percentuale di foratura <45%, posti in opera con malta idonea compreso gli oneri per la formazione di angoli, spigoli, architravi, apertura di vani, mazzette e velette, i collegamenti e le incassature ed inoltre quanto occorre per dare il lavoro compiuto a regola d'arte Con blocchi aventi giacitura dei fori verticali per murature portanti anche in zona sismica.

			NUMERO DI IDENTIFICAZIONE			Stabilimento di produzione:		
			DELL'ORGANISMO DI CERTIFICAZIONE			Via Aterno, 259		
						66100 Brecciarola di Chieti (CH)		
			anno apposizione marcatura: 2010					
						sede legale: Chieti		
						Via Aterno n.259		
						C.F e P.IVA 00092230697		
UNI EN 771-1								
TIPO LD			VALORE NOMINALE			UNI EN 772-3: 2000		
CATEGORIA I			mm			DETERMINAZIONE VOLUME NETTO mm3 75792000		
	Codice	Descrizione	Lunghezza	Larghezza	Altezza	PERCENTUALE DI FORATURA % 43,29		
						ISOLAMENTO ACUSTICO PER VIA AEREA DIRETTO		
			Tolleranze			MASSA VOLUMICA LORDA Kg/m3 990		
			T1 : R1+			RESISTENZA CARATTERISTICA A COMPRESSIONE		
			BLOCCO PORTANTE ZONA SISMICA PORIZZATO			D1		
PP35			250	350	190	± FACCIABASE N/mm² 19,50		± TESTA N/mm² 9,00
UNI EN 772-16 : 2002			UNI EN 1745:2005, UNI EN ISO 6946:1999			"S" SPESSORE mm		
SPESSORE PARETI ESTERNE mm 11,4			CONDUTTIVITA TERMICA EQUIVAL. [W/(m °K)]			350		
VALORE MINIMO mm 10,9			CONDUTTANZA TERMICA "C" [W/(m² °K)]			0,150		
SPESSORE PARETI INTERNE (SETTI) mm 8,4			RESISTENZA TERMICA "Ri" [m²/(K/W)]			0,407		
VALORE MINIMO mm 8,2			TRASMITTANZA TERMICA "U" [W/(m² °K)]			2,458		
						0,380		
STABILITA' DIMENSIONALE:			NPD					
ASSORBIMENTO D'ACQUA			DA NON LASCIARE ESPOSTO					
SOSTANZE PERICOLOSE			NPD					
CONTENUTO SALI SOLUBILI ATTIVI			CATEGORIA SO					
REAZIONE AL FUOCO			EUROCLASSE A1					
DURABILITA' AL GELO-DISGELO			NPD					
COEFFICIENTE DIFFUSIONE VAPORE ACQUEO			DA NON LASCIARE ESPOSTO					
FORZA DI ADESIONE MALTA LATERIZIO			NPD					

## **RINFORZO CON MATERIALI COMPOSITI IN FIBRA DI ACCIAIO-Interventi murature**

### Malta

Malta naturale traspirante certificata, eco-compatibile, a base di pura calce naturale NHL 3,5 e Geolegante minerale, classe di resistenza a compressione M15 secondo EN 998-2, CS IV secondo EN 998-1 e R1 secondo EN1504-3, per interventi su murature altamente traspiranti e manufatti in calcestruzzo.

### Dati tecnici

Aspetto	polvere	
Natura mineralogica aggregato	silicatica-carbonatica	
Intervallo granulometrico	0 – 2,5 mm	
Conservazione	≈ 12 mesi nella confezione originale in luogo asciutto	
Confezione	sacchi 25 kg	
Acqua d'impasto	≈ 5,1 ℓ / 1 sacco 25 kg	
Massa volumica apparente della malta fresca	≈ 1,76 kg/dm <sup>3</sup>	EN 1015-6
Massa volumica apparente della malta indurita essiccata	≈ 1,61 kg/dm <sup>3</sup>	EN 1015-10
Temperature limite di applicazione	da +5 °C a +35 °C	
Spessore max per strato	≈ 2 cm	
Resa	≈ 14,5 kg/m <sup>2</sup> per cm di spessore	
<i>Rilevazione dati a +23 ± 2 °C di temperatura, 50 ± 5% U.R. e assenza di ventilazione. Possono variare in funzione delle specifiche condizioni di cantiere</i>		

## PERFORMANCE

QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA (IAQ) VOC - EMISSIONI SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI			
Conformità	EC 1-R plus GEV-Emicode		Cert. GEV 4092/11.01.02
QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA (IAQ) ACTIVE - DILUIZIONE INQUINANTI INDOOR *			
	Flusso	Diluizione	
Toluene	219 µg m³/h	+129%	metodo JRC
Pinene	170 µg m³/h	+5%	metodo JRC
Formaldeide	1040 µg m³/h	test non superato	metodo JRC
Biossido di Carbonio (CO₂)	33 mg m³/h	+53%	metodo JRC
Umidità (Aria Umida)	15 mg m³/h	+7%	metodo JRC
QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA (IAQ) BIOACTIVE - AZIONE BATTERIOSTATICA **			
<i>Enterococcus faecalis</i>	Classe B+ proliferazione assente		metodo CSTB
QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA (IAQ) BIOACTIVE - AZIONE FUNGISTATICA **			
<i>Penicillium brevicompactum</i>	Classe F+ proliferazione assente		metodo CSTB
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	Classe F+ proliferazione assente		metodo CSTB
<i>Aspergillus niger</i>	Classe F+ proliferazione assente		metodo CSTB
HIGH-TECH EN 998-1			
Coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore acqueo (µ)	≥ 16		EN 1015-19
Assorbimento d'acqua per capillarità	categoria W1		EN 998-1
Reazione al fuoco	classe A1		EN 13501-1
Resistenza a compressione a 28 gg	categoria CS IV		EN 998-1
Aderenza al supporto (laterizio)	≥ 1 N/mm² - FP: B		EN 1015-12
Conducibilità termica (λ <sub>10, °C</sub> )	0,67 W/mK (valore tabulato)		EN 1745
Durabilità (al gelo-disgelo)	NPD		EN 998-1
HIGH-TECH EN 998-2			
Resistenza a compressione a 28 gg	categoria M15		EN 998-2
Permeabilità al vapore acqueo (µ)	da 15 a 35 (valore tabulato)		EN 1745
Assorbimento idrico capillare	≈ 0,3 kg/(m² · min <sup>1/2</sup> )		EN 1015-18
Resistenza a taglio	> 1 N/mm²		EN 1052-3
Adesione al supporto a 28 gg	> 1 N/mm² - FP: B		EN 1015-12
Conducibilità termica (λ <sub>10, °C</sub> )	0,67 W/mK (valore tabulato)		EN 1745
Modulo elastico statico	9,23 GPa		EN 998-2
Conformità	classe di resistenza M15		EN 998-2
HIGH-TECH EN 1504-3			
Caratteristica prestazionale	Metodo di prova	Requisiti richiesti EN 1504-3 classe R1	GeoCalce® Prestazione in condizioni PCC
Resistenza a compressione	EN 12190	≥ 10 MPa (28 gg)	> 15 MPa (28 gg)
Resistenza a trazione per flessione	EN 196/1	nessuno	> 5 MPa (28 gg)
Legame di aderenza	EN 1542	≥ 0,8 MPa (28 gg)	> 0,8 MPa (28 gg)
Adesione su laterizio	EN 1015-1	nessuno	> 1 MPa (28 gg)
Modulo elastico a compressione	EN 13412	nessuno	9,23 GPa (28 gg)
Compatibilità termica ai cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti	EN 13687-1	ispezione visiva	superata
Contenuto ioni cloruro (Determinato sul prodotto in polvere)	EN 1015-17	≤ 0,05%	< 0,05%
Reazione al fuoco	EN 13501-1	Euroclasse	A1
LEED®			
LEED® Contributo Punti ***	Punti LEED®		
MR Credito 4 Contenuto di Riciclati	fino a 2		GBC Italia
MR Credito 5 Materiali Regionali	fino a 2		GBC Italia
QI Credito 4.1 Materiali Basso Emissivi	fino a 1		GBC Italia
Rilevazione dati a +23 ± 2 °C di temperatura, 50 ± 5% U.R. e assenza di ventilazione. Possono variare in funzione delle specifiche condizioni di cantiere.			
* Test eseguiti secondo metodo JRC – Joint Research Centre – Commissione Europea, Ispra (VA) – per la misura dell'abbattimento delle sostanze inquinanti negli ambienti indoor (Progetto Indoortron). Flusso e velocità rapportati alla malta comune da costruzione (1,5 cm) standard.			
** Test eseguiti secondo metodo CSTB, Contaminazione batterica e fungina			
*** LEED® è un sistema di misura delle prestazioni ambientali pensato per edifici commerciali, istituzionali e residenziali sia nuovi sia esistenti che si basa su principi ambientali ed energetici comunemente riconosciuti ed accettati dalla comunità scientifica internazionale. Il sistema di valutazione della sostenibilità edilizia LEED® è un sistema volontario. Per il calcolo del punteggio fare riferimento alle prescrizioni contenute nel Manuale LEED® Italia (edizione 2009).			
© 2010, Green Building Council Italia, U.S. Green Building Council, tutti i diritti riservati			



## Rete

Tessuto in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, unidirezionale, formato da micro-trefoli di acciaio ad altissima resistenza galvanizzati, fissati su una microrete in fibra di vetro che ne facilita le fasi d'installazione.

### Dati tecnici

<b>Filo</b>			
- tensione caratteristica a trazione	$\sigma_{\text{filo}}$		> 2900 MPa
- modulo elastico	$E_{\text{filo}}$		> 205 GPa
- area	$A_{\text{filo}}$		0,1076 mm <sup>2</sup>
<b>Nastro secco/Trefolo</b>			
Trefolo 3x2 ottenuto unendo fra loro 5 filamenti, di cui 3 rettilinei e 2 in avvolgimento con elevato angolo di torsione			
- area effettiva di un trefolo 3x2 (5 fili)	$A_{\text{trefolo}}$		0,538 mm <sup>2</sup>
- n° trefoli/cm			1,57 trefoli/cm
- massa (comprensivo di termosaldatura)			≈ 670 g/m <sup>2</sup>
- spessore equivalente del nastro	$t_{\text{nastro}}$		≈ 0,084 mm
- carico di rottura a trazione di un trefolo			> 1500 N
- resistenza a trazione del nastro	$\sigma_{\text{nastro}}$		> 2800 MPa
- resistenza a trazione per unità di lunghezza	$\sigma_{\text{nastro}}$		> 2,35 kN/cm
- modulo di elasticità normale del nastro	$E_{\text{nastro}}$		> 190 GPa
- deformazione a rottura del nastro	$\epsilon_{\text{nastro}}$		> 1,50%
<b>Confezione</b>			
rotoli 50 m (h 30 cm)			
Peso 1 rotolo			≈ 24 kg inclusa confezione

## **RINFORZO CON MATERIALI COMPOSITI IN FIBRA DI ACCIAIO-Interventi sui solai in latero-cemento**

### **Malta**

Malta tixotropica per passivare, ripristinare, rasare e proteggere strutture in calcestruzzo armato quali travi, pilastri, solette, frontalini, rampe, facciavista, elementi decorativi, cornicioni e opere infrastrutturali quali ponti, viadotti, gallerie e canali idraulici. Idoneo come matrice inorganica minerale nei sistemi di rinforzo compositi.

#### **DATI TECNICI SECONDO NORMA DI QUALITÀ KERAKOLL**

<b>Aspetto</b>	polvere	
<b>Massa volumica apparente</b>	1340 kg/m <sup>3</sup>	UEAtc
<b>Natura mineralogica aggregato</b>	silico – carbonatica	
<b>Intervallo granulometrico</b>	0 – 0,5 mm	EN 12192-1
<b>Conservazione</b>	= 12 mesi nella confezione originale in luogo asciutto	
<b>Confezione</b>	sacchi 25 kg	
<b>Acqua d'impasto</b>	= 5,1 l / 1 sacco 25 kg	
<b>Spandimento dell'impasto</b>	140 – 160 mm	EN 13395-1
<b>Massa volumica dell'impasto</b>	= 2050 kg/m <sup>3</sup>	
<b>pH dell'impasto</b>	≥ 12,5	
<b>Inizio / Fine presa</b>	> 70 – 80 min. (> 200 – 220 min. a +5 °C) – (> 50 – 60 min. a +30 °C)	
<b>Temperature limite di applicazione</b>	da +5 °C a +40 °C	
<b>Spessore minimo</b>	2 mm	
<b>Spessore massimo per strato</b>	40 mm	
<b>Resa</b>	= 17 kg/m <sup>2</sup> per cm di spessore	

*Rilevazione dati a +21 °C di temperatura, 60% U.R. e assenza di ventilazione. Possono variare in funzione delle specifiche condizioni di cantiere.*

## PERFORMANCE

### HIGH-TECH

Caratteristica prestazionale	Metodo di prova	Requisiti richiesti EN 1504-7	Prestazione GeoLite®
Protezione dalla corrosione	EN 15183	nessuna corrosione	specificata superata
Adesione per taglio	EN 15184	≥ 80% del valore della barra nuda	specificata superata
Caratteristica prestazionale	Metodo di prova	Requisiti richiesti EN 1504-3 classe R4	GeoLite® Prestazione in condizioni CC e PCC
Resistenza a compressione	EN 12190	≥ 45 MPa (28 gg)	> 15 MPa (24 h)
			> 40 MPa (7 gg)
			> 55 MPa (28 gg)
Resistenza a trazione per flessione	EN 196/1	nessuno	> 5 MPa (24 h)
			> 8 MPa (7 gg)
			> 10 MPa (28 gg)
Legame di adesione	EN 1542	≥ 2 MPa (28 gg)	> 2 MPa (28 gg)
Resistenza alla carbonatazione	EN 13295	profondità di carbonatazione ≤ calcestruzzo di riferimento (MC (0,45))	specificata superata
Modulo elastico a compressione	EN 13412	≥ 20 GPa (28 gg)	25 GPa (28 gg)
Compatibilità termica ai cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti	EN 13687-1	forza di legame dopo 50 cicli ≥ 2 MPa	> 2 MPa
Assorbimento capillare	EN 13057	≤ 0,5 kg·m <sup>-2</sup> ·h <sup>0,5</sup>	< 0,5 kg·m <sup>-2</sup> ·h <sup>0,5</sup>
Contenuto ioni cloruro (Determinato sul prodotto in polvere)	EN 1015-17	≤ 0,05%	< 0,05%
Reazione al fuoco	EN 13501-1	Euroclasse	A1
Caratteristica prestazionale	Metodo di prova	Requisiti richiesti EN 1504-2 (C)	Prestazione GeoLite®
Permeabilità al vapore acqueo	EN ISO 7783-2	classe di riferimento	Classe I: s <sub>e</sub> < 5 m
Assorbimento capillare e permeabilità all'acqua	EN 1062-3	w < 0,1 kg·m <sup>-2</sup> ·h <sup>0,5</sup>	w < 0,1 kg·m <sup>-2</sup> ·h <sup>0,5</sup>
Forza di adesione per trazione diretta	EN 1542	≥ 0,8 MPa	> 2 MPa
Ritiro lineare	EN 12671-1	≤ 0,3%	< 0,3%
Coefficiente di espansione termica	EN 1770	α <sub>t</sub> ≤ 30·10 <sup>-6</sup> ·K <sup>-1</sup>	α <sub>t</sub> < 30·10 <sup>-6</sup> ·K <sup>-1</sup>
Resistenza all'abrasione	EN ISO 5470-1	perdita di peso < 3000 mg	specificata superata
Adesione in seguito a shock termico	EN 13687-2	≥ 2 N/mm <sup>2</sup>	> 2 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza all'urto	EN ISO 6272-1	classe di riferimento	Class III : ≥ 20 Nm
Sostanze pericolose		conformi al punto 5.4	

### QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA (IAQ) VOC - EMISSIONI SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI

Conformità	EC 1-R plus GEV-Ecode	Cert. GEV 3539/11.01.02
------------	-----------------------	-------------------------

### LEED®

LEED® Contributo Punti *	Punti LEED®	
MR Credito 4 Contenuto di Riciclati	fino a 2	GBC Italia
MR Credito 5 Materiali Regionali	fino a 2	GBC Italia
QI Credito 4.1 Materiali Basso Emissivi	fino a 1	GBC Italia

\* LEED® è un sistema di misura della prestazione ambientale pensato per edifici commerciali, istituzionali e residenziali sia nuovi sia esistenti che si basa su principi ambientali ed energetici comunemente riconosciuti ed accettati dalla comunità scientifica internazionale. Il sistema di valutazione della sostenibilità edificio LEED® è un sistema volontario. Per il calcolo del punteggio fare riferimento alle prescrizioni contenute nel Manuale LEED® Italia (edizione 2009). © 2010, Green Building Council Italia, U.S. Green Building Council, tutti i diritti riservati.

## Rete

Tessuto in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, unidirezionale, formato da micro-trefoli di acciaio ad altissima resistenza galvanizzati, fissati su una microrete in fibra di vetro che ne facilita le fasi d'installazione.

### G2000

Filo			
- tensione caratteristica a trazione	$\sigma_{\text{filo}}$		> 2900 MPa
- modulo elastico	$E_{\text{filo}}$		> 205 GPa
- area	$A_{\text{filo}}$		0,1076 mm <sup>2</sup>
Nastro secco/Trefolo			
Trefolo 3x2 ottenuto unendo fra loro 5 filamenti, di cui 3 rettilinei e 2 in avvolgimento con elevato angolo di torsione			
- area effettiva di un trefolo 3x2 (5 fili)	$A_{\text{trefolo}}$		0,538 mm <sup>2</sup>
- n° trefoli/cm			4,72 trefoli/cm
- massa (comprensivo di termosaldatura)			≈ 2000 g/m <sup>2</sup>
- spessore equivalente del nastro	$t_{\text{nastro}}$		≈ 0,254 mm
- carico di rottura a trazione di un trefolo			> 1500 N
- resistenza a trazione del nastro	$\sigma_{\text{nastro}}$		> 2800 MPa
- resistenza a trazione per unità di lunghezza	$\sigma_{\text{nastro}}$		> 7,11 kN/cm
- modulo di elasticità normale del nastro	$E_{\text{nastro}}$		> 190 GPa
- deformazione a rottura del nastro	$\epsilon_{\text{nastro}}$		> 1,50%
Confezione	rotoli 30 m (h 30 cm)		
Peso 1 rotolo	≈ 24 kg inclusa confezione		

### G600

Filo			
- tensione caratteristica a trazione	$\sigma_{\text{filo}}$		> 2900 MPa
- modulo elastico	$E_{\text{filo}}$		> 205 GPa
- area	$A_{\text{filo}}$		0,1076 mm <sup>2</sup>
Nastro secco/Trefolo			
Trefolo 3x2 ottenuto unendo fra loro 5 filamenti, di cui 3 rettilinei e 2 in avvolgimento con elevato angolo di torsione			
- area effettiva di un trefolo 3x2 (5 fili)	$A_{\text{trefolo}}$		0,538 mm <sup>2</sup>
- n° trefoli/cm			1,57 trefoli/cm
- massa (comprensivo di termosaldatura)			≈ 670 g/m <sup>2</sup>
- spessore equivalente del nastro	$t_{\text{nastro}}$		≈ 0,084 mm
- carico di rottura a trazione di un trefolo			> 1500 N
- resistenza a trazione del nastro	$\sigma_{\text{nastro}}$		> 2800 MPa
- resistenza a trazione per unità di lunghezza	$\sigma_{\text{nastro}}$		> 2,35 kN/cm
- modulo di elasticità normale del nastro	$E_{\text{nastro}}$		> 190 GPa
- deformazione a rottura del nastro	$\epsilon_{\text{nastro}}$		> 1,50%
Confezione	rotoli 50 m (h 30 cm)		
Peso 1 rotolo	≈ 24 kg inclusa confezione		