

AZIENDA SOCIO-SANITARIA TERRITORIALE DELLA VALCAMONICA

Determinazione n. 593 del 21/06/2024

OGGETTO: Approvazione del progetto degli “Interventi di adeguamento ancoraggio in fondazione” del contenitore criogenico di ossigeno del PO di Esine e contestuale affidamento delle opere alla SAPIO LIFE srl.

**ADOTTATA DAL DIRIGENTE RESPONSABILE
SERVIZIO TECNICO PATRIMONIALE
AI SENSI DEL DECRETO DEL DIRETTORE GENERALE
ASST DELLA VALCAMONICA
N.286 DEL 18.4.2024**

IL DIRIGENTE RESPONSABILE

PREMESSO che:

- con decreto ASL n.130/2014 “Preso d’atto dell’aggiudicazione di gara aggregata con l’ex AO Bolognini di Seriate (ora ASST Bergamo Est) per la fornitura di ossigeno liquido, ossigeno gassoso, aria medica, anidride carbonica, miscele speciali, azoto liquido e argon” si aggiudicava la fornitura per il periodo 1.3.2014-28.2.2018;

- la scrivente ASST aveva fornito i fabbisogni ad Aria per la Convenzione ARCA_2017_028.2 che è stata aggiudicata con Determina del Direttore Generale di ARCA (ora Aria SpA) del 28 agosto 2019, ma il lotto 3 di interesse di codesta ASST è stato oggetto di ricorso al TAR e il RUP di Arca SpA (ora Aria SpA) ha provveduto ad annullare le attività di stipula della Convenzione e ad oggi il lotto non risulta mai attivato;

- in attesa dell’attivazione della convenzione o di indizione di nuova procedura da parte di ARIA SpA comprendente la medesima fornitura, si procedeva ad una serie di affidamenti diretti allo stesso fornitore, con decreto n.217/2019 fino al 31.12.2019, con Determinazione FAR n.66/2019 fino al 30.6.2020, con Determinazione FAR n.95/2019 fino al 31.12.2020 con decreti n.47/2021 e n.506/2021 e n.9/2022 fino al 31.12.2022, con decreti n.860/2022 e n.21/2024 fino al 31.12.2024;

- in virtù del contratto in essere, gli impianti di stoccaggio/gassificazione dell’Ossigeno sono di proprietà di Sapio Life srl e sono concessi in comodato d’uso gratuito con manutenzione di tipo full risk a codesta ASST;

- al fine di fronteggiare l’esponentiale aumento dei consumi di ossigeno medica derivante dell’emergenza epidemiologica da SARS-COV-2, è stato necessario installare in regime di urgenza potenziamenti impiantistici e ulteriori serbatoi di stoccaggio di ossigeno liquido nelle strutture ospedaliere di Esine e Edolo, anche in deroga alle norme vigenti. In particolare sono stati realizzati i seguenti interventi:

- presidio ospedaliero di Esine: aggiunta di n.1 serbatoio di stoccaggio di ossigeno liquido da 10.000 litri e relativo impianto di gassificazione, in aggiunta all’esistente impianto di 5.000 litri di stoccaggio;

- presidio ospedaliero di Edolo: realizzazione di un nuovo impianto di stoccaggio/gassificazione di ossigeno medica;

- stante la cessazione dello stato di emergenza decretata dal Governo italiano con l’emanazione del DL n.24/2022, con nota registrata al prot. ASST al n.10185/2022, la Sapio Life srl ha manifestato l’esigenza di recuperare gli impianti installati qualora non più necessari, in caso contrario, ha invitato codesta ASST ad adeguare l’installazione da un punto di vista autorizzativo;

- considerati gli imminenti ampliamenti dei nosocomi, con nota registrata al prot. ASST al n.21017/2022 codesta ASST comunicava alla SAPIO LIFE srl la necessità di conservare il nuovo impianto di gassificazione e relativo serbatoio presso il PO di Edolo e di mantenere il solo serbatoio da 10.000 litri per il PO di Esine, smantellando quella installazione da 5.000 litri, inoltre, si impegnava ad ottenere le necessarie autorizzazioni;

- ai fini dell’ottenimento delle necessarie autorizzazioni è stato necessario procedere ad una verifica del basamento del serbatoio da 10.000 litri installato presso il PO di Esine. Tali verifiche sono state affidate alla SAPIO LIFE srl per un importo complessivo di € 2.340,00, oltre contributo CNPAIA 4% e IVA di legge 22%;

VISTA la nota registrata al prot.ASST al n.15572/24 con la quale la SAPIO LIFE srl trasmetteva l’esito delle indagini e il progetto delle necessarie opere di adeguamento redatto dall’Ing. Massimo Oldrati e comunicava la disponibilità all’effettuazione delle opere per un importo complessivo pari a € 1.285,00 oltre IVA di legge 22%;

EVIDENZIATO che:

- l'offerta economica trasmessa dalla SAPIO LIFE srl è congrua rispetto ai prezzi di mercato;

- è opportuno che le opere necessarie vengano realizzate a cura della SAPIO LIFE srl poiché direttamente connesse alla posa del serbatoio criogenico di proprietà della stessa;

ACQUISITO il parere favorevole del Responsabile del procedimento che attesta la completezza dell'istruttoria;

ACQUISITA altresì l'attestazione del Direttore della SC "Bilancio, programmazione finanziaria e contabilità" in ordine alla regolarità contabile della spesa complessiva riferita al Bilancio economico di previsione dell'esercizio 2024;

D E T E R M I N A

per le ragioni espresse in premessa:

1 - di approvare il progetto degli "Interventi di adeguamento ancoraggio in fondazione" del contenitore criogenico di ossigeno del PO di Esine redatto dall'Ing. Massimo Oldrati, trasmesso con nota registrata al prot.ASST al n.15572/24, che allegato al presente provvedimento ne forma parte integrante e sostanziale;

2 - di nominare RUP e DEC, ai sensi degli articoli 15 e 114 del D.Lgs n.36/2023, l'Ing. Marco Bottazzi Dirigente del Servizio Tecnico Patrimoniale;

3 - di liquidare alla SAPIO LIFE srl l'importo di € 2.340,00, oltre contributo CNPAIA 4% e IVA di legge 22%, a saldo delle competenze spettanti per l'effettuazione delle indagini in sito, prove di compressione su provini in calcestruzzo e progetto esecutivo degli "Interventi di adeguamento ancoraggio in fondazione" del contenitore criogenico di ossigeno del PO di Esine;

4 - di affidare, per quanto argomentato in premessa, alla SAPIO LIFE srl gli "Interventi di adeguamento ancoraggio in fondazione" del contenitore criogenico di ossigeno del PO di Esine, per un importo complessivo pari a € 1.285,00 oltre IVA di legge 22%;

5 - che il costo complessivo derivante dal presente provvedimento pari ad € 4.536,69 di cui € 818,09 per IVA al 22% e € 93,60 per contributo CNPAIA 4%;

6 - di dare atto che il presente provvedimento è sottoposto al controllo del Collegio Sindacale, in conformità ai contenuti dell'art.3-ter del D.Lgs n.502/1992 e smi e dell'art.12, co.14, della LR n.33/2009;

7 - di disporre, a cura del Servizio Affari Generali e Legali, la pubblicazione all'Albo on-line - sezione Pubblicità legale - ai sensi dell'art.17, co.6, della LR n.33/2009, e dell'art.32 della L. n.69/2009, ed in conformità alle disposizioni ed ai provvedimenti nazionali e europei in materia di protezione dei dati personali.

IL DIRIGENTE
SERVIZIO TECNICO PATRIMONIALE
(Ing. Marco Bottazzi)

OGGETTO: APPROVAZIONE DEL PROGETTO DEGLI “INTERVENTI DI ADEGUAMENTO ANCORAGGIO IN FONDAZIONE” DEL CONTENITORE CRIOGENICO DI OSSIGENO DEL PO DI ESINE E CONTESTUALE AFFIDAMENTO DELLE OPERE ALLA SAPIO LIFE SRL.

ATTESTAZIONE DI COMPLETEZZA DELL'ISTRUTTORIA

Il Responsabile del procedimento attesta la completezza dell'istruttoria relativa alla proposta di determinazione sopra citata.

Data, 19/06/2024

**IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
BONOMELLI ROBERTO**

firma elettronica apposta ai sensi del
D.Lgs n.82 del 7 marzo 2005

ATTESTAZIONE DI REGOLARITÀ CONTABILE

Attestazione riferita ai costi anno corrente

Il Direttore della SC "Bilancio, Programmazione Finanziaria e Contabilità" attesta la regolarità contabile della spesa complessiva pari ad € 4.536,69 (di cui € 818,09 per IVA al 22% e € 93,60 per contributo CNPAIA 4%) riferita al Bilancio economico di previsione dell'esercizio 2024, i conti di riferimento sono:

TABELLA COSTI/RICAVI (anno corrente)

Competenza	Conto economico	Centro di costo	Bilancio Sanitario	Bilancio Territoriale	Totale	Annotazioni
2024	4503000100 MANUTENZIONE E RIPARAZIONE SU FABBRICATI	3130101 Costi struttura Esine	€ 2.968,99	0,00	€ 2.968,99	Il conto presenta la necessaria disponibilità mediante riduzione del budget 4503000100/TEC/2024E assunto con decreto n.201/2024
2024	4503000100 MANUTENZIONE E RIPARAZIONE SU FABBRICATI	3130101 Costi struttura Esine	€ 1.567,70	0,00	€ 1.567,70	Il conto presenta la necessaria disponibilità mediante riduzione del budget 4503000100/TEC/2024E assunto con decreto n.201/2024
	TOTALE		€ 4.536,69	€ 0,00	€ 4.536,69	

Competenza: periodo di riferimento

Conto economico: codice del conto economico seguito dalla descrizione (es. 4001000409 Dispositivi medici: mat.protesiCI (endoprotesi non attive) CND P)

Centro di costo: il campo può essere compilato nei modi seguenti:

1) "centro di costo" (es. 5040100 seguito dalla descrizione);

2) "Identificato in fase di scarico ai singoli cdc" la dicitura è utilizzata unicamente per il materiale sanitario la cui destinazione non è identificabile al momento di redazione del presente atto e per il personale dipendente.

Annotazioni: sono da riportare le seguenti diciture a seconda dei casi rilevati:

1) Il conto presenta la necessaria disponibilità mediante riduzione del budget assunto con decreto n.

2) Il conto presenta la necessaria disponibilità previo storno dal conto economico codice _____ mediante riduzione del budget assunto con decreto n.

3) Il conto presenta la necessaria disponibilità previo storno dal conto economico codice _____

Breno, 20.6.2024

IL DIRETTORE DELLA SC
Bilancio, Programmazione Finanziaria e Contabilità
Dott.ssa Cristina Lazzati

firma elettronica apposta ai sensi del
D.Lgs n.82 del 7 marzo 2005

CONTENITORE CRIOGENICO
MODELLO SIO 10000/15
NF.42427/189
VERTICALE
CONTENUTO OSSIGENO

COMMITTENTE:

SAPIO PRODUZIONE IDROGENO OSSIGENO S.r.l.

20900 Monza (MB) - Via Silvio Pellico, 48

PRESIDIO OSPEDALIERO DI ESINE (BS)

VIA A. MANZONI 142 – 25040 ESINE (BS)

INTERVENTI DI ADEGUAMENTO ANCORAGGIO IN FONDAZIONE

Il Tecnico:

dott. Ing. Massimo Oldrati
n°2824 Ordine Ingg. Prov. di Bergamo



INDICE

1	OGGETTO E SCOPO, DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	3
2	CARICHI DI PROGETTO	6
2.1	CONDIZIONI ELEMENTARI DI CARICO	6
2.2	COMBINAZIONI DI CARICO	11
3	SOLLECITAZIONI DI RIFERIMENTO DEL SERBATOIO	11
3.1	SOLLECITAZIONE SISMICA	12
3.2	SOLLECITAZIONE DA VENTO	13
4	INTERVENTO DI ADEGUAMENTO DELL'ANCORAGGIO DI BASE DEL SERBATOIO	14
5	AZIONI IN FONDAZIONE DEL SERBATOIO	19
6	NOTE FINALI.....	20
7	ALLEGATO 1: VERIFICA DELL'ANCORAGGIO DELL'APPARECCHIO DI VINCOLO E DELL'ANCORAGGIO ESISTENTE	22
7.1	VERIFICA 1	23
7.2	VERIFICA 2	24
7.3	VERIFICA 3	25
7.4	CERTIFICAZIONE HILTY HIT- RE 500 V4 – C2.....	26
8	ALLEGATO 2: TAVOLA APPARECCHIO DI VINCOLO.....	27
9	ALLEGATO 3: REPORT INDAGINI IN SITO E RISULTANZA PROVE DI COMPRESSIONE SU CALCESTRUZZO	28

1 OGGETTO E SCOPO, DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Oggetto della presente è il dimensionamento degli interventi necessari ad adeguare l'ancoraggio alla base del serbatoio MODELLO SIO 10000/15 NF.42427/189 ed installato presso il Presidio Ospedaliero di Esine (BS) via A. Manzoni, 142. A completamento delle valutazioni verranno riassunte le azioni trasmesse alla fondazione dal serbatoio al fine di consentire la futura verifica delle opere civili da parte di un tecnico incaricato dall'Utilizzatore. Il serbatoio criogenico, per ossigeno, è stato oggetto di verifica e certificazione da parte della società Control IN SRL con sede in Via Luigi Capriolo, 16 – 10139 Torino (TO) e firmata dall'Ing. Stefano Gressini Iscritto all'Ordine degli Ingegneri di Venezia al n.3132.

Per le valutazioni oggetto della presente si sono considerati i dati contenuti nei documenti resi disponibili da SAPIO PRODUZIONE IDROGENO OSSIGENO S.r.l. - 20900 Monza (MB) - Via Silvio Pellico, 48 – di seguito elencati:

- Relazione sismica in accordo con le NTC2018 Serbatoio Criogenico Trivalente S/N: 42427/189 - CONTROLIN SRL - Ing. Stefano Gressini - rev.01 24/11/2023

Ciente: SAPIO S.r.l.		RELAZIONE SISMICA	IN ACCORDO CON NTC 2018			
Redatto da: CONTROL IN S.r.l.			24/11/2023 - REV.01			
<p>RELAZIONE SISMICA <i>IN ACCORDO A NTC 2018</i></p> <p>SERBATOIO CRIOGENICO TRIVALENTE S/N: 42427/189</p> 						
	01	24/11/2023	Control IN S.r.l.			Emesso per approvazione
	00	31/10/2023	Control IN S.r.l.			Emesso per approvazione
Stato	Rev.	Data	Preparato	Verificato	Approvato	Descrizione

Fig. 1. - Frontespizio Relazione di calcolo Serbatoio

- Documento Ospedale Esine GEO_compressed.pdf: relazione geologica e geotecnica contenente i parametri per la determinazione delle azioni sismiche e caratterizzazione del suolo a firma del Dott. Geol Giorgio della Croce – Piazza Vittoria 47 – 57125 Livorno (LI).

REGIONE LOMBARDIA	PROVINCIA DI BRESCIA	COMUNE DI ESINE			
					
VERIFICHE SISMICHE PREVISTE DALL'OPCM N 3274/2003 PRESSO L'OSPEDALE DI ESINE (BS)					
					
ELABORATO		GEO			
RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA					
<p>COMMITTENTE ASST DELLA VALCAMONICA VIA NISSOLINA, 2 - 25043 BRENO (BS)</p> <p>EDIFICIO PRESIDIO OSPEDALIERO DI ESINE VIA ALESSANDRO MANZONI, 142 25040 ESINE (BS)</p>	<p>COMMESSA DISCIPLINARE DI INCARICO DEL 07.03.2019 CIG: 7564605D83</p> <p>DATA DI EMISSIONE FEBBRAIO 2020</p>				
<small>MANDATARIO</small>	<small>MANDANTE</small>	<small>MANDANTE</small>	<small>MANDANTE</small>	<small>MANDANTE</small>	<small>MANDANTE</small>
					

Fig. 2. - Frontespizio relazione Geologica

Ai fini della verifica degli interventi e della resistenza degli ancoraggi post-installati previsti, è stata predisposta una campagna di prove in sito (su incarico dello scrivente alla P&P LMC di Seriate (BG))

Laboratorio prove certificato) con l'obiettivo di determinare la resistenza caratteristica del calcestruzzo di fondazione, lo spessore della platea di fondazione e la stima dell'armatura presente (vedi ALLEGATO 3). Si puntualizza che dalla presente esula la verifica delle strutture di fondazione che dovranno essere oggetto di specifica relazione sviluppata da tecnico abilitato incaricato dall'ente utilizzatore del serbatoio. Lo scrivente non è pertanto da ritenersi responsabile dell'idoneità delle opere di fondazione.

Le azioni caratteristiche trasmesse dal serbatoio alla fondazione sono state determinate in accordo con il D.M. 17.01.2018.

2 CARICHI DI PROGETTO

2.1 CONDIZIONI ELEMENTARI DI CARICO

Di seguito si riassumono le condizioni di carico considerate nel calcolo delle azioni sollecitanti relative al serbatoio criogenico **MODELLO SIO 10000/15 NF.42427/189 per O₂**:

1. **Peso proprio serbatoio a vuoto**: comprensivo del peso del serbatoio esterno, del serbatoio interno, piping, supporti e perlite. Il valore di riferimento è pari a **5500daN**;
 2. **Peso proprio liquido criogenico**: Considerando una capacità di stoccaggio nominale di **10955 litri** ed una densità per la **O₂** di γ : **1,141 kg/l** si ottiene che il gas liquefatto stoccato ha un peso complessivo di **12500daN**;
 3. **Azione sismica**: Con riferimento ai dati comunicati da SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO SRL e sulla base delle risultanze della Relazione geologica-geotecnica, i parametri necessari per la determinazione delle sollecitazioni da sisma sono i seguenti:
 - Vita nominale V_n : **50 anni**
 - Classe d'uso **IV** \rightarrow coefficiente d'uso **Cu: 2.0**
 - Suolo tipo **B** (per periodo proprio strutturale 0.141s rif. pag.5 rel. ControllIN 0.1s<T<0.5s);
 - Categoria Topografica **T1**
- o Per la componente orizzontale allo Stato Limite di Vita (SLV):
- Tempo di Ritorno T_r : **949anni**
 - a_g : **0.106g**
 - F_0 : **2.552**

- T_c^* : **0.300s**
- Fattore di struttura **$q=1$**

Le coordinate geografiche del sito di installazione sono di seguito riportate:

Latitudine: 45.928141

Longitudine: 10.249960

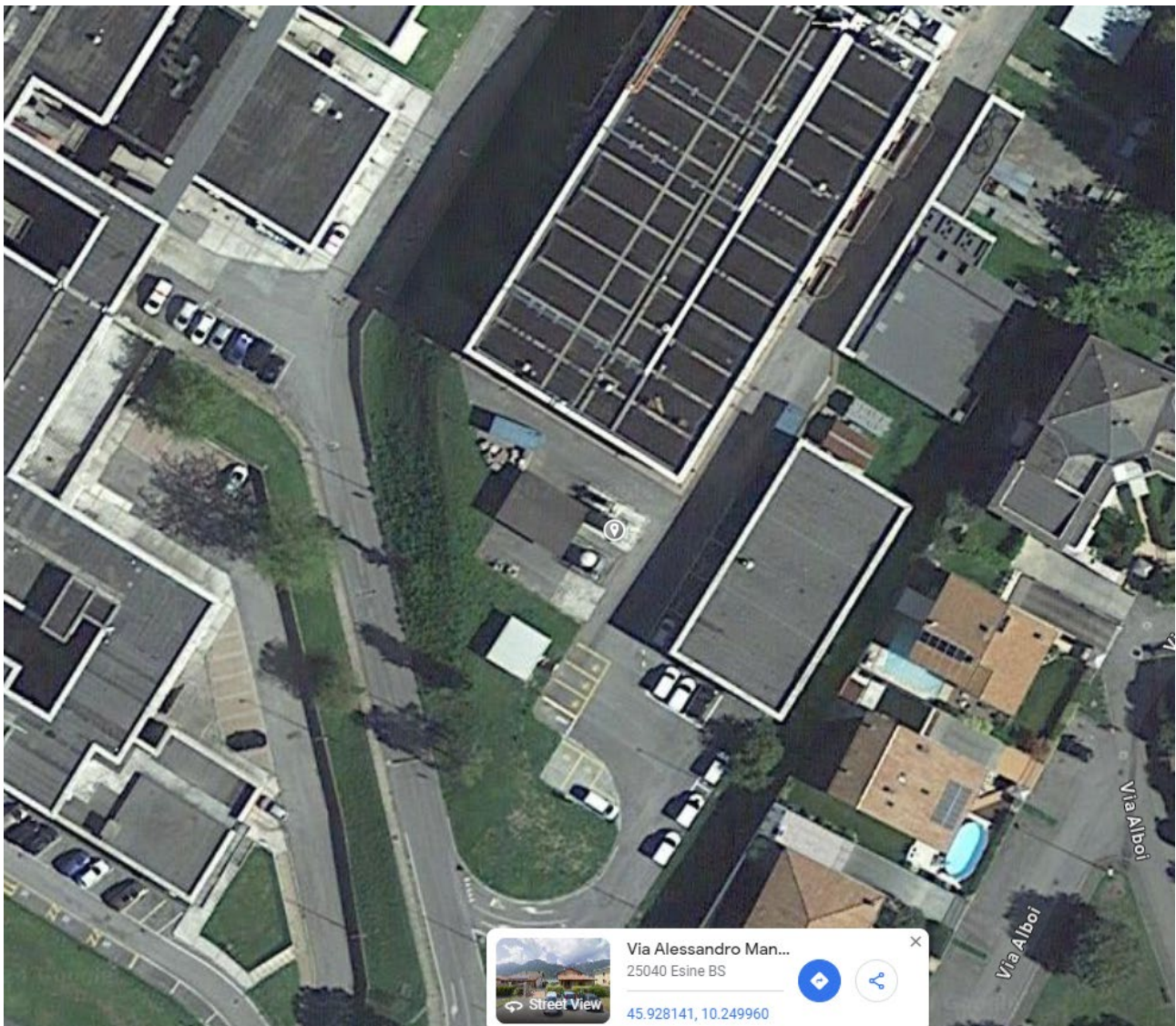


Fig. 1. - Coordinate Geografiche sito di installazione

Lo spettro elastico per la componente orizzontale, per uno smorzamento ξ : 5%, risulta essere:

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Elaborazioni grafiche


Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione:

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

Nodi del reticolo intorno al sito



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Fig. 2. - Parametri per la determinazione degli spettri di riferimento

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	60
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	101
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	949
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	1950

Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

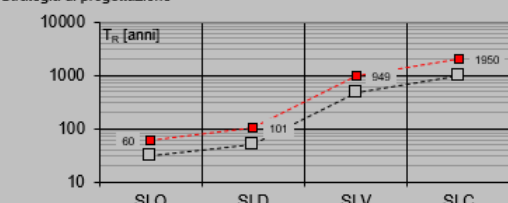
Tabella parametri azione

LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

Strategia di progettazione



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato SLV info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo B info $S_B = 1.200$ $C_C = 1.400$ info

Categoria topografica T1 info $h/H = 1.000$ $S_T = 1.000$ info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) 5 $\eta = 1.000$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_0 1 Regol. in altezza si info

Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore q 1 $\eta = 1.000$ info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta ▶▶▶

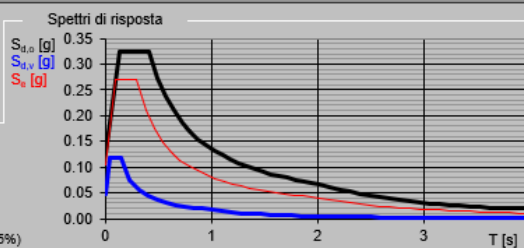
Parametri e punti spettri di risposta ▶▶▶

— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

Spettri di risposta



$S_{d,h}$ [g]
 $S_{d,v}$ [g]
 S_e [g]

T [s] 4

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

**Fig. 3. - Parametri per la determinazione degli spettri di riferimento
Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato li SLV**

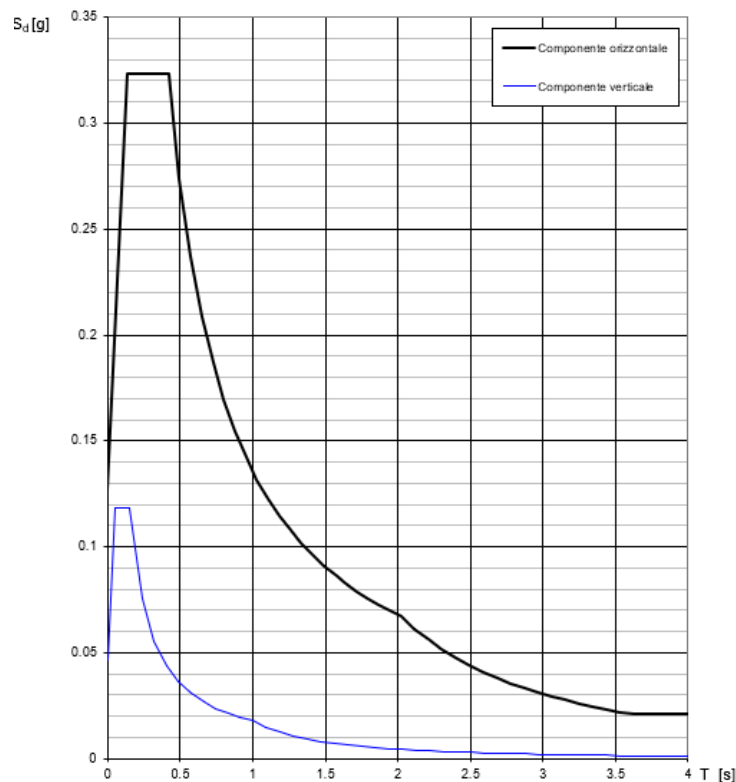


Fig. 4. - Spettro elastico Orizzontale (nero) e Verticale (blu) - NTC SLV

Il valore massimo di S(T) in SLV risulta essere pari a $S_H(T)_{max}=0.323g$. Per lo spettro in componente verticale SLV $S_V(T)_{max}=0.118g$.

4. Azione da Vento

Pressione di riferimento determinata come di seguito riportato per un totale di $771,32N/m^2$.

COMMESSA: **SAPIO A20.2.290**

DETERMINAZIONE DELLA SOLLECITAZIONE DEL VENTO

Parametri di riferimento:

Località: **OSPEDALE DI ESINE (BS)**

Altezza massima fabbricato [m]:	5.40	
Zona di Vento:	1	FIG. 3.3.1
a_s [m]	267	Altitudine sul livello del mare
Distanza da Mare	>40	

Parametri di progetto:

a_0 [m]	1000
$v_{b,0}$ [m/s]	25
k_s	0.4

v_b [m/s] 25 velocità di riferimento del vento
 $c_s = 1$ per $a_s \leq a_0$
 $c_s = 1 + k_s \left(\frac{a_s}{a_0} - 1 \right)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m [3.3.1.b]

q_b [N/mq] **390.63** $q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$

Classe di rugosità del terreno **D** Tab. 3.3.III

Categoria di esposizione **II** FIG. 3.3.2

Parametri di definizione coefficiente di esposizione:

k_r	0.19
Z_0 [m]	0.05
Z_{min} [m]	4

Coefficiente Topografico C_t **1**

Coefficiente di esposizione:

C_e **1.975** $c_e(z) = c_e(z_{min}) \rightarrow z \leq z_{min}$
 $c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \cdot \left[7 + c_t \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \right] \rightarrow z \geq z_{min}$

Coefficiente di forma:

C_p pressione **1** C_p depressione **0**

Coefficiente dinamico:

C_d **1**

PRESSIONE VENTO

$P_{pressione}$ [N/mq] **771.32** $p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$ $P_{depressione}$ [N/mq] **0**

Tab. 3.3.I - Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_s

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

Tab. 3.3.II - Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

Categoria di esposizione del sito	K_r	z_0 [m]	z_{min} [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

Fig. 5. - Azione del vento NTC2018

Nel calcolo dell'Azione del Vento è stato considerato, a favore di sicurezza, un coefficiente di esposizione D.

5. **Azioni da Neve:** H s.l.m.= 263m - Zona I → Carico di neve caratteristica al suolo $q_{sk} = 1,57\text{kN/m}^2$ (NTC2018 §3.4.2)

2.2 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico considerate sono coerenti con quanto riportato nei paragrafi §2.5.3 del D.M 17.01.2018. Per la determinazione del grado di riempimento del serbatoio, si sono considerate le indicazioni contenute in UNI EN 1998-4 con riferimento al coefficiente $\psi_2=0.8$ per la categoria E delle NTC2018.

3 SOLLECITAZIONI DI RIFERIMENTO DEL SERBATOIO

Di seguito si riportano le sollecitazioni di riferimento relative alle combinazioni di carico significative ai fini del dimensionamento dell'ancoraggio. Per la determinazione delle azioni sono state considerate le accelerazioni Spettrali corrispondenti al pianerottolo sia per la componente Orizzontale che per quella Verticale:

- $S_H(T)_{max}=0,323g$
- $S_V(T)_{max}=0,118g$

Si ritiene pertanto il dimensionamento conservativo ai fini della stabilità del componente di impianto anche considerando che le azioni derivanti da vento risultano essere inferiori.

3.1 SOLLECITAZIONE SISMICA

DETERMINAZIONE AZIONI AL PIEDE SERBATOI CRIOGENICI

TIPOLOGIA SERBATOIO: SIO 10000/15 nf 42427/189

CARATTERISTICHE DEL SITO: OSPEDALE DI ESINE (BS)

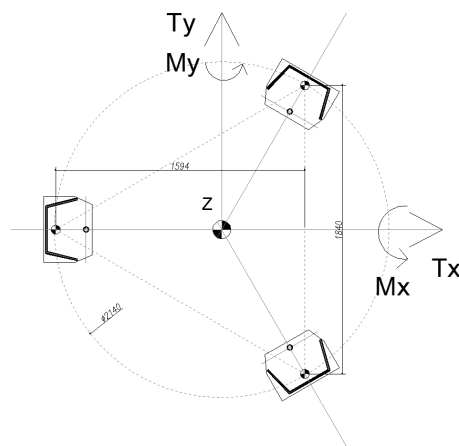
Latitudine	45.928141
Longitudine	10.249960
Suolo Tipo	B
Categ. Topografica	T1

PARAMETRI PER LA DETERMINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA:

Vita nominale Vn [anni]	50
Classe d'uso	IV
Coefficiente d'uso Cu	2
Fattore di struttura q	1
Smorzamento ξ	5%

CALCOLO DELLE AZIONI:

Tipologia stoccaggio	O2	
Densità Liquido	1.141	kg/l
Capacità Nominale	10955.3	l
Percentuale di Riempimento	100.0%	
Ψ_{2i}	0.8	
Peso del serbatoio vuoto	5500	kg
Massa sismica complessiva	15500	kg
Altezza baricentro	2.625	m
Accelerazione Spettrale Orizzontale S(T)H	0.323	g
Accelerazione Spettrale Verticale S(T)V	0.118	g
Taglio alla base	50.07	kN
Momento alla base	131.42	kNm
Azione Verticale da Sisma Z	18.29	kN
Distanza GAMBE dir X	1.5	m
Distanza GAMBE dir Y	1.8	m
Tiro gamba SISMA X	87.61	kN
Tiro gamba SISMA Y	0	kN
Tiro gamba SISMA Z	6.10	kN
Tiro Gamba COMBINAZIONE SISMA X+y+z	37.78	kN
Taglio gamba SISMA X	16.69	kN
Taglio gamba SISMA Y	16.69	kN
Taglio gamba SISMA Z	0	kN
Taglio Gamba COMBINAZIONE SISMA X+y+z	17.42	kN
Compressione massima COMBINAZIONE SISMA x+y+z	-141.11	kN



SCHEMA DI RIFERIMENTO

CAPACITA' NOMINALE

PESO A VUOTO	5500	kg
PESO PIENO	18000	kg
Densità Liquido	1.141	kg/l
Capacità nominale	10955.3	l

GEOMETRIA DEL SERBATOIO

Densità Liquido	1.141	kg/l
Capacità Nominale	10955.3	l
Percentuale di Riempimento	100.0%	
Ψ_{2i}	0.8	
MASSA A VUOTO	5500	kg
MASSA LIQUIDO	10000	kg
Massa sismica complessiva	15500	kg
H1	500	mm
H2	5380	mm
H3	4880	mm
YG GEOMETRICO	2940	mm
YG80%	2625.2	mm

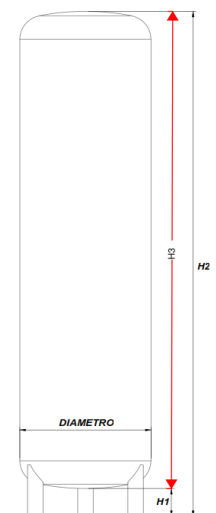


Fig. 6. - Azioni da SISMA - NTC2018

3.2 SOLLECITAZIONE DA VENTO

DETERMINAZIONE AZIONI AL PIEDE SERBATOI CROGENICI

TIPOLOGIA SERBATOIO: SIO 10000/15 nf 42427/189

CARATTERISTICHE DEL SITO: OSPEDALE DI ESINE (BS)

Latitudine	45.928141
Longitudine	10.24996
Altezza serbatoio [m]	5.40
ZONA VENTO	1
DISTANZA DAL MARE [km]	>40
H s.l.m. [m]	267
CLASSE DI RUGOSITA'	D

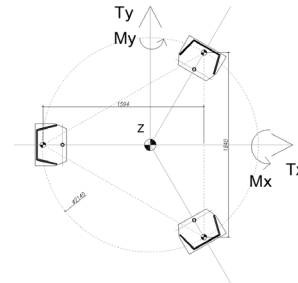
PARAMETRI PER LA DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DEL VENTO:

a0 [m]	1000
vb,0 [m/s]	25
ka [1/s]	0.4
CAT. ESPOSIZIONE	II
kr	0.19
z0 [m]	0.05
zmin [m]	4

GEOMETRIA SERBATOIO:

φ [m]	1.7
H [m]	3.8

qb [N/mq]	390.6
Ce	1.975
Cp	1
Cd	1
PRESSIONE VENTO [N/mq]	771.32



$$c_p = \begin{cases} 1,2 & \text{per } d\sqrt{q} \leq 2,2 \\ (1,783 - 0,263d\sqrt{q}) & \text{per } 2,2 < d\sqrt{q} < 4,2 \\ 0,7 & \text{per } 4,2 \leq d\sqrt{q} \end{cases}$$

CALCOLO DELLE AZIONI:

Tipologia stoccaggio	O2
Densità Liquido	1.141 kg/l
Capacità Nominale	10955.3 l
Percentuale di Riempimento	100.0%
ψ2i	0
Peso de serbatoio vuoto	5500 kg
PESO PER VENTO A VUOTO	5500 kg
Altezza baricentro GEOMETRICO	2.94 m
RISULTANTE VENTO	
CARATTERISTICA	4.98 kN
γQ	1.50
γG Tiro massimo	0.90
γG Compressione massima	1.30
Taglio alla base SLU	
	7.47 kN
Momento alla base SLU	
	21.97 kNm
Distanza GAMBE dir X	
	1.5 m
Distanza GAMBE dir Y	
	1.8 m
Tiro gamba SLU VENTO X	
	14.65 kN
Tiro Massimo Gamba	
COMBINAZIONE VENTO A VUOTO	
	-1.85 kN
Taglio gamba VENTO X	
	2.49 kN
Taglio gamba VENTO Y	
	2.49 kN
Compressione Massima	
Gamba COMBINAZIONE VENTO A PIENO - SLU	
	-79.82 kN

Fig. 7. - Azioni da Vento

4 INTERVENTO DI ADEGUAMENTO DELL'ANCORAGGIO DI BASE DEL SERBATOIO

Attualmente il serbatoio risulta ancorato con n.1M20 classe A4 per ogni gamba; l'ancoraggio risulta essere posizionato in asse alla piastra ma spostato al limitare della stessa sotto il fondo del serbatoio.

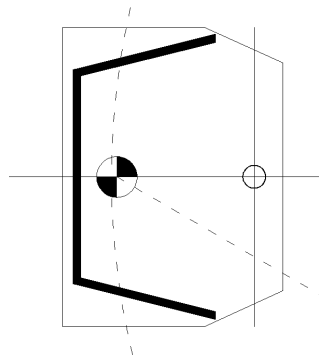


Fig. 8. - Posizione ancoraggio esistente

Considerando la poca efficacia a trazione, all'ancoraggio esistente verrà attribuita la sola funzione di contrasto alla sollecitazione di taglio alla base di competenza di ogni singola gamba. Si vedrà poi che, per contrastare la sollecitazione di circa 17kN complessivi è sufficiente una profondità di ancoraggio di 90mm ben al di sotto dei valori standard di installazione (pari a 150-200mm).

Il sistema resistente verrà pertanto garantito dalla ripartizione degli effetti tra:

- Ancoraggio esistente → resistenza a taglio
- Nuovo apparecchio di ancoraggio → resistenza a trazione

L'adeguamento del sistema di fissaggio prevede la messa in opera di n.2 apparecchi per ogni piastra di base. Ogni apparecchio è costituito da due piastre saldate tra loro, poste in aderenza all'estradosso della piastra sul fianco del profilo della gamba al fine di contrastarne il sollevamento assorbendo, di fatto, le azioni di trazione conseguenti. L'apparecchio di ancoraggio è di seguito rappresentato.

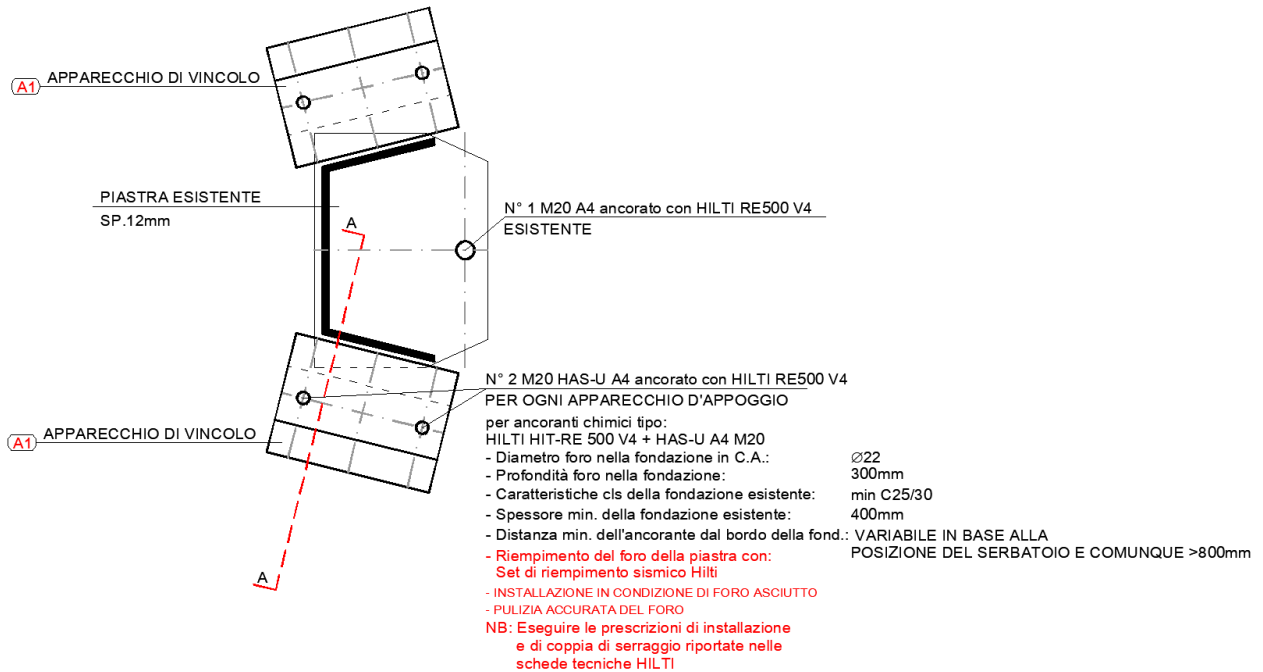


Fig. 9. - Schema di nuovo ancoraggio a trazione

Lo schema di verifica dell'apparecchio si basa sull'ipotesi che, per ogni gamba, ogni apparecchio sia soggetto al 50% dell'azione totale di trazione della gamba. Attraverso il contatto tra la piastra superiore dell'apparecchio e l'estradosso della piastra di base, tale sollecitazione viene trasmessa al presidio di progetto.

Lo schema statico di funzionamento è di seguito riportato:

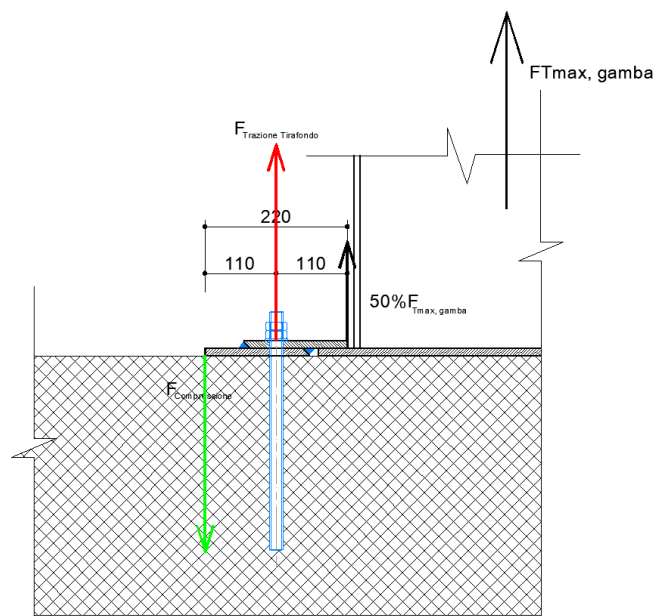


Fig. 10. - Schema di calcolo Apparecchio

Per la verifica dell'ancoraggio si sono considerate le seguenti azioni agenti su ogni gamba sulla base delle azioni più gravose determinate nei §3.1-3.2:

- Azione SLV1 sulla gamba

$$N_{sd} = +38,0\text{kN (Trazione)}$$

$$V_{sd,X} = 16,70\text{kN}$$

$$V_{sd,Y} = 5,01\text{kN}$$

- Azione SLV2 sulla gamba

$$N_{sd} = -141,11\text{kN (Compressione)}$$

$$V_{sd,X} = -16,70\text{kN}$$

$$V_{sd,Y} = 5,01\text{kN}$$

Sulla base della geometria del problema e nell'ipotesi di comportamento rigido dell'apparecchio, il tiro massimo complessivo atteso sui tirafondi è pari a circa 38,0kN. Le condizioni di compressione sulla gamba non risultano significative in quanto le azioni pertinenti vengono direttamente trasmesse alla fondazione.

La verifica dell'adeguatezza della rigidità della fondazione è stata condotta mediante modellazione FEM con il software Midas GEN 2024 v.1.3.

Il modello vede la discretizzazione delle piastre mediante elementi plate shell distanziati di 12mm e collegati mediante Rigid Link in corrispondenza delle saldature previste. I tirafondi sono stati discretizzati con elementi Beam collegati alle piastre con Rigid Link; il contatto con la fondazione è stato discretizzato con vincoli non lineari a sola compressione di rigidità di 300000kg/cm³.

Di seguito la vista del modello:

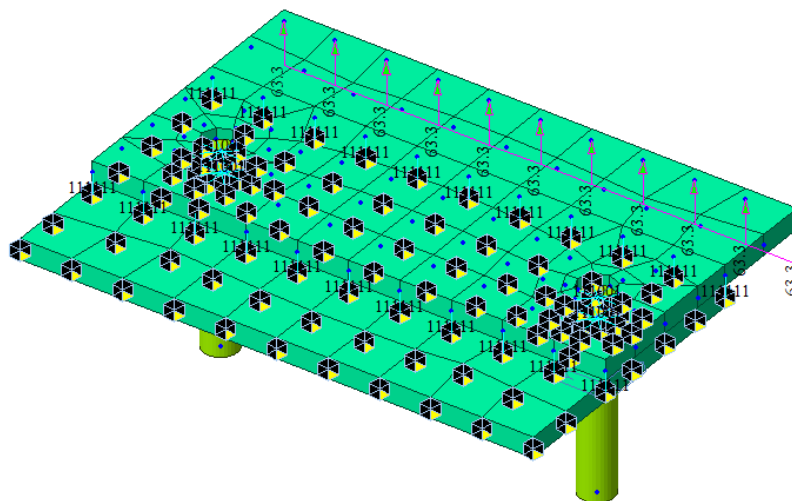


Fig. 11. - Modello FEM Apparecchio

Seguono i valori di deformazione e tensioni Von Mises attese.

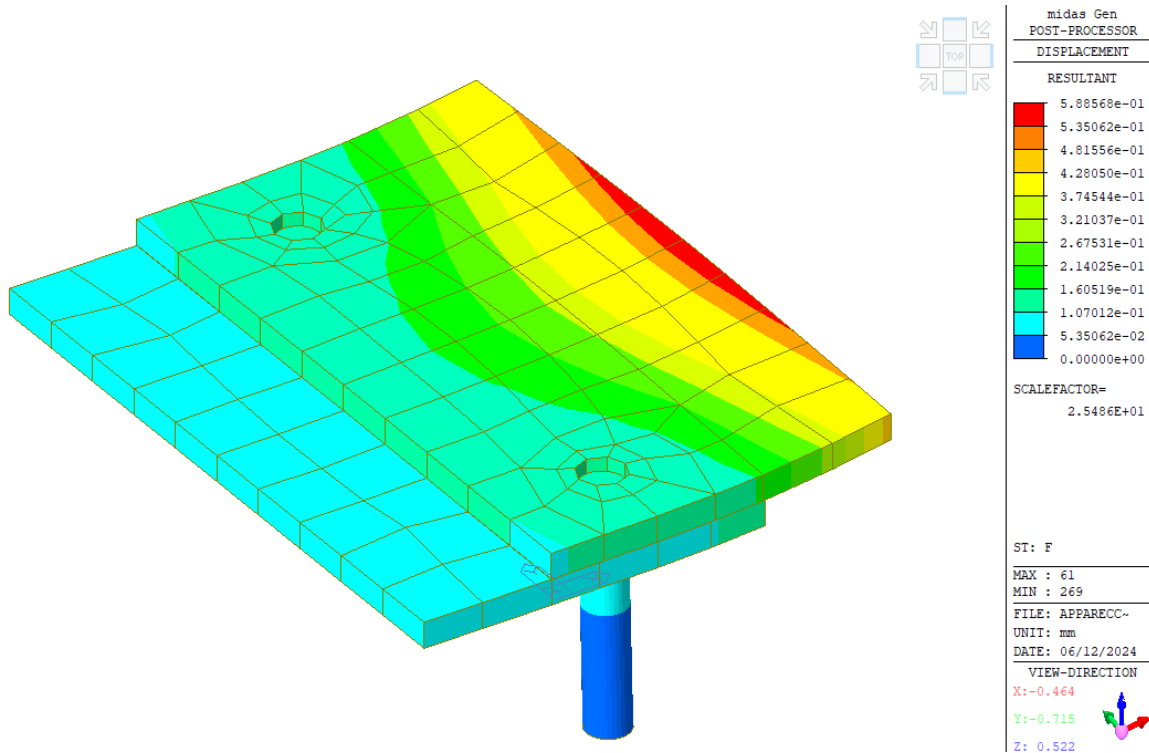


Fig. 12. - Deformazione attesa - Carico 19kN estremità piastra lato dx

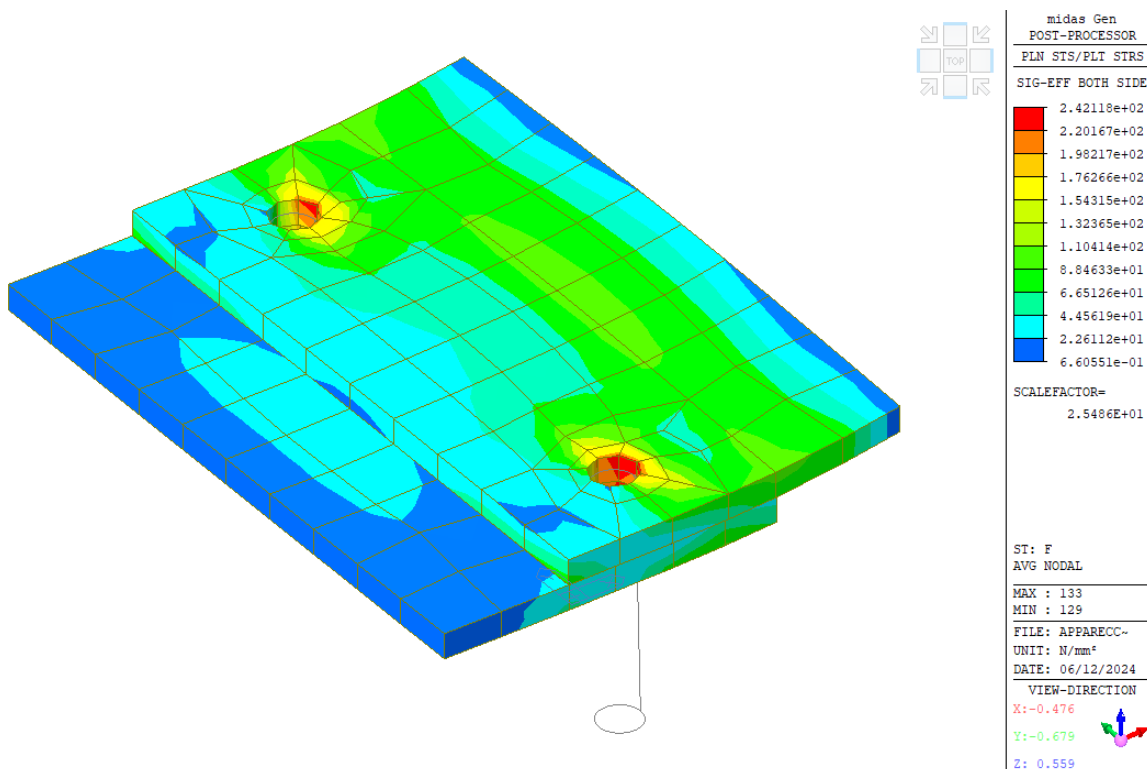


Fig. 13. - Tensioni Von Mises [MPa]

Si osserva che, trascurando i picchi di tensione (comunque sempre inferiori a 261.5MPa) nell'intorno del foro dovuti alle modalità di discretizzazione dei collegamenti tra Tirafondi e piastre, le tensioni attese sono significativamente inferiori al valore limite per il materiale selezionato.

La trazione massima sui tirafondi ottenuta è di 18.2kN/tirafondo.

Ai fini del corretto ancoraggio dell'apparecchio, la post installazione prevede l'utilizzo di ancorante **Hilti RE500V4 con n.2 barre Hilti Tipo M20 HAS-U A4** con le seguenti specifiche di installazione:

- Diametro del foro in fondazione da eseguirsi per rotopercussione: **22 mm**;
- Profondità di posa nella fondazione: **250 mm**;
- Spessore della fondazione: **400 mm (determinata sulla base delle prove in sito)**;
- Distanza minima dal bordo: **800 mm**;
- E' necessaria una pulizia accurata del foro.
- Dopo la posa delle barre filettate, riempire foro piastra con ancorante chimico fino a saturazione del gioco foro-bullone. Per semplicità di esecuzione si consiglia l'uso del set di riempimento Hilti.
- Classe del calcestruzzo della fondazione: **C25/30, (determinata sulla base delle prove in sito- vedi ALLEGATO 3).**
- **Eseguire, preliminarmente, intervento manutentivo di ripristino protezione sulla piastra di base;**
- **Le piastre di base differiscono tra loro: l'APPARECCHIO A1 deve sormontare per tutta la lunghezza possibile;**
- **In caso di non perfetto appoggio tra APPARECCHIO A1 e fondazione e/o APPARECCHIO A1 e piastra di base, prevedere l'applicazione di ancorante chimico sull'intera superficie di contatto con funzione di strato di livellamento.**

In Allegato 1 si riportano le verifiche dell'ancoraggio condotte con il software Hilti PROFIS Engineering 3.0.95.

Per quanto concerne la sollecitazione tagliante, come precedentemente puntualizzato, la resistenza è stata attribuita all'ancoraggio esistente; la verifica è riportata in Allegato 1 §7.2. In ogni caso, ogni nuovo apparecchio è in grado di sostenere un valore dell'azione tagliante pari all'intero taglio alla base pari a 17kN concomitante alla sollecitazione di trazione prevista (rif. Allegato 1 verifica 2).

La presente relazione prevede la sola verifica dell'apparecchio di ancoraggio supplementare e della piastra di base. Per le verifiche del Serbatoio criogenico si faccia riferimento alla relazione redatta da ControllIN SRL.

5 AZIONI IN FONDAZIONE DEL SERBATOIO

Ai fini della futura verifica della platea di fondazione esistente, di seguito si riporta la tabella delle azioni in fondazione nelle condizioni di carico caratteristiche. I valori contenuti in tabella dovranno essere combinati secondo le combinazioni di carico pertinenti al fine di determinare le azioni dimensionanti nel caso in oggetto. La combinazione delle azioni caratteristiche è a carico del Tecnico incaricato della verifica dell'opera di fondazione.

CONDIZIONE	Fx [kN] (1)	Fy [kN] (2)	Fz [kN] (3)	My [kNm] (*)	Mx [kNm] (**)
P.P. SERBATOIO VUOTO	0.00	0.00	-55.00	0.00	0.00
PESO LIQUIDO	0.00	0.00	-125.00	0.00	0.00
SISMA X	50.07	0.00	0.00	131.42	0.00
SISMA Y	0.00	50.07	0.00	0.00	131.42
SISMA Z	0.00	0.00	18.29	0.00	0.00
SISMA -Z	0.00	0.00	-18.29	0.00	0.00
VENTO X	4.98	0.00	0.00	14.65	0.00
VENTO Y	0.00	4.98	0.00	0.00	14.65

(1) Taglio direzione XX

(2) Taglio direzione YY

(3) Azione verticale negative le compressioni sulla fondazione

* Momento attorno ad asse YY

** Momento attorno ad asse XX

N.B.: per le azioni sismiche si consideri quanto riportato in §2.2 della relazione per i valori di

ψ_{i2}

Fig. 14. - Condizioni di carico caratteristiche in fondazione del serbatoio

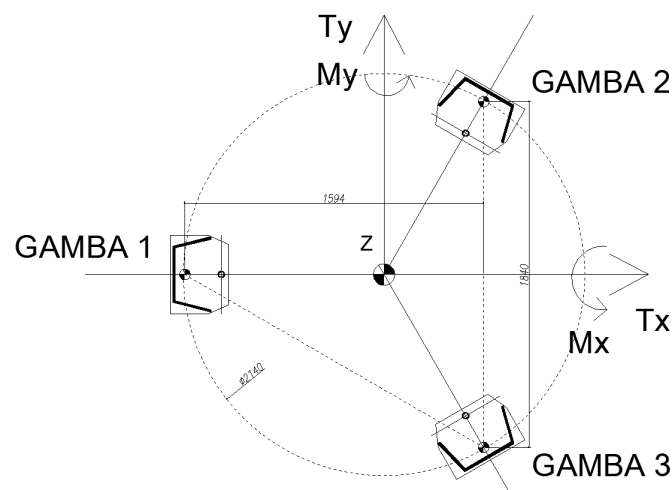


Fig. 15. - Sistema di riferimento delle azioni

Seguono le azioni caratteristiche in corrispondenza di ogni singola gamba per le diverse condizioni di carico.

AZIONI SULLE GAMBE IN CONDIZIONI CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE

CONDIZIONE	GAMBA 1			GAMBA 2			GAMBA 3		
	Fx [kN] (1)	Fy [kN] (2)	Fz [kN] (3)	Fx [kN] (1)	Fy [kN] (2)	Fz [kN] (3)	Fx [kN] (1)	Fy [kN] (2)	Fz [kN] (3)
P.P. SERBATOIO VUOTO	0.00	0.00	-18.33	0.00	0.00	-18.33	0.00	0.00	-18.33
PESO LIQUIDO	0.00	0.00	-41.67	0.00	0.00	-41.67	0.00	0.00	-41.67
SISMA X	16.69	0.00	87.61	16.69	0.00	-43.81	16.69	0.00	-43.81
SISMA -X	-16.69	0.00	-87.61	-16.69	0.00	43.81	-16.69	0.00	43.81
SISMA Y	0.00	16.69	0.00	0.00	16.69	-73.01	0.00	16.69	73.01
SISMA -Y	0.00	-16.69	0.00	0.00	-16.69	73.01	0.00	-16.69	-73.01
SISMA Z	0.00	0.00	6.10	0.00	0.00	6.10	0.00	0.00	6.10
SISMA -Z	0.00	0.00	-6.10	0.00	0.00	-6.10	0.00	0.00	-6.10
VENTO X	1.66	0.00	9.77	1.66	0.00	-4.88	1.66	0.00	-4.88
VENTO Y	0.00	1.66	0.00	0.00	1.66	-8.14	0.00	1.66	8.14
NEVE	0.00	0.00	-0.61	0.00	0.00	-0.61	0.00	0.00	-0.61

(1) Taglio direzione XX

(2) Taglio direzione YY

(3) Azione verticale negative le compressioni sulla fondazione

N.B.: per le azioni sismiche si consideri quanto riportato in §2.2 della relazione per i valori di

ψ_{i2}

Fig. 16. - Azioni caratteristiche su ogni gamba del serbatoio

6 NOTE FINALI

Tutte le valutazioni contenute nella presente, presuppongono che il serbatoio venga regolarmente sottoposto agli interventi di manutenzione di cui al manuale di manutenzione. L'eventuale ghiaccio sulla superficie esterna dovrà essere immediatamente rimosso secondo le procedure di cui al Piano di Manutenzione SAPIO, ed il serbatoio dovrà essere sottoposto alle verifiche del caso. Le opere di fondazione dovranno essere oggetto di verifica di idoneità sulla base delle azioni che il serbatoio trasmette nelle diverse combinazioni dei carichi di progetto che potranno essere determinate sulla base delle azioni caratteristiche in condizione di carico riportate in fig.14-16 e facendo anche riferimento ai contenuti della relazione di calcolo del serbatoio redatta da ControllIN SRL. Per tale progettazione dovrà essere incaricato un tecnico abilitato che dovrà provvedere alla determinazione delle combinazioni dimensionanti sulla base della normativa vigente. Si puntualizza che le azioni caratteristiche, come specificato nelle note, fanno riferimento ad un grado di riempimento del serbatoio pari al 80% della capacità nominale (rif. §2.2 della presente).

Lo scrivente, non si ritiene responsabile dell'idoneità del basamento.

La presente fa riferimento alla sola verifica del sistema di ancoraggio integrativo ed esistente, dove pertinente. Per i dettagli e verifiche relativi al serbatoio, si faccia riferimento alla documentazione tecnica di ControllIN SRL.

Si richiamano le note di installazioni contenute anche in tavola ed in particolare:

- **Eeguire, preliminarmente, intervento manutentivo di ripristino protezione sulla piastra di base;**
- **Le piastre di base differiscono tra loro: l'APPARECCHIO A1 deve sormontare per tutta la lunghezza possibile;**
- **In caso di non perfetto appoggio tra APPARECCHIO A1 e fondazione e/o APPARECCHIO A1 e piastra di base, prevedere l'applicazione di ancorante chimico sull'intera superficie di contatto con funzione di strato di livellamento.**

7 ALLEGATO 1: VERIFICA DELL'ANCORAGGIO DELL'APPARECCHIO DI VINCOLO E DELL'ANCORAGGIO ESISTENTE

Si riporta la verifica dell'ancoraggio del nuovo apparecchio di vincolo delle piastre di base del serbatoio effettuata con il software Hilti PROFIS Engineering 3.0.95 secondo le ipotesi riportate in §2.2 e 4.

L'ancoraggio in fondazione verrà realizzato mediante l'uso di barre filettate **M20 Tipo Hilti HAS-U A4** con l'ausilio di ancorante chimico tipo **Hilti HIT-RE 500 V4**. In particolare:

- Per ogni apparecchio di vincolo si prevedono **n°2** ancoraggi da effettuarsi con ancorante **chimico Hilti HIT- RE 500 V4 con M20 Tipo Hilti HAS-U A4**.

Le prescrizioni di installazione sono di seguito riportate:

- Classe del calcestruzzo della fondazione: **C25/30**;
- Diametro del foro in fondazione da eseguirsi per rotopercolazione: **22 mm**;
- Profondità di posa nella fondazione: **250 mm**;
- Spessore della fondazione: **400 mm**;
- Distanza minima dal bordo: **800 mm**;
- E' necessaria una pulizia accurata del foro.
- Dopo la posa delle barre filettate, riempire foro piastra con ancorante chimico fino a saturazione del gioco foro-bullone. Per semplicità di esecuzione si consiglia l'uso del set di riempimento Hilti.
- Coppia di serraggio: seguire le prescrizioni della scheda tecnica di installazione dell'ancorante
- **CONDIZIONE DI INSTALLAZIONE ASCIUTTO**
- **Eseguire, preliminarmente, intervento manutentivo di ripristino protezione sulla piastra di base:**
- **Le piastre di base differiscono tra loro: l'APPARECCHIO A1 deve sormontare per tutta la lunghezza possibile;**
- **In caso di non perfetto appoggio tra APPARECCHIO A1 e fondazione e/o APPARECCHIO A1 e piastra di base, prevedere l'applicazione di ancorante chimico sull'intera superficie di contatto con funzione di strato di livellamento.**

Per maggiori dettagli sulle prescrizioni di installazione si vedano le prescrizioni di installazione allegata alla scheda prodotto **Hilti HIT- RE 500 V4**.

Nella verifica che segue sono stati introdotti i valori di sollecitazione dovuti alla combinazione di carico dimensionante di riferimento:

- La combinazione SLV che determina la massima trazione sull'ancoraggio, per la quale la verifica è stata condotta considerando le aggravanti in termini di resistenza della post-installazione dovute alla tipologia di carico tenuta in debito conto considerando la prestazione in categoria C2 dell'ancorante con calcestruzzo fessurato.

In §7.1 si riporta la verifica dell'apparecchio di vincolo soggetto a sola trazione.

In §7.2 si riporta la verifica dell'apparecchio di vincolo soggetto a trazione e con un taglio di 17kN.


In §7.3 si riporta la verifica dell'ancoraggio esistente ipotizzando una profondità di posa di 90mm.

7.1 VERIFICA 1

www.hilti.it

Impresa:	SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO	Pagina:	1
Indirizzo:	VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)	Progettista:	ING. MASSIMO OLDRATI
Telefono I Fax:	0359491438 --	E-mail:	oldraeng@oldraeng.it
Design:	VERIFICA 1	Data:	12/06/2024
Contratto N°:			

Commenti del progettista:**1 Dati da inserire**

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-RE 500 V4 + HAS-U A4 M20	
Vita utile (durata in anni):	50	
Codice articolo:	2223928 HAS-U A4 M20x300 (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)	
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,act} = 250,0 \text{ mm}$ ($h_{ef,limit} = - \text{ mm}$)	
Materiale:	A4	
Certificazione No.:	ETA 20/0541	
Emesso I Valido:	09/06/2023 -	
Prova:	metodo di calcolo EN 1992-4, chimica+ Sismica (sezione 9, allegato C)	
Categoria di performance sismica:	C2	
Tipologia di verifica sismica:	9.2 (3) a2) progettazione elastica	
Percentuale di carico sismico $\leq 20\%$:	no	
Spostamenti massimi richiesti per l'SLD:	Carico di trazione $\delta_{N,req(DLS)} = 3,000 \text{ mm}$, Carico di taglio $\delta_{V,req(DLS)} = 3,000 \text{ mm}$	
Fissaggio distanziato:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 12,0 \text{ mm}$	
Piastra d'ancoraggio ^R :	$l_x \times l_y \times t = 220,0 \text{ mm} \times 300,0 \text{ mm} \times 12,0 \text{ mm}$; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)	
Profilo:	Profilo piatto, ; ($L \times W \times T$) = $300,0 \text{ mm} \times 5,0 \text{ mm}$	
Materiale base:	fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c,cyl} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 400,0 \text{ mm}$, Temp. Breve/Lunga: 0/0 °C, Coefficiente parziale di sicurezza materiale definito dall'utente $\gamma_c = 1,500$	
Installazione:	Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto	
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque \emptyset) o $\geq 100 \text{ mm}$ ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) senza armatura di bordo longitudinale	

^R - Il calcolo dell'ancoraggio presuppone la presenza di una piastra di ancoraggio rigida.

www.hilti.it

Impresa: SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO
Indirizzo: VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)
Telefono | Fax: 0359491438 | --
Design: VERIFICA 1
Contratto N°:

Pagina: 2
Progettista: ING. MASSIMO OLDRATI
E-mail: oldraeng@oldraeng.it
Data: 12/06/2024

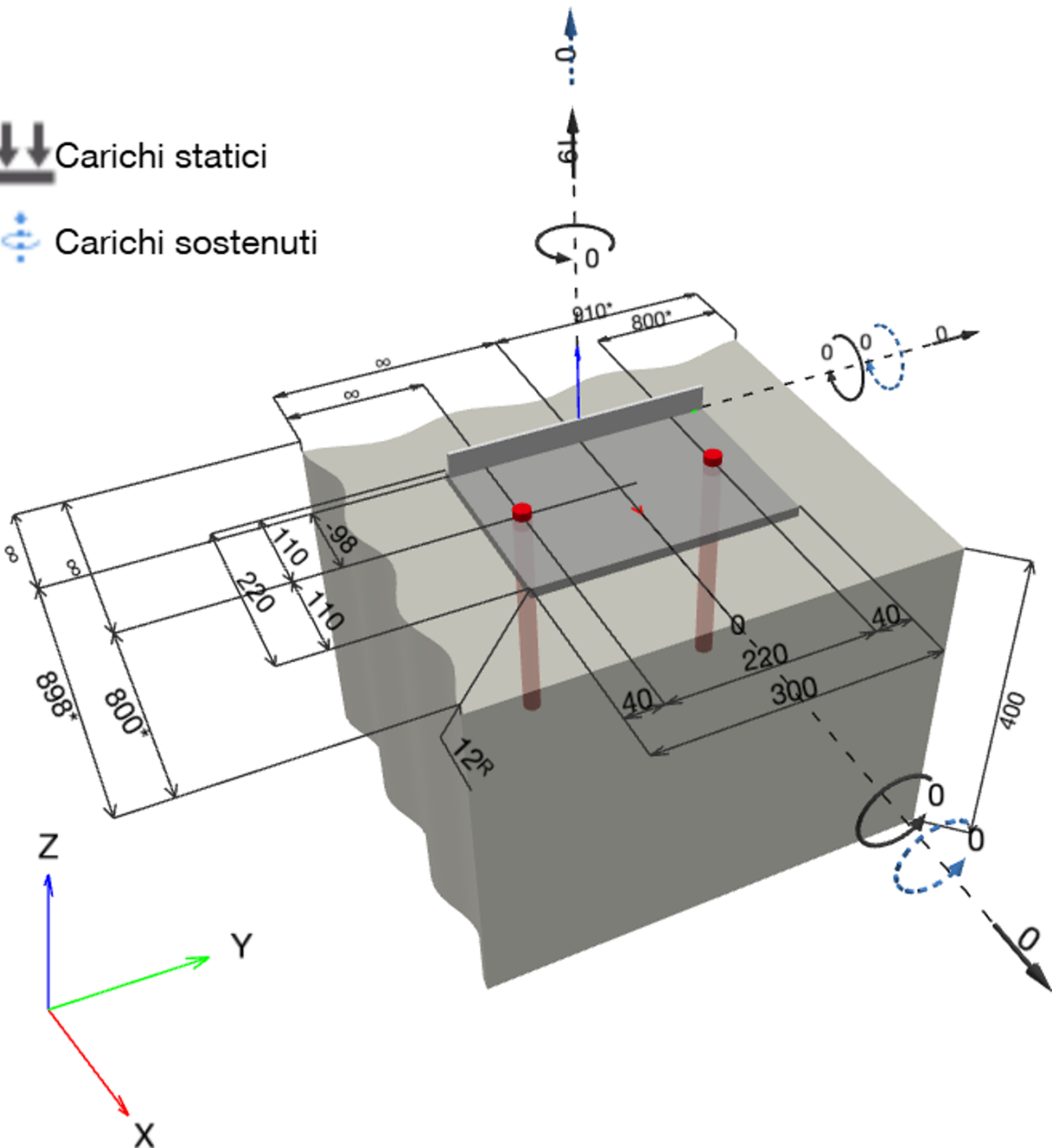
Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



Carichi statici



Carichi sostenuti



www.hilti.it

Impresa:	SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO	Pagina:	3
Indirizzo:	VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)	Progettista:	ING. MASSIMO OLDRATI
Telefono Fax:	0359491438 --	E-mail:	oldraeng@oldraeng.it
Design:	VERIFICA 1	Data:	12/06/2024
Contratto N°:			

1.1 Combinazione carichi

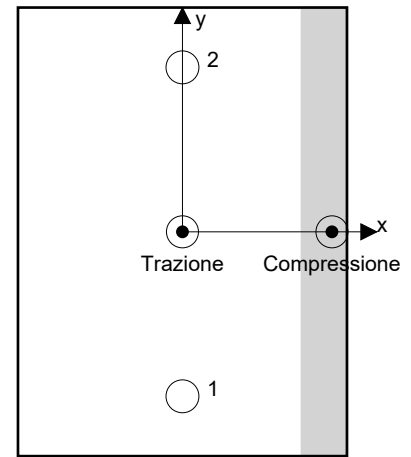
Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max.	Tassello [%]
1	Combinazione 1	$N = 19,000; V_x = 0,000; V_y = 0,000;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$ $N_{sus} = 0,000; M_{x,sus} = 0,000; M_{y,sus} = 0,000;$	C2	no		49

2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante
Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	18,812	0,000	0,000	0,000
2	18,812	0,000	0,000	0,000

Compressione max. nel calcestruzzo: 0,14 [‰]
 Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: 4,13 [N/mm²]
 risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(0,0/0,0): 37,625 [kN]
 risultante delle forze di compressione (x/y)=(100,0/0,0): 18,625 [kN]



Le forze di ancoraggio vengono calcolate presupponendo una piastra di ancoraggio rigida.

www.hilti.it

Impresa:	SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO	Pagina:	4
Indirizzo:	VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)	Progettista:	ING. MASSIMO OLDRATI
Telefono Fax:	0359491438 --	E-mail:	oldraeng@oldraeng.it
Design:	VERIFICA 1	Data:	12/06/2024
Contratto N°:			

3 Carico di trazione (EN 1992-4, sezione 7.2.1, Allegato C, sezione C.5)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	18,812	91,711	21	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	37,625	77,179	49	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	37,625	98,413	39	OK
Fessurazione**	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

3.1 Rottura dell'acciaio

$$N_{Ed,eq} \leq N_{Rd,s,eq} = \frac{N_{Rk,s,eq}}{\gamma_{M,s,eq}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.1, Allegato C, sezione C.5}$$

$$N_{Rk,s,eq} = \alpha_{gap} \cdot \alpha_{eq} \cdot N_{Rk,s,eq}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (C.8)}$$

$$N_{Rd,s,eq, reduced} = N_{Rd,s,eq} \cdot \frac{\delta_{N,req(DLS)}}{\delta_{N,eq(DLS)}} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (C.11a)}$$

$N_{Rk,s,eq}^0$ [kN]	α_{gap}	α_{eq}	$N_{Rk,s,eq}$ [kN]			
171,500	1,000	1,000	171,500			
$\gamma_{M,s,eq}$	$N_{Rd,s,eq}$ [kN]	$N_{Ed,eq}$ [kN]	$\delta_{N,req(DLS)}$ [mm]	$\delta_{N,eq(DLS)}$ [mm]	$N_{Rd,s,eq, reduced}$ [kN]	
1,870	91,711	18,812	3,000	0,500	91,711	

www.hilti.it

Impresa: SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO
 Indirizzo: VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)
 Telefono I Fax: 0359491438 | --
 Design: VERIFICA 1
 Contratto N°:

Pagina: 5
 Progettista: ING. MASSIMO OLDRA TI
 E-mail: oldraeng@oldraeng.it
 Data: 12/06/2024

3.2 Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$$N_{Ed,eq} \leq N_{Rd,p,eq} = \frac{N_{Rk,p,eq}}{\gamma_{M,p,eq}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.1, Allegato C, sezione C.5}$$

$$N_{Rk,p,eq} = \alpha_{gap} \cdot \alpha_{eq} \cdot N_{Rk,p}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{re,Np} \cdot \psi_{ec1,Np} \cdot \psi_{ec2,Np} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.13), Eq. (C.8)}$$

$$N_{Rd,p,eq, \text{reduced}} = N_{Rd,p,eq} \cdot \frac{\delta_{N,req(DLS)}}{\delta_{N,eq(DLS)}} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (C.11a)}$$

$$N_{Rk,p}^0 = \psi_{sus} \cdot \tau_{Rk,eq} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.14)}$$

$$\psi_{sus} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.14a)}$$

$$s_{cr,Np} = 7,3 \cdot d \cdot \sqrt{\psi_{sus} \cdot \tau_{Rk}} \leq 3 \cdot h_{ef} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.15)}$$

$$\psi_{g,Np} = \psi_{g,Np}^0 - \left(\frac{s}{s_{cr,Np}}\right)^{0,5} \cdot (\psi_{g,Np}^0 - 1) \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.17)}$$

$$\psi_{g,Np}^0 = \sqrt{\bar{n}} - (\sqrt{\bar{n}} - 1) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk,eq}}{\tau_{Rk,c}}\right)^{1,5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.18)}$$

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \cdot \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.19)}$$

$$\psi_{s,Np} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.20)}$$

$$\psi_{ec1,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c1,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$A_{p,N}$ [mm ²]	$A_{p,N}^0$ [mm ²]	$\tau_{Rk,ucr,20}$ [N/mm ²]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]
469.536	341.056	16,00	584,0	292,0	800,0	25,00
$\psi_{c,eq}$	$\tau_{Rk,eq}$ [N/mm ²]	k_3	$\tau_{Rk,c}$ [N/mm ²]	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1,000	5,80	7,700	9,69	1,222	1,086	
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$	
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	
ψ_{sus}^0	α_{sus}	ψ_{sus}				
0,880	0,000	1,000				
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	α_{gap}	α_{eq}	$N_{Rk,p,eq}$ [kN]			
91,106	1,000	0,850	115,769			
$\gamma_{M,p,eq}$	$N_{Rd,p,eq}$ [kN]	$N_{Ed,eq}$ [kN]	$\delta_{N,req(DLS)}$ [mm]	$\delta_{N,eq(DLS)}$ [mm]	$N_{Rd,p,eq, \text{reduced}}$ [kN]	
1,500	77,179	37,625	3,000	0,500	77,179	

ID gruppo ancoranti

1, 2

www.hilti.it

Impresa: SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO
 Indirizzo: VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)
 Telefono / Fax: 0359491438 | --
 Design: VERIFICA 1
 Contratto N°:

Pagina: 6
 Progettista: ING. MASSIMO OLDRATI
 E-mail: oldraeng@oldraeng.it
 Data: 12/06/2024

3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$$N_{Ed,eq} \leq N_{Rd,c,eq} = \frac{N_{Rk,c,eq}}{\gamma_{M,c,eq}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.1, Allegato C, sezione C.5}$$

$$N_{Rk,c,eq} = \alpha_{gap} \cdot \alpha_{eq} \cdot N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1), Eq. (C.8)}$$

$$N_{Rd,c,eq, \text{reduced}} = N_{Rd,c,eq} \cdot \frac{\delta_{N,req(DLS)}}{\delta_{N,eq(DLS)}} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (C.11a)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]		
727.500	562.500	375,0	750,0	25,00		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	
z [mm]	$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	α_{gap}	α_{eq}	$N_{Rk,c,eq}$ [kN]
100,0	1,000	7,700	152,185	1,000	0,750	147,619
$\gamma_{M,c,eq}$	$N_{Rd,c,eq}$ [kN]	$N_{Ed,eq}$ [kN]	$\delta_{N,req(DLS)}$ [mm]	$\delta_{N,eq(DLS)}$ [mm]	$N_{Rd,c,eq, \text{reduced}}$ [kN]	
1,500	98,413	37,625	3,000	0,500	98,413	

ID gruppo ancoranti

1, 2

www.hilti.it

Impresa:	SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO	Pagina:	7
Indirizzo:	VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)	Progettista:	ING. MASSIMO OLDRATI
Telefono Fax:	0359491438 --	E-mail:	oldraeng@oldraeng.it
Design:	VERIFICA 1	Data:	12/06/2024
Contratto N°:			

4 Carico di taglio (EN 1992-4, sezione 7.2.2, Allegato C, sezione C.5)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_v [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione **	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

5 Attenzione

- Fenomeni di redistribuzione dei carichi sugli ancoranti derivanti da eventuali deformazioni elastiche della piastra non sono presi in considerazione. Si assume una piastra di ancoraggio sufficientemente rigida in modo che non risulti deformabile sotto l'azione di carichi!
- Per la corretta scelta della categoria di performance sismica si controlli la normativa nazionale di riferimento.
- La verifica del trasferimento dei carichi nel materiale base è necessaria conformemente a EN 1992-A, allegato A!
- La progettazione è valida solamente se il foro passante non è più largo rispetto al valore riportato nella tabella 6.1 of EN 1992-4! Per diametri maggiori del foro passante vedere paragrafo 6.2.2 di EN 1992-4!
- La lista accessori inclusa in questo report di calcolo è da ritenersi solo come informativa dell'utente. In ogni caso, le istruzioni d'uso fornite con il prodotto dovranno essere rispettate per garantire una corretta installazione.
- Per la determinazione del $\psi_{re,v}$ (rottura del bordo di calcestruzzo) è utilizzato il minimo copriferro definito nei parametri di calcolo come copriferro del rinforzo del bordo.
- L'adesione chimica caratteristica dipende dalle temperature di breve e di lungo periodo.
- L'armatura di bordo non è necessaria per evitare la modalità di rottura per fessurazione (splitting)
- L'adesione chimica caratteristica dipende dal periodo di ritorno (durata in anni): 50

L'ancoraggio risulta verificato!

www.hilti.it

Impresa: SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO
 Indirizzo: VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)
 Telefono | Fax: 0359491438 | --
 Design: VERIFICA 1
 Contratto N°:

Pagina: 8
 Progettista: ING. MASSIMO OLDRATI
 E-mail: oldraeng@oldraeng.it
 Data: 12/06/2024

6 Dati relativi all'installazione

Piastra d'ancoraggio, acciaio: S 235; E = 210.000,00 N/mm²; $f_{yk} = 235,00$ N/mm²

Profilo: Profilo piatto, ; (L x W x T) = 300,0 mm x 5,0 mm

Diametro del foro nella piastra: $d_f = 22,0$ mm

Spessore della piastra (input): 12,0 mm

Spessore della piastra raccomandato: non calcolato

Metodo di perforazione: Foro con perforazione a roto-percussione

Pulizia: E' necessaria una pulizia accurata del foro (Premium cleaning)

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-RE 500 V4 + HAS-U A4 M20

Codice articolo: 2223928 HAS-U A4 M20x300 (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)

Coppia di serraggio massima: 150 Nm

Diametro del foro nel materiale base: 22,0 mm

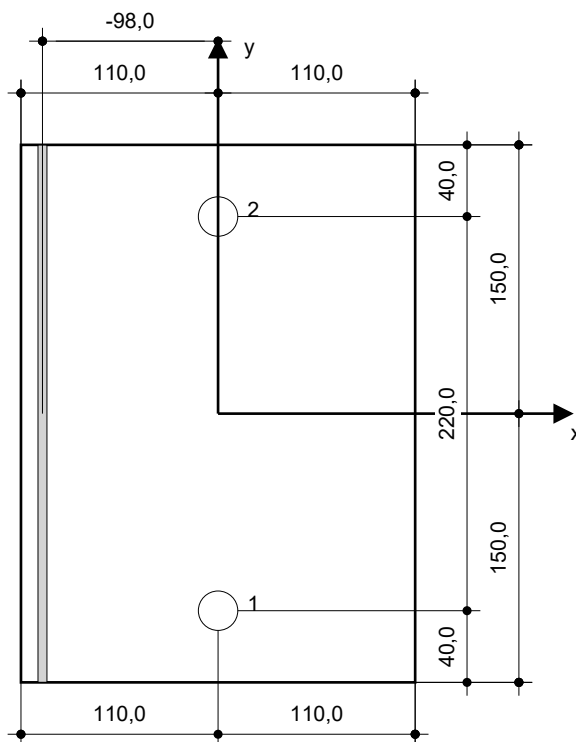
Profondità del foro nel materiale base: 250,0 mm

Spessore minimo del materiale base: 294,0 mm

Hilti HAS-U barra filettata with HIT-RE 500 V4 Resina ad iniezione with 250 mm embedment h_{ef} , M20, Acciaio INOX, Foro eseguito con roto-percussione installation per ETA 20/0541

6.1 Accessori richiesti

Perforazione	Pulizia	Posa
<ul style="list-style-type: none"> • Idoneo per rotopercussione • Dimensione appropriata della punta del trapano 	<ul style="list-style-type: none"> • Aria compressa con i relativi accessori necessari per soffiare a partire dal fondo del foro. • Diametro appropriato dello scovolino 	<ul style="list-style-type: none"> • Il dispenser include il portacartucce e il miscelatore • Chiave dinamometrica



Coordinate dell'ancorante [mm]

Ancorante	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	0,0	-110,0	-	800,0	-	1.020,0
2	0,0	110,0	-	800,0	-	800,0

www.hilti.it

Impresa:	SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO	Pagina:	9
Indirizzo:	VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)	Progettista:	ING. MASSIMO OLDRATI
Telefono Fax:	0359491438 --	E-mail:	oldraeng@oldraeng.it
Design:	VERIFICA 1	Data:	12/06/2024
Contratto N°:			

7 Osservazioni; doveri del cliente


- Tutte le informazioni e i dati contenuti nel Software riguardano solamente l'uso di prodotti Hilti e si basano su principi, formule e norme di sicurezza in conformità con le indicazioni tecniche, di funzionamento, montaggio e assemblaggio, ecc. della Hilti che devono essere rigorosamente rispettate da parte dell'utente. Tutti i valori in esso contenuti sono valori medi, quindi vanno effettuati test specifici prima di utilizzare il prodotto Hilti in questione. I risultati dei calcoli effettuati mediante il software si basano essenzialmente sui dati che l'utente ha inserito. Di conseguenza l'utente è l'unico responsabile per l'assenza di errori, la completezza e la pertinenza dei dati che vanno immessi. Inoltre, l'utente ha la responsabilità di far controllare e correggere i risultati dei calcoli da parte di un esperto, con particolare riguardo al rispetto di norme e autorizzazioni, prima di utilizzarli per uno scopo specifico. Il software serve solo come un compendio per interpretare le norme e i permessi, senza alcuna garanzia circa l'assenza di errori, la correttezza e la pertinenza dei risultati o di idoneità per una specifica applicazione.
- L'utente deve applicare tutti gli accorgimenti necessari e ragionevoli per prevenire o limitare i danni causati dal software. In particolare, l'utente deve organizzare un backup periodico dei programmi e dei dati e, se necessario, effettuare gli aggiornamenti del software offerti da Hilti in maniera regolare. Se non si utilizza la funzione di aggiornamento automatico del software, l'utente deve assicurarsi di utilizzare l'ultima versione e quindi di mantenere aggiornato il Software effettuando aggiornamenti manuali dal sito web Hilti. Hilti non è responsabile per le conseguenze derivanti da una violazione colposa di responsabilità da parte dell'utente, come il recupero di dati o programmi persi o danneggiati.

7.2 VERIFICA 2

www.hilti.it

Impresa:	SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO	Pagina:	1
Indirizzo:	VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)	Progettista:	ING. MASSIMO OLDRATI
Telefono I Fax:	0359491438 --	E-mail:	oldraeng@oldraeng.it
Design:	VERIFICA 2	Data:	12/06/2024
Contratto N°:			

Commenti del progettista:**1 Dati da inserire**

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-RE 500 V4 + HAS-U A4 M20	
Vita utile (durata in anni):	50	
Codice articolo:	2223928 HAS-U A4 M20x300 (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)	
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,act} = 250,0 \text{ mm}$ ($h_{ef,limit} = - \text{ mm}$)	
Materiale:	A4	
Certificazione No.:	ETA 20/0541	
Emesso I Valido:	09/06/2023 -	
Prova:	metodo di calcolo EN 1992-4, chimica+ Sismica (sezione 9, allegato C)	
Categoria di performance sismica:	C2	
Tipologia di verifica sismica:	9.2 (3) a2) progettazione elastica	
Percentuale di carico sismico $\leq 20\%$:	no	
Spostamenti massimi richiesti per l'SLD:	Carico di trazione $\delta_{N,req(DLS)} = 3,000 \text{ mm}$, Carico di taglio $\delta_{V,req(DLS)} = 3,000 \text{ mm}$	
Fissaggio distanziato:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 12,0 \text{ mm}$	
Piastra d'ancoraggio ^R :	$l_x \times l_y \times t = 220,0 \text{ mm} \times 300,0 \text{ mm} \times 12,0 \text{ mm}$; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)	
Profilo:	Profilo piatto, ; ($L \times W \times T$) = $300,0 \text{ mm} \times 5,0 \text{ mm}$	
Materiale base:	fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c,cyl} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 400,0 \text{ mm}$, Temp. Breve/Lunga: 0/0 °C, Coefficiente parziale di sicurezza materiale definito dall'utente $\gamma_c = 1,500$	
Installazione:	Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto	
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque \emptyset) o $\geq 100 \text{ mm}$ ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) senza armatura di bordo longitudinale	

^R - Il calcolo dell'ancoraggio presuppone la presenza di una piastra di ancoraggio rigida.

www.hilti.it

Impresa: SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO
Indirizzo: VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)
Telefono | Fax: 0359491438 | --
Design: VERIFICA 2
Contratto N°:

Pagina: 2
Progettista: ING. MASSIMO OLDRATI
E-mail: oldraeng@oldraeng.it
Data: 12/06/2024

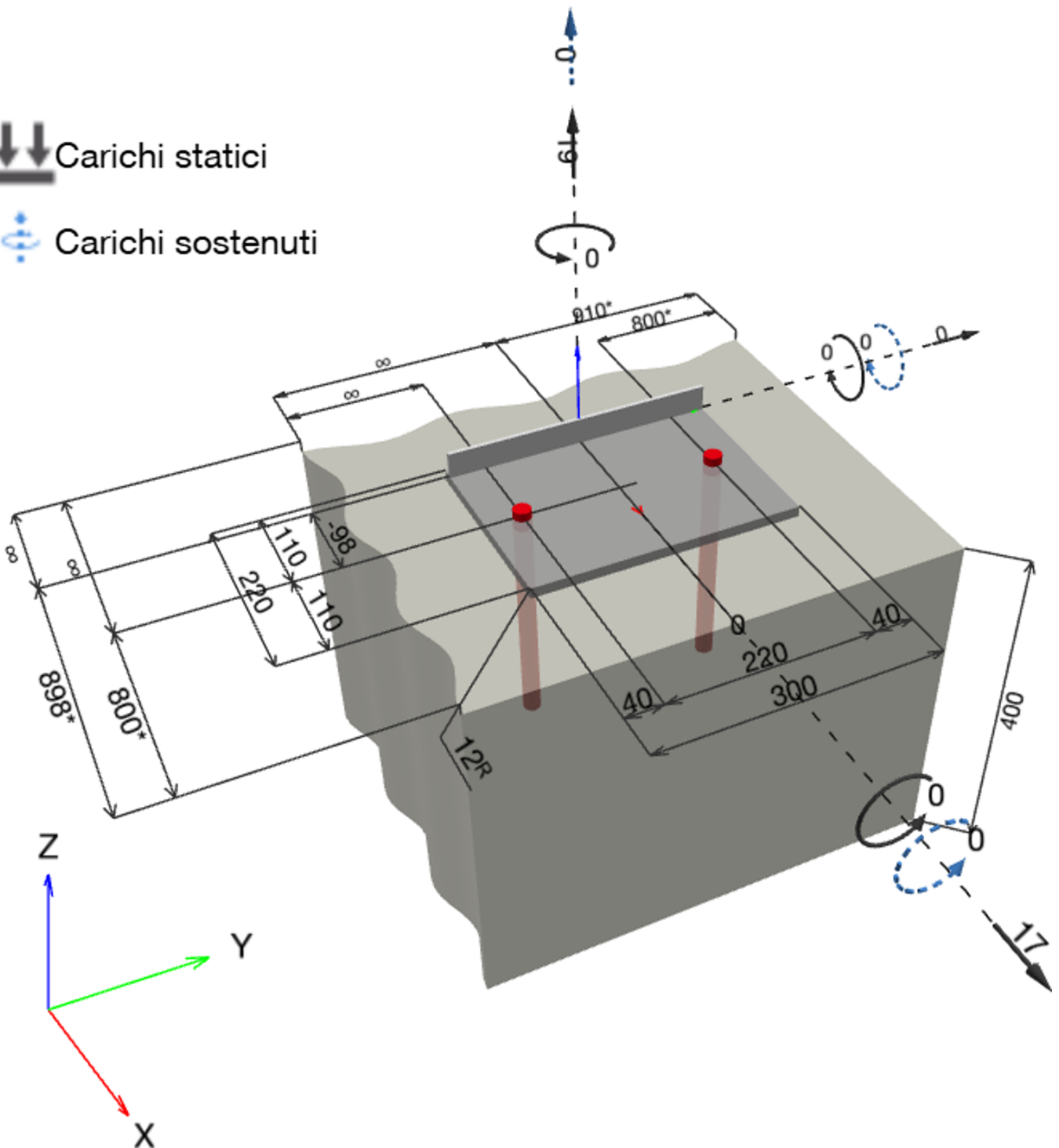
Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



Carichi statici



Carichi sostenuti



www.hilti.it

Impresa:	SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO	Pagina:	3
Indirizzo:	VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)	Progettista:	ING. MASSIMO OLDRATI
Telefono Fax:	0359491438 --	E-mail:	oldraeng@oldraeng.it
Design:	VERIFICA 2	Data:	12/06/2024
Contratto N°:			

1.1 Combinazione carichi

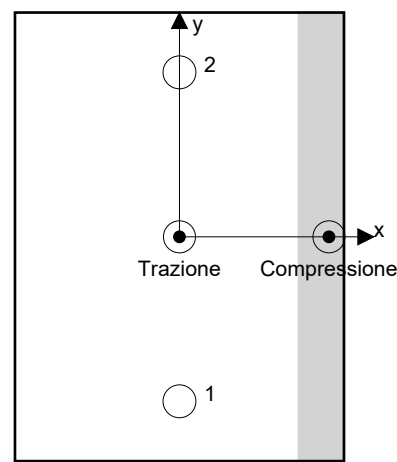
Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max.	Tassello [%]
1	Combinazione 1	$N = 19,000; V_x = 17,000; V_y = 0,000;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$ $N_{sus} = 0,000; M_{x,sus} = 0,000; M_{y,sus} = 0,000;$	C2	no		92

2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante
Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	18,812	8,500	8,500	0,000
2	18,812	8,500	8,500	0,000

Compressione max. nel calcestruzzo: 0,14 [‰]
 Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: 4,13 [N/mm²]
 risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(0,0/0,0): 37,625 [kN]
 risultante delle forze di compressione (x/y)=(100,0/0,0): 18,625 [kN]



Le forze di ancoraggio vengono calcolate presupponendo una piastra di ancoraggio rigida.

www.hilti.it

Impresa:	SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO	Pagina:	4
Indirizzo:	VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)	Progettista:	ING. MASSIMO OLDRATI
Telefono Fax:	0359491438 --	E-mail:	oldraeng@oldraeng.it
Design:	VERIFICA 2	Data:	12/06/2024
Contratto N°:			

3 Carico di trazione (EN 1992-4, sezione 7.2.1, Allegato C, sezione C.5)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	18,812	91,711	21	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	37,625	77,179	49	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	37,625	98,413	39	OK
Fessurazione**	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

3.1 Rottura dell'acciaio

$$N_{Ed,eq} \leq N_{Rd,s,eq} = \frac{N_{Rk,s,eq}}{\gamma_{M,s,eq}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.1, Allegato C, sezione C.5}$$

$$N_{Rk,s,eq} = \alpha_{gap} \cdot \alpha_{eq} \cdot N_{Rk,s,eq}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (C.8)}$$

$$N_{Rd,s,eq, reduced} = N_{Rd,s,eq} \cdot \frac{\delta_{N,req(DLS)}}{\delta_{N,eq(DLS)}} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (C.11a)}$$

$N_{Rk,s,eq}^0$ [kN]	α_{gap}	α_{eq}	$N_{Rk,s,eq}$ [kN]			
171,500	1,000	1,000	171,500			
$\gamma_{M,s,eq}$	$N_{Rd,s,eq}$ [kN]	$N_{Ed,eq}$ [kN]	$\delta_{N,req(DLS)}$ [mm]	$\delta_{N,eq(DLS)}$ [mm]	$N_{Rd,s,eq, reduced}$ [kN]	
1,870	91,711	18,812	3,000	0,500	91,711	

www.hilti.it

Impresa: SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO
 Indirizzo: VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)
 Telefono I Fax: 0359491438 | --
 Design: VERIFICA 2
 Contratto N°:

Pagina: 5
 Progettista: ING. MASSIMO OLDRA TI
 E-mail: oldraeng@oldraeng.it
 Data: 12/06/2024

3.2 Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$$N_{Ed,eq} \leq N_{Rd,p,eq} = \frac{N_{Rk,p,eq}}{\gamma_{M,p,eq}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.1, Allegato C, sezione C.5}$$

$$N_{Rk,p,eq} = \alpha_{gap} \cdot \alpha_{eq} \cdot N_{Rk,p}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{re,Np} \cdot \psi_{ec1,Np} \cdot \psi_{ec2,Np} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.13), Eq. (C.8)}$$

$$N_{Rd,p,eq, \text{reduced}} = N_{Rd,p,eq} \cdot \frac{\delta_{N,req(DLS)}}{\delta_{N,eq(DLS)}} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (C.11a)}$$

$$N_{Rk,p}^0 = \psi_{sus} \cdot \tau_{Rk,eq} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.14)}$$

$$\psi_{sus} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.14a)}$$

$$s_{cr,Np} = 7,3 \cdot d \cdot \sqrt{\psi_{sus} \cdot \tau_{Rk}} \leq 3 \cdot h_{ef} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.15)}$$

$$\psi_{g,Np} = \psi_{g,Np}^0 - \left(\frac{s}{s_{cr,Np}}\right)^{0,5} \cdot (\psi_{g,Np}^0 - 1) \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.17)}$$

$$\psi_{g,Np}^0 = \sqrt{\bar{n}} - (\sqrt{\bar{n}} - 1) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk,eq}}{\tau_{Rk,c}}\right)^{1,5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.18)}$$

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \cdot \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.19)}$$

$$\psi_{s,Np} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.20)}$$

$$\psi_{ec1,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c1,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$A_{p,N}$ [mm ²]	$A_{p,N}^0$ [mm ²]	$\tau_{Rk,ucr,20}$ [N/mm ²]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]
469.536	341.056	16,00	584,0	292,0	800,0	25,00
$\psi_{c,eq}$	$\tau_{Rk,eq}$ [N/mm ²]	k_3	$\tau_{Rk,c}$ [N/mm ²]	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1,000	5,80	7,700	9,69	1,222	1,086	
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$	
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	
ψ_{sus}^0	α_{sus}	ψ_{sus}				
0,880	0,000	1,000				
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	α_{gap}	α_{eq}	$N_{Rk,p,eq}$ [kN]			
91,106	1,000	0,850	115,769			
$\gamma_{M,p,eq}$	$N_{Rd,p,eq}$ [kN]	$N_{Ed,eq}$ [kN]	$\delta_{N,req(DLS)}$ [mm]	$\delta_{N,eq(DLS)}$ [mm]	$N_{Rd,p,eq, \text{reduced}}$ [kN]	
1,500	77,179	37,625	3,000	0,500	77,179	

ID gruppo ancoranti

1, 2

www.hilti.it

Impresa: SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO
 Indirizzo: VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)
 Telefono / Fax: 0359491438 | --
 Design: VERIFICA 2
 Contratto N°:

Pagina: 6
 Progettista: ING. MASSIMO OLDRATI
 E-mail: oldraeng@oldraeng.it
 Data: 12/06/2024

3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$$N_{Ed,eq} \leq N_{Rd,c,eq} = \frac{N_{Rk,c,eq}}{\gamma_{M,c,eq}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.1, Allegato C, sezione C.5}$$

$$N_{Rk,c,eq} = \alpha_{gap} \cdot \alpha_{eq} \cdot N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1), Eq. (C.8)}$$

$$N_{Rd,c,eq, \text{reduced}} = N_{Rd,c,eq} \cdot \frac{\delta_{N,req(DLS)}}{\delta_{N,eq(DLS)}} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (C.11a)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]		
727.500	562.500	375,0	750,0	25,00		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	
z [mm]	$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	α_{gap}	α_{eq}	$N_{Rk,c,eq}$ [kN]
100,0	1,000	7,700	152,185	1,000	0,750	147,619
$\gamma_{M,c,eq}$	$N_{Rd,c,eq}$ [kN]	$N_{Ed,eq}$ [kN]	$\delta_{N,req(DLS)}$ [mm]	$\delta_{N,eq(DLS)}$ [mm]	$N_{Rd,c,eq, \text{reduced}}$ [kN]	
1,500	98,413	37,625	3,000	0,500	98,413	

ID gruppo ancoranti

1, 2

www.hilti.it

Impresa:	SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO	Pagina:	7
Indirizzo:	VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)	Progettista:	ING. MASSIMO OLDRATI
Telefono Fax:	0359491438 --	E-mail:	oldraeng@oldraeng.it
Design:	VERIFICA 2	Data:	12/06/2024
Contratto N°:			

4 Carico di taglio (EN 1992-4, sezione 7.2.2, Allegato C, sezione C.5)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_V [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	8,500	16,891	51	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	17,000	98,413	18	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+**	17,000	40,110	43	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$$V_{Ed,eq} \leq V_{Rd,s,eq} = \frac{V_{Rk,s,eq}}{\gamma_{Ms,V,eq}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2, Allegato C, sezione C.5}$$

$$V_{Rk,s,eq} = \alpha_{gap} \cdot \alpha_{eq} \cdot k_7 \cdot V_{Rk,s,eq}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35), Eq. (C.8)}$$

$$V_{Rd,s,eq, reduced} = V_{Rd,s,eq} \cdot \frac{\delta_{V,req(DLS)}}{\delta_{V,eq(DLS)}} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (C.11b)}$$

$V_{Rk,s,eq}^0$ [kN]	k_7	α_{gap}	α_{eq}	$V_{Rk,s,eq}$ [kN]
62,000	1,000	0,500	0,850	26,350

$\gamma_{M,s,eq}$	$V_{Rd,s,eq}$ [kN]	$V_{Ed,eq}$ [kN]	$\delta_{V,req(DLS)}$ [mm]	$\delta_{V,eq(DLS)}$ [mm]	$V_{Rd,s,eq, reduced}$ [kN]
1,560	16,891	8,500	3,000	2,500	16,891

www.hilti.it

Impresa:	SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO	Pagina:	8
Indirizzo:	VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)	Progettista:	ING. MASSIMO OLDRATI
Telefono I Fax:	0359491438 --	E-mail:	oldraeng@oldraeng.it
Design:	VERIFICA 2	Data:	12/06/2024
Contratto N°:			

4.2 Rottura per pryout (cono del calcestruzzo)

$V_{Ed,eq} \leq V_{Rd,cp,eq} = \frac{V_{Rk,cp,eq}}{\gamma_{Mc,p,eq}}$	EN 1992-4, Tabella 7.2, Allegato C, sezione C.5
$V_{Rk,cp,eq} = \alpha_{gap} \cdot \alpha_{eq} \cdot k_8 \cdot \min \{N_{Rk,c}; N_{Rk,p}\}$	EN 1992-4, Eq. (7.39c), Eq. (C.8)
$V_{Rd,cp,eq, reduced} = V_{Rd,cp,eq} \cdot \frac{\delta_{V,req(DLS)}}{\delta_{V,eq(DLS)}}$	EN 1992-4, Eq. (C.11b)
$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N}$	EN 1992-4, Eq. (7.1)
$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5}$	EN 1992-4, Eq. (7.2)
$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$	EN 1992-4, Eq. (7.3)
$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.4)
$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,1}}{s_{cr,N}}\right)} \leq 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.6)
$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,2}}{s_{cr,N}}\right)} \leq 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.6)
$\psi_{M,N} = 1$	EN 1992-4, Eq. (7.7)

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]		
727.500	562.500	375,0	750,0	2,000	25,00		
$e_{c1,v}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,v}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$	
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	α_{gap}	α_{eq}	$V_{Rk,cp,eq}^0$ [kN]	$V_{Rk,cp,eq}$ [kN]		
7,700	152,185	0,500	0,750	393,651	147,619		
$\gamma_{Mc,p,eq}$	$V_{Rd,cp,eq}$ [kN]	$V_{Ed,eq}$ [kN]	$\delta_{V,req(DLS)}$ [mm]	$\delta_{V,eq(DLS)}$ [mm]	$V_{Rd,cp,eq, reduced}$ [kN]		
1,500	98,413	17,000	3,000	2,500	98,413		

ID gruppo ancoranti
1, 2

www.hilti.it

Impresa: SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO
 Indirizzo: VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)
 Telefono / Fax: 0359491438 | --
 Design: VERIFICA 2
 Contratto N°:

Pagina: 9
 Progettista: ING. MASSIMO OLDRATI
 E-mail: oldraeng@oldraeng.it
 Data: 12/06/2024

4.3 Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+

$$V_{Ed,eq} \leq V_{Rd,c,eq} = \frac{V_{Rk,c,eq}}{\gamma_{M,c,eq}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2, Allegato C, sezione C.5}$$

$$V_{Rk,c,eq} = k_T \cdot \alpha_{gap} \cdot \alpha_{eq} \cdot V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.40), Eq. (C.8)}$$

$$V_{Rd,c,eq, \text{reduced}} = V_{Rd,c,eq} \cdot \frac{\delta_{V,req(DLS)}}{\delta_{V,eq(DLS)}} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (C.11b)}$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_g \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.41)}$$

$$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{l_f}{c_1} \right)^{0,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.42)}$$

$$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1} \right)^{0,2} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.43)}$$

$$A_{c,V}^0 = 4,5 \cdot c_1^2 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.44)}$$

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.45)}$$

$$\psi_{h,V} = \left(\frac{1,5 \cdot c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.46)}$$

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_V}{3 \cdot c_1} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.47)}$$

$$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_V)^2}} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.48)}$$

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_g	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
240,0	20,00	1,700	0,055	0,048	25,00	
c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]				
800,0	888.000	2.880.000				
$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	α_V [°]	$\psi_{\alpha,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$
0,900	1,732	0,00	1,000	0,0	1,000	1,000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	k_T	α_{gap}	α_{eq}	$V_{Rk,c,eq}$ [kN]		
294,531	1,0	0,500	0,850	60,165		
$\gamma_{M,c,eq}$	$V_{Rd,c,eq}$ [kN]	$V_{Ed,eq}$ [kN]	$\delta_{V,req(DLS)}$ [mm]	$\delta_{V,eq(DLS)}$ [mm]	$V_{Rd,c,eq, \text{reduced}}$ [kN]	
1,500	40,110	17,000	3,000	2,500	40,110	

www.hilti.it

Impresa:	SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO	Pagina:	10
Indirizzo:	VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)	Progettista:	ING. MASSIMO OLDRATI
Telefono Fax:	0359491438 --	E-mail:	oldraeng@oldraeng.it
Design:	VERIFICA 2	Data:	12/06/2024
Contratto N°:			

5 Carichi combinati di trazione e di taglio (EN 1992-4, sezione 7.2.3 Allegato C, sezione C.5 (3))

Rottura dell'acciaio

β_N	β_V	k_{15}	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,205	0,503	1,000	71	OK

$$\beta_N^{k_{15}} + \beta_V^{k_{15}} \leq 1,0$$

Rottura del calcestruzzo

β_N	β_V	k_{15}	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,487	0,424	1,000	92	OK

$$\beta_N^{k_{15}} + \beta_V^{k_{15}} \leq 1,0$$

6 Attenzione

- Fenomeni di redistribuzione dei carichi sugli ancoranti derivanti da eventuali deformazioni elastiche della piastra non sono presi in considerazione. Si assume una piastra di ancoraggio sufficientemente rigida in modo che non risulti deformabile sotto l'azione di carichi!
- Per la corretta scelta della categoria di performance sismica si controlli la normativa nazionale di riferimento.
- La verifica del trasferimento dei carichi nel materiale base è necessaria conformemente a EN 1992-A, allegato A!
- La progettazione è valida solamente se il foro passante non è più largo rispetto al valore riportato nella tabella 6.1 of EN 1992-4! Per diametri maggiori del foro passante vedere paragrafo 6.2.2 di EN 1992-4!
- La lista accessori inclusa in questo report di calcolo è da ritenersi solo come informativa dell'utente. In ogni caso, le istruzioni d'uso fornite con il prodotto dovranno essere rispettate per garantire una corretta installazione.
- Per la determinazione del $\psi_{re,v}$ (rottura del bordo di calcestruzzo) è utilizzato il minimo copriferro definito nei parametri di calcolo come copriferro del rinforzo del bordo.
- L'adesione chimica caratteristica dipende dalle temperature di breve e di lungo periodo.
- L'armatura di bordo non è necessaria per evitare la modalità di rottura per fessurazione (splitting)
- L'adesione chimica caratteristica dipende dal periodo di ritorno (durata in anni): 50

L'ancoraggio risulta verificato!

www.hilti.it

Impresa:	SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO	Pagina:	11
Indirizzo:	VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)	Progettista:	ING. MASSIMO OLDRATI
Telefono I Fax:	0359491438 --	E-mail:	oldraeng@oldraeng.it
Design:	VERIFICA 2	Data:	12/06/2024
Contratto N°:			

7 Dati relativi all'installazione

Piastra d'ancoraggio, acciaio: S 235; E = 210.000,00 N/mm²; $f_{yk} = 235,00$ N/mm²

Profilo: Profilo piatto, ; (L x W x T) = 300,0 mm x 5,0 mm

Diametro del foro nella piastra: $d_f = 22,0$ mm

Spessore della piastra (input): 12,0 mm

Spessore della piastra raccomandato: non calcolato

Metodo di perforazione: Foro con perforazione a roto-percussione

Pulizia: E' necessaria una pulizia accurata del foro (Premium cleaning)

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-RE 500 V4 + HAS-U A4 M20

Codice articolo: 2223928 HAS-U A4 M20x300 (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)

Coppia di serraggio massima: 150 Nm

Diametro del foro nel materiale base: 22,0 mm

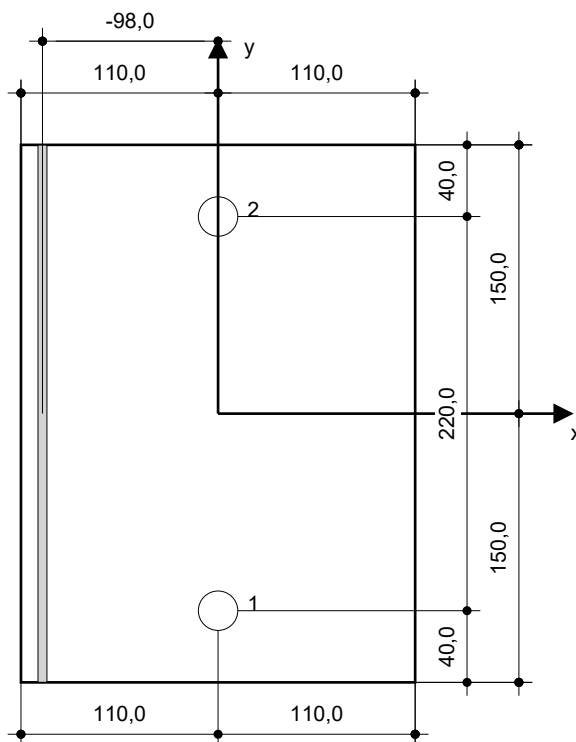
Profondità del foro nel materiale base: 250,0 mm

Spessore minimo del materiale base: 294,0 mm

Hilti HAS-U barra filettata with HIT-RE 500 V4 Resina ad iniezione with 250 mm embedment h_{ef} , M20, Acciaio INOX, Foro eseguito con roto-percussione installation per ETA 20/0541

7.1 Accessori richiesti

Perforazione	Pulizia	Posa
<ul style="list-style-type: none"> • Idoneo per rotopercussione • Dimensione appropriata della punta del trapano 	<ul style="list-style-type: none"> • Aria compressa con i relativi accessori necessari per soffiare a partire dal fondo del foro. • Diametro appropriato dello scovolino 	<ul style="list-style-type: none"> • Il dispenser include il portacartucce e il miscelatore • Chiave dinamometrica



Coordinate dell'ancorante [mm]

Ancorante	x	y	c _{-x}	c _{+x}	c _{-y}	c _{+y}
1	0,0	-110,0	-	800,0	-	1.020,0
2	0,0	110,0	-	800,0	-	800,0

www.hilti.it

Impresa:	SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO	Pagina:	12
Indirizzo:	VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)	Progettista:	ING. MASSIMO OLDRATI
Telefono Fax:	0359491438 --	E-mail:	oldraeng@oldraeng.it
Design:	VERIFICA 2	Data:	12/06/2024
Contratto N°:			

8 Osservazioni; doveri del cliente


- Tutte le informazioni e i dati contenuti nel Software riguardano solamente l'uso di prodotti Hilti e si basano su principi, formule e norme di sicurezza in conformità con le indicazioni tecniche, di funzionamento, montaggio e assemblaggio, ecc. della Hilti che devono essere rigorosamente rispettate da parte dell'utente. Tutti i valori in esso contenuti sono valori medi, quindi vanno effettuati test specifici prima di utilizzare il prodotto Hilti in questione. I risultati dei calcoli effettuati mediante il software si basano essenzialmente sui dati che l'utente ha inserito. Di conseguenza l'utente è l'unico responsabile per l'assenza di errori, la completezza e la pertinenza dei dati che vanno immessi. Inoltre, l'utente ha la responsabilità di far controllare e correggere i risultati dei calcoli da parte di un esperto, con particolare riguardo al rispetto di norme e autorizzazioni, prima di utilizzarli per uno scopo specifico. Il software serve solo come un compendio per interpretare le norme e i permessi, senza alcuna garanzia circa l'assenza di errori, la correttezza e la pertinenza dei risultati o di idoneità per una specifica applicazione.
- L'utente deve applicare tutti gli accorgimenti necessari e ragionevoli per prevenire o limitare i danni causati dal software. In particolare, l'utente deve organizzare un backup periodico dei programmi e dei dati e, se necessario, effettuare gli aggiornamenti del software offerti da Hilti in maniera regolare. Se non si utilizza la funzione di aggiornamento automatico del software, l'utente deve assicurarsi di utilizzare l'ultima versione e quindi di mantenere aggiornato il Software effettuando aggiornamenti manuali dal sito web Hilti. Hilti non è responsabile per le conseguenze derivanti da una violazione colposa di responsabilità da parte dell'utente, come il recupero di dati o programmi persi o danneggiati.

7.3 VERIFICA 3

www.hilti.it

Impresa:	SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO	Pagina:	1
Indirizzo:	VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)	Progettista:	ING. MASSIMO OLDRATI
Telefono I Fax:	0359491438 --	E-mail:	oldraeng@oldraeng.it
Design:	VERIFICA 3	Data:	12/06/2024
Contratto N°:			

Commenti del progettista:**1 Dati da inserire**

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-RE 500 V4 + HAS-U A4 M20	
Vita utile (durata in anni):	50	
Codice articolo:	2223925 HAS-U A4 M20x180 (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)	
Insert item # alternative:	2390272 HAS A4 M20x180	
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,opti} = 90,0$ mm ($h_{ef,limit} = 356,0$ mm)	
Materiale:	A4	
Certificazione No.:	ETA 20/0541	
Emesso I Valido:	09/06/2023 -	
Prova:	metodo di calcolo EN 1992-4, chimica+ Sismica (sezione 9, allegato C)	
Categoria di performance sismica:	C2	
Tipologia di verifica sismica:	9.2 (3) a2) progettazione elastica	
Percentuale di carico sismico $\leq 20\%$:	no	
Spostamenti massimi richiesti per l'SLD:	Carico di trazione $\delta_{N,req(DLS)} = 3,000$ mm, Carico di taglio $\delta_{V,req(DLS)} = 3,000$ mm	
Fissaggio distanziato:	$e_b = 0,0$ mm (Senza distanziamento); $t = 12,0$ mm	
Piastra d'ancoraggio ^R :	$l_x \times l_y \times t = 200,0$ mm x $300,0$ mm x $12,0$ mm; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)	
Profilo:	nessun profilo	
Materiale base:	fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c,cyl} = 25,00$ N/mm ² ; $h = 400,0$ mm, Temp. Breve/Lunga: 40/25 °C, Coefficiente parziale di sicurezza materiale definito dall'utente $\gamma_c = 1,500$	
Installazione:	Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto	
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature ≥ 150 mm (qualunque \emptyset) o ≥ 100 mm ($\emptyset \leq 10$ mm) senza armatura di bordo longitudinale	

^R - Il calcolo dell'ancoraggio presuppone la presenza di una piastra di ancoraggio rigida.

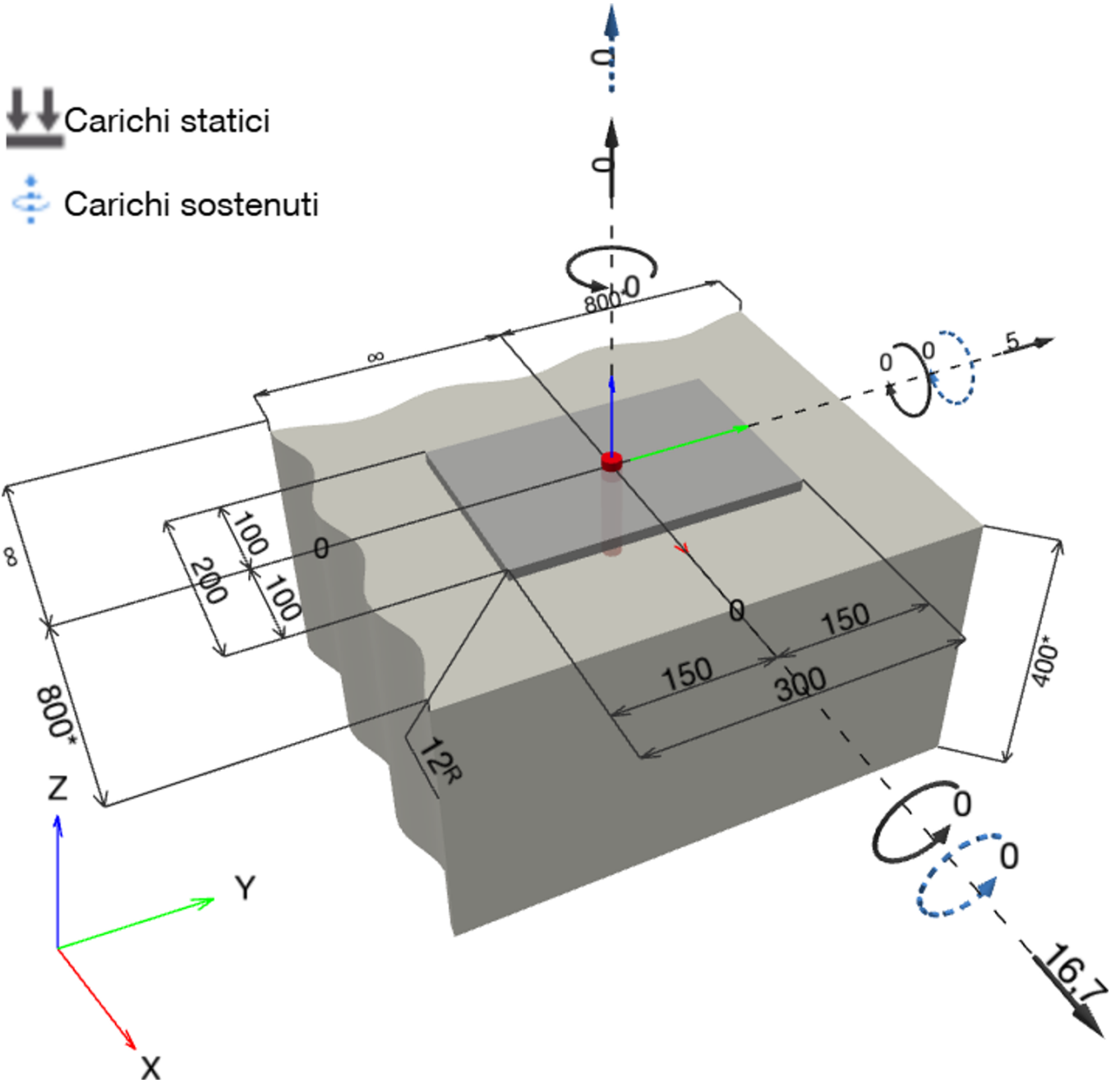
www.hilti.it

Impresa: SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO
Indirizzo: VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)
Telefono | Fax: 0359491438 | --
Design: VERIFICA 3
Contratto N°:

Pagina:
Progettista:
E-mail:
Data:

2
ING. MASSIMO OLDRATI
oldraeng@oldraeng.it
12/06/2024

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



www.hilti.it

Impresa:	SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO	Pagina:	3
Indirizzo:	VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)	Progettista:	ING. MASSIMO OLDRATI
Telefono Fax:	0359491438 --	E-mail:	oldraeng@oldraeng.it
Design:	VERIFICA 3	Data:	12/06/2024
Contratto N°:			

1.1 Combinazione carichi

Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max.	Tassello [%]
1	Combinazione 1	$N = 0,000; V_x = 16,700; V_y = 5,000;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$ $N_{sus} = 0,000; M_{x,sus} = 0,000; M_{y,sus} = 0,000;$	C2	no		94

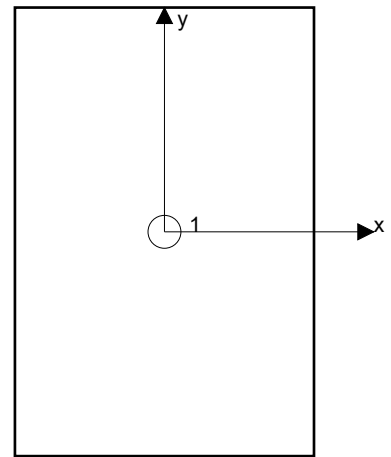
2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante
Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	0,000	17,432	16,700	5,000

Compressione max. nel calcestruzzo: - [%]
 Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: - [N/mm²]
 risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(-/-): 0,000 [kN]
 risultante delle forze di compressione (x/y)=(-/-): 0,000 [kN]

Le forze di ancoraggio vengono calcolate presupponendo una piastra di ancoraggio rigida.



www.hilti.it

Impresa:	SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO	Pagina:	4
Indirizzo:	VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)	Progettista:	ING. MASSIMO OLDRA TI
Telefono Fax:	0359491438 --	E-mail:	oldraeng@oldraeng.it
Design:	VERIFICA 3	Data:	12/06/2024
Contratto N°:			

3 Carico di trazione (EN 1992-4, sezione 7.2.1, Allegato C, sezione C.5)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura conica del calcestruzzo**	N/A	N/A	N/A	N/A
Fessurazione**	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

www.hilti.it

Impresa:	SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO	Pagina:	5
Indirizzo:	VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)	Progettista:	ING. MASSIMO OLDRATI
Telefono Fax:	0359491438 --	E-mail:	oldraeng@oldraeng.it
Design:	VERIFICA 3	Data:	12/06/2024
Contratto N°:			

4 Carico di taglio (EN 1992-4, sezione 7.2.2, Allegato C, sezione C.5)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_V [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	17,432	19,872	88	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	17,432	18,627	94	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+**	17,432	39,296	45	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$$V_{Ed,eq} \leq V_{Rd,s,eq} = \frac{V_{Rk,s,eq}}{\gamma_{Ms,V,eq}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2, Allegato C, sezione C.5}$$

$$V_{Rk,s,eq} = \alpha_{gap} \cdot \alpha_{eq} \cdot k_7 \cdot V_{Rk,s,eq}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35), Eq. (C.8)}$$

$$V_{Rd,s,eq, reduced} = V_{Rd,s,eq} \cdot \frac{\delta_{V,req(DLS)}}{\delta_{V,eq(DLS)}} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (C.11b)}$$

$V_{Rk,s,eq}^0$ [kN]	k_7	α_{gap}	α_{eq}	$V_{Rk,s,eq}$ [kN]	
62,000	1,000	0,500	1,000	31,000	
$\gamma_{M,s,eq}$	$V_{Rd,s,eq}$ [kN]	$V_{Ed,eq}$ [kN]	$\delta_{V,req(DLS)}$ [mm]	$\delta_{V,eq(DLS)}$ [mm]	$V_{Rd,s,eq, reduced}$ [kN]
1,560	19,872	17,432	3,000	2,500	19,872

www.hilti.it

Impresa:	SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO	Pagina:	6
Indirizzo:	VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)	Progettista:	ING. MASSIMO OLDRATI
Telefono I Fax:	0359491438 --	E-mail:	oldraeng@oldraeng.it
Design:	VERIFICA 3	Data:	12/06/2024
Contratto N°:			

4.2 Rottura per pryout (cono del calcestruzzo)

$V_{Ed,eq} \leq V_{Rd,cp,eq} = \frac{V_{Rk,cp,eq}}{\gamma_{Mc,p,eq}}$	EN 1992-4, Tabella 7.2, Allegato C, sezione C.5
$V_{Rk,cp,eq} = \alpha_{gap} \cdot \alpha_{eq} \cdot k_8 \cdot \min \{N_{Rk,c}; N_{Rk,p}\}$	EN 1992-4, Eq. (7.39c), Eq. (C.8)
$V_{Rd,cp,eq, reduced} = V_{Rd,cp,eq} \cdot \frac{\delta_{V,req(DLS)}}{\delta_{V,eq(DLS)}}$	EN 1992-4, Eq. (C.11b)
$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N}$	EN 1992-4, Eq. (7.1)
$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5}$	EN 1992-4, Eq. (7.2)
$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$	EN 1992-4, Eq. (7.3)
$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.4)
$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,1}}{s_{cr,N}}\right)} \leq 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.6)
$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,2}}{s_{cr,N}}\right)} \leq 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.6)
$\psi_{M,N} = 1$	EN 1992-4, Eq. (7.7)

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
72.900	72.900	135,0	270,0	2,000	25,00	
$e_{c1,v}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,v}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	α_{gap}	α_{eq}	$V_{Rk,cp,eq}^0$ [kN]	$V_{Rk,cp,eq}$ [kN]	
7,700	32,872	0,500	0,850	65,744	27,941	
$\gamma_{Mc,p,eq}$	$V_{Rd,cp,eq}$ [kN]	$V_{Ed,eq}$ [kN]	$\delta_{V,req(DLS)}$ [mm]	$\delta_{V,eq(DLS)}$ [mm]	$V_{Rd,cp,eq, reduced}$ [kN]	
1,500	18,627	17,432	3,000	2,500	18,627	

ID gruppo ancoranti
1

www.hilti.it

Impresa: SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO
 Indirizzo: VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)
 Telefono / Fax: 0359491438 | --
 Design: VERIFICA 3
 Contratto N°:

Pagina: 7
 Progettista: ING. MASSIMO OLDRATI
 E-mail: oldraeng@oldraeng.it
 Data: 12/06/2024

4.3 Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+

$$V_{Ed,eq} \leq V_{Rd,c,eq} = \frac{V_{Rk,c,eq}}{\gamma_{M,c,eq}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2, Allegato C, sezione C.5}$$

$$V_{Rk,c,eq} = k_T \cdot \alpha_{gap} \cdot \alpha_{eq} \cdot V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}^0}{A_{c,V}} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.40), Eq. (C.8)}$$

$$V_{Rd,c,eq, \text{reduced}} = V_{Rd,c,eq} \cdot \frac{\delta_{V,req(DLS)}}{\delta_{V,eq(DLS)}} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (C.11b)}$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_g \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.41)}$$

$$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{l_f}{c_1} \right)^{0,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.42)}$$

$$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1} \right)^{0,2} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.43)}$$

$$A_{c,V}^0 = 4,5 \cdot c_1^2 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.44)}$$

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.45)}$$

$$\psi_{h,V} = \left(\frac{1,5 \cdot c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.46)}$$

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_V}{3 \cdot c_1} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.47)}$$

$$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_V)^2}} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.48)}$$

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_g	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
90,0	20,00	1,700	0,034	0,048	25,00	
c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]				
800,0	800.000	2.880.000				
$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	α_V [°]	$\psi_{\alpha,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$
0,900	1,732	16,67	1,032	0,0	1,000	1,000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	k_T	α_{gap}	α_{eq}	$V_{Rk,c,eq}$ [kN]		
263,718	1,0	0,500	1,000	58,944		
$\gamma_{M,c,eq}$	$V_{Rd,c,eq}$ [kN]	$V_{Ed,eq}$ [kN]	$\delta_{V,req(DLS)}$ [mm]	$\delta_{V,eq(DLS)}$ [mm]	$V_{Rd,c,eq, \text{reduced}}$ [kN]	
1,500	39,296	17,432	3,000	2,500	39,296	

www.hilti.it

Impresa:	SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO	Pagina:	8
Indirizzo:	VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)	Progettista:	ING. MASSIMO OLDRA TI oldraeng@oldraeng.it
Telefono Fax:	0359491438 --	E-mail:	oldraeng@oldraeng.it
Design:	VERIFICA 3	Data:	12/06/2024
Contratto N°:			

5 Attenzione

- Fenomeni di redistribuzione dei carichi sugli ancoranti derivanti da eventuali deformazioni elastiche della piastra non sono presi in considerazione. Si assume una piastra di ancoraggio sufficientemente rigida in modo che non risulti deformabile sotto l'azione di carichi!
- Per la corretta scelta della categoria di performance sismica si controlla la normativa nazionale di riferimento.
- La verifica del trasferimento dei carichi nel materiale base è necessaria conformemente a EN 1992-A, allegato A!
- La progettazione è valida solamente se il foro passante non è più largo rispetto al valore riportato nella tabella 6.1 of EN 1992-4! Per diametri maggiori del foro passante vedere paragrafo 6.2.2 di EN 1992-4!
- La lista accessori inclusa in questo report di calcolo è da ritenersi solo come informativa dell'utente. In ogni caso, le istruzioni d'uso fornite con il prodotto dovranno essere rispettate per garantire una corretta installazione.
- Per la determinazione del $\psi_{re,v}$ (rottura del bordo di calcestruzzo) è utilizzato il minimo copriferro definito nei parametri di calcolo come copriferro del rinforzo del bordo.
- L'adesione chimica caratteristica dipende dalle temperature di breve e di lungo periodo.
- L'armatura di bordo non è necessaria per evitare la modalità di rottura per fessurazione (splitting)
- L'adesione chimica caratteristica dipende dal periodo di ritorno (durata in anni): 50

L'ancoraggio risulta verificato!

www.hilti.it

Impresa:	SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO	Pagina:	9
Indirizzo:	VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)	Progettista:	ING. MASSIMO OLDRATI
Telefono Fax:	0359491438 --	E-mail:	oldraeng@oldraeng.it
Design:	VERIFICA 3	Data:	12/06/2024
Contratto N°:			

6 Dati relativi all'installazione

Piastra d'ancoraggio, acciaio: S 235; E = 210.000,00 N/mm²; f_{yk} = 235,00 N/mm²

Profilo: nessun profilo

Diametro del foro nella piastra: d_f = 22,0 mm

Spessore della piastra (input): 12,0 mm

Spessore della piastra raccomandato: non calcolato

Metodo di perforazione: Foro con perforazione a roto-percussione

Pulizia: E' necessaria una pulizia accurata del foro (Premium cleaning)

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-RE 500 V4 + HAS-U A4 M20

Codice articolo: 2223925 HAS-U A4 M20x180 (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)

Insert item # alternative: 2390272 HAS A4 M20x180

Coppia di serraggio massima: 150 Nm

Diametro del foro nel materiale base: 22,0 mm

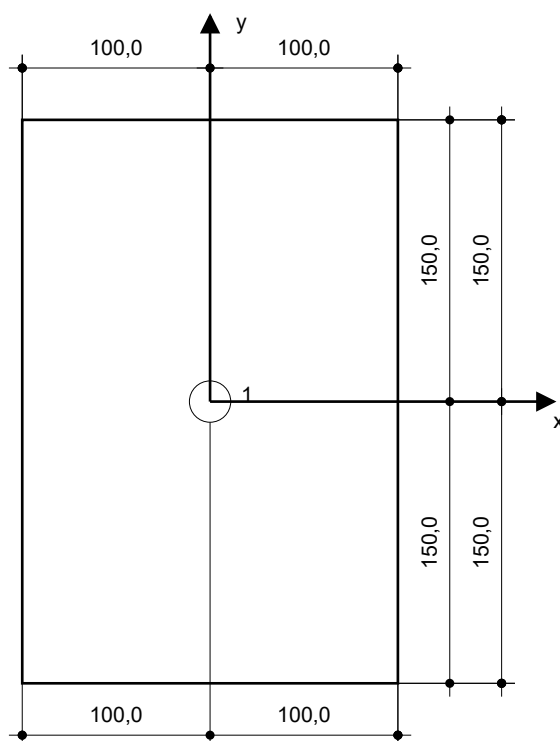
Profondità del foro nel materiale base: 90,0 mm

Spessore minimo del materiale base: 134,0 mm

Hilti HAS-U or HAS barra filettata with HIT-RE 500 V4 Resina ad iniezione with 90 mm embedment h_{ef}, M20, Acciaio INOX, Foro eseguito con roto-percussione installation per ETA 20/0541

6.1 Accessori richiesti

Perforazione	Pulizia	Posa
<ul style="list-style-type: none"> • Idoneo per rotopercussione • Dimensione appropriata della punta del trapano 	<ul style="list-style-type: none"> • Aria compressa con i relativi accessori necessari per soffiare a partire dal fondo del foro. • Diametro appropriato dello scovolino 	<ul style="list-style-type: none"> • Il dispenser include il portacartucce e il miscelatore • Chiave dinamometrica



Coordinate dell'ancorante [mm]

Ancorante	x	y	c _{-x}	c _{+x}	c _{-y}	c _{+y}
1	0,0	0,0	-	800,0	-	800,0

www.hilti.it

Impresa:	SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO	Pagina:	10
Indirizzo:	VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)	Progettista:	ING. MASSIMO OLDRATI
Telefono Fax:	0359491438 --	E-mail:	oldraeng@oldraeng.it
Design:	VERIFICA 3	Data:	12/06/2024
Contratto N°:			

7 Osservazioni; doveri del cliente

- Tutte le informazioni e i dati contenuti nel Software riguardano solamente l'uso di prodotti Hilti e si basano su principi, formule e norme di sicurezza in conformità con le indicazioni tecniche, di funzionamento, montaggio e assemblaggio, ecc. della Hilti che devono essere rigorosamente rispettate da parte dell'utente. Tutti i valori in esso contenuti sono valori medi, quindi vanno effettuati test specifici prima di utilizzare il prodotto Hilti in questione. I risultati dei calcoli effettuati mediante il software si basano essenzialmente sui dati che l'utente ha inserito. Di conseguenza l'utente è l'unico responsabile per l'assenza di errori, la completezza e la pertinenza dei dati che vanno immessi. Inoltre, l'utente ha la responsabilità di far controllare e correggere i risultati dei calcoli da parte di un esperto, con particolare riguardo al rispetto di norme e autorizzazioni, prima di utilizzarli per uno scopo specifico. Il software serve solo come un compendio per interpretare le norme e i permessi, senza alcuna garanzia circa l'assenza di errori, la correttezza e la pertinenza dei risultati o di idoneità per una specifica applicazione.
- L'utente deve applicare tutti gli accorgimenti necessari e ragionevoli per prevenire o limitare i danni causati dal software. In particolare, l'utente deve organizzare un backup periodico dei programmi e dei dati e, se necessario, effettuare gli aggiornamenti del software offerti da Hilti in maniera regolare. Se non si utilizza la funzione di aggiornamento automatico del software, l'utente deve assicurarsi di utilizzare l'ultima versione e quindi di mantenere aggiornato il Software effettuando aggiornamenti manuali dal sito web Hilti. Hilti non è responsabile per le conseguenze derivanti da una violazione colposa di responsabilità da parte dell'utente, come il recupero di dati o programmi persi o danneggiati.

7.4 CERTIFICAZIONE HILTY HIT- RE 500 V4 – C2

European Technical Assessment

**ETA-20/0541
of 09/06/2023**

English translation prepared by CSTB - Original version in French language

General Part

Technical Assessment Body issuing the European Technical Assessment:

Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)

Trade name:

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Product family:

Bonded fastener with threaded rods, rebar, internally threaded sleeve HIS-(R)N and Hilti Tension anchor HZA(-R) for use in concrete for a working life of 50 and 100 years

Manufacturer:

Hilti Corporation
Feldkircherstrasse 100
FL-9494 Schaan
Principality of Liechtenstein

Manufacturing plants:

Hilti Plant

This European Technical
Assessment contains:

68 pages including 64 pages of annexes which form an integral part of this assessment

This European Technical
Assessment is issued in
accordance with Regulation (EU)
No 305/2011, on the basis of:

EAD 330499-02-0601 version September 2022

This Assessment replaces:

ETA-20/0541 dated 04/09/2021

Corrigendum

The European Technical Assessment is issued by the Technical Assessment Body in its official language. Translations of this European Technical Assessment in other languages shall fully correspond to the original issued document and shall be identified as such. Communication of this European Technical Assessment, including transmission by electronic means, shall be in full. However, partial reproduction may only be made with the written consent of the issuing Technical Assessment Body. Any partial reproduction shall be identified as such. This European Technical Assessment may be withdrawn by the issuing Technical Assessment Body, in particular pursuant to information by the Commission in accordance with Article 25(3) of Regulation (EU) No 305/2011.

Specific Part

1 Technical description of the product

The Injection system Hilti HIT-RE 500 V4 is a bonded fastener consisting of a foil pack with injection mortar Hilti HIT-RE 500 V4 and a steel element.

These steel elements are:

- a threaded rod Hilti HAS, HAS-U, Hilti HIT-V, Hilti meter rod AM 8.8 or a commercial threaded rod with washer and hexagon nut in the range of M8 to M30 and 3/8 in. to 1 1/4 in.
- a reinforcing bar (rebar) in the range of $\phi 8$ to $\phi 32$.
- a Hilti Tension anchor HZA in the range of M12 to M27 or HZA-R in the range of M12 to M24.
- an internal threaded sleeve HIS-(R)N in the range M8 to M20 and 3/8 in. to 3/4 in.

The steel element is placed into a drilled hole filled with injection mortar and is anchored via the bond between steel element, injection mortar and concrete.

The illustration and the description of the product are given in Annexes A.

2 Specification of the intended use

The performances given in Section 3 are only valid if the fastener is used in compliance with the specifications and conditions given in Annexes B.

The provisions made in this European technical assessment are based on an assumed working life of the fastener of 50 and 100 years. The indications given on the working life cannot be interpreted as a guarantee given by the producer, but are to be regarded only as a means for choosing the right products in relation to the expected economically reasonable working life of the works.

3 Performance of the product

3.1 Mechanical resistance and stability (BWR 1)

Essential characteristic	Performance
Characteristic resistance for static and quasi static loads, Displacements	See Annexes C1 to C28
Characteristic resistance for seismic performance category C1	See Annexes C29 to C35
Characteristic resistance for seismic performance category C2, Displacements	See Annexes C36 to C38

3.2 Safety in case of fire (BWR 2)

Essential characteristic	Performance
Reaction to fire	Fasteners satisfy requirements for Class A1
Resistance to fire	See Annexes C39 to C42

3.3 Hygiene, health and the environment (BWR 3)

Regarding dangerous substances contained in this European technical approval, there may be requirements applicable to the products falling within its scope (e.g., transposed European legislation and national laws, regulations and administrative provisions). In order to meet the provisions of the Construction Products Directive, these requirements need also to be complied with, when and where they apply.

3.4 Safety in use (BWR 4)

For Basic requirement Safety in use the same criteria are valid as for Basic Requirement Mechanical resistance and stability.

3.5 Protection against noise (BWR 5)

Not relevant.

3.6 Energy economy and heat retention (BWR 6)

Not relevant.

3.7 Sustainable use of natural resources (BWR 7)

For the sustainable use of natural resources no performance was determined for this product.

3.8 General aspects relating to fitness for use

Durability and Serviceability are only ensured if the specifications of intended use according to Annex B1 are kept.

4 Assessment and verification of constancy of performance (AVCP)

According to the Decision 96/582/EC of the European Commission¹, as amended, the system of assessment and verification of constancy of performance (see Annex V to Regulation (EU) No 305/2011) given in the following table apply.

Product	Intended use	Level or class	System
Bonded fasteners for use in concrete	For fixing and/or supporting to concrete, structural elements (which contributes to the stability of the works) or heavy units	-	1

5 Technical details necessary for the implementation of the AVCP system, as planned in the relevant EAD

Technical details necessary for the implementation of the Assessment and verification of constancy of performance (AVCP) system are laid down in the control plan deposited at Centre Scientifique et Technique du Bâtiment.

The following standards are referred to in this European Technical Assessment:

- EN 1992-1-1:2004 + AC:2010 Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings
- EN 1992-1-2:2004 + AC:2008 Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-2: General rules – Structural fire design
- EN 1992-4:2018 Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 4: Design of fastenings for use in concrete
- EN 1993-1-4:2006 + A1:2015 Eurocode 3: Design of steel structures, Part 1-4: General rules – Supplementary rules for stainless steels
- EN 1998-1:2004 + A1:2013 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings
- EN 10088-1:2014 Stainless steels – Part 1: List of stainless steels
- EN 206:2013 + A2:2021 Concrete: Specification, performance, production and conformity

¹ Official Journal of the European Communities L 254 of 08.10.1996.

The control plan including confidential informations is not included in the published part of this ETA.
The manufacturer shall, on the basis of a contract, involve a notified body approved in the field of fasteners for issuing the certificate of conformity CE based on the control plan.
The Notified Body shall visit the factory at least twice a year for surveillance of the manufacturer.

The original French version is signed by:

Anca Cronopol
Head of the Structure, Masonry, Partition Division

Installed condition

Figure A1: Threaded rod, HAS ..., HAS-U..., HAS-..., HIT-V-..., AM...

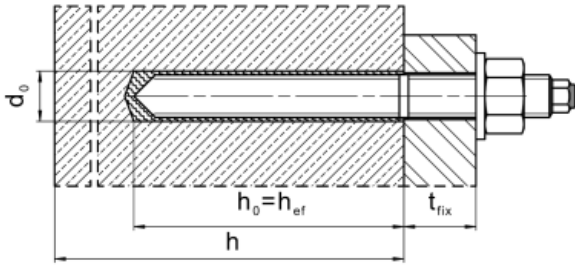


Figure A2: Threaded rod, HAS ..., HAS-U-..., HIT-V-..., AM..., with Hilti Filling Set...

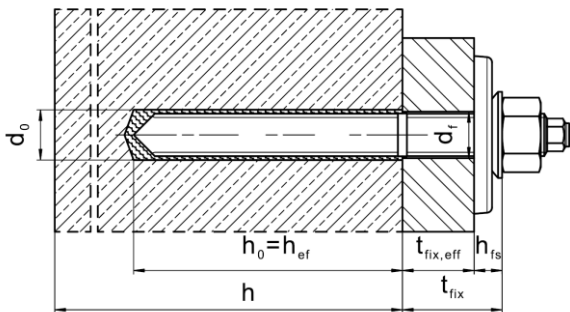


Figure A3: Internally threaded sleeve HIS-(R)N

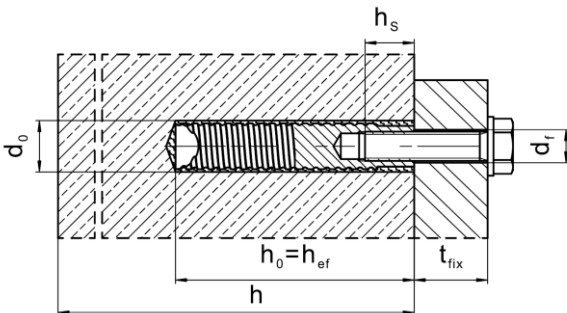
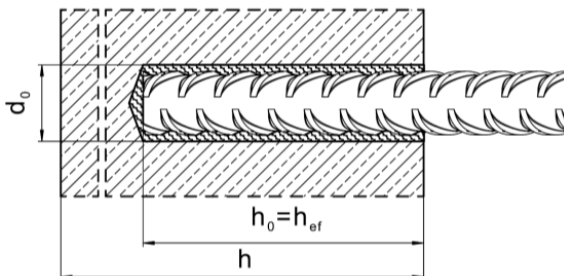


Figure A4: Reinforcing bar (rebar)



Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Product description
 Installed condition

Annex A1

Product description: Injection mortar and steel elements

Injection mortar Hilti HIT-RE 500 V4: epoxy resin system with aggregate

330 ml, 500 ml and 1400 ml

Marking:
 HILTI HIT
 Product name
 Production time and line
 Expiry date mm/yyyy

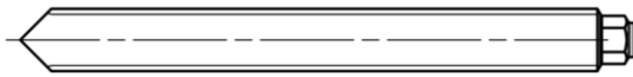


Product name: "Hilti HIT-RE 500 V4"

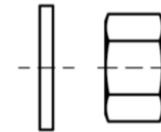
Static mixer Hilti HIT-RE-M



Steel elements



Marking

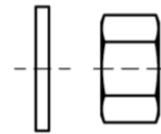
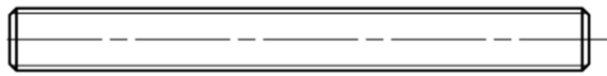


washer nut

HAS-U...: M8 to M30

Marking: Steel grade number and length identification number

- 5 = HAS-U 5.8, 5.8 HDG
- 8 = HAS-U 8.8, 8.8. HDG
- 1 = HAS-U A4
- 2 = HAS-U HCR



washer nut

HAS ...: M8 to M30

HAS Color code marking:

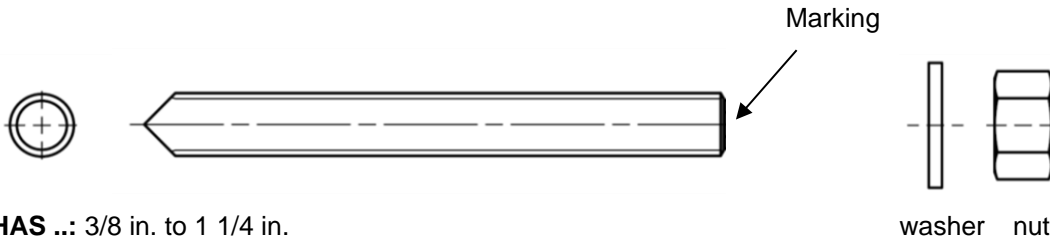
- 5.8 = RAL 5010 (blue)
- 8.8 = RAL 1023 (yellow)
- A4 = RAL 3000 (red)

AM ... 8.8: (HDG) M8 to M30

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Product description
 Steel elements

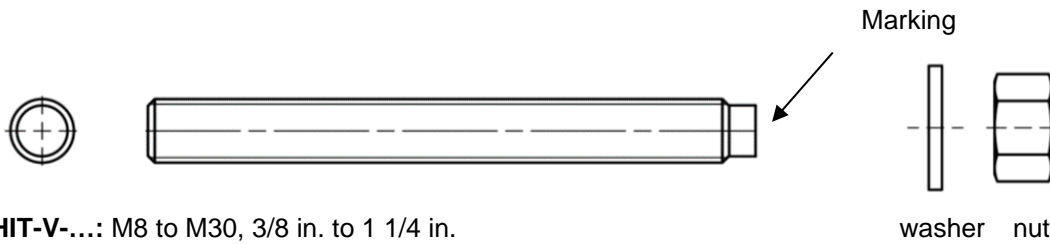
Annex A2



HAS ..: 3/8 in. to 1 1/4 in.

Marking: Steel grade and element length [in]

- V = HAS-V-36 (HDG)
- E = HAS-E-55
- B = HAS-B-105 (HDG)
- R1 = HAS-R 304
- R2 = HAS-R 316



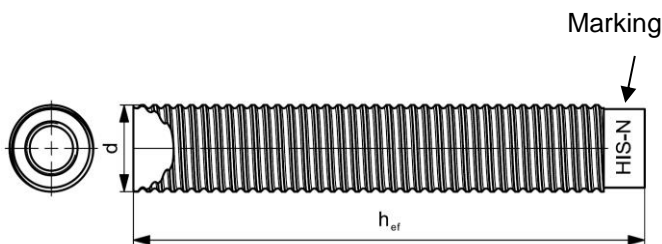
HIT-V-...: M8 to M30, 3/8 in. to 1 1/4 in.

Marking: e.g.,

- 5.8 - l = HIT-V-5.8 M...x l
- 5.8F - l = HIT-V-5.8F M...x l
- 8.8 - l = HIT-V-8.8 M...x l
- 8.8F - l = HIT-V-8.8F M...x l
- R - l = HIT-V-R M...x l
- HCR - l = HIT-V-HCR M...x l

Commercial standard threaded rod: M8 to M30, 3/8 in. to 1 1/4 in.

- Materials and mechanical properties according to Table A2.
- Inspection certificate 3.1 according to EN 10204. The document shall be stored.
- Marking of embedment depth.



Internally threaded sleeve HIS-(R)N: M8 to M20, 3/8 in. to 3/4 in.

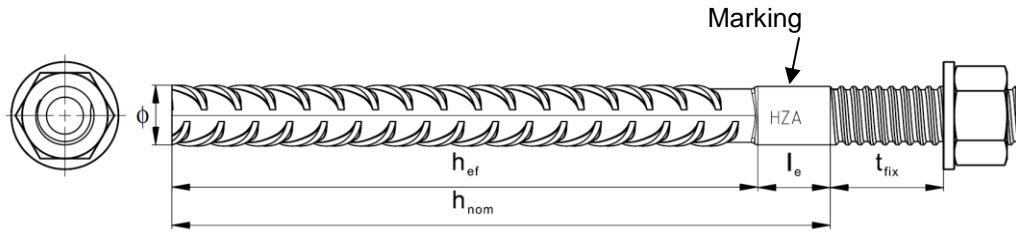
Marking:

Identifying mark - HILTI and embossing "HIS-N" (for zinc coated steel) or embossing "HIS-RN" (for stainless steel)

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

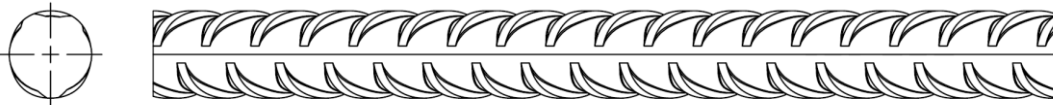
Product description
 Steel elements

Annex A3



Hilti Tension anchor HZA: M12 to M27
Hilti Tension anchor HZA-R: M12 to M24

Marking:
 embossing "HZA-R" M .. / t_{fix}



Reinforcing bar (rebar): $\phi 8$ to $\phi 32$

- Materials and mechanical properties according to Table A2.
- Dimensions according to Annex B
- Minimum value of related rib area $f_{R,min}$ according to EN 1992-1-1:2004+AC:2010
- Rib height of the bar h_{rib} shall be in the range $0,05 \cdot \phi \leq h_{rib} \leq 0,07 \cdot \phi$
 (ϕ : nominal diameter of the bar; h_{rib} : rib height of the bar)

Hilti Filling Set to fill the annular gap between steel element and fixture

Sealing washer

Spherical washer

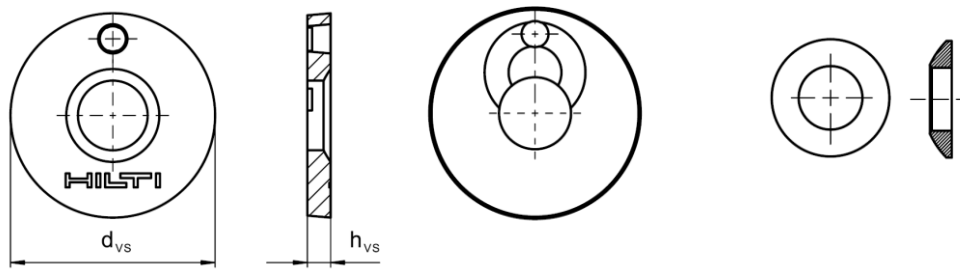


Table A1: Geometry of Hilti Filling Set

Hilti Filling Set		M8	M10	M12	M16	M20	M24
Diameter of sealing washer	d_{vs} [mm]	38	42	44	52	60	70
Thickness of sealing washer	h_{vs} [mm]	5			6		
Thickness of Hilti Filling Set	h_{fs} [mm]	8	9	10	11	13	15

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Product description
 Steel elements

Annex A4

Table A2: Materials

Designation	Material
Reinforcing bars (rebars)	
Rebar EN 1992-1-1:2004 and AC:2010, Annex C	Bars and de-coiled rods class B or C with f_{yk} and k according to NDP or NCL of EN 1992-1-1/NA:2013 $f_{uk} = f_{tk} = k \cdot f_{yk}$
Steel elements made of zinc coated steel	
HAS 5.8 (HDG), HAS-U 5.8 (HDG), HIT-V-5.8 (F), Threaded rod 5.8	Strength class 5.8, $f_{uk} = 500$ N/mm ² , $f_{yk} = 400$ N/mm ² Elongation at fracture ($l_0 = 5d$) > 8% ductile Electroplated zinc coated ≥ 5 μ m, (F) or (HDG) hot dip galvanized ≥ 50 μ m
Threaded rod 6.8	Strength class 6.8, $f_{uk} = 600$ N/mm ² , $f_{yk} = 480$ N/mm ² Elongation at fracture ($l_0 = 5d$) > 8% ductile Electroplated zinc coated ≥ 5 μ m, (F) or (HDG) hot dip galvanized ≥ 50 μ m
HAS 8.8 (HDG), HAS-U-8.8 (HDG), HIT-V-8.8 (F), AM 8.8 Threaded rod 8.8	Strength class 8.8, $f_{uk} = 800$ N/mm ² , $f_{yk} = 640$ N/mm ² Elongation at fracture ($l_0 = 5d$) > 12% ductile Electroplated zinc coated ≥ 5 μ m, (F) or (HDG) hot dip galvanized ≥ 50 μ m
Hilti Tension anchor HZA	Round steel with threaded part: electroplated zinc coated ≥ 5 μ m Rebar: bars class B according to NDP or NCL of EN 1992-1-1/NA
Internally threaded sleeve HIS-N	Electroplated zinc coated ≥ 5 μ m
Threaded rod, HIT-V	ASTM A 307 Grade A, $f_{uk} = 414$ N/mm ² , $f_{yk} = 259$ N/mm ² Elongation at fracture ($l_0 = 5d$) > 8% ductile Electroplated zinc coated ≥ 5 μ m
Threaded rod, HAS-V-36 (HDG)	ASTM F1554, Grade 36, $f_{uk} = 400$ N/mm ² , $f_{yk} = 248$ N/mm ² Elongation at fracture ($l_0 = 5d$) > 23% ductile Electroplated zinc coated ≥ 5 μ m, (HDG) hot dip galvanized ≥ 53 μ m
Threaded rod, HAS-E-55	ASTM F1554, Grade 55, $f_{uk} = 517$ N/mm ² , $f_{yk} = 379$ N/mm ² Elongation at fracture ($l_0 = 5d$) > 21% ductile Electroplated zinc coated ≥ 5 μ m
Threaded rod, HAS-B-105 (HDG)	ASTM F1554, Grade 105, $f_{uk} = 862$ N/mm ² , $f_{yk} = 724$ N/mm ² Elongation at fracture ($l_0 = 5d$) > 15% ductile Electroplated zinc coated ≥ 5 μ m, (HDG) hot dip galvanized ≥ 53 μ m
Washer	Electroplated zinc coated ≥ 5 μ m, hot dip galvanized ≥ 50 μ m
Nut	Nominal strength class equal or higher to nominal strength class of rod Electroplated zinc coated ≥ 5 μ m, hot dip galvanized ≥ 50 μ m
Hilti Filling Set (F)	Filling washer: Electroplated zinc coated ≥ 5 μ m, (F) hot dip galvanized ≥ 50 μ m Spherical washer: Electroplated zinc coated ≥ 5 μ m, (F) hot dip galvanized ≥ 50 μ m Lock nut: Electroplated zinc coated ≥ 5 μ m, (F) Electroplated zinc-nickel coated 6 μ m

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Product description
Materials

Annex A5

Table A2: continued

Steel elements made of stainless steel	
Corrosion resistance class (CRC II) acc. to EN 1993-1-4	
Threaded rod	For ≤ M24: strength class 70, $f_{uk} = 700 \text{ N/mm}^2$, $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$ For > M24: strength class 50, $f_{uk} = 500 \text{ N/mm}^2$, $f_{yk} = 210 \text{ N/mm}^2$ Elongation at fracture ($l_0 = 5d$) > 12% ductile Stainless steel 1.4301, 1.4307, 1.4311, 1.4541, 1.4306, 1.4567 EN 10088-1
Washer	Stainless steel 1.4301, 1.4307, 1.4311, 1.4541, 1.4306, 1.4567 EN 10088-1
Nut	For ≤ M24: strength class 70, $f_{uk} = 700 \text{ N/mm}^2$, $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$ For > M24: strength class 50, $f_{uk} = 500 \text{ N/mm}^2$, $f_{yk} = 210 \text{ N/mm}^2$ Stainless steel 1.4301, 1.4307, 1.4311, 1.4541, 1.4306, 1.4567 according to EN 10088-1: 2014
Threaded rod, HAS-R 304	Size 3/8 in. to 5/8 in.: ASTM F593 CW1, $f_{uk} = 689 \text{ N/mm}^2$, $f_{yk} = 448 \text{ N/mm}^2$ Elongation at fracture ($l_0 = 5d$) > 12% ductile Size 3/4 in. to 1 in.: ASTM F593 CW2, $f_{uk} = 586 \text{ N/mm}^2$, $f_{yk} = 310 \text{ N/mm}^2$ Elongation at fracture ($l_0 = 5d$) > 12% ductile Size > 1 in.: ASTM A193 Grade 8(M), class 1, $f_{uk} = 515 \text{ N/mm}^2$, $f_{yk} = 205 \text{ N/mm}^2$ Elongation at fracture ($l_0 = 5d$) > 12% ductile
Washer	Stainless steel ASTM F593 and ASTM A193
Nut	Nominal strength class equal or higher to nominal strength class of rod
Steel elements made of stainless steel	
Corrosion resistance class (CRC III) acc. to EN 1993-1-4	
HAS A4, HAS-U A4, HIT-V-R, Threaded rod A4	For ≤ M24: strength class 70, $f_{uk} = 700 \text{ N/mm}^2$, $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$ For > M24: strength class 50, $f_{uk} = 500 \text{ N/mm}^2$, $f_{yk} = 210 \text{ N/mm}^2$ Elongation at fracture ($l_0 = 5d$) > 12% ductile Stainless steel 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362 EN 10088-1
Hilti Tension anchor HZA-R	Round steel with threaded part: Stainless steel according to EN 10088-1:2014 Rebar: bars class B according to NDP or NCL of EN 1992-1-1/NA:2013
Internally threaded sleeve HIS-RN	Stainless steel 1.4401, 1.4571 EN 10088-1
Threaded rod, HAS-R 316	Size 3/8 in. to 5/8 in.: ASTM F593 CW1, $f_{uk} = 689 \text{ N/mm}^2$, $f_{yk} = 448 \text{ N/mm}^2$ Elongation at fracture ($l_0 = 5d$) > 12% ductile Size 3/4 in. to 1 1/4 in.: ASTM F 593 CW2, $f_{uk} = 586 \text{ N/mm}^2$, $f_{yk} = 310 \text{ N/mm}^2$ Elongation at fracture ($l_0 = 5d$) > 12% ductile
Washer	Stainless steel ASTM F593
Nut	Nominal strength class equal or higher to nominal strength class of rod
Hilti Filling Set A4	Filling washer: Stainless steel according to EN 10088-1 Spherical washer: Stainless steel according to EN 10088-1 Lock nut: Stainless steel according to EN 10088-1

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Product description
 Materials

Annex A6

Table A2: continued

Steel elements made of high corrosion resistant steel	
Corrosion resistance class (CRC V) acc. to EN 1993-1-4	
HAS-U HCR, HIT-V-HCR, Threaded rod	For $\leq M20$: $f_{uk} = 800 \text{ N/mm}^2$, $f_{yk} = 640 \text{ N/mm}^2$ For $> M20$: $f_{uk} = 700 \text{ N/mm}^2$, $f_{yk} = 400 \text{ N/mm}^2$ Elongation at fracture ($l_0 = 5d$) $> 12\%$ ductile High corrosion resistant steel 1.4529, 1.4565 EN 10088-1
Washer	High corrosion resistant steel 1.4529, 1.4565 EN 10088-1
Nut	Nominal strength class equal or higher to nominal strength class of rod High corrosion resistant steel 1.4529, 1.4565 EN 10088-1

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Product description
 Materials

Annex A7

Specifications of intended use

Fasteners subject to:

- Static and quasi static loading.
- Seismic performance category C1.
- Seismic performance category C2 (HAS (8.8, 8.8 HDG, A4), HAS-U (8.8, 8.8 HDG, A4, HCR), HIT-V (-8.8, -8.8F, -R, -HCR), AM (8.8, 8.8 HDG) and standard threaded rod (grade 8.8, A4, HCR)), with hammer drilling and hammer drilling with Hilti hollow drill bit TE-CD, TE-YD.
- Fire exposure: threaded rod size M8 to M30 (HAS (5.8, 5.8 HDG, 8.8, 8.8 HDG, A4-70), (HAS-U (5.8, 5.8 HDG, 8.8, 8.8 HDG, A4-70, HCR), HIT-V (5.8, 5.8F, 8.8, 8.8F ,R, HCR), 3/8 to 1 1/4 (HAS-E-55, HAS-B-105 (HDG))).

Base material:

- Compacted reinforced or unreinforced normal weight concrete without fibres according to EN 206
- Strength classes C20/25 to C50/60 according to EN 206
- Cracked and uncracked concrete.

Temperature in the base material:

- **at installation**
-5°C to +40°C for the standard variation of temperature after installation
- **in-service**
Temperature range I: -40°C to +40°C
(max. long term temperature +24°C and max. short term temperature +40°C)
Temperature range II: -40°C to +55°C
(max. long term temperature +43°C and max. short term temperature +55°C)
Temperature range III: -40°C to +75°C
(max. long term temperature +55°C and max. short term temperature +75°C)

Use conditions (Environmental conditions):

- Structures subject to dry internal conditions (all materials).
- For all other conditions according EN 1993-1-4 corresponding to corrosion resistance classes Annex A (stainless steel and high corrosion resistant steel).

Design:

- Fasteners are designed under the responsibility of an engineer experienced in fasteners and concrete work.
- Verifiable calculation notes and drawings are prepared taking account of the loads to be anchored. The position of the fastener is indicated on the design drawings (e. g. position of the fastener relative to reinforcement or to supports, etc.).
- The fasteners are designed in accordance with EN 1992-4 and EOTA Technical Report 055. Fasteners under seismic actions shall be positioned outside of critical regions (e.g., plastic hinges) of the concrete structure. Fastening in stand-off installation or with a grout layer under seismic action are not covered in this European technical assessment (ETA).
- For applications with resistance to fire exposure, the fasteners are designed in accordance with EOTA TR 082 "Design of bonded fasteners in concrete under fire conditions"

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Intended use
Specifications

Annex B1

Installation:

- Use category:
 - dry or wet concrete (not in water-filled drill holes): for all drilling techniques.
 - water-filled drill holes: for hammer drilling only, for uncracked concrete only.
- Drilling technique:
 - hammer drilling,
 - hammer drilling with Hilti hollow drill bit TE-CD, TE-YD,
 - diamond coring, for uncracked concrete only,
 - diamond coring with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT.
- Installation direction D3: downward, horizontal and upward (e.g., overhead) installation admissible for all elements.
- Fastener installation carried out by appropriately qualified personnel and under the supervision of the person responsible for technical matters of the site.

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Intended use
Specifications

Annex B2

Table B1: Installation parameters of metric threaded rod according to Annex A

Metric threaded rod according to Annex A	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Diameter of element d [mm]	8	10	12	16	20	24	27	30
Nominal diameter of drill bit d_0 [mm]	10	12	14	18	22	28	30	35
Effective embedment depth and drill hole depth h_{ef} [mm]	60 to 160	60 to 200	70 to 240	80 to 320	90 to 400	96 to 480	108 to 540	120 to 600
Maximum diameter of clearance hole in the fixture d_f [mm]	9	12	14	18	22	26	30	33
Thickness of Hilti Filling Set h_{fs} [mm]	8	9	10	11	13	15	-	-
Effective fixture thickness with Hilti Filling Set $t_{fix,eff}$ [mm]	$t_{fix,eff} = t_{fix} + h_{fs}$							
Minimum thickness of concrete member h_{min} [mm]	$h_{ef} + 30$ $\geq 100 \text{ mm}$			$h_{ef} + 2 \cdot d_0$				
Maximum installation torque $\max. T_{inst}$ [Nm]	10	20	40	80	150	200	270	300
Minimum spacing s_{min} [mm]	40	50	60	75	90	115	120	140
Minimum edge distance c_{min} [mm]	40	45	45	50	55	60	75	80

Table B2: Installation parameters fractional threaded rod according to Annex A

Fractional threaded rod according to Annex A	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/4
Diameter of element d [mm]	9,5	12,7	15,9	19,1	22,2	25,4	31,8
Nominal diameter of drill bit d_0 [in.]	7/16	9/16	3/4	7/8	1	1 1/8	1 3/8
Effective cross sectional area $A_s^{1)}$ [mm ²]	50	92	146	216	298	391	625
Effective embedment depth and drill hole depth h_{ef} [mm]	60 to 191	70 to 254	79 to 318	89 to 381	89 to 445	102 to 508	127 to 635
Maximum diameter of clearance hole in the fixture d_f [mm]	11,1	14,3	17,5	20,6	23,8	28,6	34,9
Minimum thickness of concrete member h_{min} [mm]	$h_{ef} + 30$ $\geq 100 \text{ mm}$		$h_{ef} + 2 \cdot d_0$				
Maximum installation torque $\max. T_{inst}$ [Nm]	20	41	81	136	169	203	271
Minimum spacing s_{min} [mm]	45	60	80	90	105	115	140
Minimum edge distance c_{min} [mm]	45	45	50	55	60	70	80

1) Effective cross sectional area for calculation of characteristic steel resistance.

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Intended use
 Installation parameters

Annex B2

Table B3: Installation parameters of internally threaded sleeve HIS-(R)N

HIS-(R)N			M8	M10	M12	M16	M20
Outer diameter of sleeve	d	[mm]	12,5	16,5	20,5	25,4	27,6
Nominal diameter of drill bit	d_0	[mm]	14	18	22	28	32
Effective embedment depth and drill hole depth	h_{ef}	[mm]	90	110	125	170	205
Maximum diameter of clearance hole in the fixture ³⁾	d_f	[mm]	9	12	14	18	22
Thickness of Hilti Filling Set	h_{fs}	[mm]	8	9	10	11	13
Effective fixture thickness with Hilti Filling Set	$t_{fix,eff}$	[mm]	$t_{fix,eff} = t_{fix} + h_{fs}$				
Minimum thickness of concrete member	h_{min}	[mm]	120	150	170	230	270
Maximum installation torque	$max. T_{inst}$	[Nm]	10	20	40	80	150
Thread engagement length min-max	h_s	[mm]	8 to 20	10 to 25	12 to 30	16 to 40	20 to 50
Minimum spacing	s_{min}	[mm]	60	75	90	115	130
Minimum edge distance	c_{min}	[mm]	40	45	55	65	90

Table B4: Installation parameters of internally threaded sleeve HIS-(R)N

HIS-(R)N, size			3/8	1/2	5/8	3/4
Outer diameter of sleeve	d	[mm]	16,5	20,5	25,4	27,6
Nominal diameter of drill bit	d_0	[in.]	11/16	7/8	1 1/8	1
Effective embedment depth and drill hole depth	h_{ef}	[mm]	110	125	170	205
Maximum diameter of clearance hole in the fixture	d_f	[mm]	11,1	14,3	17,5	20,6
Minimum thickness of concrete member	h_{min}	[mm]	150	170	230	270
Maximum installation torque	$max. T_{inst}$	[Nm]	20	41	81	136
Thread engagement length min to max	h_s	[mm]	10 to 25	12 to 30	16 to 40	20 to 50
Minimum spacing	s_{min}	[mm]	70	90	115	130
Minimum edge distance	c_{min}	[mm]	45	55	65	90

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Intended use
 Installation parameters

Annex B3

Table B5: Installation parameters of Hilti Tension anchor HZA / HZA-R

HZA			M12	M16	M20	M24	M27	
HZA-R			M12	M16	M20	M24	-	
Rebar diameter	ϕ	[mm]	12	16	20	25	28	
Nominal embedment depth and drill hole depth HZA	h_0	[mm]	90 to 240	100 to 320	110 to 400	120 to 500	140 to 560	
Nominal embedment depth and drill hole depth HZA-R	h_0	[mm]	170 to 240	180 to 320	190 to 400	200 to 500	-	
Effective embedment depth HZA ($h_{ef} = h_{nom} - l_e$)	h_{ef}	[mm]	$h_{nom} - 20$					
Effective embedment depth HZA-R ($h_{ef} = h_{nom} - l_e$)	h_{ef}	[mm]	$h_{nom} - 100$					
Length of smooth shaft HZA	l_e	[mm]	20					
Length of smooth shaft HZA-R	l_e	[mm]	100					
Nominal diameter of drill bit	d_0	[mm]	16	20	25	32	35	
Maximum diameter of clearance hole in the fixture	d_f	[mm]	14	18	22	26	30	
Thickness of Hilti Filling Set	h_{fs}	[mm]	10	11	13	15	-	
Effective fixture thickness with Hilti Filling Set	$t_{fix,eff}$	[mm]	$t_{fix,eff} = t_{fix} - h_{fs}$					-
Maximum installation torque	max. T_{inst}	[Nm]	40	80	150	200	270	
Minimum thickness of concrete member	h_{min}	[mm]	$h_{nom} + 2 \cdot d_0$					
Minimum spacing	s_{min}	[mm]	65	80	100	130	140	
Minimum edge distance	c_{min}	[mm]	45	50	55	60	75	

Table B6: Installation parameters of reinforcing bar (rebar)

Reinforcing bar (rebar)			$\phi 8$	$\phi 10$	$\phi 12$	$\phi 14$	$\phi 16$	$\phi 18$	$\phi 20$	$\phi 24$	$\phi 25$	$\phi 28$	$\phi 30$	$\phi 32$
Diameter	ϕ	[mm]	8	10	12	14	16	18	20	24	25	28	30	32
Effective embedment depth and drill hole depth	h_{ef}	[mm]	60 to 160	60 to 200	70 to 240	75 to 280	80 to 320	85 to 360	90 to 400	100 to 480	100 to 500	112 to 560	120 to 600	128 to 640
Nominal diameter of drill bit	d_0	[mm]	10 ¹⁾ 12 ¹⁾	12 ¹⁾ 14 ¹⁾	14 ¹⁾ 16 ¹⁾	18	20	22	25	30 ¹⁾ 32 ¹⁾	30 ¹⁾ 32 ¹⁾	35	37	40
Minimum thickness of concrete member	h_{min}	[mm]	$h_{ef} + 30$ $\geq 100 \text{ mm}$			$h_{ef} + 2 \cdot d_0$								
Minimum spacing	s_{min}	[mm]	40	50	60	70	80	90	100	125	125	140	150	160
Minimum edge distance	c_{min}	[mm]	40	45	45	50	50	60	65	70	70	75	80	80

¹⁾ Each of the two given values can be used.

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Intended use
 Installation parameters

Annex B4

Table B7: Working and curing time^{1) 2)}

Temperature in the base material <i>T</i>	Maximum working time <i>t_{work}</i>	Minimum curing time <i>t_{cure}</i> ¹⁾
-5°C to -1°C	2 hours	168 hours
0°C to 4°C	2 hours	48 hours
5°C to 9°C	2 hours	24 hours
10°C to 14°C	1,5 hours	16 hours
15°C to 19°C	1 hour	12 hours
20°C to 24°C	30 min	7 hours
25°C to 29°C	20 min	6 hours
30°C to 34°C	15 min	5 hours
35°C to 39°C	12 min	4,5 hours
40°C	10 min	4 hours

¹⁾ The curing time data are valid for dry base material only. In wet base material the curing times must be doubled.











²⁾ The minimum temperature of the foil pack is +5°C.

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Intended use
 Working and curing time

Annex B5

Table B8: Parameters of cleaning and setting tools

Steel elements				Drill and clean				Installation	
Metric threaded rod (Annex A)	HIS-(R)N	Rebar	HZA(-R)	Hammer drilling		Diamond coring		Brush	Piston plug
				Hollow drill bit TE-CD, TE-YD ¹⁾		Roughening tool TE-YRT			
									
Size	Size	Size	Size	d_0 [mm]	d_0 [mm]	d_0 [mm]	d_0 [mm]	HIT-RB	HIT-SZ
M8	-	$\phi 8$	-	10	10	10	-	10	-
M10	-	$\phi 8, \phi 10$	-	12	12	12	-	12	12
M12	M8	$\phi 10, \phi 12$	-	14	14	14	-	14	14
-	-	$\phi 12$	M12	16	16	16	-	16	16
M16	M10	$\phi 14$	-	18	18	18	18	18	18
-	-	$\phi 16$	M16	20	20	20	20	20	20
M20	M12	$\phi 18$	-	22	22	22	22	22	22
-	-	$\phi 20$	M20	25	25	25	25	25	25
M24	M16	-	-	28	28	28	28	28	28
M27	-	$\phi 24, \phi 25$	-	30	-	30	30	30	30
-	M20	$\phi 24, \phi 25$	M24	32	32	32	32	32	32
M30	-	$\phi 28$	M27	35	35	35	35	35	35
-	-	$\phi 30$	-	37	-	37	-	37	37
-	-	$\phi 32$	-	40	-	-	-	40	40
				-	-	42	-	42	42

¹⁾ With vacuum cleaner Hilti VC 10/20/40 (automatic filter cleaning activated, eco mode off) or a vacuum cleaner providing equivalent cleaning performance in combination with the specified Hilti hollow drill bit TE-CD or TE YD.

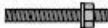







Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Intended use

Overview of installation options / Parameters of cleaning and setting tools

Annex B6

Table B9: Parameters of cleaning and setting tools

Steel elements		Drill and clean				Installation	
Fractional threaded rod (Annex A)	HIS-(R)N	Hammer drilling		Diamond coring		Brush	Piston plug
			Hollow drill bit TE-CD, TE-YD ¹⁾		Roughening tool TE-YRT		
							
Size [in]	Size [in]	d_0 [in.]	d_0 [in.]	d_0 [in.]	d_0 [in.]	HIT-RB	HIT-SZ
3/8	-	7/16	-	7/16	-	7/16	7/16
1/2	-	9/16	9/16	9/16	-	9/16	9/16
-	3/8	11/16	-	11/16	-	11/16	11/16
5/8	-	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4
3/4	1/2	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8
7/8	-	1	1	1	1	1	1
1	5/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8
-	3/4	1 1/4	-	1 1/4	-	1 1/4	1 1/4
1 1/4	-	1 3/8	-	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8

¹⁾ With vacuum cleaner Hilti VC 10/20/40 (automatic filter cleaning activated, eco mode off) or a vacuum cleaner providing equivalent cleaning performance in combination with the specified Hilti hollow drill bit TE-CD or TE YD.

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Intended use

Overview of installation options / Parameters of cleaning and setting tools

Annex B7

Table B10: Cleaning alternatives



<p>Compressed Air Cleaning (CAC): air nozzle with an orifice opening of minimum 3,5 mm (1/7 in.) in diameter.</p>	
<p>Automatic Cleaning (AC): Cleaning is performed during drilling with Hilti TE-CD and TE-YD drilling system including vacuum cleaner.</p>	

Table B11: Parameters for use of the Hilti Roughening tool TE-YRT




Diamond coring			Roughening tool TE-YRT		Wear gauge RTG...	
						
d_0			d_0 [mm]	d_0 [in.]	size	
nominal [mm]	nominal [in.]	measured [mm]				
18	3/4	17,9 to 18,2	18	3/4	18	3/4
20	7/8	19,9 to 20,2	20	7/8	20	7/8
22	1	21,9 to 22,2	22	1	22	1
25	1 1/8	24,9 to 25,2	25	1 1/8	25	1 1/8
28	1 3/8	27,9 to 28,2	28	1 3/8	28	1 3/8
30	-	29,9 to 30,2	30	-	30	-
32	-	31,9 to 32,2	32	-	32	-
35	-	34,9 to 35,2	35	-	35	-

Table B12: Using parameters of the Hilti Roughening tool TE-YRT

h_{ef} [mm]	Roughening time $t_{roughen}$ ($t_{roughen}$ [sec] = h_{ef} [mm] / 10)
0 to 100	10
101 to 200	20
201 to 300	30
301 to 400	40
401 to 500	50
501 to 600	60

Table B13: Hilti Roughening tool TE-YRT and wear gauge RTG

TE-YRT	
RTG	

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

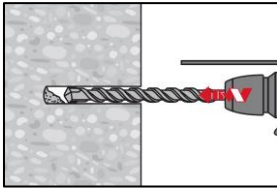
Intended use
 Cleaning alternatives / Parameters for use of roughening tool

Annex B8

Installation instructions

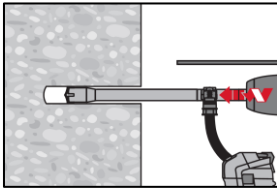
Hole drilling

a) Hammer drilling: For dry or wet concrete and installation in water-filled drill holes (no sea water).



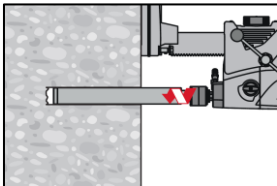
Drill hole to the required embedment depth with a hammer drill set in rotation-hammer mode using an appropriately sized carbide drill bit.

b) Hammer drilling with Hilti hollow drill bit TE-CD, TE-YD: For dry and wet concrete only.



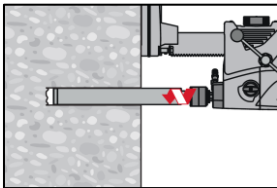
Drill hole to the required embedment depth with an appropriately sized Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD attached to Hilti vacuum cleaner VC 10/20/40 (automatic filter cleaning activated, eco-mode off) or a vacuum cleaner providing equivalent performance in combination with the specified Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD. This drilling system removes the dust and cleans the bore hole during drilling when used in accordance with the user's manual. After drilling is completed, proceed to the "injection preparation" step in the installation instruction.

c) Diamond coring: For dry and wet concrete only.

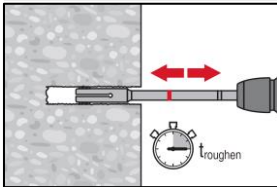


Diamond coring is permissible when suitable diamond core drilling machines and the corresponding core bits are used.

d) Diamond coring with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT: For dry and wet concrete only.



Diamond coring is permissible when suitable diamond core drilling machines and the corresponding core bits are used.



For the use in combination with Hilti Roughening tool TE-YRT see parameters in Table B8 and Table B9.

Before roughening free water needs to be removed from the borehole. Check usability of the roughening tool with the wear gauge RTG.

Roughen the borehole over the whole length to the required h_{ef} .

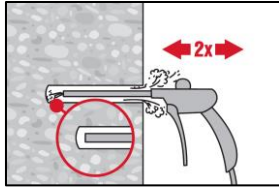
Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Intended use
 Installation instructions

Annex B9

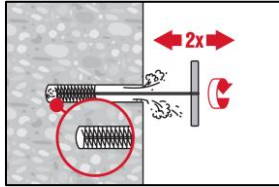
Drill hole cleaning: Just before setting the steel element, the drill hole must be free of dust and debris.
Inadequate hole cleaning = poor load values.

Compressed Air Cleaning (CAC): For all drill hole diameters d_0 and all drill hole depths h_0 .



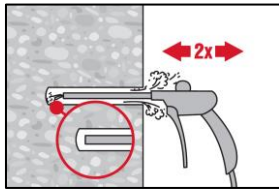
Blow 2 times from the back of the hole (if needed with nozzle extension) over the whole length with oil-free compressed air (min. 6 bar at 6 m³/h) until return air stream is free of noticeable dust.

For drill hole diameters ≥ 32 mm the compressor has to supply a minimum air flow of 140 m³/h.



Brush 2 times with the specified brush (see Table B8 and Table B9) by inserting the steel brush Hilti HIT-RB to the back of the hole (if needed with extension) in a twisting motion and removing it.

The brush must produce natural resistance as it enters the drill hole (brush $\phi \geq$ drill hole ϕ) - if not the brush is too small and must be replaced with the proper brush diameter.



Blow again with compressed air 2 times until return air stream is free of noticeable dust.

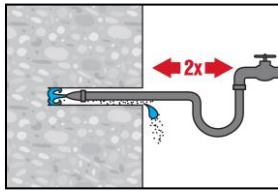
Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Intended use
Installation instructions

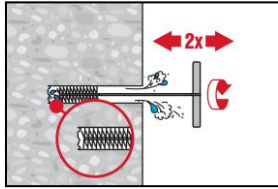
Annex B10

Cleaning and water removal of water filled holes drilled with hammer drilling, hammer drilling with Hilti hollow drill bit and diamond coring

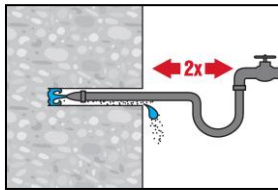
For all drill hole diameters d_0 and all drill hole depths h_0 .



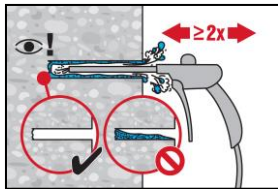
Flush 2 times by inserting a water hose (water-line pressure) to the back of the hole until water runs clear.



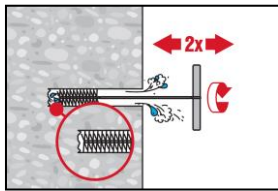
Brush 2 times with the specified brush (see Table B8 and Table B9) by inserting the steel brush Hilti HIT-RB to the back of the hole (if needed with extension) in a twisting motion and removing it.
 The brush must produce natural resistance as it enters the drill hole (brush $\phi \geq$ drill hole ϕ) - if not the brush is too small and must be replaced with the proper brush diameter.



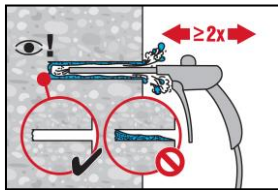
Flush 2 times by inserting a water hose (water-line pressure) to the back of the hole until water runs clear.



Blow 2 times from the back of the hole (if needed with nozzle extension) over the whole length with oil-free compressed air (min. 6 bar at 6 m³/h) until return air stream is free of noticeable dust and water.
 For drill hole diameters ≥ 32 mm the compressor has to supply a minimum air flow of 140 m³/h.



Brush 2 times with the specified brush size (see Table B8 and Table B9) by inserting the steel brush Hilti HIT-RB to the back of the hole (if needed with extension) in a twisting motion and removing it.
 The brush must produce natural resistance as it enters the drill hole – if not the brush is too small and must be replaced with the proper brush diameter.



Blow again with compressed air 2 times until return air stream is free of noticeable dust and water.

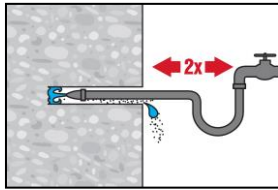
Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Intended use
 Installation instructions

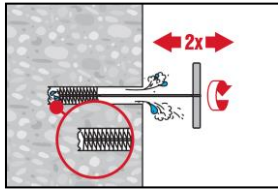
Annex B11

Cleaning of diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT:

For all drill hole diameters d_0 and all drill hole depths h_0 .

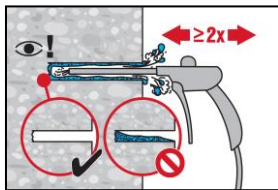


Flush 2 times by inserting a water hose (water-line pressure) to the back of the hole until water runs clear.



Brush 2 times with the specified brush (see Table B8 and Table B9) by inserting the steel brush Hilti HIT-RB to the back of the hole (if needed with extension) in a twisting motion and removing it.

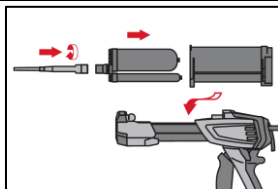
The brush must produce natural resistance as it enters the drill hole (brush $\phi \geq$ drill hole ϕ) - if not the brush is too small and must be replaced with the proper brush diameter.



Blow 2 times from the back of the hole (if needed with nozzle extension) over the whole length with oil-free compressed air (min. 6 bar at 6 m³/h) until return air stream is free of noticeable dust and water.

For drill hole diameters ≥ 32 mm the compressor has to supply a minimum air flow of 140 m³/h.

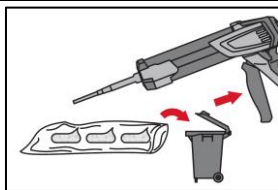
Injection preparation



Tightly attach Hilti mixing nozzle HIT-RE-M to foil pack manifold. Do not modify the mixing nozzle.

Observe the instruction for use of the dispenser.

Check foil pack holder for proper function. Insert foil pack into foil pack holder and put holder into dispenser.



The foil pack opens automatically as dispensing is initiated. Depending on the size of the foil pack an initial amount of adhesive has to be discarded.

Discarded quantities are: 3 strokes for 330 ml foil pack,
 4 strokes for 500 ml foil pack,
 65 ml for 1400 ml foil pack.

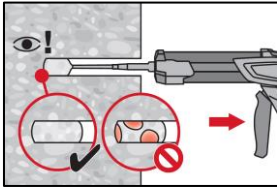
The minimum foil pack temperature is +5°C.

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

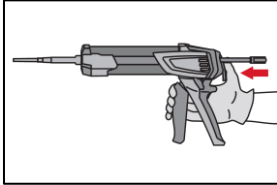
Intended use
 Installation instructions

Annex B12

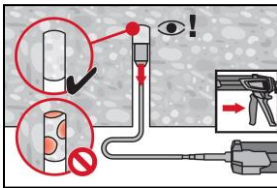
Inject adhesive from the back of the drill hole without forming air voids.



Inject the adhesive starting at the back of the hole, slowly withdrawing the mixer with each trigger pull.
 Fill approximately 2/3 of the drill hole to ensure that the annular gap between the steel element and the concrete is completely filled with adhesive along the embedment length.

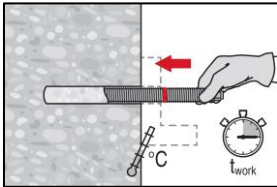


After injection is completed, depressurize the dispenser by pressing the release trigger. This will prevent further adhesive discharge from the mixer.

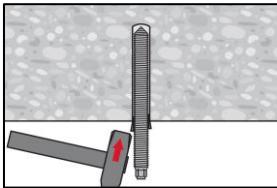


Overhead installation and/or installation with embedment depth $h_{ef} > 250$ mm.
 For overhead installation the injection is only possible with the aid of extensions and piston plugs. Assemble HIT-RE-M mixer, extension(s) and appropriately sized piston plug (see Table B8 and Table B9). Insert piston plug to back of the hole and inject adhesive. During injection the piston plug will be naturally extruded out of the drill hole by the adhesive pressure.

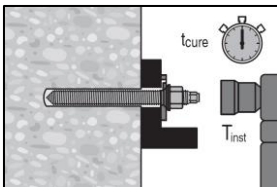
Setting the steel element



Before use, verify that the steel element is dry and free of oil and other contaminants. Mark and set steel element to the required embedment depth before working time t_{work} has elapsed. The working time t_{work} is given in Table B7.



For overhead installation use piston plugs and fix embedded parts with e.g., wedges.



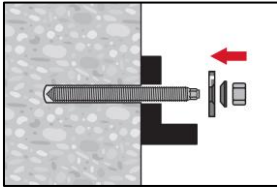
After required curing time t_{cure} (see Table B7) the fastening can be loaded.
 The applied installation torque shall not exceed the values max. T_{inst} given in Table B1 to Table B5.

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

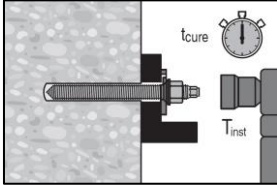
Intended use
 Installation instructions

Annex B13

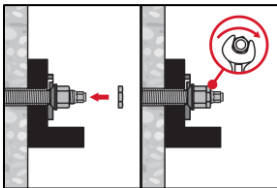
Installation of Hilti Filling Set



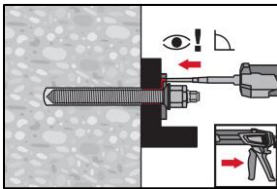
Use Hilti Filling Set with standard nut. Observe the correct orientation of filling washer and spherical washer.



The applied installation torque shall not exceed the values max. T_{inst} given in in Table B1 to Table B5.



Optional:
Installation of lock nut. Tighten with a $\frac{1}{4}$ to $\frac{1}{2}$ turn. (Not for size M24.)



Fill the annular gap between the anchor rod and fixture with 1-3 strokes of a Hilti injection mortar HIT-HY ... or HIT-RE
Follow the installation instructions supplied with the Hilti injection mortar.
After required curing time t_{cure} , the fastening can be loaded.

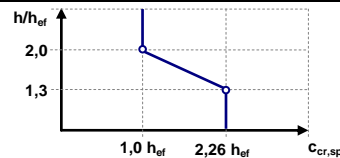
Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Intended use
Installation instructions

Annex B14

Table C1: Essential characteristics for metric threaded rod according to Annex A under tension load in concrete

Metric threaded rod according to Annex A			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	
For a working life of 50 and 100 years											
Steel failure											
Characteristic resistance	$N_{Rk,s}$	[kN]	$A_s \cdot f_{uk}$								
Partial factor grade 5.8, 6.8, 8.8 (Table A2)	$\gamma_{Ms,N}^{1)}$	[-]	1,5								
Partial factor HAS A4, HAS-U A4, HIT-V-R, Threaded rod: CRC II and III (Table A2)	$\gamma_{Ms,N}^{1)}$	[-]	1,87						2,86		
Partial factor HAS-U HCR, HIT-V-HCR, Threaded rod: CRC V (Table A2)	$\gamma_{Ms,N}^{1)}$	[-]	1,5					2,1			
Installation factor											
Hammer drilling	γ_{inst}	[-]	1,0								
Hammer drilling with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD	γ_{inst}	[-]	1,0								
Diamond coring	γ_{inst}	[-]	1,2			1,4					
Diamond coring with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT	γ_{inst}	[-]	2)			1,0					
Hammer drilling in water-filled drill holes	γ_{inst}	[-]	1,4								
Concrete cone failure											
Factor for cracked concrete	$k_{cr,N}$	[-]	7,7								
Factor for uncracked concrete	$k_{ucr,N}$	[-]	11,0								
Edge distance	$c_{cr,N}$	[mm]	$1,5 \cdot h_{ef}$								
Spacing	$s_{cr,N}$	[mm]	$3,0 \cdot h_{ef}$								
Splitting failure											
Edge distance $c_{cr,sp}$ [mm] for	$h/h_{ef} \geq 2,0$		$1,0 \cdot h_{ef}$								
	$2,0 > h/h_{ef} > 1,3$		$4,6 \cdot h_{ef} - 1,8 \cdot h$								
	$h/h_{ef} \leq 1,3$		$2,26 \cdot h_{ef}$								
Spacing	$s_{cr,sp}$	[mm]	$2 \cdot c_{cr,sp}$								



Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance
 Essential characteristics under tension load in concrete

Annex C1

Table C1: continued (1)

Metric threaded rod according to Annex A	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30		
Combined pullout and concrete cone failure for a working life of 50 years										
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT										
Temperature range I: 24°C / 40°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	19	18	18	17	16	15	15	14
Temperature range II: 43°C / 55°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	16	15	15	14	13	13	12	12
Temperature range III: 55°C / 75°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	6,0	6,0	6,0	5,5	5,0	5,0	4,5	4,5
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in diamond cored holes										
Temperature range I: 24°C / 40°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	13	13	13	13	12	12	12	12
Temperature range II: 43°C / 55°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	12	12	11	11	11	11	11	10
Temperature range III: 55°C / 75°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	6,0	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,0
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and installation in water-filled drill holes										
Temperature range I: 24°C / 40°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	16	16	15	15	14	13	12	12
Temperature range II: 43°C / 55°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	13	13	13	12	11	11	10	10
Temperature range III: 55°C / 75°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	5,0	5,0	5,0	4,5	4,5	4,0	4,0	4,0
Characteristic resistance in cracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT										
Temperature range I: 24°C / 40°C	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm ²]	7,5	9,0	11	11	10	9,5	9,0	8,5
Temperature range II: 43°C / 55°C	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm ²]	7,0	8,0	9,0	8,5	8,0	8,0	7,5	7,0
Temperature range III: 55°C / 75°C	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm ²]	4,0	3,5	3,5	3,5	3,0	3,0	3,0	3,0
Influence factors ψ on bond resistance τ_{Rk} in cracked and uncracked concrete										
Influence of concrete strength										
in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes										
Temperature range I to III:	ψ_c	[-]	$(f_{ck}/20)^{0,1}$							
in diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT										
Temperature range I to III:	ψ_c	[-]	2)			1,0				
Influence of sustained load										
in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT										
Temperature range I: 24°C / 40°C	ψ_{sus}^0	[-]	0,88							
Temperature range II: 43°C / 55°C	ψ_{sus}^0	[-]	0,72							
Temperature range III: 55°C / 75°C	ψ_{sus}^0	[-]	0,69							
in diamond cored holes										
Temperature range I: 24°C / 40°C	ψ_{sus}^0	[-]	0,89							
Temperature range II: 43°C / 55°C	ψ_{sus}^0	[-]	0,70							
Temperature range III: 55°C / 75°C	ψ_{sus}^0	[-]	0,62							

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance

Essential characteristics under tension load in concrete

Annex C2

Table C1: continued (2)

Metric threaded rod according to Annex A	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Combined pullout and concrete cone failure for a working life of 100 years								
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT								
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	19	18	18	17	16	15	15	14
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	15	15	15	14	13	13	12	11
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	6,0	6,0	6,0	5,5	5,0	5,0	4,5	4,5
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in diamond cored holes								
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	13	13	13	13	12	12	12	12
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	12	12	11	11	11	11	11	10
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	6,0	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,0
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and installation in water-filled drill holes								
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	16	16	15	15	14	13	12	12
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	13	13	13	12	11	11	10	9,5
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	5,0	5,0	5,0	4,5	4,5	4,0	4,0	4,0
Characteristic resistance in cracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT								
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{Rk,100,cr}$ [N/mm ²]	7,0	8,0	9,0	8,5	8,0	7,5	7,0	6,5
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{Rk,100,cr}$ [N/mm ²]	6,0	7,0	8,0	7,5	7,0	6,5	6,5	6,0
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{Rk,100,cr}$ [N/mm ²]	4,0	3,5	3,5	3,5	3,0	3,0	3,0	3,0
Influence factors ψ on bond resistance $\tau_{Rk,100}$ in cracked and uncracked concrete								
Influence of concrete strength								
in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes								
Temperature range I to III: ψ_c [-]	$(f_{ck}/20)^{0,1}$							
in diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT								
Temperature range I to III: ψ_c [-]	2)			1,0				
Influence of sustained load								
in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT								
Temperature range I: 24°C / 40°C $\psi_{sus,100}^0$ [-]	0,85							
Temperature range II: 43°C / 55°C $\psi_{sus,100}^0$ [-]	0,72							
Temperature range III: 55°C / 75°C $\psi_{sus,100}^0$ [-]	0,69							
in diamond cored holes								
Temperature range I: 24°C / 40°C $\psi_{sus,100}^0$ [-]	0,70							
Temperature range II: 43°C / 55°C $\psi_{sus,100}^0$ [-]	0,67							
Temperature range III: 55°C / 75°C $\psi_{sus,100}^0$ [-]	0,62							

1) In absence of national regulations.

2) No performance assessed.

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

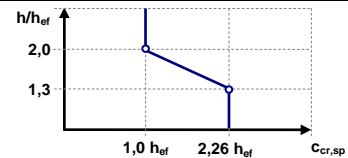
Performance

Essential characteristics under tension load in concrete

Annex C3

Table C2: Essential characteristics for fractional threaded rod according to Annex A under tension load in concrete

Fractional threaded rod according to Annex A		[in.]	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/4
For a working life of 50 and 100 years									
Steel failure									
Characteristic resistance	$N_{Rk,s}$	[kN]	$A_s \cdot f_{uk}$						
Partial factor HIT-V	$\gamma_{Ms,N}^{1)}$	[-]	1,92						
Partial factor HAS-V-36	$\gamma_{Ms,N}^{1)}$	[-]	1,94						
Partial factor HAS-E-55	$\gamma_{Ms,N}^{1)}$	[-]	1,64						
Partial factor HAS-B-105	$\gamma_{Ms,N}^{1)}$	[-]	1,43						
Partial factor HAS-R 304	$\gamma_{Ms,N}^{1)}$	[-]	1,85		2,27			3,01	
Partial factor HAS-R 316	$\gamma_{Ms,N}^{1)}$	[-]	1,85		2,27				
Installation factor									
Hammer drilling	γ_{inst}	[-]	1,0						
Hammer drilling with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD	γ_{inst}	[-]	2)	1,0					
Diamond coring	γ_{inst}	[-]	1,2		1,4				
Diamond coring with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT	γ_{inst}	[-]	2)	1,0					
Hammer drilling in water-filled drill holes	γ_{inst}	[-]	1,4						
Concrete cone failure									
Factor for cracked concrete	$k_{cr,N}$	[-]	7,7						
Factor for uncracked concrete	$k_{ucr,N}$	[-]	11,0						
Edge distance	$c_{cr,N}$	[mm]	$1,5 \cdot h_{ef}$						
Spacing	$s_{cr,N}$	[mm]	$3,0 \cdot h_{ef}$						
Splitting failure									
Edge distance $c_{cr,sp}$ [mm] for	$h/h_{ef} \geq 2,0$		$1,0 \cdot h_{ef}$						
	$2,0 > h/h_{ef} > 1,3$		$4,6 \cdot h_{ef} - 1,8 \cdot h$						
	$h/h_{ef} \leq 1,3$		$2,26 \cdot h_{ef}$						
Spacing	$s_{cr,sp}$	[mm]	$2 \cdot c_{cr,sp}$						



Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance
 Essential characteristics under tension load in concrete

Annex C4

Table C2: continued (1)

Fractional threaded rod according to Annex A	[in.]	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/4	
Combined pullout and concrete cone failure for a working life of 50 years									
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT									
Temperature range I:	24°C / 40°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	19	18	17	16	15	14
Temperature range II:	43°C / 55°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	15	15	14	14	13	12
Temperature range III:	55°C / 75°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	6,0	6,0	5,5	5,5	5,0	4,5
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in diamond cored holes									
Temperature range I:	24°C / 40°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	13	13	13	12	12	12
Temperature range II:	43°C / 55°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	12	11	11	11	11	10
Temperature range III:	55°C / 75°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,0
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and installation in water-filled drill holes									
Temperature range I:	24°C / 40°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	16	15	15	14	13	13
Temperature range II:	43°C / 55°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	13	13	12	12	11	11
Temperature range III:	55°C / 75°C	$\tau_{Rk,ucr}$	[N/mm ²]	5,0	5,0	4,5	4,5	4,5	4,0
Characteristic resistance in cracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT									
Temperature range I:	24°C / 40°C	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm ²]	9,0	11	11	10	9,0	9,0
Temperature range II:	43°C / 55°C	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm ²]	8,0	9,0	8,5	8,5	8,0	7,5
Temperature range III:	55°C / 75°C	$\tau_{Rk,cr}$	[N/mm ²]	3,5	3,5	3,5	3,0	3,0	2,5
Influence factors ψ on bond resistance τ_{Rk} in cracked and uncracked concrete									
Influence of concrete strength									
in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes									
Temperature range I to III:		ψ_c	[-]						$(f_{ck}/20)^{0,1}$
in diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT									
Temperature range I to III:		ψ_c	[-]	2)			1,0		
Influence of sustained load									
in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT									
Temperature range I:	24°C / 40°C	ψ_{sus}^0	[-]						0,88
Temperature range II:	43°C / 55°C	ψ_{sus}^0	[-]						0,72
Temperature range III:	55°C / 75°C	ψ_{sus}^0	[-]						0,69
in diamond cored holes									
Temperature range I:	24°C / 40°C	ψ_{sus}^0	[-]						0,89
Temperature range II:	43°C / 55°C	ψ_{sus}^0	[-]						0,70
Temperature range III:	55°C / 75°C	ψ_{sus}^0	[-]						0,62

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance

Essential characteristics under tension load in concrete

Annex C5

Table C2: continued (2)

Fractional threaded rod according to Annex A	[in.]	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/4	
Combined pullout and concrete cone failure for a working life of 100 years									
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT									
Temperature range I:	24°C / 40°C	$\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	19	18	17	16	16	15	14
Temperature range II:	43°C / 55°C	$\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	15	15	14	13	13	12	11
Temperature range III:	55°C / 75°C	$\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	6,0	6,0	5,5	5,5	5,0	5,0	4,5
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in diamond cored holes									
Temperature range I:	24°C / 40°C	$\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	13	13	13	12	12	12	12
Temperature range II:	43°C / 55°C	$\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	12	11	11	11	11	11	10
Temperature range III:	55°C / 75°C	$\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,0
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and installation in water-filled drill holes									
Temperature range I:	24°C / 40°C	$\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	16	15	15	14	13	13	12
Temperature range II:	43°C / 55°C	$\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	13	12	12	11	11	10	9,5
Temperature range III:	55°C / 75°C	$\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	5,0	5,0	4,5	4,5	4,5	4,0	3,5
Characteristic resistance in cracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT									
Temperature range I:	24°C / 40°C	$\tau_{Rk,100,cr}$ [N/mm ²]	8,0	8,5	8,5	8,0	7,5	7,5	6,5
Temperature range II:	43°C / 55°C	$\tau_{Rk,100,cr}$ [N/mm ²]	7,0	7,5	7,5	7,0	7,0	6,5	6,0
Temperature range III:	55°C / 75°C	$\tau_{Rk,100,cr}$ [N/mm ²]	3,5	3,5	3,5	3,0	3,0	3,0	2,5
Influence factors ψ on bond resistance $\tau_{Rk,100}$ in cracked and uncracked concrete									
Influence of concrete strength									
in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes									
Temperature range I to III:		ψ_c [-]	$(f_{ck}/20)^{0,1}$						
in diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT									
Temperature range I to III:		ψ_c [-]	2)			1,0			
Influence of sustained load									
in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT									
Temperature range I:	24°C / 40°C	$\psi_{sus,100}^0$ [-]	0,85						
Temperature range II:	43°C / 55°C	$\psi_{sus,100}^0$ [-]	0,72						
Temperature range III:	55°C / 75°C	$\psi_{sus,100}^0$ [-]	0,69						
in diamond cored holes									
Temperature range I:	24°C / 40°C	$\psi_{sus,100}^0$ [-]	0,70						
Temperature range II:	43°C / 55°C	$\psi_{sus,100}^0$ [-]	0,67						
Temperature range III:	55°C / 75°C	$\psi_{sus,100}^0$ [-]	0,62						

1) In absence of national regulations.

2) No performance assessed.

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance

Essential characteristics under tension load in concrete

Annex C6

Table C3: Essential characteristics for internally threaded sleeve HIS-(R)N under tension load in concrete

HIS-(R)N		M8	M10	M12	M16	M20
Outer diameter of sleeve	d_{nom} [mm]	12,5	16,5	20,5	25,4	27,6
For a working life of 50 and 100 years						
Steel failure						
Characteristic resistance HIS-N with screw grade 8.8	$N_{Rk,s}$ [kN]	25	46	67	125	116
Partial factor	$\gamma_{Ms,N}^{1)}$ [-]	1,5				
Characteristic resistance HIS-RN with screw grade 70	$N_{Rk,s}$ [kN]	26	41	59	110	166
Partial factor	$\gamma_{Ms,N}^{1)}$ [-]	1,87				2,4
Installation factor						
Hammer drilling	γ_{inst} [-]	1,0				
Hammer drilling with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD	γ_{inst} [-]	1,0				
Diamond coring	γ_{inst} [-]	1,2	1,4			
Diamond coring with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT	γ_{inst} [-]	2)	1,0			
Hammer drilling in water-filled drill holes	γ_{inst} [-]	1,4				
Concrete cone failure						
Factor for cracked concrete	$k_{cr,N}$ [-]	7,7				
Factor for uncracked concrete	$k_{ucr,N}$ [-]	11,0				
Edge distance	$c_{cr,N}$ [mm]	1,5 · h_{ef}				
Spacing	$s_{cr,N}$ [mm]	3,0 · h_{ef}				
Splitting failure						
Edge distance $c_{cr,sp}$ [mm] for	$h/h_{ef} \geq 2,0$	1,0 · h_{ef}				
	$2,0 > h/h_{ef} > 1,3$	$4,6 \cdot h_{ef} - 1,8 \cdot h$				
	$h/h_{ef} \leq 1,3$	$2,26 \cdot h_{ef}$				
Spacing	$s_{cr,sp}$ [mm]	$2 \cdot c_{cr,sp}$				

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance
 Essential characteristics under tension load in concrete

Annex C7

Table C3: continued (1)

HIS-(R)N	M8	M10	M12	M16	M20
Outer diameter of sleeve d_{nom} [mm]	12,5	16,5	20,5	25,4	27,6
Combined pullout and concrete cone failure for a working life of 50 years					
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT					
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm ²]	14	14	14	14	14
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm ²]	12	12	12	12	12
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm ²]	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in diamond cored holes					
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm ²]	8,5	9,0	9,5	10	10
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm ²]	8,0	8,0	8,5	9,0	9,0
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm ²]	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and installation in water-filled drill holes					
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm ²]	12	12	12	12	12
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm ²]	10	10	10	10	10
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm ²]	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Characteristic resistance in cracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT					
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{Rk,cr}$ [N/mm ²]	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{Rk,cr}$ [N/mm ²]	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{Rk,cr}$ [N/mm ²]	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Influence factors ψ on bond resistance τ_{Rk} in cracked and uncracked concrete					
Influence of concrete strength					
in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes					
Temperature range I to III: ψ_c [-]	$(f_{ck}/20)^{0,1}$				
in diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT					
Temperature range I to III: ψ_c [-]	2)		1,0		
Influence of sustained load					
in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT					
Temperature range I: 24°C / 40°C ψ_{SUS}^0 [-]				0,88	
Temperature range II: 43°C / 55°C ψ_{SUS}^0 [-]				0,72	
Temperature range III: 55°C / 75°C ψ_{SUS}^0 [-]				0,69	
in diamond cored holes					
Temperature range I: 24°C / 40°C ψ_{SUS}^0 [-]				0,89	
Temperature range II: 43°C / 55°C ψ_{SUS}^0 [-]				0,70	
Temperature range III: 55°C / 75°C ψ_{SUS}^0 [-]				0,62	

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance

Essential characteristics under tension load in concrete

Annex C8

Table C3: continued (2)

HIS-(R)N	M8	M10	M12	M16	M20
Outer diameter of sleeve d_{nom} [mm]	12,5	16,5	20,5	25,4	27,6
Combined pullout and concrete cone failure for a working life of 100 years					
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT					
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	14	14	14	14	14
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	11	11	11	11	11
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in diamond cored holes					
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	8,5	9,0	9,5	10	10
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	8,0	8,0	8,5	9,0	9,0
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and installation in water-filled drill holes					
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	12	12	12	12	12
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Characteristic resistance in cracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT					
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{Rk,100,cr}$ [N/mm ²]	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{Rk,100,cr}$ [N/mm ²]	6,0	6,5	6,5	6,5	6,5
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{Rk,100,cr}$ [N/mm ²]	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Influence factors ψ on bond resistance $\tau_{Rk,100}$ in cracked and uncracked concrete					
Influence of concrete strength					
in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes					
Temperature range I to III: ψ_c [-]	$(f_{ck}/20)^{0,1}$				
in diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT					
Temperature range I to III: ψ_c [-]	2)		1,0		
Influence of sustained load					
in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT					
Temperature range I: 24°C / 40°C $\psi_{sus,100}^0$ [-]	0,85				
Temperature range II: 43°C / 55°C $\psi_{sus,100}^0$ [-]	0,72				
Temperature range III: 55°C / 75°C $\psi_{sus,100}^0$ [-]	0,69				
in diamond cored holes					
Temperature range I: 24°C / 40°C $\psi_{sus,100}^0$ [-]	0,70				
Temperature range II: 43°C / 55°C $\psi_{sus,100}^0$ [-]	0,67				
Temperature range III: 55°C / 75°C $\psi_{sus,100}^0$ [-]	0,62				

1) In absence of national regulations.

2) No performance assessed.

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance

Essential characteristics under tension load in concrete

Annex C9

Table C4: Essential characteristics for internally threaded sleeve HIS-(R)N under tension load in concrete

HIS-(R)N, size		[in.]	3/8	1/2	5/8	3/4
Outer diameter of sleeve	d_{nom}	[mm]	16,5	20,5	25,4	27,6
For a working life of 50 and 100 years						
Steel failure						
Characteristic resistance HIS-N Screw acc. to SAE J429 Grade 5 or ASTM A325 (1/2 in. to 3/4 in.)	$N_{Rk,s}$	[kN]	41	76	121	130
Partial factor	$\gamma_{Ms,N}^{1)}$	[-]	1,57			1,50
Characteristic resistance HIS-N Screw acc. to ASTM A193 Grade B7	$N_{Rk,s}$	[kN]	43	77	128	130
Partial factor	$\gamma_{Ms,N}^{1)}$	[-]	1,43	1,50		
Characteristic resistance HIS-RN Screw acc. to ASTM A193 Grade B8M	$N_{Rk,s}$	[kN]	38	110	182	185
Partial factor	$\gamma_{Ms,N}^{1)}$	[-]	1,40	2,40		
Characteristic resistance HIS-RN Screw acc. to ASTM A193 Grade B8T	$N_{Rk,s}$	[kN]	43	110	182	185
Partial factor	$\gamma_{Ms,N}^{1)}$	[-]	1,50	2,40		
Installation factor						
Hammer drilling	γ_{inst}	[-]	1,0			
Hammer drilling with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD	γ_{inst}	[-]	2)	1,0		2)
Diamond coring	γ_{inst}	[-]	1,4			
Diamond coring with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT	γ_{inst}	[-]	2)	1,0		2)
Hammer drilling in water-filled drill holes	γ_{inst}	[-]	1,4			
Concrete cone failure						
Factor for cracked concrete	$k_{cr,N}$	[-]	7,7			
Factor for uncracked concrete	$k_{ucr,N}$	[-]	11,0			
Edge distance	$c_{cr,N}$	[mm]	$1,5 \cdot h_{ef}$			
Spacing	$s_{cr,N}$	[mm]	$3,0 \cdot h_{ef}$			
Splitting failure						
Edge distance $c_{cr,sp}$ [mm] for	$h/h_{ef} \geq 2,0$		$1,0 \cdot h_{ef}$			
	$2,0 > h/h_{ef} > 1,3$		$4,6 \cdot h_{ef} - 1,8 \cdot h$			
	$h/h_{ef} \leq 1,3$		$2,26 \cdot h_{ef}$			
Spacing	$s_{cr,sp}$	[mm]	$2 \cdot c_{cr,sp}$			

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance
Essential characteristics under tension load in concrete

Annex C10

Table C4: continued (1)

HIS-(R)N, size	[in.]	3/8	1/2	5/8	3/4
Outer diameter of sleeve	d_{nom} [mm]	16,5	20,5	25,4	27,6
Combined pullout and concrete cone failure for a working life of 50 years					
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT					
Temperature range I:	24°C / 40°C	$\tau_{RK,ucr}$ [N/mm ²]	14	14	14
Temperature range II:	43°C / 55°C	$\tau_{RK,ucr}$ [N/mm ²]	12	12	12
Temperature range III:	55°C / 75°C	$\tau_{RK,ucr}$ [N/mm ²]	4,5	4,5	4,5
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in diamond cored holes					
Temperature range I:	24°C / 40°C	$\tau_{RK,ucr}$ [N/mm ²]	9,0	9,5	10
Temperature range II:	43°C / 55°C	$\tau_{RK,ucr}$ [N/mm ²]	8,0	8,5	9,0
Temperature range III:	55°C / 75°C	$\tau_{RK,ucr}$ [N/mm ²]	4,0	4,0	4,5
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and installation in water-filled drill holes					
Temperature range I:	24°C / 40°C	$\tau_{RK,ucr}$ [N/mm ²]	12	12	12
Temperature range II:	43°C / 55°C	$\tau_{RK,ucr}$ [N/mm ²]	10	10	10
Temperature range III:	55°C / 75°C	$\tau_{RK,ucr}$ [N/mm ²]	4,0	4,0	4,0
Characteristic resistance in cracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT					
Temperature range I:	24°C / 40°C	$\tau_{RK,cr}$ [N/mm ²]	9,0	9,0	9,0
Temperature range II:	43°C / 55°C	$\tau_{RK,cr}$ [N/mm ²]	8,0	8,0	8,0
Temperature range III:	55°C / 75°C	$\tau_{RK,cr}$ [N/mm ²]	3,0	3,0	3,0
Influence factors ψ on bond resistance τ_{rk} in cracked and uncracked concrete					
Influence of concrete strength					
in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes					
Temperature range I to III:	ψ_c	[-]	$(f_{ck}/20)^{0,1}$		
in diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT					
Temperature range I to III:	ψ_c	[-]	2)	1,0	2)
Influence of sustained load					
in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT					
Temperature range I:	24°C / 40°C	ψ_{sus}^0	[-]	0,88	
Temperature range II:	43°C / 55°C	ψ_{sus}^0	[-]	0,72	
Temperature range III:	55°C / 75°C	ψ_{sus}^0	[-]	0,69	
in diamond cored holes					
Temperature range I:	24°C / 40°C	ψ_{sus}^0	[-]	0,89	
Temperature range II:	43°C / 55°C	ψ_{sus}^0	[-]	0,70	
Temperature range III:	55°C / 75°C	ψ_{sus}^0	[-]	0,62	

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance
 Essential characteristics under tension load in concrete

Annex C11

Table C4: continued (2)

HIS-(R)N, size	[in.]	3/8	1/2	5/8	3/4
Outer diameter of sleeve	d_{nom} [mm]	16,5	20,5	25,4	27,6
Combined pullout and concrete cone failure for a working life of 100 years					
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT					
Temperature range I:	24°C / 40°C	$\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	14	14	14
Temperature range II:	43°C / 55°C	$\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	11	11	11
Temperature range III:	55°C / 75°C	$\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	4,5	4,5	4,5
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in diamond cored holes					
Temperature range I:	24°C / 40°C	$\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	9,0	9,5	10
Temperature range II:	43°C / 55°C	$\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	8,0	8,5	9,0
Temperature range III:	55°C / 75°C	$\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	4,0	4,0	4,5
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and installation in water-filled drill holes					
Temperature range I:	24°C / 40°C	$\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	12	12	12
Temperature range II:	43°C / 55°C	$\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	9,5	9,5	9,5
Temperature range III:	55°C / 75°C	$\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	4,0	4,0	4,0
Characteristic resistance in cracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT					
Temperature range I:	24°C / 40°C	$\tau_{Rk,100,cr}$ [N/mm ²]	7,0	7,0	7,0
Temperature range II:	43°C / 55°C	$\tau_{Rk,100,cr}$ [N/mm ²]	6,5	6,5	6,5
Temperature range III:	55°C / 75°C	$\tau_{Rk,100,cr}$ [N/mm ²]	3,0	3,0	3,0
Influence factors ψ on bond resistance $\tau_{Rk,100}$ in cracked and uncracked concrete					
Influence of concrete strength					
in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes					
Temperature range I to III:	ψ_c	[-]	$(f_{ck}/20)^{0,1}$		
in diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT					
Temperature range I to III:	ψ_c	[-]	2)	1,0	2)
Influence of sustained load					
in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT					
Temperature range I:	24°C / 40°C	$\psi_{sus,100}^0$	[-]	0,85	
Temperature range II:	43°C / 55°C	$\psi_{sus,100}^0$	[-]	0,72	
Temperature range III:	55°C / 75°C	$\psi_{sus,100}^0$	[-]	0,69	
in diamond cored holes					
Temperature range I:	24°C / 40°C	$\psi_{sus,100}^0$	[-]	0,70	
Temperature range II:	43°C / 55°C	$\psi_{sus,100}^0$	[-]	0,67	
Temperature range III:	55°C / 75°C	$\psi_{sus,100}^0$	[-]	0,62	

1) In absence of national regulations.
 2) No performance assessed.

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance
 Essential characteristics under tension load in concrete

Annex C12

Table C5: Essential characteristics for Hilti Tension anchor HZA / HZA-R under tension load in concrete

HZA / HZA-R		M12	M16	M20	M24	M27
Rebar diameter	ϕ [mm]	12	16	20	25	28
For a working life of 50 and 100 years						
Steel failure						
Characteristic resistance HZA	$N_{Rk,s}$ [kN]	46	86	135	194	253
Characteristic resistance HZA-R	$N_{Rk,s}$ [kN]	62	111	173	248	1)
Partial factor	$\gamma_{Ms,N}$ 1)	1,4				
Installation factor						
Hammer drilling	γ_{inst} [-]	1,0				
Hammer drilling with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD	γ_{inst} [-]	1,0				
Diamond coring	γ_{inst} [-]	1,2	1,4			
Diamond coring with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT	γ_{inst} [-]	2)	1,0			
Hammer drilling in water-filled drill holes	γ_{inst} [-]	1,4				
Concrete cone failure						
Factor for cracked concrete	$k_{cr,N}$ [-]	7,7				
Factor for uncracked concrete	$k_{ucr,N}$ [-]	11,0				
Edge distance	$c_{cr,N}$ [mm]	$1,5 \cdot h_{ef}$				
Spacing	$s_{cr,N}$ [mm]	$3,0 \cdot h_{ef}$				
Splitting failure						
Edge distance $c_{cr,sp}$ [mm] for	$h/h_{ef} \geq 2,0$	$1,0 \cdot h_{ef}$				
	$2,0 > h/h_{ef} > 1,3$	$4,6 \cdot h_{ef} - 1,8 \cdot h$				
	$h/h_{ef} \leq 1,3$	$2,26 \cdot h_{ef}$				
Spacing	$s_{cr,sp}$ [mm]	$2 \cdot c_{cr,sp}$				

1) In absence of national regulations.
 2) No performance assessed.

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance
 Essential characteristics under tension load in concrete

Annex C13

Table C5: continued (1)

HZA / HZA-R	M12	M16	M20	M24	M27
Rebar diameter ϕ [mm]	12	16	20	25	28
Combined pullout and concrete cone failure for a working life of 50 years					
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT					
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{RK,ucr}$ [N/mm ²]	15	15	14	14	14
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{RK,ucr}$ [N/mm ²]	12	12	12	11	11
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{RK,ucr}$ [N/mm ²]	5,0	4,5	4,5	4,5	4,5
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in diamond cored holes					
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{RK,ucr}$ [N/mm ²]	9,5	9,5	9,5	9,5	10
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{RK,ucr}$ [N/mm ²]	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{RK,ucr}$ [N/mm ²]	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and installation in water-filled drill holes					
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{RK,ucr}$ [N/mm ²]	13	12	12	12	12
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{RK,ucr}$ [N/mm ²]	11	10	10	10	9,5
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{RK,ucr}$ [N/mm ²]	4,0	4,0	4,0	4,0	3,5
Characteristic resistance in cracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT					
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{RK,cr}$ [N/mm ²]	12	12	12	11	11
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{RK,cr}$ [N/mm ²]	10	10	10	9,5	9,5
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{RK,cr}$ [N/mm ²]	4,0	4,0	3,5	3,5	3,5
Influence factors ψ on bond resistance τ_{rk} in cracked and uncracked concrete					
Influence of concrete strength					
in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes					
Temperature range I to III: ψ_c [-]	$(f_{ck}/20)^{0,1}$				
in diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT					
Temperature range I to III: ψ_c [-]	1,0				
Influence of sustained load					
in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT					
Temperature range I: 24°C / 40°C ψ_{SUS}^0 [-]	0,88				
Temperature range II: 43°C / 55°C ψ_{SUS}^0 [-]	0,72				
Temperature range III: 55°C / 75°C ψ_{SUS}^0 [-]	0,69				
in diamond cored holes					
Temperature range I: 24°C / 40°C ψ_{SUS}^0 [-]	0,89				
Temperature range II: 43°C / 55°C ψ_{SUS}^0 [-]	0,70				
Temperature range III: 55°C / 75°C ψ_{SUS}^0 [-]	0,62				

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance
Essential characteristics under tension load in concrete

Annex C14

Table C5: continued (2)

HZA / HZA-R	M12	M16	M20	M24	M27
Rebar diameter ϕ [mm]	12	16	20	25	28
Combined pullout and concrete cone failure for a working life of 100 years					
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT					
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	15	15	14	14	14
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	12	12	12	11	11
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	5,0	4,5	4,5	4,5	4,5
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in diamond cored holes					
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	9,5	9,5	9,5	9,5	10
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and installation in water-filled drill holes					
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	13	12	12	12	12
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	10	10	10	9,5	9,5
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	4,0	4,0	4,0	4,0	3,5
Characteristic resistance in cracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT					
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{Rk,100,cr}$ [N/mm ²]	10	9,5	9,5	9,0	9,0
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{Rk,100,cr}$ [N/mm ²]	9,0	8,5	8,5	8,0	8,0
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{Rk,100,cr}$ [N/mm ²]	4,0	4,0	3,5	3,5	3,5
Influence factors ψ on bond resistance $\tau_{Rk,100}$ in cracked and uncracked concrete					
Influence of concrete strength					
in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes					
Temperature range I to III: ψ_c [-]	$(f_{ck}/20)^{0,1}$				
in diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT					
Temperature range I to III: ψ_c [-]	1)				
Influence of sustained load					
in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT					
Temperature range I: 24°C / 40°C $\psi_{sus,100}^0$ [-]	0,85				
Temperature range II: 43°C / 55°C $\psi_{sus,100}^0$ [-]	0,72				
Temperature range III: 55°C / 75°C $\psi_{sus,100}^0$ [-]	0,69				
in diamond cored holes					
Temperature range I: 24°C / 40°C $\psi_{sus,100}^0$ [-]	0,70				
Temperature range II: 43°C / 55°C $\psi_{sus,100}^0$ [-]	0,67				
Temperature range III: 55°C / 75°C $\psi_{sus,100}^0$ [-]	0,62				

1) No performance assessed.

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

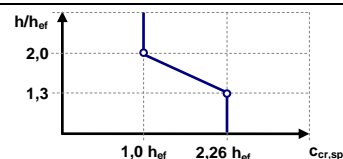
Performance

Essential characteristics under tension load in concrete

Annex C15

Table C6: Essential characteristics for reinforcing bars (rebars) under tension load in concrete

Reinforcing bar (rebar)	$\phi 8$	$\phi 10$	$\phi 12$	$\phi 14$	$\phi 16$	$\phi 18$	$\phi 20$	$\phi 24$	$\phi 25$	$\phi 28$	$\phi 30$	$\phi 32$	
For a working life of 50 and 100 years													
Steel failure													
Characteristic resistance $N_{Rk,s}$ [kN]	$A_s \cdot f_{uk}^{1)}$												
Characteristic resistance Rebar B500B acc. to DIN 488 ²⁾ $N_{Rk,s}$ [kN]	28	43	62	85	111	140	173	249	270	339	389	442	
Partial factor Rebar B500B acc. to DIN 488 ³⁾ $\gamma_{Ms,N}^{4)}$ [-]	1,4												
Installation factor													
Hammer drilling γ_{inst} [-]	1,0												
Hammer drilling with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD γ_{inst} [-]	1,0												
Diamond coring γ_{inst} [-]	1,2				1,4								
Diamond coring with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT γ_{inst} [-]	5)				1,0							5)	
Hammer drilling in water-filled drill holes γ_{inst} [-]	1,4												
Concrete cone failure													
Factor for cracked concrete $k_{cr,N}$ [-]	7,7												
Factor for uncracked concrete $k_{ucr,N}$ [-]	11,0												
Edge distance $c_{cr,N}$ [mm]	$1,5 \cdot h_{ef}$												
Spacing $s_{cr,N}$ [mm]	$3,0 \cdot h_{ef}$												
Splitting failure													
Edge distance $c_{cr,sp}$ [mm] for	$h/h_{ef} \geq 2,0$	$1,0 \cdot h_{ef}$											
	$2,0 > h/h_{ef} > 1,3$	$4,6 \cdot h_{ef} - 1,8 \cdot h$											
	$h/h_{ef} \leq 1,3$	$2,26 \cdot h_{ef}$											
Spacing $s_{cr,sp}$ [mm]	$2 \cdot c_{cr,sp}$												



Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance
 Essential characteristics under tension load in concrete

Annex C16

Table C6: continued (1)

Reinforcing bar (rebar)	$\phi 8$	$\phi 10$	$\phi 12$	$\phi 14$	$\phi 16$	$\phi 18$	$\phi 20$	$\phi 24$	$\phi 25$	$\phi 28$	$\phi 30$	$\phi 32$
Combined pullout and concrete cone failure for a working life of 50 years												
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT												
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{RK,ucr}$ [N/mm ²]	10	15	15	15	15	14	14	14	14	14	13	13
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{RK,ucr}$ [N/mm ²]	8,5	13	12	12	12	12	12	12	11	11	11	11
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{RK,ucr}$ [N/mm ²]	3,5	5,0	5,0	5,0	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in diamond cored holes												
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{RK,ucr}$ [N/mm ²]	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	10	10	10
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{RK,ucr}$ [N/mm ²]	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	9,0	9,0
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{RK,ucr}$ [N/mm ²]	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and installation in water-filled drill holes												
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{RK,ucr}$ [N/mm ²]	8,5	13	13	13	12	12	12	12	12	12	11	11
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{RK,ucr}$ [N/mm ²]	7,0	11	11	10	10	10	10	10	10	9,5	9,5	9,5
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{RK,ucr}$ [N/mm ²]	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,5	3,5	3,5
Characteristic resistance in cracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT												
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{RK,cr}$ [N/mm ²]	5,5	10	12	12	12	12	12	11	11	11	11	11
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{RK,cr}$ [N/mm ²]	5,0	8,5	10	10	10	10	10	9,5	9,5	9,5	9,5	9,0
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{RK,cr}$ [N/mm ²]	2,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Influence factors ψ on bond resistance τ_{rk} in cracked and uncracked concrete												
Influence of concrete strength												
in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes												
Temperature range I to III: ψ_c [-]	$(f_{ck}/20)^{0,1}$											
in diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT												
Temperature range I to III: ψ_c [-]	5)					1,0					5)	
Influence of sustained load												
in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT												
Temperature range I: 24°C / 40°C ψ_{sus}^0 [-]	0,88											
Temperature range II: 43°C / 55°C ψ_{sus}^0 [-]	0,72											
Temperature range III: 55°C / 75°C ψ_{sus}^0 [-]	0,69											
in diamond cored holes												
Temperature range I: 24°C / 40°C ψ_{sus}^0 [-]	0,89											
Temperature range II: 43°C / 55°C ψ_{sus}^0 [-]	0,70											
Temperature range III: 55°C / 75°C ψ_{sus}^0 [-]	0,62											

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance

Essential characteristics under tension load in concrete

Annex C17

Table C6: continued (2)

Reinforcing bar (rebar)	φ8	φ10	φ12	φ14	φ16	φ18	φ20	φ24	φ25	φ28	φ30	φ32	
Combined pullout and concrete cone failure for a working life of 100 years													
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT													
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	10	15	15	15	15	14	14	14	14	14	13	13	
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	8,0	12	12	12	12	12	12	11	11	11	11	11	
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	3,0	5,0	5,0	5,0	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in diamond cored holes													
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	10	10	10	
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	9,0	9,0	
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	
Characteristic resistance in uncracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and installation in water-filled drill holes													
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	8,5	13	13	13	12	12	12	12	12	12	11	11	
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	7,0	11	10	10	10	10	10	9,5	9,5	9,5	9,5	9,0	
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{Rk,100,ucr}$ [N/mm ²]	2,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,5	3,5	3,5	
Characteristic resistance in cracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT													
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{Rk,100,cr}$ [N/mm ²]	5,0	9,0	10	10	9,5	9,5	9,5	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{Rk,100,cr}$ [N/mm ²]	4,5	8,0	9,0	9,0	8,5	8,5	8,5	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{Rk,100,cr}$ [N/mm ²]	2,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	
Influence factors ψ on bond resistance $\tau_{Rk,100}$ in cracked and uncracked concrete													
Influence of concrete strength													
in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes													
Temperature range I to III:	ψ_c	[-]		$(f_{ck}/20)^{0,1}$									
in diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT													
Temperature range I to III:	ψ_c	[-]		5)					1,0			5)	
Influence of sustained load													
in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT													
Temperature range I: 24°C / 40°C	$\psi_{sus,100}^0$	[-]		0,85									
Temperature range II: 43°C / 55°C	$\psi_{sus,100}^0$	[-]		0,72									
Temperature range III: 55°C / 75°C	$\psi_{sus,100}^0$	[-]		0,69									
in diamond cored holes													
Temperature range I: 24°C / 40°C	$\psi_{sus,100}^0$	[-]		0,70									
Temperature range II: 43°C / 55°C	$\psi_{sus,100}^0$	[-]		0,67									
Temperature range III: 55°C / 75°C	$\psi_{sus,100}^0$	[-]		0,62									

1) f_{uk} according to rebar specification.

2) Values need to be calculated acc. EAD 330499-02, Eq. 2.1, if rebars do not fulfil the requirements acc. DIN 488.

3) Values need to be calculated acc. EN 1992-4:2018, tab 4.1, if rebars do not fulfil the requirements acc. DIN 488.

4) In absence of national regulations.

5) No performance assessed.

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance

Essential characteristics under tension load in concrete

Annex C18

Table C7: Essential characteristics for metric threaded rod according to Annex A under shear load in concrete

Metric threaded rod according to Annex A			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	
For a working life of 50 and 100 years											
Steel failure without lever arm											
Characteristic resistance	$V_{Rk,s}^0$	[kN]	$k_6 \cdot A_s \cdot f_{uk}$								
Factor grade 5.8	k_6	[-]	0,6								
Factor grade 6.8, 8.8	k_6	[-]	0,5								
Factor HAS A4, HAS-U A4, HIT-V-R, Threaded rod: CRC II and III (Table A2)	k_6	[-]	0,5								
Factor HAS-U HCR, HIT-V-HCR, Threaded rod: CRC V (Table A2)	k_6	[-]	0,5								
Partial factor grade 5.8, 6.8, 8.8	$\gamma_{Ms,V}^{1)}$	[-]	1,25								
Partial factor Factor HAS A4, HAS-U A4, HIT-V-R, Threaded rod: CRC II and III (Table A2)	$\gamma_{Ms,V}^{1)}$	[-]	1,56						2,38		
Partial factor HAS-U HCR, HIT-V-HCR, Threaded rod: CRC V (Table A2)	$\gamma_{Ms,V}^{1)}$	[-]	1,25				1,75				
Ductility factor	k_7	[-]	1,0								
Steel failure with lever arm											
Characteristic resistance	$M_{Rk,s}^0$	[Nm]	$1,2 \cdot W_{el} \cdot f_{uk}$								
Ductility factor	k_7	[-]	1,0								
Concrete pry-out failure											
Pry-out factor	k_8	[-]	2,0								
Concrete edge failure											
Effective length of fastener	l_f	[mm]	$\min(h_{ef}; 12 \cdot d_{nom})$							$\min(h_{ef}; 8 \cdot d_{nom}; 300)$	
Outside diameter of fastener	d_{nom}	[mm]	8	10	12	16	20	24	27	30	

¹⁾ In absence of national regulations.

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance
 Essential characteristics under shear load in concrete

Annex C19

Table C8: Essential characteristics for fractional threaded rod according to Annex A under shear load in concrete

Fractional threaded rod according to Annex A		[in.]	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/4	
For a working life of 50 and 100 years										
Steel failure without lever arm										
Characteristic resistance	$V_{Rk,s}^0$	[kN]	$k_6 \cdot A_s \cdot f_{uk}$							
Factor HIT-V	k_6	[-]	0,6							
Factor HAS-E-36	k_6	[-]	0,6							
Factor HAS-E-55	k_6	[-]	0,5							
Factor HAS-B-105	k_6	[-]	0,5							
Factor HAS-R 304	k_6	[-]	0,5							
Factor HAS-R 316	k_6	[-]	0,5							
Partial factor HIT-V	$\gamma_{Ms,V}^{1)}$	[-]	1,60							
Partial factor HAS-E-36	$\gamma_{Ms,V}^{1)}$	[-]	1,61							
Partial factor HAS-E-55	$\gamma_{Ms,V}^{1)}$	[-]	1,36							
Partial factor HAS-B-105	$\gamma_{Ms,V}^{1)}$	[-]	1,50							
Partial factor HAS-R 304	$\gamma_{Ms,V}^{1)}$	[-]	1,54				1,89		2,51	
Partial factor HAS-R 316	$\gamma_{Ms,V}^{1)}$	[-]	1,54				1,89			
Ductility factor	k_7	[-]	1,0							
Steel failure with lever arm										
Characteristic resistance	$M_{Rk,s}^0$	[Nm]	$1,2 \cdot W_{el} \cdot f_{uk}$							
Ductility factor	k_7	[-]	1,0							
Concrete pry-out failure										
Pry-out factor	k_8	[-]	2,0							
Concrete edge failure										
Effective length of fastener	l_f	[mm]	$\min(h_{ef}; 12 \cdot d_{nom})$					$\min(h_{ef}; 8 \cdot d_{nom}; 300)$		
Outside diameter of fastener	d_{nom}	[mm]	9,5	12,7	15,9	19,1	22,2	25,4	31,8	

¹⁾ In absence of national regulations.

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance
 Essential characteristics under shear load in concrete

Annex C20

Table C9: Essential characteristics for internally threaded sleeve HIS-(R)N under shear load in concrete

HIS-(R)N			M8	M10	M12	M16	M20
For a working life of 50 and 100 years							
Steel failure without lever arm							
Characteristic resistance	$V_{Rk,s}^0$	[kN]	13	23	34	63	58
Partial factor	$\gamma_{Ms,V}^{1)}$	[-]	1,25				
Characteristic resistance HIS-RN with screw grade 70	$V_{Rk,s}^0$	[kN]	13	20	30	55	83
Partial factor	$\gamma_{Ms,V}^{1)}$	[-]	1,56				2,0
Ductility factor	k_7	[-]	1,0				
Steel failure with lever arm							
Characteristic resistance HIS-N	$M_{Rk,s}^0$	[Nm]	30	60	105	266	519
Characteristic resistance HIS-RN	$M_{Rk,s}^0$	[Nm]	26	52	92	233	454
Ductility factor	k_7	[-]	1,0				
Concrete pry-out failure							
Pry-out factor	k_8	[-]	2,0				
Concrete edge failure							
Effective length of fastener	l_f	[mm]	90	110	125	170	205
Outside diameter of fastener	d_{nom}	[mm]	12,5	16,5	20,5	25,4	27,6

¹⁾ In absence of national regulations.

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance

Essential characteristics under shear load in concrete

Annex C21

Table C10: Essential characteristics for internally threaded sleeve HIS-(R)N under shear load in concrete

HIS-(R)N, size	[in.]	3/8	1/2	5/8	3/4
For a working life of 50 and 100 years					
Steel failure without lever arm					
Characteristic resistance HIS-N Screw acc. to SAE J429 Grade 5 or ASTM A325 (1/2 in. to 3/4 in.)	$V_{Rk,s}^0$ [kN]	21	38	60	65
Partial factor	$\gamma_{Ms,V}^{1)}$ [-]	1,50			1,25
Characteristic resistance HIS-N Screw acc. to ASTM A193 Grade B7	$V_{Rk,s}^0$ [kN]	22	40	63	65
Partial factor	$\gamma_{Ms,V}^{1)}$ [-]	1,50			1,25
Characteristic resistance HIS-RN Screw acc. to ASTM A193 Grade B8M (AISI 316)	$V_{Rk,s}^0$ [kN]	19	35	55	93
Partial factor	$\gamma_{Ms,V}^{1)}$ [-]	1,50			2,00
Characteristic resistance HIS-RN Screw acc. to ASTM A193 Grade B8T (AISI 321)	$V_{Rk,s}^0$ [kN]	22	40	63	93
Partial factor	$\gamma_{Ms,V}^{1)}$ [-]	1,50			2,00
Ductility factor	k_7 [-]	1,0			
Steel failure with lever arm					
Characteristic resistance HIS-N Screw acc. to SAE J429 Grade 5 or ASTM A325 (1/2 in. to 3/4 in.)	$M_{Rk,s}^0$ [Nm]	50	123	247	444
Characteristic resistance HIS-N Screw acc. to ASTM A193 Grade B7	$M_{Rk,s}^0$ [Nm]	52	128	257	463
Characteristic resistance HIS-RN Screw acc. to ASTM A193 Grade B8M (AISI 316)	$M_{Rk,s}^0$ [Nm]	45	113	226	407
Characteristic resistance HIS-RN Screw acc. to ASTM A193 Grade B8T (AISI 321)	$M_{Rk,s}^0$ [Nm]	52	128	257	463
Ductility factor	k_7 [-]	1,0			
Concrete pry-out failure					
Pry-out factor	k_8 [-]	2,0			
Concrete edge failure					
Effective length of fastener	l_f [mm]	110	125	170	205
Outside diameter of fastener	d_{nom} [mm]	16,5	20,5	25,4	27,6

¹⁾ In absence of national regulations.

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance
 Essential characteristics under shear load in concrete

Annex C22

Table C11: Essential characteristics for Hilti Tension anchor HZA / HZA-R under shear load in concrete

HZA / HZA-R		M12	M16	M20	M24	M27
Rebar diameter	ϕ [mm]	12	16	20	25	28
For a working life of 50 and 100 years						
Steel failure without lever arm						
Characteristic resistance HZA	$V_{Rk,S}^0$ [kN]	23	43	67	97	126
Characteristic resistance HZA-R	$V_{Rk,S}^0$ [kN]	31	55	86	124	²⁾
Partial factor	$\gamma_{Ms,V}$ ¹⁾ [-]	1,5				
Ductility factor	k_7 [-]	1,0				
Steel failure with lever arm						
Characteristic resistance HZA	$M_{Rk,S}^0$ [Nm]	72	183	357	617	915
Characteristic resistance HZA-R	$M_{Rk,S}^0$ [Nm]	97	234	457	790	²⁾
Ductility factor	k_7 [-]	1,0				
Concrete pry-out failure						
Pry-out factor	k_8 [-]	2,0				
Concrete edge failure						
Effective length of fastener	l_f [mm]	$\min(h_{ef}; 12 \cdot d_{nom})$			$\min(h_{ef}; 8 \cdot d_{nom}; 300)$	
Outside diameter of fastener	d_{nom} [mm]	12	16	20	24	27

¹⁾ In absence of national regulations.

²⁾ No performance assessed.

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance

Essential characteristics under shear load in concrete

Annex C23

Table C12: Essential characteristics for reinforcing bars (rebars) under shear load in concrete

Reinforcing bar (rebar)	$\phi 8$	$\phi 10$	$\phi 12$	$\phi 14$	$\phi 16$	$\phi 18$	$\phi 20$	$\phi 24$	$\phi 25$	$\phi 28$	$\phi 30$	$\phi 32$		
For a working life of 50 and 100 years														
Steel failure without lever arm														
Characteristic resistance	$V_{Rk,s}^0$	[kN]	$0,5 \cdot A_s \cdot f_{uk}^{1)}$											
Characteristic resistance Rebar B500B acc. to DIN 488 ²⁾	$V_{Rk,s}^0$	[kN]	14	22	31	42	55	70	86	124	135	169	194	221
Partial factor Rebar B500B acc. to DIN 488 ³⁾	$\gamma_{Ms,V}^{4)}$	[-]	1,5											
Ductility factor	k_7	[-]	1,0											
Steel failure with lever arm														
Characteristic resistance	$M_{Rk,s}^0$	[Nm]	$1,2 \cdot W_{el} \cdot f_{uk}^{1)}$											
Characteristic resistance Rebar B500B acc. to DIN 488	$M_{Rk,s}^0$	[Nm]	33	65	112	178	265	378	518	896	1012	1422	1749	2123
Ductility factor	k_7	[-]	1,0											
Concrete pry-out failure														
Pry-out factor	k_8	[-]	2,0											
Concrete edge failure														
Effective length of fastener	l_f	[mm]	$\min(h_{ef}; 12 \cdot d_{nom})$							$\min(h_{ef}; 8 \cdot d_{nom}; 300)$				
Outside diameter of fastener	d_{nom}	[mm]	8	10	12	14	16	18	20	24	25	28	30	32

1) f_{uk} according to rebar specification.

2) Values need to be calculated acc. EAD 330499-02, Eq. 2.1, if rebars do not fulfil the requirements acc. DIN 488.

3) Values need to be calculated acc. EN 1992-4:2018, tab 4.1, if rebars do not fulfil the requirements acc. DIN 488.

4) In absence of national regulations.

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance

Essential characteristics under shear load in concrete

Annex C24

Table C13: Displacements for threaded rod under tension load in concrete

Threaded rod, HAS-U-..., HIT-V-..., AM...8.8	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	
Threaded rod, HAS-..., HIT-V, size [in.]	-	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/4	
Displacement in uncracked concrete									
Temperature range I: 24°C / 40°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,10	0,11	0,12	0,13	0,15	0,17	0,18	0,19
Temperature range II: 43°C / 55°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,10
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,12	0,13	0,14	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23
Temperature range III: 55°C / 75°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,12	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,24
Displacement in cracked concrete									
Temperature range I: 24°C / 40°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,02	0,03	0,05	0,08	0,10	0,13	0,15	0,18
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,12	0,19	0,14	0,19	0,16	0,16	0,15	0,18
Temperature range II: 43°C / 55°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,02	0,04	0,06	0,09	0,12	0,16	0,18	0,21
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,15	0,23	0,17	0,23	0,19	0,19	0,18	0,21
Temperature range III: 55°C / 75°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,02	0,04	0,06	0,10	0,13	0,17	0,19	0,22
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,16	0,24	0,18	0,24	0,20	0,20	0,19	0,22

Table C14: Displacements for internally threaded HIS-(R)N under tension load in concrete

HIS-(R)N	M8	M10	M12	M16	M20	
HIS-(R)N, size [in.]	-	3/8	1/2	5/8	3/4	
Displacement in uncracked concrete						
Temperature range I: 24°C / 40°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,12	0,13	0,15	0,17	0,18
Temperature range II: 43°C / 55°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,14	0,16	0,18	0,20	0,21
Temperature range III: 55°C / 75°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,06	0,07	0,07	0,09	0,10
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,15	0,16	0,19	0,21	0,22
Displacement in cracked concrete						
Temperature range I: 24°C / 40°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,02	0,03	0,05	0,08	0,10
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,12	0,19	0,14	0,19	0,16
Temperature range II: 43°C / 55°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,02	0,04	0,06	0,09	0,12
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,15	0,23	0,17	0,23	0,19
Temperature range III: 55°C / 75°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,02	0,04	0,06	0,10	0,13
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,16	0,24	0,18	0,24	0,20

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance
Displacements under tension load in concrete

Annex C25

Table C15: Displacements for Hilti Tension anchor HZA / HZA-R under tension load in concrete

HZA / HZA-R		M12	M16	M20	M24	M27
Rebar diameter	ϕ [mm]	12	16	20	25	28
Displacement in uncracked concrete						
Temperature range I: 24°C / 40°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,12	0,15	0,17	0,18	0,19
Temperature range II: 43°C / 55°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,06	0,07	0,09	0,09	0,09
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,14	0,18	0,20	0,21	0,22
Temperature range III: 55°C / 75°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,15	0,19	0,22	0,22	0,23
Displacement in cracked concrete						
Temperature range I: 24°C / 40°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,06	0,10	0,14	0,15	0,16
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,06	0,16	0,16	0,15	0,16
Temperature range II: 43°C / 55°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,07	0,12	0,17	0,17	0,19
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,07	0,19	0,19	0,18	0,19
Temperature range III: 55°C / 75°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,08	0,13	0,17	0,18	0,20
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,08	0,20	0,20	0,19	0,20

Table C16: Displacements for reinforcing bar (rebar) under tension load in concrete

Reinforcing bar (rebar)		$\phi 8$	$\phi 10$	$\phi 12$	$\phi 14$	$\phi 16$	$\phi 18$
Displacement in uncracked concrete							
Temperature range I: 24°C / 40°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,10	0,11	0,12	0,13	0,15	0,16
Temperature range II: 43°C / 55°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,12	0,13	0,14	0,16	0,18	0,19
Temperature range III: 55°C / 75°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,12	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21
Displacement in cracked concrete							
Temperature range I: 24°C / 40°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,02	0,03	0,06	0,08	0,10	0,11
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,12	0,19	0,06	0,19	0,16	0,16
Temperature range II: 43°C / 55°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,02	0,04	0,07	0,09	0,12	0,14
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,15	0,23	0,07	0,23	0,19	0,19
Temperature range III: 55°C / 75°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,02	0,04	0,08	0,10	0,13	0,14
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,16	0,24	0,08	0,24	0,20	0,20

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance
 Displacements under tension load in concrete

Annex C26

Table C17: Displacements for reinforcing bar (rebar) under tension load in concrete

Reinforcing bar (rebar)		$\phi 20$	$\phi 24$	$\phi 25$	$\phi 28$	$\phi 30$	$\phi 32$
Displacement in uncracked concrete							
Temperature range I: 24°C / 40°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,17	0,19	0,18	0,19	0,19	0,20
Temperature range II: 43°C / 55°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,09	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,20	0,21	0,21	0,22	0,23	0,24
Temperature range III: 55°C / 75°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,11
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,22	0,22	0,22	0,23	0,24	0,25
Displacement in cracked concrete							
Temperature range I: 24°C / 40°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,14	0,15	0,15	0,16	0,18	0,19
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,16	0,16	0,15	0,16	0,18	0,19
Temperature range II: 43°C / 55°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,17	0,17	0,17	0,19	0,21	0,22
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,19	0,19	0,18	0,19	0,21	0,22
Temperature range III: 55°C / 75°C	δ_{N0} [mm/(N/mm ²)]	0,17	0,18	0,18	0,20	0,22	0,24
	$\delta_{N\infty}$ [mm/(N/mm ²)]	0,20	0,20	0,19	0,20	0,22	0,24

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance
 Displacements under tension load in concrete

Annex C27

Table C18: Displacements for threaded rod under shear load in concrete

Metric threaded rod according to Annex A		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Fractional threaded rod according to Annex A	[in.]	-	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/4
Displacement	$\frac{\delta_{V0}}{\delta_{V\infty}}$ [mm/kN]	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
	$\delta_{V\infty}$ [mm/kN]	0,09	0,08	0,08	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05

Table C19: Displacements for internally threaded HIS-(R)N under shear load in concrete

HIS-(R)N		M8	M10	M12	M16	M20
HIS-(R)N, size	[in.]	-	3/8	1/2	5/8	3/4
Displacement	$\frac{\delta_{V0}}{\delta_{V\infty}}$ [mm/kN]	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04
	$\delta_{V\infty}$ [mm/kN]	0,09	0,08	0,08	0,06	0,06

Table C20: Displacements for Hilti Tension anchor HZA / HZA-R under shear load in concrete

HZA / HZA-R		M12	M16	M20	M24	M27
Displacement	$\frac{\delta_{V0}}{\delta_{V\infty}}$ [mm/kN]	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03
	$\delta_{V\infty}$ [mm/kN]	0,08	0,06	0,06	0,05	0,05

Table C21: Displacements for reinforcing bar (rebar) under shear load in concrete

Reinforcing bar (rebar)		$\phi 10$	$\phi 12$	$\phi 14$	$\phi 16$	$\phi 18$	$\phi 20$
Displacement	$\frac{\delta_{V0}}{\delta_{V\infty}}$ [mm/kN]	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
	$\delta_{V\infty}$ [mm/kN]	0,08	0,08	0,07	0,06	0,06	0,06

Table C22: Displacements for reinforcing bar (rebar) under shear load in concrete

Reinforcing bar (rebar)		$\phi 24$	$\phi 25$	$\phi 28$	$\phi 30$	$\phi 32$	$\phi 24$
Displacement	$\frac{\delta_{V0}}{\delta_{V\infty}}$ [mm/kN]	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
	$\delta_{V\infty}$ [mm/kN]	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance
 Displacements under shear load in concrete

Annex C28

Table C23: Essential characteristics for metric threaded rod according Annex A under tension load for seismic category C1 in concrete

Metric threaded rod according to Annex A	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	
For a working life of 50 and 100 years									
Steel failure									
Characteristic resistance	$N_{Rk,s,C1}$ [kN]			$A_s \cdot f_{uk}$					
Combined pullout and concrete cone failure for a working life of 50 years									
Characteristic resistance in cracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT									
Temperature range I: 24°C / 40°C	$\tau_{Rk,C1}$ [N/mm ²]	6,8	8,2	10,1	10,5	9,7	9,4	9,0	8,5
Temperature range II: 43°C / 55°C	$\tau_{Rk,C1}$ [N/mm ²]	6,3	7,3	8,3	8,1	7,8	7,9	7,5	7,0
Temperature range III: 55°C / 75°C	$\tau_{Rk,C1}$ [N/mm ²]	3,6	3,2	3,2	3,3	2,9	3,0	3,0	3,0
Combined pullout and concrete cone failure for a working life of 100 years									
Characteristic resistance in cracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT									
Temperature range I: 24°C / 40°C	$\tau_{Rk,100,C1}$ [N/mm ²]	6,3	7,3	8,3	8,1	7,8	7,4	7,0	6,5
Temperature range II: 43°C / 55°C	$\tau_{Rk,100,C1}$ [N/mm ²]	5,4	6,4	7,4	7,1	6,8	6,4	6,5	6,0
Temperature range III: 55°C / 75°C	$\tau_{Rk,100,C1}$ [N/mm ²]	3,6	3,2	3,2	3,3	2,9	3,0	3,0	3,0
Influence factors ψ on bond resistance $\tau_{Rk,C1}$ and $\tau_{Rk,100,C1}$									
Influence of concrete strength									
Temperature range I to III:	ψ_c [-]							1,0	

Table C24: Essential characteristics for fractional threaded rod according Annex A under tension load for seismic category C1 in concrete

Fractional threaded rod according to Annex A [in.]	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/4	
For a working life of 50 and 100 years								
Steel failure								
Characteristic resistance	$N_{Rk,s,C1}$ [kN]			$A_s \cdot f_{uk}$				
Combined pullout and concrete cone failure for a working life of 50 years								
Characteristic resistance in cracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT								
Temperature range I: 24°C / 40°C	$\tau_{Rk,C1}$ [N/mm ²]	8,2	10,1	10,5	9,7	8,9	9,0	8,5
Temperature range II: 43°C / 55°C	$\tau_{Rk,C1}$ [N/mm ²]	7,3	8,3	8,1	8,2	7,9	7,5	7,0
Temperature range III: 55°C / 75°C	$\tau_{Rk,C1}$ [N/mm ²]	3,2	3,2	3,3	2,9	3,0	3,0	2,5
Combined pullout and concrete cone failure for a working life of 100 years								
Characteristic resistance in cracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT								
Temperature range I: 24°C / 40°C	$\tau_{Rk,100,C1}$ [N/mm ²]	7,3	7,8	8,1	7,8	7,4	7,5	6,5
Temperature range II: 43°C / 55°C	$\tau_{Rk,100,C1}$ [N/mm ²]	6,4	6,9	7,1	6,8	6,9	6,5	6,0
Temperature range III: 55°C / 75°C	$\tau_{Rk,100,C1}$ [N/mm ²]	3,2	3,2	3,3	2,9	3,0	3,0	2,5
Influence factors ψ on bond resistance $\tau_{Rk,C1}$ and $\tau_{Rk,100,C1}$								
Influence of concrete strength								
Temperature range I to III:	ψ_c [-]						1,0	

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance

Essential characteristics under tension load for seismic performance category C1 in concrete

Annex C29

Table C25: Essential characteristics for internally threaded sleeve HIS-(R)N under tension load for seismic category C1 in concrete

HIS-(R)N		M8	M10	M12	M16	M20
For a working life of 50 and 100 years						
Steel failure						
Characteristic resistance HIS-N	$N_{Rk,s,C1}$ [kN]	25	46	67	125	116
Characteristic resistance HIS-RN	$N_{Rk,s,C1}$ [kN]	26	41	59	110	166
Combined pullout and concrete cone failure for a working life of 50 years						
Characteristic resistance in cracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT						
Temperature range I: 24°C / 40°C	$\tau_{Rk,C1}$ [N/mm ²]	8,4	8,6	8,7	9,0	9,0
Temperature range II: 43°C / 55°C	$\tau_{Rk,C1}$ [N/mm ²]	7,4	7,6	7,8	8,0	8,0
Temperature range III: 55°C / 75°C	$\tau_{Rk,C1}$ [N/mm ²]	2,8	3,3	3,4	3,5	3,5
Combined pullout and concrete cone failure for a working life of 100 years						
Characteristic resistance in cracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT						
Temperature range I: 24°C / 40°C	$\tau_{Rk,100,C1}$ [N/mm ²]	6,5	6,7	6,8	7,0	7,0
Temperature range II: 43°C / 55°C	$\tau_{Rk,100,C1}$ [N/mm ²]	5,6	6,2	6,3	6,5	6,5
Temperature range III: 55°C / 75°C	$\tau_{Rk,100,C1}$ [N/mm ²]	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0
Influence factors ψ on bond resistance $\tau_{Rk,C1}$ and $\tau_{Rk,100,C1}$						
Influence of concrete strength						
Temperature range I to III:	ψ_c [-]	1,0				

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance

Essential characteristics under tension load for seismic performance category C1 in concrete

Annex C30

Table C26: Essential characteristics for threaded rod under tension load for seismic category C1 in concrete

HIS-(R)N, size	[in.]	3/8	1/2	5/8	3/4
For a working life of 50 and 100 years					
Steel failure					
Characteristic resistance HIS-N Screw acc. to SAE J429 Grade 5 or ASTM A325 (1/2 in. to 3/4 in.)	$N_{Rk,s,C1}$ [kN]	41	76	121	130
Characteristic resistance HIS-N Screw acc. to ASTM A193 Grade B7	$N_{Rk,s,C1}$ [kN]	43	77	128	130
Characteristic resistance HIS-RN Screw acc. to ASTM A193 Grade B8M (AISI 316)	$N_{Rk,s,C1}$ [kN]	38	110	182	185
Characteristic resistance HIS-RN Screw acc. to ASTM A193 Grade B8T (AISI 321)	$N_{Rk,s,C1}$ [kN]	43	110	182	185
Combined pullout and concrete cone failure for a working life of 50 years					
Characteristic resistance in cracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT					
Temperature range I: 24°C / 40°C	$\tau_{Rk,C1}$ [N/mm ²]	8,6	8,7	9,0	9,0
Temperature range II: 43°C / 55°C	$\tau_{Rk,C1}$ [N/mm ²]	7,6	7,8	8,0	8,0
Temperature range III: 55°C / 75°C	$\tau_{Rk,C1}$ [N/mm ²]	2,9	2,9	3,0	3,0
Combined pullout and concrete cone failure for a working life of 100 years					
Characteristic resistance in cracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT					
Temperature range I: 24°C / 40°C	$\tau_{Rk,100,C1}$ [N/mm ²]	6,7	6,8	7,0	7,0
Temperature range II: 43°C / 55°C	$\tau_{Rk,100,C1}$ [N/mm ²]	6,2	6,3	6,5	6,5
Temperature range III: 55°C / 75°C	$\tau_{Rk,100,C1}$ [N/mm ²]	2,9	2,9	3,0	3,0
Influence factors ψ on bond resistance $\tau_{Rk,C1}$ and $\tau_{Rk,100,C1}$					
Influence of concrete strength					
Temperature range I to III:	ψ_c [-]	1,0			

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance

Essential characteristics under tension load for seismic performance category C1 in concrete

Annex C31

Table C27: Essential characteristics for Hilti Tension anchor HZA / HZA-R under tension load for seismic category C1 in concrete

HZA / HZA-R		M12	M16	M20	M24	M27
Rebar diameter	ϕ [mm]	12	16	20	25	28
For a working life of 50 and 100 years						
Steel failure						
Characteristic resistance HZA	$N_{Rk,s,C1}$ [kN]	46	86	135	194	253
Characteristic resistance HZA-R	$N_{Rk,s,C1}$ [kN]	62	111	173	248	¹⁾
Combined pullout and concrete cone failure for a working life of 50 years						
Characteristic resistance in cracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT						
Temperature range I:	24°C / 40°C $\tau_{Rk,C1}$ [N/mm ²]	11,0	11,4	11,6	10,9	11,0
Temperature range II:	43°C / 55°C $\tau_{Rk,C1}$ [N/mm ²]	9,2	9,5	9,7	9,4	9,5
Temperature range III:	55°C / 75°C $\tau_{Rk,C1}$ [N/mm ²]	3,7	3,8	3,4	3,5	3,5
Combined pullout and concrete cone failure for a working life of 100 years						
Characteristic resistance in cracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT						
Temperature range I:	24°C / 40°C $\tau_{Rk,100,C1}$ [N/mm ²]	9,2	9,0	9,2	8,9	9,0
Temperature range II:	43°C / 55°C $\tau_{Rk,100,C1}$ [N/mm ²]	8,3	8,1	8,2	7,9	8,0
Temperature range III:	55°C / 75°C $\tau_{Rk,100,C1}$ [N/mm ²]	3,7	3,8	3,4	3,5	3,5
Influence factors ψ on bond resistance $\tau_{Rk,C1}$ and $\tau_{Rk,100,C1}$						
Influence of concrete strength						
Temperature range I to III:	ψ_c [-]	1,0				

¹⁾ No performance assessed.

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance

Essential characteristics under tension load for seismic performance category C1 in concrete

Annex C32

Table C28: Essential characteristics for reinforcing bars (rebars) under tension load for seismic category C1 in concrete

Reinforcing bar (rebar)	$\phi 10$	$\phi 12$	$\phi 14$	$\phi 16$	$\phi 18$	$\phi 20$	$\phi 24$	$\phi 25$	$\phi 28$	$\phi 30$	$\phi 32$
For a working life of 50 and 100 years											
Steel failure											
Characteristic resistance $N_{Rk,s,C1}$ [kN]	$A_s \cdot f_{uk}^{1)}$										
Characteristic resistance Rebar B500B acc. to DIN 488 ²⁾ $N_{Rk,s,C1}$ [kN]	43	62	85	111	140	173	249	270	339	389	442
Combined pullout and concrete cone failure for a working life of 50 years											
Characteristic resistance in cracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT											
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{Rk,C1}$ [N/mm ²]	9,1	11,0	11,0	11,4	11,5	11,6	10,8	10,9	11,0	11,0	11,0
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{Rk,C1}$ [N/mm ²]	7,7	9,2	9,2	9,5	9,6	9,7	9,3	9,4	9,5	9,5	9,0
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{Rk,C1}$ [N/mm ²]	3,6	3,7	3,7	3,8	3,8	3,4	3,4	3,5	3,5	3,5	3,5
Combined pullout and concrete cone failure for a working life of 100 years											
Characteristic resistance in cracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD and diamond cored holes with roughening with Hilti Roughening tool TE-YRT											
Temperature range I: 24°C / 40°C $\tau_{Rk,100,C1}$ [N/mm ²]	8,2	9,2	9,2	9,0	9,1	9,2	8,8	8,9	9,0	9,0	9,0
Temperature range II: 43°C / 55°C $\tau_{Rk,100,C1}$ [N/mm ²]	7,3	8,3	8,3	8,1	8,2	8,2	7,8	7,9	8,0	8,0	8,0
Temperature range III: 55°C / 75°C $\tau_{Rk,100,C1}$ [N/mm ²]	3,6	3,7	3,7	3,8	3,8	3,4	3,4	3,5	3,5	3,5	3,5
Influence factors ψ on bond resistance $\tau_{Rk,C1}$ and $\tau_{Rk,100,C1}$											
Influence of concrete strength											
Temperature range I to III: ψ_c [-]	1,0										

¹⁾ f_{uk} according to rebar specification.

²⁾ Values need to be calculated acc. EAD 330499-02, Eq. 2.1, if rebars do not fulfil the requirements acc. DIN 488.

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance

Essential characteristics under tension load for seismic performance category C1 in concrete

Annex C33

Table C29: Essential characteristics for metric threaded rod according Annex A under shear load for seismic category C1 in concrete

Threaded rod, HAS-U-..., HIT-V-..., AM...8.8	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	
For a working life of 50 and 100 years									
Annular gap factor without Hilti Filling Set α_{gap}	[-] 0,5								
Annular gap factor with Hilti Filling Set α_{gap}	[-] 1,0							1)	
Steel failure without lever arm									
Characteristic resistance HAS 5.8, HAS-U-5.8, HIT-V-5.8	$V_{Rk,s,C1}$	[kN]	0,6 · A_s · f_{uk}						
Characteristic resistance HAS 8.8, HAS-U-8.8., HIT-V-8.8, AM...8.8	$V_{Rk,s,C1}$	[kN]	0,5 · A_s · f_{uk}						
Characteristic resistance Commercial standard threaded rod	$V_{Rk,s,C1}$	[kN]	0,35 · A_s · f_{uk}						

1) No performance assessed.

Table C30: Essential characteristics for fractional threaded rod according Annex A under shear load for seismic category C1 in concrete

Threaded rod, HAS-..., HIT-V, size	[in.]	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/4	
For a working life of 50 and 100 years									
Annular gap factor without Hilti Filling Set α_{gap}	[-] 0,5								
Steel failure without lever arm									
Characteristic resistance HAS-..., HIT-V	$V_{Rk,s,C1}$	[kN]	0,5 · A_s · f_{uk}						
Characteristic resistance Commercial standard threaded rod	$V_{Rk,s,C1}$	[kN]	0,35 · A_s · f_{uk}						

Table C31: Essential characteristics for internally threaded sleeve HIS-(R)N under shear load for seismic category C1 in concrete

HIS-(R)N	M8	M10	M12	M16	M20		
For a working life of 50 and 100 years							
Annular gap factor without Hilti Filling Set α_{gap}	[-] 0,5						
Annular gap factor with Hilti Filling Set α_{gap}	[-] 1,0						
Steel failure without lever arm							
Characteristic resistance HIS-N with screw 8.8	$V_{Rk,s,C1}$	[kN]	9,0	16	27	41	39
Characteristic resistance HIS-RN with screw grade 70	$V_{Rk,s,C1}$	[kN]	9,0	14	21	39	58

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance

Essential characteristics under shear load for seismic performance category C1 in concrete

Annex C34

Table C32: Essential characteristics for internally threaded sleeve HIS-(R)N under shear load for seismic category C1 in concrete

HIS-(R)N, size	[in.]	3/8	1/2	5/8	3/4	
For a working life of 50 and 100 years						
Annular gap factor without Hilti Filling Set	α_{gap}	[-]				0,5
Steel failure without lever arm						
Characteristic resistance HIS-N Screw acc. to SAE J429 Grade 5 or ASTM A325 (1/2 in. to 3/4 in.)	$V_{Rk,s,C1}$	[kN]	14	27	42	45
Characteristic resistance HIS-N Screw acc. to ASTM A193 Grade B7	$V_{Rk,s,C1}$	[kN]	15	28	44	45
Characteristic resistance HIS-RN Screw acc. to ASTM A193 Grade B8M (AISI 316)	$V_{Rk,s,C1}$	[kN]	13	24	39	65
Characteristic resistance HIS-RN Screw acc. to ASTM A193 Grade B8T (AISI 321)	$V_{Rk,s,C1}$	[kN]	15	28	44	65

Table C33: Essential characteristics for Hilti Tension anchor HZA / HZA-R under shear load for seismic category C1 in concrete

HZA / HZA-R		M12	M16	M20	M24	M27	
For a working life of 50 and 100 years							
Annular gap factor without Hilti Filling Set	α_{gap}	[-]					0,5
Steel failure without lever arm							
Characteristic resistance HZA	$V_{Rk,s,C1}$	[kN]	23	43	67	97	126
Characteristic resistance HZA-R	$V_{Rk,s,C1}$	[kN]	31	55	86	124	¹⁾

¹⁾ No performance assessed.

Table C34: Essential characteristics for reinforcing bars (rebars) under shear load for seismic category C1 in concrete

Reinforcing bar (rebar)		$\phi 10$	$\phi 12$	$\phi 14$	$\phi 16$	$\phi 18$	$\phi 20$	$\phi 24$	$\phi 25$	$\phi 28$	$\phi 30$	$\phi 32$	
For a working life of 50 and 100 years													
Steel failure without lever arm													
Characteristic resistance	$V_{Rk,s,C1}$	[kN]	$0,35 \cdot A_s \cdot f_{uk}$ ¹⁾										
Characteristic resistance Rebar B500B acc. to DIN 488 ²⁾	$V_{Rk,s,C1}$	[kN]	15	22	30	39	49	60	87	95	118	136	155

¹⁾ f_{uk} according to rebar specification.

²⁾ Values need to be calculated acc. EAD 330499-02, Eq. 2.1, if rebars do not fulfil the requirements acc. DIN 488.

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance

Essential characteristics under shear load for seismic performance category C1 in concrete

Annex C35

Table C35: Essential characteristics for metric threaded rod according Annex A under tension load for seismic category C2 in concrete

Metric threaded rod according Annex A	M12	M16	M20	M24	M27	M30
For a working life of 50 and 100 years						
Steel failure						
Characteristic resistance HAS (8.8, 8.8 HDG, A4), HAS-U (8.8, 8.8 HDG, A4, HCR), HIT-V (-8.8, -8.8F, -R, -HCR), AM (8.8, 8.8 HDG), Threaded rod (electroplated zinc coated 8.8, CRC II, CRC III and CRC V, see Table A1)	$N_{Rk,s,C2}$ [kN]		$A_s \cdot f_{uk}$			
Combined pullout and concrete cone failure for a working life of 50 years						
Characteristic resistance in cracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD						
Temperature range I: 24°C / 40°C	$\tau_{Rk,C2}$ [N/mm ²]	3,7	6,5	5,8	6,0	5,0
Temperature range II: 43°C / 55°C	$\tau_{Rk,C2}$ [N/mm ²]	3,1	5,3	4,8	5,0	4,2
Temperature range III: 55°C / 75°C	$\tau_{Rk,C2}$ [N/mm ²]	1,2	2,1	1,9	1,9	1,6
Combined pullout and concrete cone failure for a working life of 100 years						
Characteristic resistance in cracked concrete C20/25 in hammer drilled holes and hammer drilled holes with Hilti hollow drill bit TE-CD or TE-YD						
Temperature range I: 24°C / 40°C	$\tau_{Rk,100,C2}$ [N/mm ²]	3,7	6,5	5,8	6,0	5,0
Temperature range II: 43°C / 55°C	$\tau_{Rk,100,C2}$ [N/mm ²]	3,0	5,3	4,8	4,9	4,1
Temperature range III: 55°C / 75°C	$\tau_{Rk,100,C2}$ [N/mm ²]	1,2	2,1	1,9	1,9	1,6
Influence factor ψ on bond resistance $\tau_{Rk,C2}$ and $\tau_{Rk,100,C2}$						
Influence of concrete strength						
Temperature range I to III:	ψ_c [-]	1,0				

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance

Essential characteristics under tension load for seismic performance category C2 in concrete

Annex C36

Table C36: Essential characteristics for metric threaded rod according Annex A under shear load for seismic category C2 in concrete

Metric threaded rod according Annex A	M12	M16	M20	M24	M27	M30
For a working life of 50 and 100 years						
Annular gap factor without Hilti Filling Set α_{gap} [-]	0,5					
Annular gap factor with Hilti Filling Set α_{gap} [-]	1,0				1)	
Steel failure without lever arm with Hilti Filling Set						
Characteristic resistance HAS 8.8, HAS-U 8.8, HIT-V-8.8, AM 8.8 $V_{Rk,s,C2}$ [kN]	28	46	77	103	1)	
Steel failure without lever arm without Hilti Filling Set						
Characteristic resistance HAS 8.8, HAS-U 8.8, HIT-V-8.8, AM 8.8 $V_{Rk,s,C2}$ [kN]	24	40	71	90	121	135
Characteristic resistance HAS 8.8, HAS-U 8.8 HDG, HIT-V-8.8F, AM HDG 8.8 $V_{Rk,s,C2}$ [kN]	18	30	46	66	1)	
Characteristic resistance HAS A4, HAS-U A4, HIT-V-R $V_{Rk,s,C2}$ [kN]	21	35	62	79	76	84
Characteristic resistance HAS-U HCR, HIT-V-HCR $V_{Rk,s,C2}$ [kN]	24	40	71	79	106	118
Characteristic resistance Commercial standard threaded rod 8.8 $V_{Rk,s,C2}$ [kN]	17	28	50	63	85	95
Characteristic resistance Commercial standard threaded rod A4 $V_{Rk,s,C2}$ [kN]	15	25	43	55	53	59
Characteristic resistance Commercial standard threaded rod HCR $V_{Rk,s,C2}$ [kN]	17	28	50	55	74	83

1) No performance assessed.

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance

Essential characteristics under shear load for seismic performance category C2 in concrete

Annex C37

Table C37: Displacements for metric threaded rod according Annex A under tension load for seismic category C2 in concrete

Metric threaded rod according Annex A		M12	M16	M20	M24	M27	M30
Threaded rod, HAS 8.8, HAS-U-..., HIT-V-..., AM...8.8	$\delta_{N,C2(DLS)}$ [mm]	0,2	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5
	$\delta_{N,C2(ULS)}$ [mm]	0,6	1,2	0,9	0,8	1,0	0,9

Table C38: Displacements for metric threaded rod according Annex A under shear load for seismic category C2 in concrete

Metric threaded rod according Annex A		M12	M16	M20	M24	M27	M30
Installation with Hilti Filling Set							
HAS 8.8, HAS-U 8.8, HIT-V 8.8, AM 8.8	$\delta_{V,C2(DLS)}$ [mm]	0,6	1,2	1,4	1,1	1)	
	$\delta_{V,C2(ULS)}$ [mm]	3,1	3,2	3,7	2,6	1)	
Installation without Hilti Filling Set							
Threaded rod, HAS..., HAS-U-..., HIT-V-..., AM 8.8	$\delta_{V,C2(DLS)}$ [mm]	1,9	3,2	2,5	3,5	3,0	1,9
	$\delta_{V,C2(ULS)}$ [mm]	4,4	9,2	7,1	10,2	7,2	6,3
HAS 8.8 HDG, HAS-U 8.8 HDG, HIT-V-F 8.8, AM HDG 8.8	$\delta_{V,C2(DLS)}$ [mm]	2,2	2,3	3,8	3,4	1)	
	$\delta_{V,C2(ULS)}$ [mm]	4,1	4,3	9,1	8,4	1)	

1) No performance assessed.

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance

Displacements for seismic performance category C2 in concrete

Annex C38

Characteristic bond resistance of a single bonded fastener $\tau_{Rk,fi,p}(\theta)$ for concrete strength classes C20/25 to C50/60 with all drilling methods under fire conditions²

The characteristic bond resistance of a single bonded fastener under fire conditions $\tau_{Rk,fi,p}$ for a given temperature (θ) shall be calculated using the following equations:

$$\tau_{Rk,fi,p}(\theta) = k_{fi,p}(\theta) \cdot \tau_{Rk,cr,C20/25}$$

where: $\theta \leq \theta_{max}$: $k_{fi,p}(\theta) = k_{fi,p,100y}(\theta) = 39,83 \cdot \theta^{-1,266} \leq 1,0$

and $\theta < \theta_{max}$: $k_{fi,p}(\theta) = k_{fi,p,100y}(\theta) = 0,0$

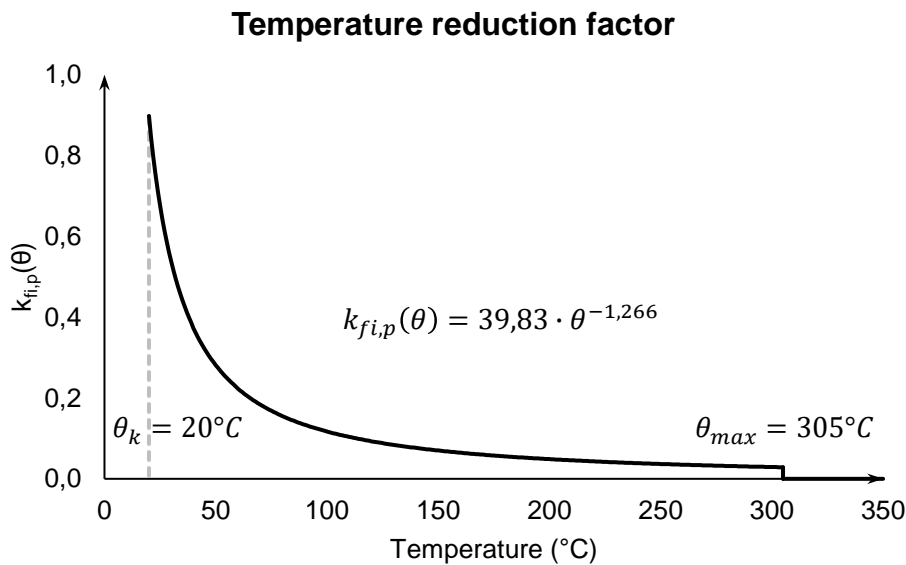
$\theta_{max} = 305^{\circ}\text{C}$

$\tau_{Rk,fi,p}$ = characteristic bond resistance for cracked concrete under fire exposure for a given temperature (θ)

$k_{fi,p}(\theta)$ = reduction factor for bond resistance under fire exposure

$\tau_{Rk,cr,C20/25}$ = characteristic bond resistance for cracked concrete for concrete strength class C20/25 for the relevant temperature range

Figure C5: Reduction factor $k_{fi,p}(\theta)$



² Refer to Annex B1 for the characteristic resistance of a fastener, a group of fasteners and the tensioned fasteners of a group of fasteners in case of combined pull-out and concrete failure under fire conditions $N_{Rk,p,fi}$

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance

Reduction factor for pull-out failure of single fasteners under fire conditions

Annex C39

Table C39: Characteristic resistance under tension load in case of steel failure under fire conditions

Fastener size		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
HAS 5.8, 5.8 HDG	$N_{Rk,s,fi(30)}$ [kN]	1,04	1,77	2,76	5,15	8,04	11,58	15,05	18,40
HAS 8.8, 8.8 HDG	$N_{Rk,s,fi(60)}$ [kN]	0,81	1,34	2,03	3,79	5,91	8,51	11,07	13,53
HAS-U 5.8, 5.8 HDG	$N_{Rk,s,fi(90)}$ [kN]	0,59	0,91	1,30	2,42	3,78	5,45	7,09	8,66
HIT-V 5.8, 5.8F	$N_{Rk,s,fi(120)}$ [kN]	0,47	0,70	0,94	1,74	2,72	3,92	5,09	6,22
HAS A4 HAS-U A4-70 HAS-U HCR	$N_{Rk,s,fi(30)}$ [kN]	2,67	4,85	7,94	14,78	23,06	33,23	43,21	52,81
	$N_{Rk,s,fi(60)}$ [kN]	1,93	3,44	5,57	10,37	16,18	23,32	30,32	37,06
	$N_{Rk,s,fi(90)}$ [kN]	1,18	2,03	3,20	5,96	9,30	13,40	17,43	21,30
	$N_{Rk,s,fi(120)}$ [kN]	0,80	1,33	2,02	3,76	5,86	8,44	10,98	13,42

Table C40: Characteristic resistance under tension load in case of steel failure under fire conditions

Fastener size		[in.]	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/4
HAS-E-55 HAS-B-105 (HDG)	$N_{Rk,s,fi(30)}$ [kN]		1,50	3,00	4,78	7,08	9,77	12,82	20,50
	$N_{Rk,s,fi(60)}$ [kN]		1,15	2,21	3,52	5,20	7,18	9,42	15,08
	$N_{Rk,s,fi(90)}$ [kN]		0,79	1,41	2,25	3,33	4,60	6,03	9,65
	$N_{Rk,s,fi(120)}$ [kN]		0,61	1,02	1,62	2,39	3,31	4,34	6,94

Table C41: Characteristic resistance under tension load in case of concrete cone and splitting failure under fire conditions

Fastener size			M8, M10, M12, M16, M20, M24, M27, M30 [in.] 3/8, 1/2, 5/8, 3/4, 7/8, 1, 1 1/4						
HAS 5.8, 5.8 HDG HAS 8.8, 8.8 HDG HAS-U 5.8, 5.8 HDG HAS-U 8.8, 8.8 HDG HIT-V 5.8, 5.8F HIT-V 8.8, 8.8F	$N_{Rk,c,fi(30)}^0$ [kN]		$\frac{h_{ef}}{200} \cdot N_{Rk,c}^0 \leq N_{Rk,c}^0$						
	$N_{Rk,c,fi(60)}^0$ [kN]								
	$N_{Rk,c,fi(90)}^0$ [kN]								
	$N_{Rk,c,fi(120)}^0$ [kN]								
HAS-E-55 HAS-B-105 (HDG) HAS A4 HAS-U A4-70 HAS-U HCR	$N_{Rk,c,fi(120)}^0$ [kN]		$0,8 \cdot \frac{h_{ef}}{200} \cdot N_{Rk,c}^0 \leq N_{Rk,c}^0$						
Characteristic spacing	$S_{cr,N,fi}$ [mm]		$4h_{ef}$						
Characteristic edge distance	$C_{cr,N,fi}$ [mm]		$2h_{ef}$						

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance

Characteristic resistance under tension load in case of steel and concrete cone failure under fire conditions

Annex C40

Table C42: Characteristic resistance under shear load in case of steel failure under fire conditions

Fastener size		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
HAS 5.8, 5.8 HDG HAS 8.8, 8.8 HDG HAS-U 5.8, 5.8 HDG HAS-U 8.8, 8.8 HDG HIT-V 5.8, 5.8F HIT-V 8.8, 8.8F	$V_{Rk,s,fi(30)}$ [kN]	1,04	1,77	2,76	5,15	8,04	11,58	15,05	18,40
	$V_{Rk,s,fi(60)}$ [kN]	0,81	1,34	2,03	3,79	5,91	8,51	11,07	13,53
	$V_{Rk,s,fi(90)}$ [kN]	0,59	0,91	1,30	2,42	3,78	5,45	7,09	8,66
	$V_{Rk,s,fi(120)}$ [kN]	0,47	0,70	0,94	1,74	2,72	3,92	5,09	6,22
	$M_{Rk,s,fi(30)}^0$ [Nm]	1,06	2,28	4,29	10,92	21,28	36,81	54,58	73,76
	$M_{Rk,s,fi(60)}^0$ [Nm]	0,83	1,73	3,15	8,02	15,65	27,07	40,14	54,23
	$M_{Rk,s,fi(90)}^0$ [Nm]	0,60	1,17	2,02	5,13	10,01	17,32	25,69	34,71
	$M_{Rk,s,fi(120)}^0$ [Nm]	0,48	0,89	1,45	3,69	7,20	12,45	18,46	24,95
HAS A4 HAS-U A4-70 HAS-U HCR	$V_{Rk,s,fi(30)}$ [kN]	2,67	4,85	7,94	14,78	23,06	33,23	43,21	52,81
	$V_{Rk,s,fi(60)}$ [kN]	1,93	3,44	5,57	10,37	16,18	23,32	30,32	37,06
	$V_{Rk,s,fi(90)}$ [kN]	1,18	2,03	3,20	5,96	9,30	13,40	17,43	21,30
	$V_{Rk,s,fi(120)}$ [kN]	0,80	1,33	2,02	3,76	5,86	8,44	10,98	13,42
	$M_{Rk,s,fi(30)}^0$ [Nm]	2,73	6,25	12,33	31,34	61,10	105,67	156,68	211,71
	$M_{Rk,s,fi(60)}^0$ [Nm]	1,97	4,43	8,65	21,99	42,87	74,14	109,93	148,55
	$M_{Rk,s,fi(90)}^0$ [Nm]	1,20	2,62	4,97	12,64	24,64	42,61	63,19	85,38
	$M_{Rk,s,fi(120)}^0$ [Nm]	0,82	1,71	3,13	7,96	15,52	26,85	39,81	53,80

Table C43: Characteristic resistance under shear load in case of steel failure under fire conditions

Fastener size		[in.]	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/4
HAS-E-55 HAS-B-105 (HDG)	$V_{Rk,s,fi(30)}$ [kN]		1,50	3,00	4,78	7,08	9,77	12,82	20,50
	$V_{Rk,s,fi(60)}$ [kN]		1,15	2,21	3,52	5,20	7,18	9,42	15,08
	$V_{Rk,s,fi(90)}$ [kN]		0,79	1,41	2,25	3,33	4,60	6,03	9,65
	$V_{Rk,s,fi(120)}$ [kN]		0,61	1,02	1,62	2,39	3,31	4,34	6,94
	$M_{Rk,s,fi(30)}^0$ [Nm]		1,96	4,45	9,77	17,59	28,54	42,88	86,77
	$M_{Rk,s,fi(60)}^0$ [Nm]		1,44	3,39	7,18	12,94	20,98	31,53	63,81
	$M_{Rk,s,fi(90)}^0$ [Nm]		0,92	2,34	4,59	8,28	13,43	20,18	40,84
	$M_{Rk,s,fi(120)}^0$ [Nm]		0,66	1,81	3,30	5,95	9,65	14,50	29,35

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance

Characteristic resistance under shear load in case of steel failure under fire conditions

Annex C41

Table C44: Characteristic resistance under shear load in case of pryout failure under fire conditions

Fastener size		M8, M10, M12, M16, M20, M24, M27, M30 [in.] 3/8, 1/2, 5/8, 3/4, 7/8, 1, 1 1/4
HAS 5.8, 5.8 HDG HAS 8.8, 8.8 HDG	$V_{Rk,cp,fi(30)}$ [kN]	$k_8 \cdot N_{Rk,c,fi(90)}$
HAS-U 5.8, 5.8 HDG HAS-U 8.8, 8.8 HDG	$V_{Rk,cp,fi(60)}$ [kN]	
HIT-V 5.8, 5.8F HIT-V 8.8, 8.8F	$V_{Rk,cp,fi(90)}$ [kN]	
HAS-E-55 HAS-B-105 (HDG) HAS A4 HAS-U A4-70 HAS-U HCR	$V_{Rk,cp,fi(120)}$ [kN]	

Table C45: Characteristic resistance under shear load in case of concrete edge failure under fire conditions

Fastener size		M8, M10, M12, M16, M20, M24, M27, M30 [in.] 3/8, 1/2, 5/8, 3/4, 7/8, 1, 1 1/4
HAS 5.8, 5.8 HDG HAS 8.8, 8.8 HDG	$V_{Rk,c,fi(30)}$ [kN]	$0,25 \cdot V_{Rk,c}^0$
HAS-U 5.8, 5.8 HDG HAS-U 8.8, 8.8 HDG	$V_{Rk,c,fi(60)}$ [kN]	
HIT-V 5.8, 5.8F HIT-V 8.8, 8.8F	$V_{Rk,c,fi(90)}$ [kN]	
HAS-E-55 HAS-B-105 (HDG) HAS A4 HAS-U A4-70 HAS-U HCR	$V_{Rk,c,fi(120)}$ [kN]	$0,20 \cdot V_{Rk,c}^0$

Injection system Hilti HIT-RE 500 V4

Performance

Characteristic resistance under shear load in case of concrete pryout and concrete edge failure under fire conditions

Annex C42

8 ALLEGATO 2: TAVOLA APPARECCHIO DI VINCOLO

Per la costruzione dell'apparecchio di vincolo si faccia riferimento alla Tavola 01 allegata alla presente relazione.

9 ALLEGATO 3: REPORT INDAGINI IN SITO E RISULTANZA PROVE DI COMPRESSIONE SU CALCESTRUZZO

RAPPORTO TECNICO DI PROVA

OSPEDALE DI ESINE (BS)

Indagini e Prove



p.c.: Dott. Ing. Massimo Oldrati

Documento RdP-289-2024	Data Giugno 2024	Pagine relazione 9
Commessa 024_24_SC	Revisione -	Allegati 1. Rapporti di prova
Redatto da ing. Mattia Almeri	Revisionato da ing. Stefano Casari	Il Responsabile ing. Paolo Panzeri 

P&P LMC srl / via Pastrengo, 9 - 24068 Seriate (BG) tel. +39 035 32 357 info@peplmc.it www.peplmc.it

INDICE

1	PREMESSE E SCOPI	3
2	RILIEVO CON PACOMETRO	4
3	PRELIEVO E PROVE DI COMPRESSIONE SU CAROTE DI CALCESTRUZZO	5
4	INDAGINE GEORADAR	7
4.1	STRUMENTAZIONE DI MISURA ED ACQUISIZIONE DATI.....	7
4.2	MODALITÀ DI ESECUZIONE DELL'INDAGINE	8
4.3	RISULTATI OTTENUTI.....	9

ALLEGATI

Allegato 1: Rapporti di prova

1 PREMESSE E SCOPI

La presente relazione riferisce in merito ai risultati delle indagini diagnostiche e conoscitive condotte presso l'ospedale di Esine sito in via Alessandro Manzoni, 142 a Esine (BS).

Gli esami e le analisi hanno riguardato la platea di fondazione per il serbatoio dell'ossigeno.

Le indagini sono state eseguite durante la giornata del 21 maggio 2024 da tecnico specializzato della P&P LMC di Seriate (BG) secondo quanto preventivamente concordato con la Committenza.

Nella tabella di seguito si elencano in sintesi le indagini effettuate e la relativa nomenclatura.

PIANO DELLE INDAGINI		
ID	Tipologia di indagine	Quantità
C	Prelievo di carote per prova di compressione	2
-	Indagini pacometriche integrate con georadar per individuazione dell'armatura	A corpo

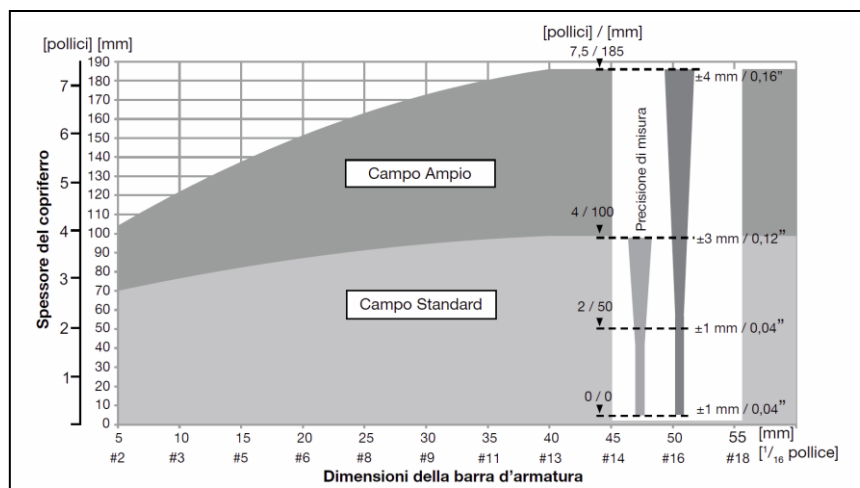
Nei successivi paragrafi vengono espone le modalità di rilievo geometrico, le tecniche di prova, le modalità di analisi e si riportano i risultati ottenuti dalle indagini.

2 RILIEVO CON PACOMETRO

Nell'ambito della campagna di indagine sono stati effettuati rilievi pacometrici all'estradosso della platea.

Lo strumento per l'indagine pacometrica si basa sull'applicazione della tecnica induttiva, che sfrutta la variazione del flusso magnetico generato da un magnete posto sulla superficie del calcestruzzo perturbato dalla presenza delle barre metalliche incluse nel conglomerato. L'intensità del flusso magnetico dipende non solo della presenza delle barre ma anche dallo spessore del copriferro e dal diametro delle stesse barre. Ne deriva pertanto che l'intensità del segnale e conseguentemente la capacità di individuare barre d'armatura e l'incertezza di misura, risultano condizionate dall'eventuale presenza di altro materiale conduttore posto in vicinanza (ad esempio presenza di armature vicine a quelle in esame e poste a distanza indicativamente inferiore a 400 mm). Altri fattori che possono influenzare l'incertezza di misura sono la profondità del ricoprimento di calcestruzzo (ovvero il copriferro) e la stessa consistenza del calcestruzzo investigato.

Di seguito si fornisce un grafico che illustra indicativamente la capacità della strumentazione di individuare la presenza di barre d'armatura in funzione della profondità di copertura, indicando anche l'accuratezza attesa dalla misurazione. Si osserva che il grafico vale nell'ipotesi che non vi siano errori indotti dalla presenza di armature vicine. Pertanto, nel caso di presenza di armature entro il raggio d'influenza (circa 400 mm), la capacità dello strumento di individuare correttamente la presenza e il diametro delle armature e la relativa accuratezza di misurazione, può risultare ulteriormente condizionata.



Campi di misura e precisione nella determinazione del copriferro

Il rilievo nei punti indagati è stato eseguito mediante le seguenti modalità:

- determinazione della posizione, diametro e passo delle armature correnti e delle staffe (se presenti);
- misura del copriferro delle armature longitudinali e trasversali.

Nel caso in esame non è stata rilevata la presenza di armatura tramite pacometro.

3 PRELIEVO E PROVE DI COMPRESSIONE SU CAROTE DI CALCESTRUZZO

Per quanto concerne i materiali, sono state condotte prove sperimentali distruttive sugli elementi strutturali in calcestruzzo armato.

Per caratterizzare la resistenza meccanica a compressione del calcestruzzo sono stati effettuati n. 2 prelievi costituiti da un provino cilindrico avente diametro nominale pari a 80 mm. Le indagini nominate con la sigla "C" sono state eseguite all'estradosso della platea, nelle posizioni concordate in situ con la Committenza.

Il carotaggio è stato eseguito secondo le prescrizioni della norma UNI EN 12504-1 procedendo in profondità in modo da assicurare il prelievo di carota di lunghezza utile per l'esecuzione della prova di compressione con l'accortezza di non intercettare barre di armatura. Prima dell'esecuzione del carotaggio è stata, al proposito, eseguita la ricerca della posizione di eventuali ferri d'armatura tramite pacometro.

Sul provino appena estratto dalla struttura è stata eseguita (secondo norma UNI EN 14630) la prova di carbonatazione con il metodo del viraggio chimico, utilizzando come indicatore una soluzione acquosa di fenolftaleina all'1% in alcool etilico al 70%. Tale soluzione vira al rosso-violetto a contatto con materiali aventi un pH superiore a 9.2, mentre rimane incolore per valori di pH inferiori. In queste condizioni il ferro d'armatura perde la sua passività ed è quindi in grado di subire la corrosione.

La carota estratta, previo condizionamento con taglio (per eliminare la testa del campione) e successiva spianatura, è stata sottoposta a prova di resistenza a compressione presso il Laboratorio Ufficiale Min. LL.PP. Legge 1086/71 di P&P LMC.

Il rapporto di prova di compressione sulle carote è riportato in allegato alla presente relazione.

Di seguito alcune immagini delle operazioni di carotaggio in situ.



Fasi di esecuzione dei carotaggi

Nella tabella seguente vengono raccolte in sintesi le caratteristiche dei provini estratti e contestualmente si presentano i risultati ottenuti dalle prove di compressione e di carbonatazione.

PROVE DI COMPRESSIONE SU CAROTE IN CALCESTRUZZO

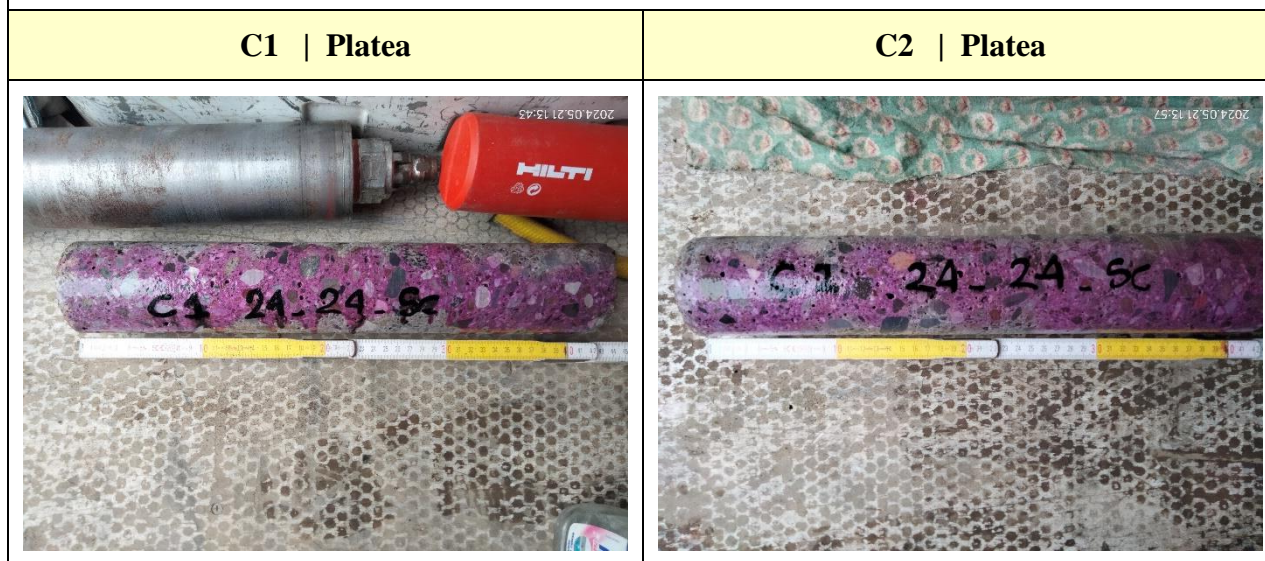
ID	Elemento strutturale	Livello	L _{carota estratta} [cm]	P _{carbonat.} [cm]	Ø [mm]	H _{carota} [mm]	Ø/H	Massa volumica [kg/m ³]	R _{c carota} [Mpa]	Tipo rottura*
C1	Platea	-	42	0,0	74	75	1/1	2300	34,8	S
C2	Platea	-	41	0,0	74	74	1/1	2330	39,6	S

*Tipo di rottura: S = soddisfacente (bitronco-conica); A÷K = non soddisfacente.

Si precisa che i carotaggi sono stati effettuati in verticale su tutta l'altezza del getto della platea. Pertanto, quest'ultima presenta uno spessore di circa 42 cm.

Di seguito si mostrano le immagini del campione estratto in sito su cui è stata eseguita la prova di carbonatazione.

PRELIEVI DI CAROTE IN CALCESTRUZZO



4 INDAGINE GEORADAR

La tecnica di indagine comunemente definita georadar (nota in campo internazionale con la locuzione di origine anglosassone di Ground Probing Radar - GPR), è una tecnica di indagine del sottosuolo o dei materiali, condotta a piccole profondità, basata sulla riflessione delle onde elettromagnetiche con frequenza compresa tra 10 e 3000 MHz.

Il georadar, una volta valutate le caratteristiche elettriche del mezzo attraversato dall'impulso elettromagnetico, è in grado di "vedere" la forma dell'oggetto, il suo spessore e valutare la profondità alla quale esso si trova, con una precisione ed una attendibilità che sono normalmente funzione di alcuni parametri ed in particolare:

- materiale nel quale si indaga;
- profondità a cui si trova l'oggetto di interesse;
- dimensioni geometriche dell'oggetto di interesse.

La tecnica operativamente consiste nell'invio nel materiale di impulsi elettromagnetici ad alta frequenza (radio frequenze) e nella misura del tempo impiegato dal segnale a ritornare al ricevitore dopo essere stato riflesso da eventuali discontinuità intercettate durante il suo percorso. Tali riflessioni sono causate in generale dal cambiamento delle proprietà elettriche del materiale, dalla variazione del contenuto d'acqua, da cambiamenti litostratigrafici. In particolare, nel caso della prospezione per scopi strutturali e/o geotecnici, le riflessioni possono essere prodotte da strutture, da vuoti presenti nel terreno, da elementi metallici e da superfici di contatto tra strati differenti.

Graficamente l'indagine restituisce una "vista" in profondità nel materiale indagato con presenza di segni noti come "iperboli di riflessione", il cui vertice indica la posizione spaziale di un generico oggetto rilevato all'interno della matrice del materiale investigato.

4.1 STRUMENTAZIONE DI MISURA ED ACQUISIZIONE DATI

Il sistema è costituito nel suo complesso da un'unità centrale che genera il segnale e da un'antenna di opportuna frequenza che lo trasmette e lo riceve. La strumentazione più raffinata consente di connettere - non contemporaneamente - più antenne di diversa frequenza allo scopo di ottimizzare la qualità dell'indagine, privilegiando a seconda dei casi la precisione dell'indagine a discapito della profondità di penetrazione oppure quest'ultima rinunciando in parte alla migliore precisione e quindi alla qualità nell'individuazione degli oggetti ricercati.

La visualizzazione dei tracciati avviene attraverso lo schermo di un computer connesso all'unità centrale attraverso un cavo ethernet.

Nel caso in esame l'indagine è stata condotta utilizzando la seguente strumentazione:

Radar all-in-one C-Thru:

Il sistema è costituito nel suo complesso da un'unità all-in-one che genera il segnale e da una coppia di antenne integrate di opportuna frequenza che lo trasmettono e lo ricevono. La strumentazione raffinata consente di gestire contemporaneamente più antenne di diversa frequenza allo scopo di ottimizzare la qualità dell'indagine, privilegiando a seconda dei casi la precisione dell'indagine a discapito della profondità di penetrazione oppure quest'ultima rinunciando in parte alla migliore precisione e quindi alla qualità nell'individuazione degli oggetti ricercati.

La visualizzazione dei tracciati avviene direttamente attraverso lo schermo dell'unità oppure attraverso lo schermo di un tablet con funzione di desktop remoto e connessione wifi.

Si riporta la scheda tecnica della strumentazione utilizzata:



SPECIFICHE TECNICHE		SPECIFICHE MECCANICHE	
ANTENNA CENTER FREQUENCY	2.0 GHz	DIMENSIONS (LENGTH X WIDTH X HEIGHT)	285mm x 205mm x 140mm (11.2in x 8.0in x 5.5in)
ANTENNA POLARISATION	Horizontal and Vertical	WEIGHT	2.4 kg (5 lbs) with battery
NUMBER OF RADAR CHANNELS	2 (dual-polarised antenna)	DISPLAY	7.0 inches TFT (multi-touch)
SCAN INTERVAL	Up to 30 scans/min	SPECIFICHE ACCESSORI	
DEPTH RANGE	Up to 90 cm (up to 29.5 in.)	C-THRU'S EXTERNAL CONTROLLER	Data processing and representation of results in Augmented Reality
POSITIONING SYSTEM	"Virtual Pin" (based on 3 High safety Class 1 laser sensors with reflective target)	C-THRU'S HANDLE	<ul style="list-style-type: none"> Aluminum handle 1.5 m (5 ft) Remote control buttons
DATA STORAGE	32 GB		
CONNECTIVITY	USB, Wi-Fi		
DROP-RESISTANT	COMPLIANT WITH MIL-STD-883C		

4.2 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELL'INDAGINE

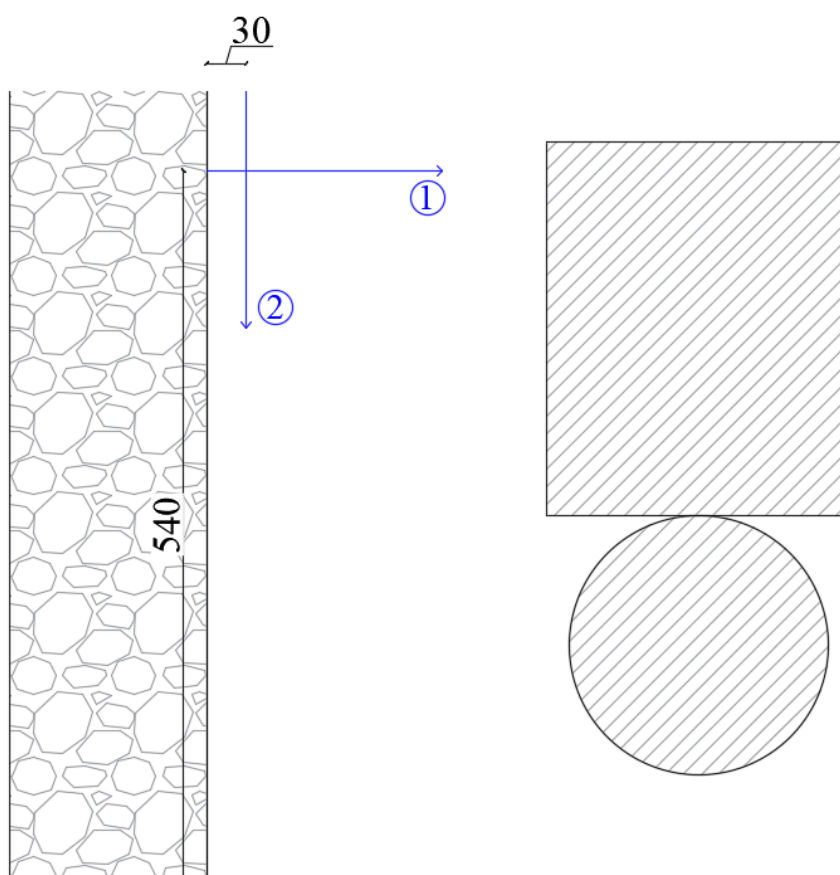
L'indagine georadar è stata condotta allo scopo di verificare il numero e la posizione dei ferri d'armatura nella platea oggetto di indagine.

Complessivamente sono state effettuate n. 2 scansioni ortogonali tra loro sulla faccia estradossale dell'elemento.

Di seguito si riportano un'immagine delle prove effettuate ed il layout con indicate la posizione delle indagini.



Antenna durante la fase di acquisizione



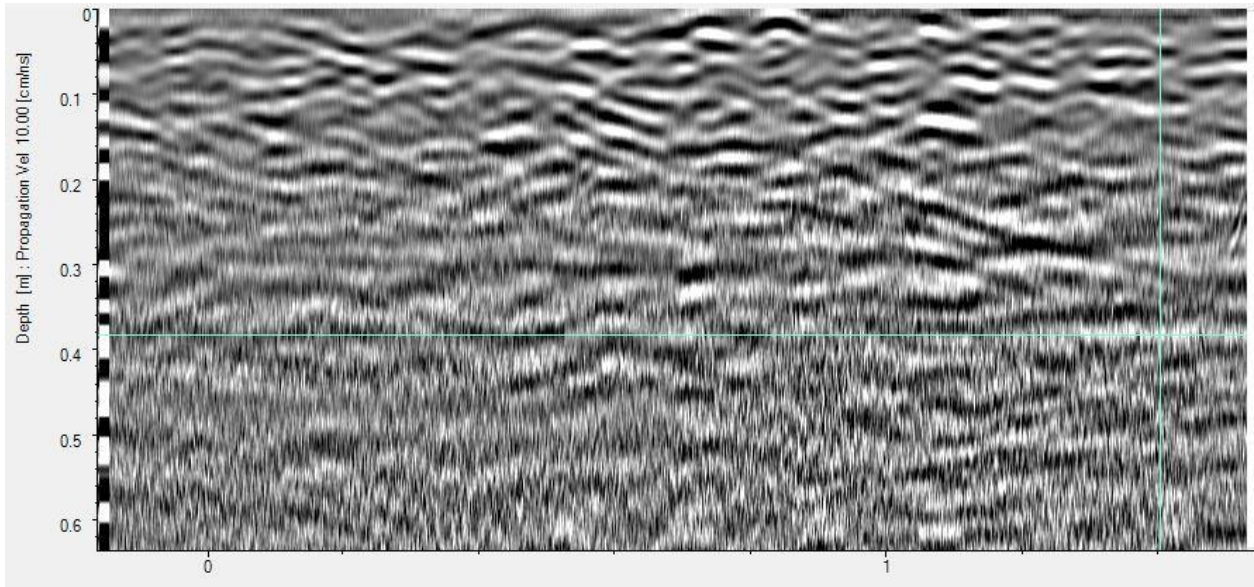
Vista in pianta della platea con indicazione delle posizioni di acquisizione

4.3 RISULTATI OTTENUTI

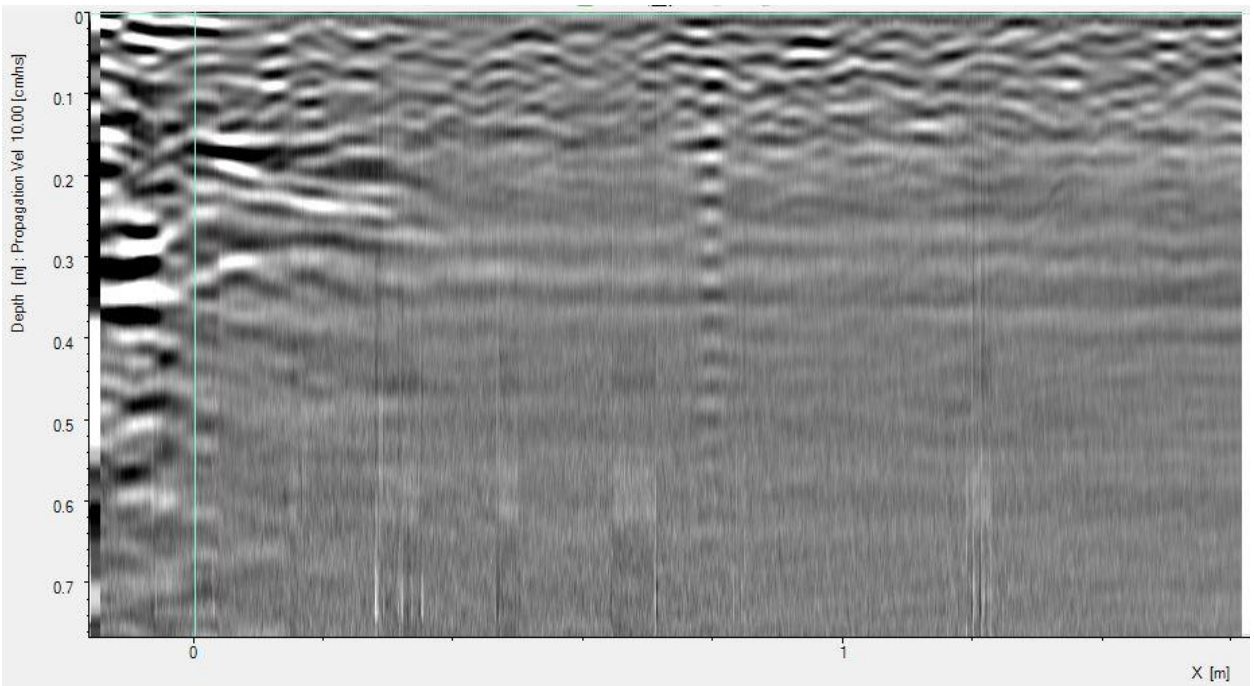
In entrambe le scansioni si rileva la presenza di alcune iperboli di riflessione puntuali fino ad una profondità di circa 15 cm che potrebbero essere ricondotte ad elementi metallici. Non si evidenzia una distribuzione regolare delle iperboli tale da far presupporre la presenza di una rete o di una maglia d'armatura ad interasse regolare. Non è stato possibile definire la dimensione di tali elementi in parte a causa dell'elevata umidità degli strati superficiali della platea.

Di seguito si riportano le scansioni effettuate in entrambe le direzioni.

GEORADAR 1



GEORADAR 2



P&PLMC

Laboratori Materiali e Componenti

OSPEDALE DI ESINE (BS)

Indagini diagnostiche conoscitive

ALLEGATI

1. RAPPORTI DI PROVA

p.c.: Dott. Ing. Massimo Oldrati

Laboratorio Prove Materiali

**Rapporto di Prova N.
RdP/24/0752/CS-04**

Autorizzazione

Decreto Ministeriale n. 0000012

Art. 20 - Legge 5-11-71 n. 1086

Art. 59 - D.P.R. 06-06-01 n. 380

Pag. 1 di 1

Il presente Rapporto di Prova non costituisce certificato utile ai fini della procedura prevista dalla legge 1086/71.

**PROVE DI COMPRESSIONE
su provini di calcestruzzo**

Intestatario del Certificato:

DOTT. ING. MASSIMO OLDRATI - VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)

Richiesta: **Lettera del 30/05/2024** Accettazione N.: **0752**

Oggetto: **N. 2 carote di calcestruzzo** Resistenza caratteristica dich., Rck [MPa]: **N.D.**

Luogo del prelievo: **OSPEDALE DI ESINE (BG)**

Commessa: **024_24_SC**

Opera: **PLATEA**

Committente dell'opera: **DOTT. ING. MASSIMO OLDRATI - VIA DELLE ROSE, 10 - CENATE SOPRA (BG)**

Impresa Costruz.: **-**

Denuncia C.A.: **-**

Direttore Lavori: **- -** Richiesta prove firmata dal D.L.: **NO**

Norme di riferimento: **NTC2018 - UNI EN 12390-1:2012 - UNI EN 12390-7:2019 - UNI EN 12390-3:2019 - UNI EN 12504-1:2019**

Data ricevimento provini: **30/05/2024** Data di Accettazione: **30/05/2024** Data di prova: **01/06/2024**

Consegna dei provini in Laboratorio: **a cura di P&P LMC srl**

Prelievo dei campioni in opera: **a cura di P&P LMC srl**

Provino N.	Contrassegno/ Identificazione	Data Prelievo	Verbale di Prelievo	Opera / Parte d'opera	Spianatura Provini (*)	Dimensioni [mm]		Massa Volumica [kg/m³]	Resistenza a Compressione [MPa]	Tipo di rottura (**)
						Ø	h			
1	C1	21/05/24	-	PLATEA	SI	74	75	2300	34,8	S
2	C2	21/05/24	-	PLATEA	SI	74	74	2330	39,6	S
			-			-	-	-	-	
			-			-	-	-	-	
			-			-	-	-	-	
			-			-	-	-	-	
			-			-	-	-	-	

(*) Spianatura Provini: SI = effettuata; NO = provino conforme alla norma di riferimento - (**) Tipo di rottura: S = soddisfacente; A-K = non soddisfacente (UNI EN 12390-3, fig. 4)

Rilievo di armature nei provini (se applicabile):

Prov. N. - Ø armatura (mm) - Direzione dell'armatura rispetto all'asse della carota: -
 Prov. N. - Ø armatura (mm) - Direzione dell'armatura rispetto all'asse della carota: -
 Prov. N. - Ø armatura (mm) - Direzione dell'armatura rispetto all'asse della carota: -
 Prov. N. - Ø armatura (mm) - Direzione dell'armatura rispetto all'asse della carota: -

Rilievo di fessure e nidi di ghiaia (se applicabile):

Prov. N. - Nidi di ghiaia/segregazione: - Fessure: -
 Prov. N. - Nidi di ghiaia/segregazione: - Fessure: -
 Prov. N. - Nidi di ghiaia/segregazione: - Fessure: -
 Prov. N. - Nidi di ghiaia/segregazione: - Fessure: -

Note:

Seriate, li
01/06/2024

Lo Sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio

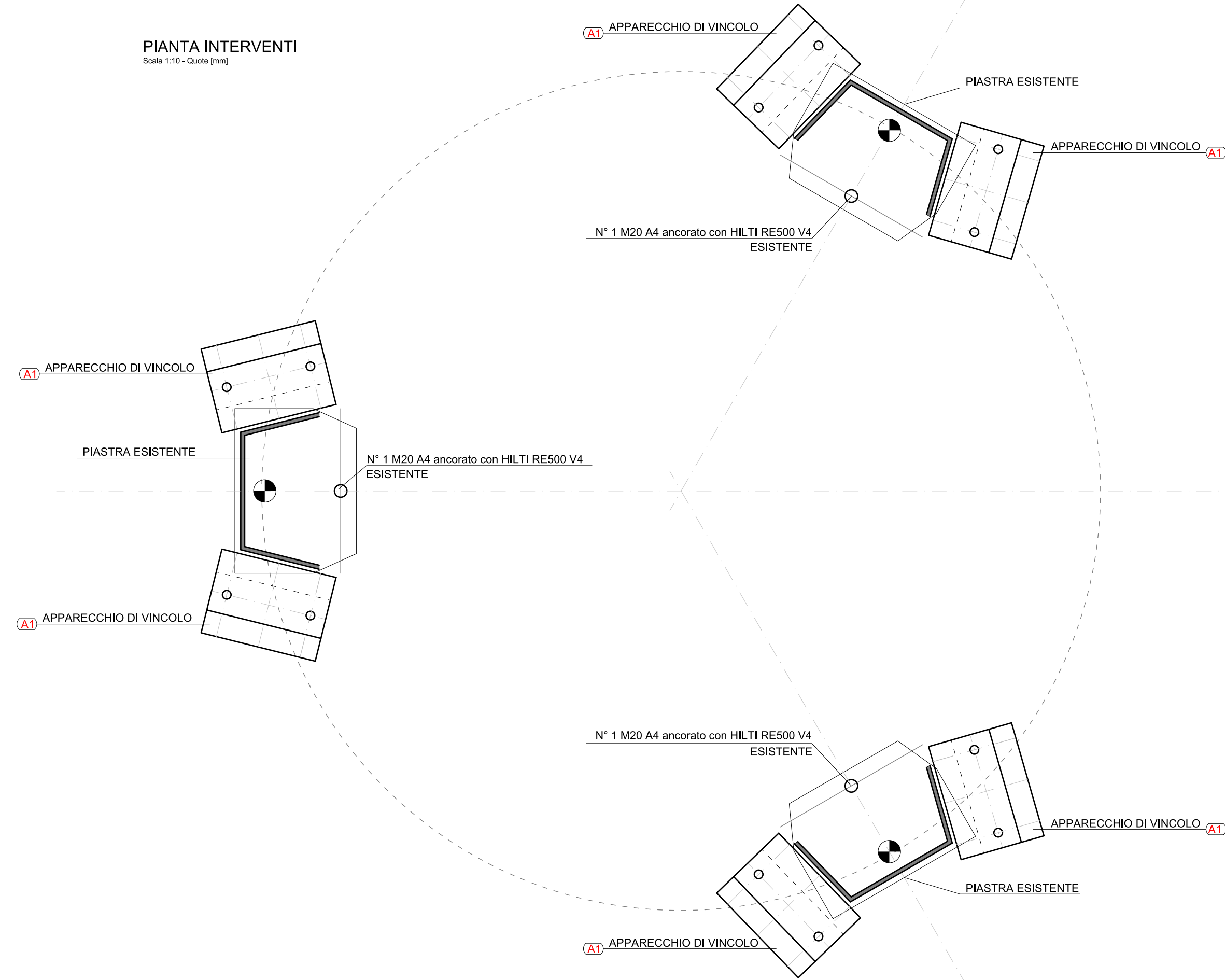
(Belotti Ing. Ivan)



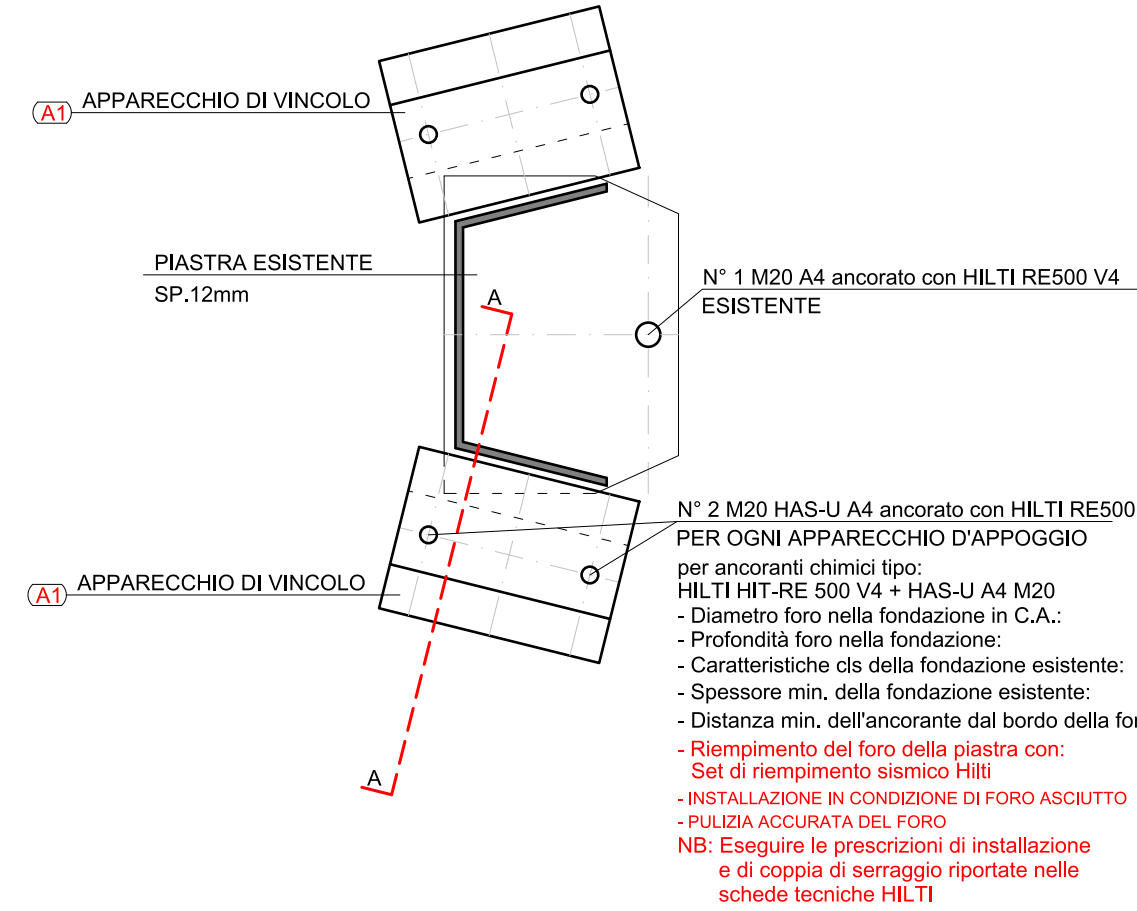
P&P LMC
Aut. Min.
L. 1086/71 Art. 20
DPR 380/01 Art. 59
ORIGINALE

I risultati contenuti nel presente Rapporto si riferiscono esclusivamente all'oggetto provato.
Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio.

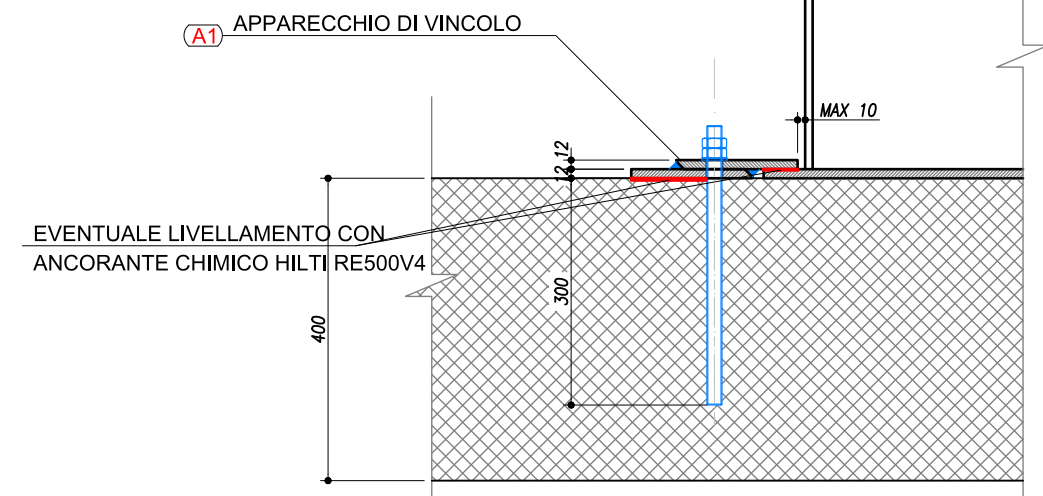
PIANTA INTERVENTI
Scala 1:10 - Quote [mm]



DETTAGLIO INSTALLAZIONE APPARECCHIO A1
N.2 PER OGNI GAMBA
Scala 1:10 - Quote [mm]

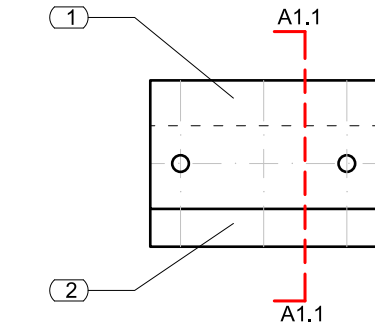


SEZIONE A-A
Scala 1:10 - Quote [mm]

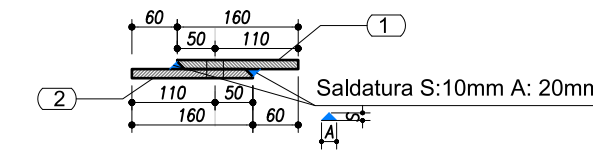


NB: Eseguire, preliminarmente, intervento manutentivo di ripristino protezione sulla piastra di base
 NB: Le piastre di base differiscono tra loro: l'APPARECCHIO A1 deve sormontare per tutta la lunghezza possibile
 NB: In caso di non perfetto appoggio tra APPARECCHIO A1 e fondazione e/o APPARECCHIO A1 e piastra di base prevedere l'applicazione di ancorante chimico sull'intera superficie di contatto con funzione di strato di livellamento

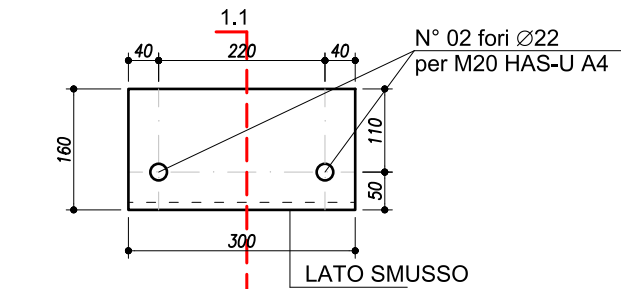
DETTAGLIO APPARECCHIO A1
N.6 pz
Scala 1:10 - Quote [mm]



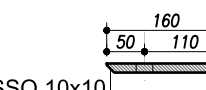
SEZIONE A1.1
Scala 1:10 - Quote [mm]



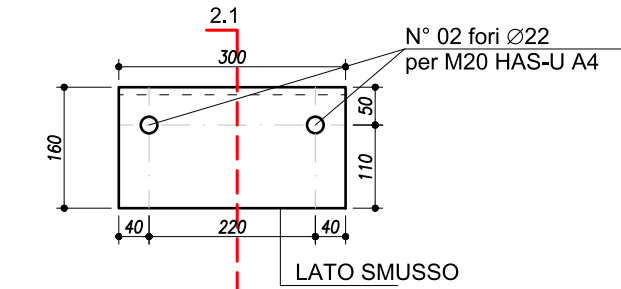
POS [1]: Pt 300x220 sp. 12mm
N.6 PEZZI
Scala 1:10 - Quote [mm]



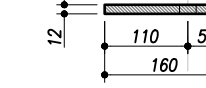
SMUSSO 10x10
Tutta Lunghezza



POS [2]: Pt 300x220 sp. 12mm
N.6 PEZZI
Scala 1:10 - Quote [mm]



SMUSSO 10x10
Tutta Lunghezza



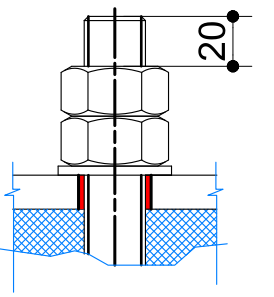
SE NON DIVERSAMENTE INDICATO: TUTTE LE SALDATURE, DEVONO ESSERE CONTINUE, DI PRIMA CLASSE, CON ALTEZZA DI GOLA ≤ 0.7 sp. min DELLO SPESSORE MINIMO DA SALDARE SU TUTTO IL PERIMETRO DI CONTATTO

SPECIFICHE

- A) VERIFICARE TUTTE LE MISURE CON IL PROGETTO DI IMPIANTO
- B) PER IL TRACCIAMENTO CONTATTARE ANCHE LA D.L. GENERALE PER APPROVAZIONE

PRESCRIZIONI

ACCIAIO DA CARPENTERIA
PIASTRA DI BASE SERBATOIO: S235JR
APPARECCHIO A1: S275J0 **PROTEZIONE:** ZINCATURA A CALDO O VERNICIATURA CICLO PER CATEGORIA C3
BULLONI e BARRE FILETTATE:
CLASSE DI RESISTENZA: HILTI Tipo HAS-U A4
DADI: A4
RONDELLE: A4
CALCESTRUZZO ESISTENTE: C25/30



CONTROLLI DI ACCETTAZIONE:

DOVRANNO ESSERE PRODOTTI TUTTI I CERTIFICATI RELATIVI A PROFILI, PIATTI E BULLONI RICHIESTI DALLA D.L. E SECONDO D.M 17.01.2018
 CALCOLAZIONI ESEGUITE AGLI STATI LIMITE SECONDO D.M. 2018

FILE	CODICE TAVOLA	COMMESSA	COLLABORATORE	
A20.2.290 - Ancoraggio SIO 10000_15 ESINE_R0.dwg	STR	A20.2.290	--	
REDAZIONE	RIESAME	VERIFICA	REV. DATA	OGGETTO DELLA REVISIONE
			R0 11.06.2024	EMISSIONE PER ESECUZIONE

Disegnato	Verificato	Norm.	Autoriz.	Massa

IL PROGETTISTA DEGLI ANCORAGGI:
 Dott. Ing. Massimo Oldrati
 n. 2824 Albo Ingg. Prov. Bergamo

DATA	11.06.2024	FORMATO	A4+
CLIENTE	SAPIO PRODUZIONE IDROGENO E OSSIGENO S.R.L.		SCALA 1:10
CANTIERE	OSPEDALE DI ESINE (BS) Via A. Manzoni 142 - 25040 Esine (BS)		TAVOLA N. 01
OGGETTO TAVOLA INTERVENTO DI ADEGUAMENTO ANCORAGGIO SERBATOIO TIPO SIO 10000/15 PER OSSIGENO DETTAGLIO APPARECCHI DI VINCOLO INTEGRATIVI			