



Area Pianificazione Strategica
Unità di Progetto Progetti Speciali
via Farini 1, 42121 Reggio Emilia
tel. 0522 456836 fax 0522 585070

committente:



RESTAURO, RISTRUTTURAZIONE E ADEGUAMENTO FUNZIONALE DEL TEATRO "ARIOSTO"

Programma delle opere pubbliche - Beni culturali (All. C Ord. 14 del 24/2/2014)

Delibera di Giunta Regionale del contributo ai sensi della LR 13/99 n° 1575 del 24/09/2018

ADEGUAMENTO FUNZIONALE E RIQUALIFICAZIONE
DELLA SALA VERDI E DEI RELATIVI SPAZI

PROGETTO ESECUTIVO

Responsabile del procedimento: dott. Paolo Cantù
Viceresponsabile del procedimento: ing. Salvatore Vera

Progetto architettonico:

STUDIO ADS - arch. Giuliana Allegri, arch. Ivan Sacchetti

Progetto strutturale: ing. Fabio Emmolo

Progetto impianti termomeccanici:

Studio Termotecnico SCIRÈ - ing. Giovanni Scirè Mammano

Progetto impianto elettrico: STUDIO S.B. - Per. Ind. Stefano Del Bianco

Progetto impianti speciali e sicurezza: SecurcoM s.r.l. - Per.ind. Mirco Comastri

Progetto prevenzione incendi: Planning studio s.r.l. - arch. Luca Giannasi

Responsabile della sicurezza: Planning studio s.r.l. - arch. Mauro Aguzzoli

INGEGNERE
EMMOLO FABIO

agg.: _____

contenuto: RELAZIONE SUI MATERIALI

data: MARZO 2019

Sommario

1. DESCRIZIONE DEI MATERIALI	3
2. DURABILITA' E COPRIFERRI.....	9

1. DESCRIZIONE DEI MATERIALI

- **Calcestruzzo per strutture in elevazione gettate in opera**

Calcestruzzo classe: C25/30 a prestazione garantita XC1

Tutti i calcestruzzi devono soddisfare i requisiti del DM 14/01/2008 e della norma UNI EN 206-1:

- Cemento: conforme alla norma UNI EN 197/1
- Aggregati: obbligo di marcatura CE conforme a UNI EN 12620
- Acqua di impasto: conforme a UNI EN 1008
- Additivi: conforme a UNI EN 934-2

R_{ck} (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 300 daN/cm²
f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 250 daN/cm²
f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 25,65 daN/cm²
G (modulo di elasticità tangenziale) = 131030 daN/cm²
E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 314470 daN/cm²
C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.2
Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050
Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc
 $\gamma_m = 1,50$
Classe di esposizione: XC1 per strutture in elevazione (UNI EN 206-1 / UNI 11104)

- **Acciaio in barre da c.a.**

Armatura ad aderenza migliorata e reti elettrosaldate: B450C

Conforme al D.M. 14-01-2008

f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
f_{tk} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
ε_{uk} (deformazione di rottura) = 0.120
G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²
E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²
C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30
Peso specifico = 7850 daN/mc
 $\gamma_m = 1,15$

- **Acciaio per carpenterie, bulloni, dadi e saldature**

Profili: Acciaio da carpenteria S 275JR

Conforme alla UNI EN 10025

f_{yk} = tensione caratteristica di snervamento = 2750 daN/cm²
f_{tk} = tensione caratteristica di rottura = 4300 daN/cm²
E = modulo di elasticità normale = 2100000 daN/cm²
G = modulo di elasticità tangenziale = 807692 daN/cm²
Peso specifico = 7850 daN/mc
 $\gamma_m = 1,05$

Profili: Acciaio da carpenteria S 355JR

Conforme alla UNI EN 10025

f_{yk} = tensione caratteristica di snervamento = 3550 daN/cm²
f_{tk} = tensione caratteristica di rottura = 5100 daN/cm²
E = modulo di elasticità normale = 2100000 daN/cm²

G = modulo di elasticità tangenziale = 807692 daN/cm²


Peso specifico = 7850 daN/mc

$\gamma_m = 1,05$

- Resine epossidiche per inghisaggi chimici


Descrizione del prodotto: Resina a iniezione ed elementi di acciaio
Resina a iniezione Hilti HIT-RE 500 V3: sistema resina epossidica con aggregato
330 ml, 500 ml e 1400 ml

Marcatore:
HILTI HIT
Nome del prodotto
Ora e linea di produzione
Data di scadenza mm/aaaa

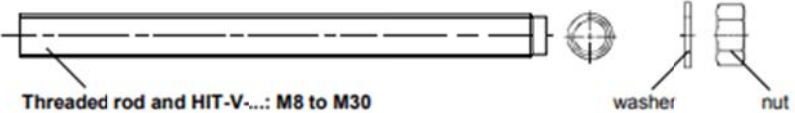


Nome del prodotto: "Hilti HIT-RE 500 V3"

Miscelatore statico Hilti HIT-RE-M




Elementi di acciaio



Threaded rod and HIT-V-...: M8 to M30


washer nut



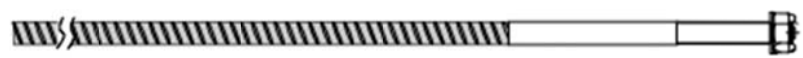
Barra metrica Hilti AM 8.8, elettrozincata da M8 a M30, da 1 m a 3 m

Barra filettata standard commerciale con:


- Materiali e caratteristiche meccaniche ai sensi della Tabella A1.
- Certificato di ispezione 3.1 ai sensi della EN 10204:2004. Il documento dovrà essere conservato.
- Segno della profondità di posa.



Bussola a filetto interno HIS-(R)N: da M8 a M20



Ancorante a trazione Hilti HZA: da M12 a M27 e HZA-R: da M12 a M24



Ferro di armatura (ferro di ripresa): ϕ da 8 a ϕ 32


- Materiali e caratteristiche meccaniche ai sensi della Tabella A1.
- Dimensioni come da Allegato B6

Sistema a iniezione Hilti HIT-RE 500 V3	Allegato A3
Prodotto Resina a iniezione / miscelatore statico / elementi di acciaio.	

Descrizione del prodotto: Resina a iniezione ed elementi di acciaio


Resina a iniezione Hilti HIT-HY 270: sistema ibrido con aggregato 330 ml e 500 ml

Marcatura
 HILTI HY-270
 Numero produzione e linea produzione
 Data di scadenza mm/aaaa

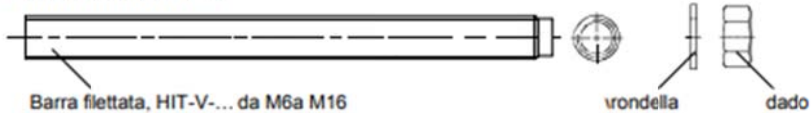


Nome del prodotto: "Hilti HIT-HY 270"

Miscelatore statico Hilti HIT-RE-M



Barra filettata, HIT-V-...



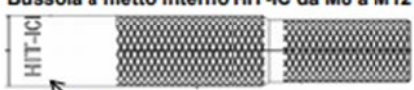
Barra filettata, HIT-V-... da M6a M16

v Rondella dado

Barra filettata standard commerciale con:

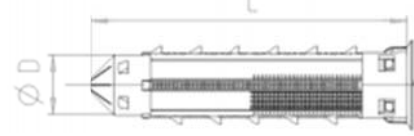
- Materiali, dimensioni e caratteristiche meccaniche ai sensi della Tabella A1
- Certificato di ispezione 3.1 ai sensi della EN 10204:2004. Il documento dovrà essere conservato.
- Segno della profondità di posa

Bussola a filetto interno HIT-IC da M8 a M12



Marcatura:
 per es. HIT-IC M8x80

Bussola retinata HIT-SC da 16 a 22



Marcatura testa:
 per es. HIT-SC 18x85

Hilti HIT-HY 270	Allegato A6
Descrizione del prodotto Resina a iniezione / miscelatore statico / elementi di acciaio / bussola retinata	

Bulloni, dadi e rosette

Ad alta resistenza per collegamenti NON ad attrito (tipo SB secondo EN 15048-1-2:2007), per uso strutturale in Classe 8.8 e 10.9. conformi alle norme UNI-EN-ISO 4016:2002 e UNI:5592:1968 per le caratteristiche dimensionali, devono appartenere alle classi indicate nella UNI EN ISO 898-1:2001 e devono essere conformi alle prescrizioni riportate in tabella:

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

Le principali caratteristiche dei bulloni sono qui riassunte:

Bulloni Classe 8.8, Dado Classe 8

$$f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{d,V} = 396 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{d,N} = 560 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_m = 1,25$$

- Geomalta tipo Kerakoll GeoLite 40

PERFORMANCE			
HIGH-TECH			
Caratteristica prestazionale	Metodo di prova	Requisiti richiesti EN 1504-7	Prestazione GeoLite® 40
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® 40 Prestazione in condizioni CC e PCC
Resistenza a compressione	EN 12190	≥ 45 MPa (28 gg)	> 6 MPa (4 h)
			> 20 MPa (24 h)
			> 35 MPa (7 gg)
			> 45 MPa (28 gg)
Resistenza a trazione per flessione	EN 196/1	nessuno	> 2 MPa (4 h)
			> 5 MPa (24 h)
			> 6 MPa (7 gg)
			> 9 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)	22 GPa in CC - 20 GPa in PCC (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 ⁻² ·h ^{0,5}	< 0,5 kg·m ⁻² ·h ^{0,5}
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® 40
Permeabilità al vapore acqueo	EN ISO 7783-2	classe di riferimento	Classe I: s _v < 5 m
Assorbimento capillare e permeabilità all'acqua	EN 1062-3	w < 0,1 kg·m ⁻² ·h ^{0,5}	w < 0,1 kg·m ⁻² ·h ^{0,5}
Forza di adesione per trazione diretta	EN 1542	≥ 2 MPa	> 2 MPa
Ritiro lineare	EN 12617-1	≤ 0,3%	< 0,3%
Coefficiente di espansione termica	EN 1770	α _t ≤ 30·10 ⁻⁴ ·k ⁻¹	α _t < 30·10 ⁻⁴ ·k ⁻¹
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 ²	> 2 N/mm ²
Resistenza all'urto	EN ISO 6272-1	classe di riferimento	Class III : ≥ 20 Nm
Sostanze pericolose		conformi al punto 5.4	
Caratteristica prestazionale aggregata	Metodo di prova	Requisiti richiesti UNI 8520-22	Prestazione aggregata GeoLite® 40
Reazione alcali-aggregati	UNI 11504	classe di reattività	NR (non reattivo)
QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA (IAQ) VOC - EMISSIONI SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI			
Conformità		EC 1-R plus GEV-Emicode	Cert. GEV 3541/11.01.02

Saldature

Per giunti in Classe II, realizzati con elettrodi omologati secondo UNI 5232 di qualità 2,3 o 4 o con altri procedimenti di saldatura che garantiscano l'appartenenza al raggruppamento F della UNI 7272. Tutti i procedimenti di saldatura all'arco elettrico dovranno comunque essere codificati secondo UNI EN ISO 4063:2001. Per quanto non specificato si faccia riferimento alla specifica relazione sui materiali e comunque al Cap. 11.3.4.5 delle NTC2008.

Le saldature dovranno essere a completo ripristino della sezione resistente.

Le saldature dovranno rispettare le prescrizioni delle norme UNI, EN, UNI-EN, UNI-EN-ISO, in particolare le norme:

- EN 1993-1-8: 2005 Eurocode 3. - Design of Steel Structure - Design of Joints
- Procedure all'arco elettrico: UNI EN ISO 4063: 2001.
- Operatori qualificati secondo: UNI EN 1418:1999
- Procedimenti di saldatura qualificati secondo: UNI EN ISO 15614-1:2005
- Esecuzione delle saldature nel rispetto di: UNI EN 1011: 2005, parti 1-2
- Preparazione dei lembi di saldatura: UNI EN ISO 9692-1: 2005.

Il cordone di saldatura deve essere continuo, eseguito con due o più passate a seconda dello spessore, con spessore di gola pari a 1,3 volte lo spessore del più sottile elemento collegato alla saldatura.

RIFERIMENTI PER LE SALDATURE																																																																																																	
DOVE NON INDICATO LIVELLO DI CRITICITA' LC2																																																																																																	
RIFERIMENTI DI SALDATURA : ABACO SALDATURE																																																																																																	
MOD. ABS-A E ABS-B																																																																																																	
 <p>T1 SPESSORE MINORE T2 SPESSORE MAGGIORE Z=1,2 SPESSORE MINIMO A=0,8 SPESSORE MINIMO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>T1</th> <th>Z</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3</td><td>3,6</td><td>2,4</td></tr> <tr><td>4</td><td>4,8</td><td>3,2</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td><td>4</td></tr> <tr><td>6</td><td>7,2</td><td>4,8</td></tr> <tr><td>7</td><td>8,4</td><td>5,6</td></tr> <tr><td>8</td><td>9,6</td><td>6,4</td></tr> <tr><td>9</td><td>10,8</td><td>7,2</td></tr> <tr><td>10</td><td>12</td><td>8</td></tr> <tr><td>11</td><td>13,2</td><td>8,8</td></tr> <tr><td>12</td><td>14,4</td><td>9,6</td></tr> <tr><td>13</td><td>15,6</td><td>10,4</td></tr> <tr><td>14</td><td>16,8</td><td>11,2</td></tr> <tr><td>15</td><td>18</td><td>12</td></tr> <tr><td>16</td><td>19,2</td><td>12,8</td></tr> <tr><td>17</td><td>20,4</td><td>13,6</td></tr> <tr><td>18</td><td>21,6</td><td>14,4</td></tr> <tr><td>19</td><td>22,8</td><td>15,2</td></tr> <tr><td>20</td><td>24</td><td>16</td></tr> </tbody> </table>	T1	Z	A	3	3,6	2,4	4	4,8	3,2	5	6	4	6	7,2	4,8	7	8,4	5,6	8	9,6	6,4	9	10,8	7,2	10	12	8	11	13,2	8,8	12	14,4	9,6	13	15,6	10,4	14	16,8	11,2	15	18	12	16	19,2	12,8	17	20,4	13,6	18	21,6	14,4	19	22,8	15,2	20	24	16	 <p>T1 SPESSORE MINORE TD PROF. PENETRAZIONE</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>T1</th> <th>TD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3</td><td>1,5</td></tr> <tr><td>4</td><td>2</td></tr> <tr><td>5</td><td>2,5</td></tr> <tr><td>6</td><td>3</td></tr> <tr><td>7</td><td>3,5</td></tr> <tr><td>8</td><td>4</td></tr> <tr><td>9</td><td>4,5</td></tr> <tr><td>10</td><td>5</td></tr> <tr><td>11</td><td>5,5</td></tr> <tr><td>12</td><td>6</td></tr> <tr><td>13</td><td>6,5</td></tr> <tr><td>14</td><td>7</td></tr> <tr><td>15</td><td>7,5</td></tr> <tr><td>16</td><td>8</td></tr> <tr><td>17</td><td>8,5</td></tr> <tr><td>18</td><td>9</td></tr> <tr><td>19</td><td>9,5</td></tr> <tr><td>20</td><td>10</td></tr> </tbody> </table>	T1	TD	3	1,5	4	2	5	2,5	6	3	7	3,5	8	4	9	4,5	10	5	11	5,5	12	6	13	6,5	14	7	15	7,5	16	8	17	8,5	18	9	19	9,5	20	10
	T1	Z	A																																																																																														
	3	3,6	2,4																																																																																														
	4	4,8	3,2																																																																																														
	5	6	4																																																																																														
	6	7,2	4,8																																																																																														
	7	8,4	5,6																																																																																														
	8	9,6	6,4																																																																																														
	9	10,8	7,2																																																																																														
	10	12	8																																																																																														
	11	13,2	8,8																																																																																														
	12	14,4	9,6																																																																																														
	13	15,6	10,4																																																																																														
	14	16,8	11,2																																																																																														
	15	18	12																																																																																														
	16	19,2	12,8																																																																																														
	17	20,4	13,6																																																																																														
	18	21,6	14,4																																																																																														
	19	22,8	15,2																																																																																														
	20	24	16																																																																																														
T1	TD																																																																																																
3	1,5																																																																																																
4	2																																																																																																
5	2,5																																																																																																
6	3																																																																																																
7	3,5																																																																																																
8	4																																																																																																
9	4,5																																																																																																
10	5																																																																																																
11	5,5																																																																																																
12	6																																																																																																
13	6,5																																																																																																
14	7																																																																																																
15	7,5																																																																																																
16	8																																																																																																
17	8,5																																																																																																
18	9																																																																																																
19	9,5																																																																																																
20	10																																																																																																

2. DURABILITA' E COPRIFERRI

Nella scelta dei requisiti minimi per quanto riguarda i copriferri si è tenuto conto delle seguenti prescrizioni:

1. Aderenza dei ferri esterni;
2. Durabilità, al fine di preservare le armature dalla corrosione: si sono seguite a questo proposito le direttive della circolare 2/2/2009 n. 617;

Dalle quali risulta:

- Secondo il Prospetto 4.2 dell'EC2 il ricoprimento minimo per garantire l'aderenza e pari al diametro del ferro;
- Secondo la tabella C4.1.IV della circolare il ricoprimento minimo per garantire la durabilità è legato alle condizioni ambientali (tabella 4.1.IV delle NTC), oltre che alla Vita Nominale, classe di resistenza del calcestruzzo e forma dell'elemento;

Le strutture in elevazione sono state classificate come XC1 (Bagnato, raramente secco),.

La Vita Utile di Progetto è ≥ 50 anni per cui si possono utilizzare i valori riportati in tabella.

La Classe di Resistenza è C25/30 per le strutture in fondazione per cui $C_{min} \leq C < C_0$.

Il ricoprimento impiegato è quindi almeno pari al maggiore tra quello minimo per aderenza e durabilità, aumentato di 10 mm per tener conto di eventuali scostamenti.

Classi di esposizione ambientale secondo UNI EN 206-1								
Classe di esposizione ambientale	Descrizione dell'ambiente di esposizione	Esempi di condizioni ambientali	UNI 9853	A/C massimo	Contenuto minimo di cemento kg/m^3	Rck minima N/mm^2	Contenuto minimo di aria %	Copriferro minimo Mm
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco								
X0	Molto secco	Cls per interni di edifici con umidità dell'aria molto bassa	1	-		C12/15	-	15
2 Corrosione delle armature per effetto della carbonatazione								
XC1	Secco o permanentemente bagnato	Cls per interni di edifici con umidità relativa bassa o immerso in acqua	2a	0,65	260	C20/25	-	20
XC2	Bagnato, raramente secco	Superfici in cls a contatto con acqua per lungo tempo es. fondazioni	2a	0,60	260	C20/30	-	20
XC3	Umidità moderata	Cls per interni con umidità relativa moderata o alta e cls all'esterno protetto dalla pioggia	5a	0,55	280	C30/37	-	30
XC4	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Superfici in cls a contatto con l'acqua, non nella classe XC2.	4a, 5b	0,50	300	C30/37	-	30

In funzione delle classi di esposizione sopra citate e del ricoprimento minimo per l'ancoraggio delle armature, si adottano i seguenti valori di progetto del copriferro e le seguenti lunghezze di sovrapposizione minime:

COPRIFERRI

- COPRIFERRO NETTO 30 mm per opere in c.a.

LUNGHEZZA DI SOVRAPPOSIZIONE MINIMA DEI FERRI (ove non diversamente indicato)

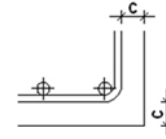
Ø 8.....	50 cm
Ø 10.....	60 cm
Ø 12.....	75 cm
Ø 14.....	85 cm
Ø 16.....	100 cm
Ø 18.....	110 cm
Ø 20.....	120 cm
Ø 22.....	135 cm
Ø 24.....	145 cm
Ø 26.....	160 cm
Ø 30.....	180 cm

La distanza tra i ferri che si sovrappongono deve rispettare:



DIAMETRI MINIMI DEI MANDRINI*

	dm (mm)	dm 2 (mm)
Ø 8	40	100
Ø 10	40	120
Ø 12	50	140
Ø 14	70	170
Ø 16	80	190
Ø 18	150	220
Ø 20	160	240
Ø 22	180	-
Ø 24	200	-
Ø 26	260	-
Ø 30	300	-



ferro piegato



piega



forcella



gancio

L'USO DI ACCIAI FORNITI IN ROTOLIE* AMMESSO SOLO PER DIAMETRI Ø ≤ 16 mm

- PER I DIAMETRI NON RIPORTATI IN TABELLA SI CONSIDERA UNA SOVRAPPOSIZIONE MINIMA DI 60Ø; PER LE BARRE DI GRANDE DIAMETRO Ø>32MM E PER LE BARRE IN GRUPPO VANNO ADOTTATE LE PRESCRIZIONI AGGIUNTIVE PREVISTE DAL DM 14.01.2008 E DA UNI EN 1992 1-1.

- SOVRAPPOSIZIONE MINIMA RETI ELETROSALDATE: 2 maglie

* PIEGAMENTO A 90° E SUCCESSIVO RADDRIZZAMENTO SENZA CRICCHE