COMUNE DI MILANO

SCALO HOUSE - Via Valtellina, 38



Milano, 09.08.2021

CAPITOLATO TECNICO DELLE OPERE STRUTTURALI

RESIDENZE

290_E_S_DCAP_G_009_00_R00

Ing. Alessandro Boe
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano
Iscr. Albo n° 21973

INDICE

1 PREMESSA 10
2 NOTE GENERALI 11
2.1 GENERALITA' 11
2.2 APPLICABILITA' 11
2.3 RIFERIMENTI NORMATIVI 13
2.4 PRESCRIZIONI PER ELEMENTI NON STRUTTURALI 13
2.5 OBBLIGHI DELL'APPALTATORE 13
2.6 OBBLIGHI DELL'APPALTATORE PER STRUTTURE IN CARPENTERIA METALLICA. 13
2.7 STRUTTURE OPERE ED IMPIANTI 14
2.8 OPERE PROVVISIONALI, MACCHINARI E MEZZI D'OPERA 15
2.9 PROTEZIONE DAGLI AGENTI ATMOSFERICI 15
2.10 ACCETTAZIONE E COLLAUDI 15
3 DEMOLIZIONI E RIMOZIONI 16
3.1 GENERALITÀ 16
3.1.1 TECNICA OPERATIVA – RESPONSABILITÀ 16
3.1.2 DISPOSIZIONI ANTINFORTUNISTICHE 16
3.1.3 ACCORGIMENTI E PROTEZIONI 16
3.1.4 ALLONTANAMENTO DEI MATERIALI 17
3.1.5 LIMITI DI DEMOLIZIONE 17
4 SCAVI E MOVIMENTI TERRA 18
4.1 GENERALITÀ 18
4.2 SCAVI DI SBANCAMENTO 18
4.3 SCAVI DI FONDAZIONE 19
4.3.1 METODO DI ESECUZIONE 19
4.4 SCAVI IN PRESENZA DI ACQUA 20
4.5 DIVIETI ED ONERI 20
4.6 ALLONTANAMENTO O DEPOSITO DELLE MATERIE DI SCAVO 20
5 OPERE DI CONTENIMENTO SCAVO E TERRENO 21
5.1 GENERALITÁ 21
5.2 PALI TRIVELLATI AD ELICA CONTINUA (CFA) 21
5.2.1 MACCHINE OPERATRICI E PERFORAZIONI 22
5.2.2 TOLLERANZE 23
5.2.3 PROGETTO COSTRUTTIVO 24
5.2.4 PROVENIENZA E QUALITÀ DEI MATERIALI 24
5.2.5 ARMATURE METALLICHE 24
5.2.6 CONFEZIONE E GETTO DEL CALCESTRUZZO 25

5.2.7 PROVE PRELIMINARI SUL CONGLOMERATO 25
5.2.8 SCAVO E SCAPITOZZATURE TESTE PALI 26
5.2.9 CONTROLLO DI QUALITÀ E MODALITÀ DI ACCETTAZIONE 26
5.2.10 REGISTRO DELLE ANNOTAZIONI 27
5.2.11 SISTEMA DI MONITORAGGIO 27
5.2.12 MONITORAGGIO VIBRAZIONALE 29
5.3 TRAVE DI CORONAMENTO 30
5.3.1 PROVENIENZA E QUALITÀ DEI MATERIALI 30
5.3.2 ARMATURE METALLICHE 31
5.3.3 CALCESTRUZZO 31
5.3.4 CASSERI 32
5.3.5 TOLLERANZE 32
5.4 TIRANTI 33
5.4.1 TESTATE DI ANCORAGGIO PER TIRANTI DI QUALUNQUE TENSIONE 33
5.4.2 PERFORAZIONE E INSTALLAZIONE 34
5.4.3 DISPOSIZIONI SULLA TIPOLOGIA DI ARMATURA 34
5.4.4 DISTANZIATORI, TAMPONI E CONDOTTI DI INIEZIONE 35
5.4.5 ELEMENTI DI PROTEZIONE 35
5.4.6 RIEMPIMENTI ED INIEZIONI 36
6 MATERIALI E FORNITURE IN GENERE 41
7 MATERIALI NATURALI E DI CAVA 42
7.1 ACQUA 42
7.2 SABBIA 42
7.3 SABBIA PER CONGLOMERATI CEMENTIZI 42
7.4 SABBIA PER COSTRUZIONI STRADALI 43
7.5 SABBIA PER MURATURE IN GENERE 43
7.6 GHIAIA – PIETRISCO 43
7.7 GHIAIA E PIETRISCO PER CONGLOMERATI CEMENTIZI 43
7.8 GHIAIA E PIETRISCO PER SOVRASTRUTTURE STRADALI 44
7.9 DETRITO DI CAVA O TOUT-VENANT DI CAVA, DI FRANTOIO O DI FIUME 44
7.10 POMICE 45
8 CALCI – POZZOLANE – LEGANTI IDRAULICI 46
8.1 CALCI AEREE 46
8.2 CALCE GRASSA IN ZOLLE 46
8.3 CALCE MAGRA IN ZOLLE 46
8.4 CALCE IDRATA IN POLVERE 46
8.5 POZZOLANA 46

8.6 LEGANTI IDRAULICI 47
8.7 DENOMINAZIONE DEI TIPI 47
8.8 RESISTENZE MECCANICHE E TEMPI DI PRESA 47
8.9 MODALITÀ DI FORNITURA 48
8.10 PRELIEVO DEI CAMPIONI 49
8.11 CONSERVAZIONE 49
8.12 PARTICOLARI PRESCRIZIONI SUI CEMENTI 49
9 CALCESTRUZZI E CONGLOMERATI 50
9.1 CONTROLLI SUI MATERIALI 50
9.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI 50
9.3 AGGREGATI 50
9.3.1 REQUISITI GENERALI 51
9.4 ACQUA 52
9.5 CEMENTO 52
9.5.1 CLASSIFICAZIONE DEI CEMENTI 52
9.5.2 RESISTENZA E REQUISITI 52
9.5.3 FORNITURA 52
9.5.4 ACCERTAMENTO DEI REQUISITI D'ACCETTAZIONE DEI CEMENTI 53
9.5.5 MARCHIO DI CONFORMITÀ 53
9.6 ADDITIVI 54
9.6.1 ADDITIVI FLUIDIFICANTI E SUPERFLUIDIFICANTI 54
9.6.2 ADDITIVI AERANTI 55
9.6.3 ADDITIVI RITARDANTI 55
9.6.4 AGGIUNTE 55
9.7 PROVE E CERTIFICAZIONI 55
9.8 GIORNALE DEI LAVORI 56
9.9 PROVENIENZA E QUALITÀ DEI MATERIALI 56
9.10 CRITERI DI ACCETTAZIONE, PROVE E CONTROLLI PER IL C.A. 57
9.11 CONTROLLO DI ACCETTAZIONE (RIF. PARTE 11.2.5 DEL D.M. 17.01.2018) 58
9.11.1 CONTROLLO TIPO A 58
9.11.2 CONTROLLO TIPO B 58
9.11.3 PRESCRIZIONI COMUNI PER ENTRAMBI I CRITERI DI CONTROLLO 59
9.12 PROVE E CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO STAGIONATO 59
9.12.1 RESISTENZA CARATTERISTICA 59
9.12.2 PRELIEVO DEI CAMPIONI 60
9.12.3 STAGIONATURA 60
9.12.4 VERBALE DI PREPARAZIONE E STAGIONATURA 61

9.12.5 RESOCONTO DELLA PROVA DI COMPRESSIONE 61
9.12.6 PROVE COMPLEMENTARI 61
9.13 PROVE E CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO FRESCO 62
9.13.1 FREQUENZA E TIPO DI CONTROLLI 62
9.13.2 PROVA DI ABBASSAMENTO AL CONO O SLUMP-TEST 62
9.13.3 PROVA DI SPANDIMENTO ALLA TAVOLA A SCOSSE 63
9.13.4 PROVA VEBE 63
9.13.5 CONTROLLO DELLA COMPOSIZIONE DEL CALCESTRUZZO FRESCO 63
9.13.6 DETERMINAZIONE DELLA QUANTITÀ D'ACQUA D'IMPASTO ESSUDATA (BLEEDING) 64
9.14 ALTRI CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO IN CORSO D'OPERA 64
9.15 MISURA DELL'INDICE DI MATURITÀ DEL CALCESTRUZZO 64
9.16 PROVA SUL CALCESTRUZZO INDURITO 65
9.16.1 MISURA DEL RITIRO IDRAULICO/RIGONFIAMENTO DEL CALCESTRUZZO 65
9.16.2 VALORI AMMISSIBILI PER IL RITIRO 65
9.16.3 MISURA DELLA PERMEABILITÀ 66
9.16.4 REQUISITI DI DURABILITÀ' 66
9.17 TRASPORTO DEL CONGLOMERATO 68
9.18 CONGLOMERATI SPECIALI 68
9.18.1 CALCESTRUZZI CEMENTIZI CON INERTI LEGGERI 68
9.18.2 CALCESTRUZZO CELLULARE LEGGERO 70
9.18.3 CONGLOMERATO BITUMINOSO DI PRODOTTI ESPANSI 70
9.18.4 CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO 70
10 MATERIALI FERROSI 71
10.1 GENERALITÀ' 71
10.2 DESIGNAZIONE, DEFINIZIONE E CLASSIFICAZIONE 71
10.3 QUALITÀ, PRESCRIZIONI E PROVE 72
10.4 PRODOTTI DI ACCIAIO 72
10.5 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO 72
10.5.1 ARMATURE PER CALCESTRUZZO NORMALE 72
10.5.2 NORME GENERALI 73
10.5.3 REQUISITI MINIMI 73
10.5.4 CARATTERISTICHE MECCANICHE E TECNOLOGICHE 73
10.5.5 PROVA DI ADERENZA 75
10.5.6 RETI E TRALICCI DI ACCIAIO ELETTROSALDATI 75
10.5.7 SALDATURE 75
10.5.8 TAGLIO E PIEGATURA DELLE BARRE 76
10.5.9 CRITERI DI ACCETTAZIONE PER LE ARMATURE 76
10.5.10 ACCIAI PER CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO 79

11 MALTE – QUALITA' E COMPOSIZIONE 80
11.1 GENERALITÀ 80
11.2 COMPOSIZIONE DELLE MALTE 81
11.2.1 MALTE CEMENTIZIE E MALTE BASTARDE 81
11.3 MALTE ESPANSIVE (A RITIRO COMPENSATO) 82
11.4 MALTE PER INIEZIONI DI CAVI DI PRECOMPRESSIONE 82
11.5 MATERIALI LATERIZI 82
11.6 MATTONI PIENI E SEMIPIENI, MATTONI E BLOCCHI FORATI PER MURATURE 83
11.7 MATTONI PIENI 84
11.7.1 MATTONI SEMIPIENI 84
11.7.2 BLOCCHI FORATI PER MURATURE 84
11.7.3 MATTONI FORATI 85
11.7.4 BLOCCHI IN CALCESTRUZZO DI ARGILLA ESPANSA 85
11.8 BLOCCHI FORATI PER SOLAI 86
11.9 TAVELLE E TAVELLONI 86
12 ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE 88
12.1 CLASSIFICAZIONE ACCIAIO STRUTTURALE 88
12.2 ACCIAIO PER GETTI 89
12.3 ACCIAIO PER STRUTTURE SALDATE 89
12.4 BULLONI NON PRECARICATI 89
12.5 BULLONI PRECARICATI 90
12.6 TIRAFONDI 91
12.7 LAMIERE GRECATE 91
12.8 GRIGLIATI METALLICI E LAMIERE STRIATE O BUGNATE 91
12.9 CONNETTORI PER IL TAGLIO 92
12.10 ANCORAGGI 92
12.10.1 MALTE PER ANCORAGGI 92
12.10.2 TASSELLI CHIMICI 92
12.11 PROFILATI, BARRE E LARGHI PIATTI DI USO GENERALE 93
12.12 LAMIERE DI ACCIAIO 94
12.13 LAMIERE ZINCATE 94
12.13.1 LAMIERE ZINCATE CON BAGNO CONTINUO O DISCONTINUO A CALDO 95
12.13.2 LAMIERE ZINCATE CON PROCEDIMENTO CONTINUO SENDZIMIR 96
12.13.3 LAMIERE ZINCATE PREVERNICIATE 96
12.14 ACCIAIO INOSSIDABILE 97
12.15 LAMIERE GRECATE 98

13 MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE OPERE IN CARPENTERIA METALLICA 99
13.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 99
13.2 LAVORAZIONI D'OFFICINA 108
13.2.1 IDENTIFICAZIONE, DOCUMENTI D'ISPEZIONE E TRACCIABILITÀ DEI PRODOTTI 108
13.2.2 MARCATURA DELLE STRUTTURE 108
13.2.3 MOVIMENTAZIONE E STOCCAGGIO 109
13.2.4 TAGLIO 109
13.2.5 FORMATURA 109
13.2.6 FORATURE 110
13.2.7 ASSEMBLAGGIO E PREMONTAGGI 111
13.3 SALDATURA 112
13.3.1 GENERALITÀ 112
13.3.2 QUALIFICA DEI SALDATORI 114
13.3.3 PREPARAZIONE DEI LEMBI E TECNICHE DI ESECUZIONE 114
13.3.4 MATERIALI DI CONSUMO 115
13.3.5 CONTROLLI NON DISTRUTTIVI 115
13.3.6 CRITERI DI ACCETTABILITÀ DELLE SALDATURE 118
13.4 BULLONATURA 119
13.4.1 GENERALITÀ 119
13.4.2 SERRAGGIO DEI BULLONI PRECARICATI 119
13.4.3 SERRAGGIO DEI BULLONI NON PRECARICATI 122
13.4.4 CONTROLLO DEL SERRAGGIO DEI BULLONI PRECARICATI 124
13.5 TOLLERANZE DI FABBRICAZIONE 126
13.6 MONTAGGIO 141
13.6.1 VERIFICA DELLE STRUTTURE MURARIE 144
13.6.2 COLLOCAMENTO E MONTAGGIO IN OPERA – ONERI CONNESSI 144
13.7 TOLLERANZE DI MONTAGGIO 146
13.8 TRASPORTO 156
13.9 STOCCAGGIO 156
13.10 TRATTAMENTI PROTETTIVI 157
13.10.1 GENERALITÀ 157
13.11 ZINCATURA A CALDO 160
13.12 VERNICIATURA 164
13.12.1 GENERALITÀ 164
13.12.2 SCELTA DEI DETTAGLI COSTRUTTIVI 164
13.12.3 PREPARAZIONE DELL'ACCIAIO 166
13.12.4 PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI 166
13.12.5 CICLI DI PITTURAZIONE 167

13.12.6 CONTROLLI ED ACCETTABILITÀ DEI CICLI DI PITTURAZIONE 168
13.13 PROTEZIONE INTUMESCENTE 169
13.13.1 VERNICI INTUMESCENTI 169
13.13.2 INTONACI INTUMESCENTI 169
13.14 GESTIONE DELLA QUALITÀ 170
13.14.1 DOCUMENTAZIONE RELATIVA ALLA QUALITÀ 170
13.14.2 PIANO DELLA QUALITÀ 170
13.15 NORME DI MISURAZIONE 172
13.15.1 ONERI COMPRESI NEI PREZZI 172
13.15.2 BULLONI D'ANCORAGGIO 172
13.15.3 STRUTTURE IN ACCIAIO 172
13.15.4 LAMIERE GRECATE, LAMIERE STIRATE O BUGNATE 173
13.15.5 GRIGLIATI 173
13.15.6 CICLI DI PITTURAZIONE 173
14 MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE OPERE IN C.A. 176
14.1 NORME DI RIFERIMENTO 176
14.2 POSA IN OPERA DEL CONGLOMERATO 176
14.2.1 CONTROLLO E PULIZIA DEI CASSERI E DELL'ARMATURA 176
14.3 GETTO DEL CONGLOMERATO 177
14.3.1 RIPRESA DI GETTO 178
14.3.2 GIUNTI DI DILATAZIONE 178
14.3.3 VIBRAZIONE DEL CONGLOMERATO 179
14.3.4 TEMPERATURA DEL CONGLOMERATO 179
14.3.5 GETTO NELLA STAGIONE FREDDA 180
14.3.6 GETTO NELLA STAGIONE CALDA 180
14.3.7 PROTEZIONE ED INUMIDIMENTO 181
14.3.8 MATURAZIONE A VAPORE 181
14.4 CASSEFORME - ARMATURA 181
14.4.1 CASSEFORME 181
14.4.2 ARMATURE 184
14.4.3 DISARMO DEI GETTI DI CONGLOMERATO 185
14.4.4 TOLLERANZE 186
14.5 SISTEMA DI TENUTA IDRAULICA 187
14.5.1 CANALI DI RIPRESA, WATERSTOP E MANICOTTI 187
14.5.2 CANALI DI RIPRESA 187
14.5.3 WATERSTOP PER GIUNTI DI DILATAZIONE E PER GIUNTI DI LAVORO 187
14.5.4 SIGILLATURA FORI CASSERO 188
14.5.5 RESINA IMPERMEABILIZZANTE 188

14.6 OPERE MURARIE 189
14.6.1 GENERALITÀ 189
14.6.2 MURATURE PORTANTI NON ARMATE 189
14.6.3 MURATURE PORTANTI ARMATE 189
14.6.4 MURATURE NON PORTANTI 189
14.6.5 MURATURE RINFORZATE 190
14.6.6 RACCOMANDAZIONI PER LA POSA 191
14.7 SOLAIO IN C.A. E COLLABORANTI 194
14.7.1 DISPOSIZIONI NORMATIVE 194
14.7.2 CALCOLO STATICO – CARICHI 194
14.7.3 SOLAI IN CEMENTO 194
14.8 GIUNTI STRUTTURALI 194
14.9 DURABILITA' E SCELTA DEI MATERIALI 195
14.9.1 DURABILITA' DELLE STRUTTURE 195
15 MONITORAGGIO DELLE STRUTTURE 196
15.1 GENERALITA' 196
15.2 SEQUENZA DI COSTRUZIONE 197
15.3 QUALIFICHE E COMPETENZE DEL PERSONALE ADDETTO AL MONITORAGGIO 197
15.3.1 RESPONSABILE DELLA STRUMENTAZIONE 197
15.3.2 REQUISITI DELLA STRUMENTAZIONE 197
15.4 GESTIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO 199
15.4.1 REGISTRAZIONE DEI DATI 199
15.4.2 TEMPISTICA DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI 199
15.4.3 FORMATO DI PRESENTAZIONE DEI DATI 200
15.4.4 CAPISALDI DI RIFERIMENTO 200
15.4.5 METHOD STATEMENT 200
15.4.6 DISPONIBILITÀ ED ACCESSO AL CANTIERE PER ULTERIORI LETTURE 201
15.5 AREE DA MONITORARE 201
16 ASPETTI COSTRUTTIVI 203
16.1 CONTROFRECCIA SOLAI ZONE DI TRASFERIMENTO 203

1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione è il capitolato delle opere strutturali degli edifici delle residenze e dello studentato che rientrano nell'intervento denominato "Scalo House", sito in Via Valtellina, 38 (MI).

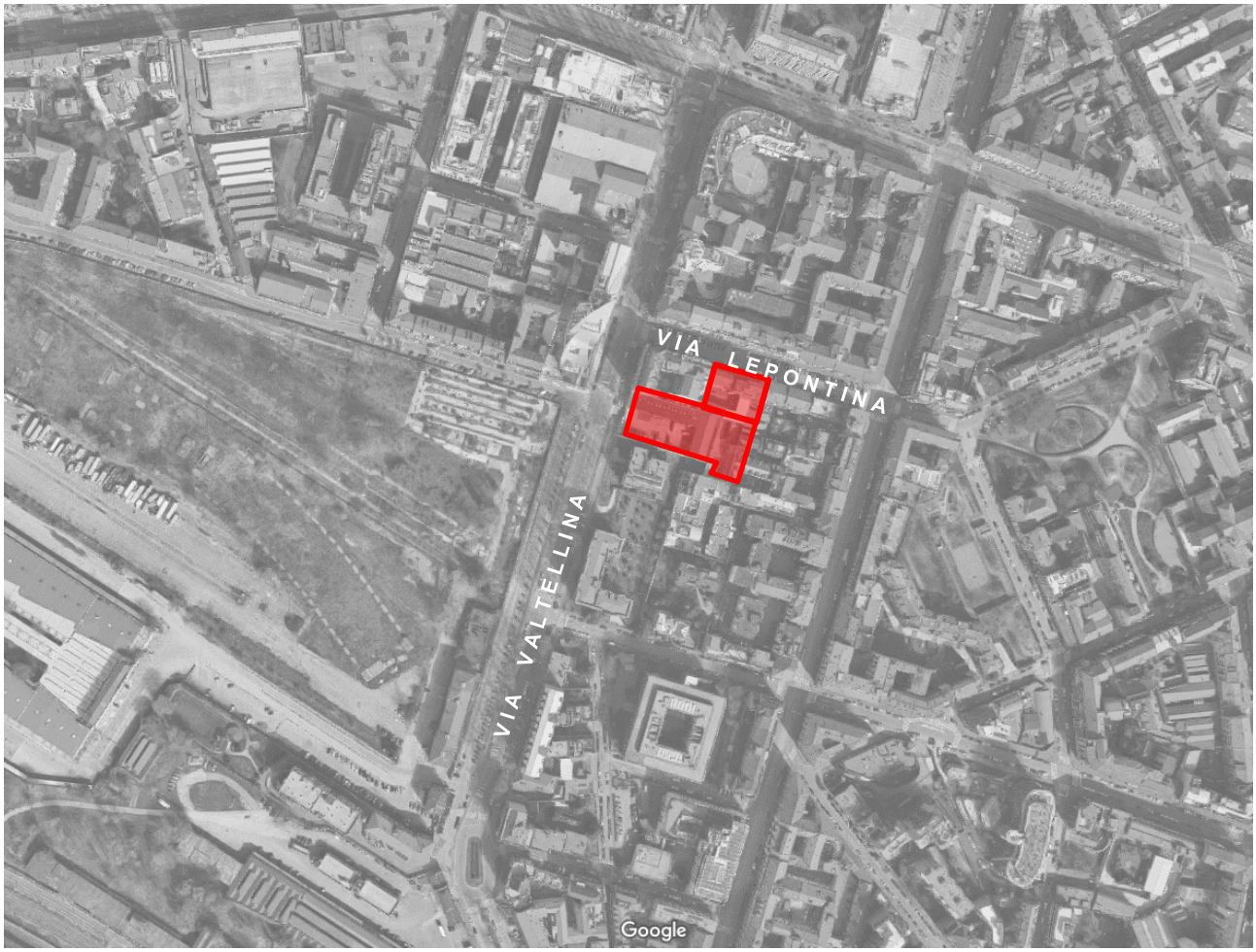


Figura 1: Vista aerea dell'area di intervento

2 NOTE GENERALI

Le seguenti descrizioni, che definiscono in modo univoco le lavorazioni oggetto dell'appalto, sono da intendersi vincolanti ai fini della quotazione delle opere e vanno lette in associazione ai disegni di progetto ed alle voci di lavorazioni contenute nei documenti economici.

2.1 GENERALITA'

Le seguenti specifiche tecniche forniscono i riferimenti normativi, prescrizioni esecutive e metodi di controllo su lavorazioni tipiche da imprenditore edile presenti nell'appalto in oggetto.

Le seguenti specifiche vanno lette in associazione ai documenti progettuali che definiscono in modo univoco le lavorazioni oggetto dell'appalto e alle specifiche tecniche/capitolati delle altre discipline.

All'atto della consegna dei lavori l'Appaltatore dovrà prendere visione del progetto delle opere, delle strutture e degli impianti in particolare, nonché degli eventuali esecutivi di dettaglio e dovrà esaminare e valutare in tutti gli aspetti, i metodi ed i procedimenti costruttivi prescritti in progetto. Quanto ai metodi ed ai procedimenti non prescritti la scelta spetterà all'Appaltatore, salvo l'approvazione della Direzione Lavori che deciderà in via definitiva dopo aver esaminato la proposta e la documentazione presentatagli.

L'Appaltatore sarà tenuto a verificare la stabilità e l'efficienza di tutte le opere e strutture, dei procedimenti provvisionali, degli scavi liberi od armati, delle strutture di sostegno, rigide e flessibili, dei rilevati ed argini, degli effetti di falda, ecc. e ciò anche nei riguardi dei manufatti già esistenti in prossimità dell'opera in costruzione.

Qualsiasi variante proposta dall'Appaltatore ai dimensionamenti esecutivi od ai metodi costruttivi prescritti in progetto, che rientrano nell'ambito della discrezionalità della Direzione Lavori dovrà essere giustificata e documentata tecnicamente mediante uno specifico studio.

2.2 APPLICABILITA'

Le prescrizioni contenute nel presente documento devono essere applicate a tutte le opere strutturali, ove non in contrasto con prescrizioni particolari contenute nei documenti di descrizione delle opere strutturali. Ogni mancata e non corretta applicazione delle prescrizioni contenute in questo documento è considerata una non conformità di esecuzione delle opere.

Il progetto prevede l'impiego di componenti e prodotti di costruttori specializzati, contrassegnati nei documenti di progetto con l'indicazione "tipo" seguita da marca e modello. La posa in opera di questi elementi sarà eseguita in accordo con le specifiche e raccomandazioni indicate dal costruttore specializzato; l'Appaltatore fornirà copia di tali specifiche alla DL prima della posa per gli opportuni riscontri.

È facoltà dell'Appaltatore utilizzare componenti e prodotti diversi da quelli specificati, purché di natura equivalente e di non minore qualità; l'impiego di tali prodotti è subordinato alla approvazione scritta della DL. L'Appaltatore si obbliga a fornire tutti gli elementi che la DL ritiene necessari per la valutazione tecnica di idoneità del prodotto, in particolare:

- Specifiche tecniche;
- Certificati di prova presso Laboratori Ufficiali;
- Campioni di prodotto;
- Campioni di lavorazione o applicazione da eseguirsi in loco.

Non sono intese opere strutturali e quindi escluse dal progetto delle strutture e che esulano dalle seguenti specifiche le opere che non appartengono alle strutture portanti primarie, a titolo esemplificativo e non esaustivo si intende:

- Facciate, divisori, murature in genere non indicate nel progetto strutturale;
- Strutture secondarie connesse alle principali di supporto delle finiture o degli impianti e non espressamente indicate nel progetto strutturale;
- I marciapiedi, i cordoli, i pozzetti, le caditoie, i muretti di recinzione e in genere tutte le opere di carattere civile.

2.3 RIFERIMENTI NORMATIVI

Ogni indicazione deve essere letta in associazione a quanto prescritto dalle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 17.01.2018.

Riferimenti a Normative superate potranno essere sostituiti da quanto prescritto dalle Norme Tecniche verificando compatibilità delle informazioni ed eventuali indicazioni aggiuntive, viste le citazioni iniziali fatte nelle nuove Norme Tecniche.

Per norme tecniche integrative e/o complementari alle N.T.C. 2018 si faccia riferimento a quanto contenuto nel Cap.12 “Riferimenti tecnici” delle N.T.C. 2018.

2.4 PRESCRIZIONI PER ELEMENTI NON STRUTTURALI

I componenti non strutturali e di conseguenza non trattati nelle seguenti specifiche dovranno comunque essere progettati, per quanto riguarda le loro caratteristiche di resistenza e deformabilità, secondo quanto prescritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M.17 Gennaio 2018).

In particolare, secondo quanto prescritto ai paragrafi: 7.2.3, 7.2.4, 7.3.6.2, 7.3.6.3.

2.5 OBBLIGHI DELL’APPALTATORE

L’appaltatore ha l’obbligo dello sviluppo del progetto costruttivo strutturale, soggetto ad approvazione della DL, sulla base del progetto d’appalto e di tutte le altre lavorazioni descritte nel presente capitolato tecnico.

A fine lavori l’Appaltatore dovrà consegnare gli elaborati as-built di tutti i componenti edilizi impiegati.

Gli elaborati dovranno contenere:

- Relazioni di calcolo, disegni e schemi di montaggio rigorosamente conformi all’eseguito;
- tipologia e descrizione di tutti i materiali e componenti posti in opera corredati di schede tecniche, indicazioni di provenienza e certificazioni;
- manuali d’uso e manutenzione.

2.6 OBBLIGHI DELL’APPALTATORE PER STRUTTURE IN CARPENTERIA METALLICA

L’Appaltatore deve inoltre fornire le seguenti prestazioni:

- La progettazione delle strutture oggetto di appalto, intendendo come tale lo sviluppo dei disegni di progetto, dei disegni delle connessioni, delle relazioni di calcolo e dei materiali e di qualsiasi altro documento necessario per definire compiutamente il progetto delle opere del contratto. L’appaltatore delle strutture metalliche dovrà inoltre realizzare un piano di montaggio che garantisca la stabilità della struttura in ogni momento della sua esecuzione e una relazione specifica delle fasi di costruzione che tenga conto di tutti gli schemi statici strutturali a partire dalla posa dei profili fino alla configurazione finale delle opere. L’appaltatore dovrà inoltre fornire una relazione di verifica e controdeduzioni del monitoraggio

delle strutture.

- Disegni di progetto delle strutture, Disegni di progetto delle connessioni, Relazione dei materiali, Assiemi di montaggio, Costruttivi di officina, Disegni As-Built
- L'approvvigionamento dei tirafondi;
- L'approvvigionamento della malta ad alta resistenza e ritiro compensato per realizzazione degli spessoramenti dove richiesto;
- L'approvvigionamento dei materiali (profilati, lamiere, bulloni, lamiere grecate, etc.);
- La prefabbricazione in officina;
- Il premontaggio delle strutture (quando necessario sia in officina che in opera)
- Lo stoccaggio in officina;
- Il trasporto in cantiere;
- Lo stoccaggio in cantiere;
- Il montaggio delle strutture;
- L'assistenza all'inghisaggio dei tirafondi (eseguito da altri);
- I trattamenti protettivi superficiali
- Ispezioni prove e collaudi;
- Prove sui materiali;
- Controlli non distruttivi sulle saldature come riportati nel seguente capitolato;
- L'assistenza al collaudo delle opere;
- Marcatura CE dei componenti strutturali;

2.7 STRUTTURE OPERE ED IMPIANTI

All'atto della consegna dei lavori l'Appaltatore dovrà prendere visione del progetto delle opere, delle strutture e degli impianti in particolare, nonché degli eventuali esecutivi di dettaglio e dovrà esaminare e valutare in tutti gli aspetti, i metodi ed i procedimenti costruttivi prescritti in progetto. Quanto ai metodi ed ai procedimenti non prescritti la scelta spetterà all'Appaltatore, salvo l'approvazione della Direzione Lavori che deciderà in via definitiva dopo aver esaminato la proposta e la documentazione presentatagli.

L'Appaltatore sarà tenuto a verificare la stabilità e l'efficienza di tutte le opere e strutture, dei procedimenti provvisionali, degli scavi liberi od armati, delle strutture di sostegno, rigide e flessibili, dei rilevati ed argini, degli effetti di falda, ecc. e ciò anche nei riguardi dei manufatti già esistenti in prossimità dell'opera in costruzione.

Qualsiasi variante proposta dall'Appaltatore ai dimensionamenti esecutivi od ai metodi costruttivi prescritti in progetto, che rientrano nell'ambito della discrezionalità della Direzione Lavori dovrà essere giustificata e documentata tecnicamente mediante uno specifico studio.

2.8 OPERE PROVVISIONALI, MACCHINARI E MEZZI D'OPERA

Tutte le opere provvisionali occorrenti per l'esecuzione dei lavori, quali ponteggi, impalcature, armature, centinature, casseri, puntellature, ecc. dovranno essere progettate e realizzate in modo da garantire le migliori condizioni di stabilità, sia delle stesse, che delle opere ad esse relative. Inoltre, ove le opere provvisionali dovessero risultare particolarmente impegnative, l'Appaltatore dovrà predisporre apposito progetto esecutivo, accompagnato da calcoli statici, da sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori. Resta stabilito comunque che l'Appaltatore rimane unico responsabile degli eventuali danni ai lavori, alle cose, alle proprietà ed alle persone, che potessero derivare dalla mancanza o dalla non idonea esecuzione di dette opere.
Tali considerazioni si ritengono estese anche ai macchinari e mezzi d'opera.

2.9 PROTEZIONE DAGLI AGENTI ATMOSFERICI

Tutte le strutture, le murature, le rifiniture, le installazioni e gli impianti dovranno essere adeguatamente protetti (sia in fase di esecuzione, che a costruzione ultimata) dall'azione degli agenti atmosferici, in particolare pioggia, vento e temperature eccessivamente basse od alte.
Le protezioni saranno rapportate al manufatto da proteggere, all'elemento agente, ai tempi di azione ed alla durata degli effetti protettivi (provvisori o definitivi); potranno essere di tipo attivo o diretto (additivi, anticorrosivi, bagnature, antievaporanti, ecc.) o di tipo passivo od indiretto (coperture impermeabili, schermature, ecc.). Resta perciò inteso che nessun compenso potrà richiedere l'Appaltatore per danni conseguenti alla mancanza od insufficienza delle protezioni in argomento, risultando anzi lo stesso obbligato al rifacimento od alla sostituzione di quanto deteriorato, salvo il risarcimento all'Amministrazione od a terzi degli eventuali danni dipendenti.

2.10 ACCETTAZIONE E COLLAUDI

Se non diversamente specificato nel presente Capitolato Tecnico, si faccia riferimento a quanto indicato nelle NTC 2018:

- per prove di accettazione materiali vedi NTC 2018, cap. 11 “Materiali e prodotti per uso strutturale”;
- per collaudi vedi NTC 2018, cap. 9 “Collaudo statico”.

3 DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

3.1 GENERALITÀ

3.1.1 TECNICA OPERATIVA – RESPONSABILITÀ

Prima di iniziare i lavori, l'Appaltatore dovrà accertare con ogni cura la natura, lo stato ed il sistema costruttivo delle opere da demolire, disfare o rimuovere, al fine di affrontare con tempestività ed adeguatezza di mezzi ogni evenienza che possa comunque presentarsi.
Salvo diversa prescrizione, l'Appaltatore disporrà la tecnica più idonea, le opere provvisionali, i mezzi d'opera, i macchinari e l'impegno del personale.
Di conseguenza, sia l'Amministrazione che il personale di direzione e sorveglianza resteranno esclusi da ogni responsabilità connessa all'esecuzione dei lavori di che trattasi.

3.1.2 DISPOSIZIONI ANTINFORTUNISTICHE

Dovranno essere osservate, in fase esecutiva, le norme riportate nel 'Testo unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro, DLgs n°81 del 9 aprile 2008.

3.1.3 ACCORGIMENTI E PROTEZIONI

Prima di dare inizio alle demolizioni dovranno essere interrotte tutte le eventuali erogazioni, nonché gli attacchi e gli sblocchi di qualunque genere; dovranno altresì essere vuotati tubi e serbatoi.
La zona dei lavori sarà opportunamente delimitata, i passaggi saranno ben individuati ed idoneamente protetti; analoghe protezioni saranno adottate per tutte le zone (interne ed esterne al cantiere) che possano, comunque, essere interessate da caduta dei materiali.
Le strutture eventualmente pericolanti dovranno essere puntellate; tutti i vani di balconi, finestre, scale, ballatoi, ascensori, ecc., dopo la demolizioni di infissi e parapetti, dovranno essere sbarrati.
Le demolizioni avanzeranno tutte alla stessa quota, procedendo dall'alto verso il basso; particolare attenzione, inoltre, dovrà porsi ad evitare che si creino zone di instabilità strutturale, anche se localizzate.
In questo caso, specie nelle sospensioni di lavori, si provvederà ad opportuno sbarramento.
Nella demolizione di murature è tassativamente vietato il lavoro degli operai sulle strutture da demolire; questi dovranno servirsi di appositi ponteggi, indipendenti da dette strutture.
Salvo esplicita autorizzazione della Direzione (ferma restando nel caso la responsabilità dell'Appaltatore) sarà vietato altresì l'uso di esplosivi nonché ogni intervento basato su azioni di scalzamento al piede, ribaltamento per spinta o per trazione.
Per l'attacco con taglio ossidrico od elettrico di parti rivestite con pitture al piombo, saranno adottate opportune cautele contro i pericoli di avvelenamento da vapori di piombo.

3.1.4 ALLONTANAMENTO DEI MATERIALI

In fase di demolizione l'Appaltatore dovrà assolutamente evitare l'accumulo di materiali di risulta sulle strutture da demolire o sulle opere provvisionali, in misura tale che si verifichino sovraccarichi o spinte pericolose. I materiali di demolizione dovranno perciò essere immediatamente allontanati, guidati mediante canali o trasportanti in basso con idonee apparecchiature e bagnati per evitare il sollevamento di polvere.

Risulterà in ogni caso assolutamente vietato il getto dall'alto dei materiali.

3.1.5 LIMITI DI DEMOLIZIONE

Le demolizioni, i disfacimenti, le rimozioni dovranno essere limitate alle parti e dimensioni prescritte. Ove per errore o per mancanza di cautele, puntellamenti, ecc., tali interventi fossero estesi a parti non dovute, l'Appaltatore sarà tenuto a proprie spese al ripristino delle stesse, ferma restando ogni responsabilità per eventuali danni.

4 SCAVI E MOVIMENTI TERRA

4.1 GENERALITÀ

Prima di iniziare qualsiasi opera relativa agli scorticamenti o sbancamenti, o lavori che comunque interessino movimenti di terra, l'Appaltatore dovrà verificare il piano quotato e i profili longitudinali e trasversali. Le quote dovranno riferirsi a tre o più capisaldi inamovibili e facilmente individuabili, così da consentire in ogni momento immediati e sicuri controlli fino all'approvazione di collaudo. Il personale dell'Appaltatore è tenuto a conservare con la massima cura i capisaldi, gli allineamenti e tutte le quote di riferimento.

4.2 SCAVI DI SBANCAMENTO

Per scavi di sbancamento o sterri andanti si intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate, grandi cunicoli di alloggiamento impianti, trincee e cassonetti stradali, orlature e sottofasce nonché quelli per l'incasso di opere d'arte se ricadenti al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato.

Sono comunque considerati scavi di sbancamento anche tutti i tagli a larga sezione, che pur non rientrando nelle precedenti casistiche e definizioni, possono tuttavia consentire l'accesso con rampa ai mezzi di scavo, nonché a quelli di caricamento e trasporto delle materie.

Gli scavi ed i rilevati occorrenti per la configurazione del terreno di impianto per il raggiungimento del piano di posa delle fondazioni, nonché per la formazione di cunette, accessi, passaggi e rampe, cassonetti e simili, opere d'arte in genere, potranno essere realizzati a cielo aperto ove non vi siano vincoli connessi al rispetto di preesistenze o alla conservazione della funzionalità delle aree limitrofe eventualmente interessate dalla scarpa di scavo.

Nel caso di presenza dei vincoli citati si dovrà procedere con scavi armati od opere provvisionali opportune, in modo da assicurare il rispetto integrale del vincolo individuato.

Nell'esecuzione degli scavi si dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti.

Il piano di fondo scavo sarà reso orizzontale ed ove il terreno dovesse risultare in pendenza, sarà sagomato a gradoni con piano in leggera contropendenza.

Gli scavi potranno essere eseguiti con pareti a scarpa, od a sezione più larga, ove l'Appaltatore lo ritenesse di sua convenienza.

Per l'effettuazione sia degli scavi, che dei rilevati, dovranno essere preventivamente effettuate eventuali operazioni di pulizia come ad esempio l'estirpamento di piante, cespugli, arbusti e relative radici e questo tanto sui terreni da scavare, quanto su quelli destinati all'impianto di rilevati.
I movimenti di materie dovranno essere effettuati con mezzi adeguati, meccanici e di mano d'opera, in modo da dare gli scavi possibilmente completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato. Inoltre dovrà essere prevista l'apertura di cunette e fossi occorrenti e comunque a evitare che le acque superficiali si riservino nei cavi, mantenendo all'occorrenza dei canali fugatori.
Nei casi in cui il fondo scavo risulti, per motivi naturali, non sufficientemente compatto, ne verrà effettuata la compattazione fino a raggiungere il 95% della densità massima raggiungibile con la prova AASHO modificata, fino alla profondità di almeno cm 30.
Prima della compattazione il terreno dovrà essere portato all'umidità ottima determinata con la prova AASHO sopraddetta, previa umidificazione con spargimento d'acqua o deumidificazione previa aerazione.

4.3 SCAVI DI FONDAZIONE

Per scavi di fondazione, in generale, si intenderanno quelli ricadenti al disotto del piano orizzontale, chiusi fra le pareti verticali o meno e non accessibili ai mezzi di scavo, nonché a quelli di caricamento e trasporto dei materiali di risulta mediante rampa, riproducenti il perimetro delle fondazioni; nella pluralità dei casi, quindi, si tratterà di scavi incassati ed a sezione ristretta.
Saranno comunque considerati scavi di fondazione quelli eseguiti per dar luogo ai collegamenti di messa a terra, alle fogne, alle condutture, ai fossi ed alle cunette (per la parte ricadente sotto il piano di cassonetto o, più in generale, di splateamento).

4.3.1 METODO DI ESECUZIONE

Il piano di fondazione sarà reso perfettamente orizzontale ed ove il terreno dovesse risultare in pendenza, sarà sagomato a gradoni con piano in leggera contropendenza.
Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Appaltatore dovrà, occorrendo, sostenerli con convenienti armature e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno a persone e cose provocato da franamenti e simili.
Gli scavi potranno anche essere eseguiti con pareti a scarpa, od a sezione più larga, ove l'Appaltatore lo ritenesse di sua convenienza.
In questo caso considerandosi il maggiore scavo strumentale all'esecuzione dell'opera e non già prestazione oggetto del contratto non verrà compensato il maggiore scavo, oltre quello strettamente necessario alla esecuzione dell'opera (intendendosi essa costituita dai manufatti da realizzare, dagli strati dei materiali di impermeabilizzazione, protezione e di drenaggio previsti dal progetto a tergo delle strutture interrate, ovvero dalle strutture temporanee - incastellature, ponteggi, sostegni e

puntellature - necessari alla diretta esecuzione delle medesime). L'Appaltatore dovrà provvedere pertanto, a sua cura e spese, al riempimento con materiale adatto dei vuoti rimasti intorno alla fondazione dell'opera ed al ripristino, con gli stessi oneri, delle maggiori quantità di pavimentazione divelte, ove lo scavo dovesse interessare strade pavimentate.
Nel caso di maltempo l'Appaltatore dovrà adottare tutti quegli accorgimenti necessari ad evitare il dilavamento delle scarpate.
Gli scavi delle trincee per dar luogo a canali e tubazioni dovranno, all'occorrenza, garantire sia il traffico tangenziale degli autoveicoli, sia quello di attraversamento, nei punti stabiliti dalla Direzione e per qualsiasi carico viaggiante.

4.4 SCAVI IN PRESENZA DI ACQUA

L'Appaltatore dovrà provvedere ad evitare il riversamento negli scavi di acque provenienti dall'esterno, restando a suo carico l'allontanamento o la deviazione delle stesse o la spesa per i necessari aggottamenti.

4.5 DIVIETI ED ONERI

L'Appaltatore, terminati gli scavi, non potrà iniziare l'esecuzione delle fondazioni o rinterri prima che la DL abbia verificato ed approvato le effettive geometrie e quote degli scavi stessi.
Il rinterro degli scavi, per il volume non impegnato dalle strutture o dalle canalizzazioni, dovrà sempre intendersi compreso nel prezzo degli scavi in argomento (se non diversamente disposto).

4.6 ALLONTANAMENTO O DEPOSITO DELLE MATERIE DI SCAVO

Le materie provenienti dagli scavi che non fossero utilizzabili, o che a giudizio della Direzione Lavori, non fossero ritenute idonee per la formazione dei rilevati per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, alle pubbliche discariche o su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese evitando, in questo caso, che le materie depositate arrechino danno ai lavori od alle proprietà, provochino frane od ostacolino il libero deflusso delle acque.
Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate in tempo differito per riempimenti o rinterri, esse saranno depositate nei pressi degli scavi, o nell'ambito del cantiere, ed in ogni caso in luogo tale che non possano riuscire di danno o provocare intralci al traffico.

5 OPERE DI CONTENIMENTO SCAVO E TERRENO

5.1 GENERALITÁ

Per la formazione dei rilevati e per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti dei cavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alla quota prescritta dalla Direzione Lavori, si impiegheranno in genere e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti sul lavoro, in quanto disponibili ed adatti, a giudizio della Direzione.

Quando venissero a mancare in tutto od in parte i materiali di cui sopra, si provvederà alle materie occorrenti allo scopo prelevandole ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché le stesse siano riconosciute idonee dalla Direzione Lavori.

Per i rilevati e rinterri da addossarsi alle murature, per il riempimento dei cavi per le condotte in genere e per le fognature, si dovranno sempre impegnare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e in generale di tutte quelle che, con assorbimento di acqua, rammolliscono e gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, da tutte le parti e mai superiore a cm 30, anche in presenza di campi di azione e di dimensione limitata.

Il costipamento di ogni strato dovrà avvenire dopo sufficienti imbibizioni del materiale costituente lo strato stesso.

In ogni caso sarà vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Sarà obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre e questo affinché, all'epoca del collaudo, gli stessi abbiano dimensioni non inferiori a quelle di progetto.

La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni sarà previamente scorticata ove occorra e, se inclinata, sarà tagliata a gradoni con leggere pendenza verso monte.

Tutte le riparazioni e ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo saranno a completo carico dell'Appaltatore.

5.2 PALI TRIVELLATI AD ELICA CONTINUA (CFA)

Le prescrizioni contenute nella presente specifica sono riferite all’esecuzione di pali ad elica continua impiegati per il contenimento dei terreni di scavo.

I pali previsti sono del tipo CFA (Continuos Flight Auger), sono pali trivellati con elica continua e gettati in opera con calcestruzzo pressato. Caratteristica principale del sistema è l’assenza di fanghi

bentonitici, polimeri o di tubi forma di rivestimento, nonché la drastica riduzione della quantità di terreno estratto.

La tecnica di perforazione è adatta a terreni di consistenza bassa e media, con o senza acqua di falda.

In terreni compressibili, nelle fasi di getto, dovranno essere adottati i necessari accorgimenti atti a ridurre o evitare sbulbature.

L'utensile di perforazione, costituito da un'elica continua o coclea, collegata in sommità ad una testa di rotazione scorrevole lungo una torre – guida, penetra nel suolo per la sua tendenza ad avvitarsi e porta in superficie una modesta quantità di terreno. L'asta della coclea, durante la perforazione, è chiusa all'estremità inferiore. Si opera così una certa compressione laterale che aumenta la densità naturale originaria del suolo. Velocità di rotazione e di penetrazione possono essere variate in funzione delle caratteristiche del terreno. La quota della falda acquifera non influenza in alcun modo le operazioni di palificazione. Raggiunta la quota di progetto si procede al getto del palo. Il calcestruzzo viene immesso attraverso l'asta della coclea e fuoriesce in pressione alla base della stessa. Gradualmente, in concomitanza con la formazione del fusto, la coclea viene estratta dal terreno. La pressione del calcestruzzo esercita una continua spinta sulla coclea verso l'alto, collaborando all'estrazione e garantendo allo stesso tempo l'assoluta continuità del fusto del palo. Il getto procede fino ad ultimazione del palo sfilando gradualmente la coclea mentre il calcestruzzo fluisce con continuità.

L'armatura del palo CFA viene immessa a getto ultimato.

5.2.1 MACCHINE OPERATRICI E PERFORAZIONI

La macchina di perforazione sarà dotata di elica con diametro Φ 500/800 mm, completa di pulitore per l'allontanamento del terreno di scavo e corredata di una gru di servizio idonea al sollevamento ed alla messa in opera dell'armatura dei pali.

La macchina di perforazione sarà dotata della strumentazione di acquisizione dati e registrazione delle diverse fasi d'opera:

- fase di perforazione: controllo profondità
  controllo velocità di avanzamento
  controllo giri
  controllo coppia di perforazione
- fase di getto: controllo profondità
  controllo velocità di risalita
  controllo pressione e volume di calcestruzzo
  controllo della portata del calcestruzzo

I dati registrati dovranno essere elaborati e restituiti alla Direzione Lavori in formato elettronico e cartaceo. I dati in formato elettronico saranno inviati per e-mail con scadenza definita dalla Direzione Lavori Strutturale.

Le perforazioni saranno operate secondo l'asse di tracciamento previsto; la fase di getto del palo dovrà essere continua, senza interruzioni, così come la posa dell'armatura, che dovrà seguire immediatamente l'ultimazione del getto.

Dette fasi dovranno comunque coordinarsi con le operazioni di movimentazione-separazione-cumulo del materiale di scavo in risalita dall'elica di perforazione.

Il getto sarà da eseguire a pressione di almeno 2 bar (alla quota di fondo scavo), controllando che il volume teorico di getto sia almeno 15% maggiore del volume teorico del palo.

L'ordine di esecuzione dei pali dovrà tenere conto di quelli già eseguiti ed in fase di maturazione; al fine di limitare il disturbo dei pali già eseguiti si dovranno distanziare le nuove perforazioni di almeno 3 diametri. Questa limitazione non si applicherà se i pali hanno almeno 7 gg. di maturazione del getto.

Rimane a cura dell'Impresa la movimentazione ed accumulo all'interno dell'area di cantiere, del materiale di scavo in risalita dall'elica di perforazione, così come l'eventuale rifiuto di calcestruzzo a termine getto, da depositare su strato impermeabile in polietilene 0,5/1,0 mm preventivamente posato sul terreno secondo le indicazioni che saranno impartite dalla D.L. I cumuli dovranno comunque essere realizzati entro una distanza massima di 40m dal punto di trivellazione.

I terreni di scavo e l'eventuale rifiuto di calcestruzzo a termine getto verranno caratterizzati ai fini dello smaltimento con prelievi direttamente in cumulo.

In particolare, dai suddetti cumuli saranno prelevate aliquote di materiale in modo da comporre un campione medio rappresentativo tramite quartatura secondo il metodo UNI 10802 (1 campione per ogni 500 mc).

Il campione prelevato verrà sottoposto ad analisi di caratterizzazione rifiuto con eventuale determinazione della classe di pericolo - Decisione 2014/955/UE e analisi ai sensi del DM 186/06 o del DM 27/09/2010 e s.m.i. a seconda del destino (impianto di recupero o discarica).

In corrispondenza dell'uscita dal cantiere, lungo la pista di accesso dei mezzi verrà allestito un impianto di lavaggio ruote degli automezzi avente dimensioni tali da garantire la sosta di un camion 4 assi.

Sarà anche onere dell'appaltatore predisporre lungo la pista di accesso dei mezzi di una pesa mobile per il controllo preventivo dei mezzi in uscita.

5.2.2 TOLLERANZE

I pali dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- coordinate planimetriche del centro del palo ± 10% diametro del palo
- scostamento dell'inclinazione dell'asse teorico ± 1%
- lunghezza ± 15 cm
- diametro finito ± 5%
- quota testa palo ± 5 cm

5.2.3 PROGETTO COSTRUTTIVO

Il progetto costruttivo dei pali resta a carico del fornitore, che dovrà farlo approvare dalla Direzione Lavori. L'Appaltatore è tenuto a presentare, prima dell'inizio della costruzione, una dichiarazione del metodo generale di lavoro, contenente una descrizione dettagliata della metodologia proposta per l'esecuzione delle Opere. Tale dichiarazione, una volta approvata dalla D.L., dovrà essere inclusa nei documenti d'appalto forniti dall'Impresa. Per ogni palo realizzato dovrà inoltre essere prodotta una apposita scheda che riporti tutte le caratteristiche significative di progetto e di realizzazione del palo, tale scheda dovrà essere sottoposta alla DL per approvazione prima dell'inizio dei lavori.

5.2.4 PROVENIENZA E QUALITÀ DEI MATERIALI

Per la definizione e l'uso dei materiali si fa riferimento ai requisiti contenuti delle Norme Tecniche per le Costruzioni – 17.01.2018. Il Direttore dei Lavori avrà completa possibilità di controllo su tutti i materiali impiegati nelle opere. L'Appaltatore approvvigionerà i materiali ove riterrà più opportuno, purché essi abbiano i requisiti prescritti dagli elaborati di progetto. I materiali dovranno avere caratteristiche rispondenti a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia ed inoltre corrispondere alle qualità generali previste dalle presenti Specifiche Tecniche.
In mancanza di particolari prescrizioni, dovranno essere della migliore qualità esistente in commercio.

5.2.5 ARMATURE METALLICHE

Le armature metalliche saranno costituite da barre ad aderenza migliorata, i ferri longitudinali non potranno essere disposti su doppio strato ed avranno interferro non inferiore a cm 10.
L'armatura trasversale sarà costituita da una spirale esterna alle armature longitudinali con diametro tale da garantire un copriferro non inferiore a 75 mm. Si dovrà predisporre anche un'armatura aggiuntiva atta ad impedire la deformazione della gabbia durante la sua movimentazione. Eventuali altre barre necessarie per la movimentazione potranno essere aggiunte dall'Impresa a discrezione.
Le gabbie di armatura saranno assemblate fuori opera possibilmente in un unico pezzo o comunque in spezzoni di lunghezza non inferiore a 6 m, da collegarsi uno all'altro nella fase di posa, collegando tra loro le barre sovrapposte. Si dovranno impiegare opportuni distanziatori non metallici per

garantire il centraggio della gabbia nello scavo. La gabbia sarà posata mantenendo il filo superiore dell'armatura perfettamente allineato con le quote previste in progetto.
Per agevolare la posa dell'armatura longitudinale della trave di coronamento è opportuno verificare che le gabbie dei pali siano posate mantenendo il più possibile costante l'allineamento delle barre.

5.2.6 CONFEZIONE E GETTO DEL CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato secondo le prescrizioni della normativa vigente e dovrà avere potenzialità di produzione adeguata all'entità delle opere da eseguire secondo quanto indicato dal programma dei lavori.
L'Impresa ha l'obbligo di segnalare alla D.L., per preventiva autorizzazione, l'impianto di preconfezionamento scelto; è fatto comunque obbligo di servirsi di preconfezionatore certificato ai sensi della UNI EN ISO 9000.
Il trasporto del calcestruzzo fresco dall'impianto di betonaggio alla zona del getto deve avvenire nel più breve tempo possibile e mediante sistemi che evitino separazione e perdita di materiale e che assicurino un approvvigionamento continuo del calcestruzzo. La distanza dell'impianto di betonaggio dal cantiere non deve comunque superare i 40 km.
Particolare cura sarà rivolta al controllo delle perdite d'acqua per evaporazione durante il trasporto a mezzo di autobetoniere: a questo scopo si controllerà la consistenza e plasticità del calcestruzzo con prelievi periodici, a giudizio della D.L.. È vietata l'aggiunta di acqua nell'autobetoniera.
È previsto l'utilizzo di un calcestruzzo con resistenza caratteristica Rck = 30 N/mm², classe di consistenza SCC e classe di protezione (durabilità) XC2 diametro massimo aggregati 16 mm.
Il rapporto in peso acqua cemento non dovrà superare 0,5 tenendo conto anche dell'umidità degli inerti, per ottenere ciò, si potranno impiegare solamente additivi fluidificanti con effetto ritardante e solo ritardanti di presa. Il getto di un singolo palo dovrà essere completato nel tempo massimo di 2 h. Il getto si considererà ultimato e verrà sospeso solo quando il livello del cls avrà superato di almeno 20 cm la quota di progetto prevista.
La determinazione della resistenza caratteristica del calcestruzzo si effettuerà secondo le modalità indicate nelle Norme Tecniche per le Costruzioni – 17.01.2018.
Rimane a cura dell'Impresa la gestione e caratterizzazione a norma di legge dei rifiuti gli eventuali residui di calcestruzzo a termine getto come pure i materiali provenienti dal lavaggio dell'autobetoniera.

5.2.7 PROVE PRELIMINARI SUL CONGLOMERATO

Per ogni tipo di conglomerato, l'Appaltatore dovrà procedere, con opportuno preavviso sull'inizio previsto dei getti, ad uno studio preventivo della composizione per la qualifica degli impasti da

utilizzare che dovrà tenere in conto le condizioni di utilizzo, i tempi di trasporto ecc. Le prove di qualifica dovranno essere effettuate a 7, 14 e 28gg.
Le prove di qualifica dovranno comprendere anche prove di verifica del modulo elastico.
La ricetta individuata dovrà essere sottoposta all'esplicita approvazione della D.L.

5.2.8 SCAVO E SCAPITOZZATURE TESTE PALI

L'Appaltatore dovrà provvedere alla scapitozzatura delle teste di tutti i pali, fino alla quota di progetto (piano d'imposta della trave di coronamento), provvedendo alla sistemazione e ripulitura dei ferri d'armatura. Nel caso in cui, per effetto delle lavorazioni subite, la parte superiore del palo non avesse le caratteristiche richieste, l'Appaltatore dovrà provvedere alla estensione della scapitozzatura ed alla ricostruzione fino al piano d'imposta della trave di coronamento.
La demolizione della testa palo dovrà essere effettuata mediante martello pneumatico o altro sistema indicato dalla DL strutture e dovranno essere mantenuti tutti ferri di armatura affioranti.

5.2.9 CONTROLLO DI QUALITÀ E MODALITÀ DI ACCETTAZIONE

Fatto salvo quanto disposto dalla vigente normativa in merito ai requisiti dei materiali ed ai controlli di accettazione dei medesimi, con particolare riferimento a quanto disposto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni – 17.01.2018, la Direzione Lavori potrà fare eseguire ulteriori prove dirette a stabilire la qualità del calcestruzzo posto in opera.
Per la verifica della continuità e delle caratteristiche di esecuzione dei pali si chiede di eseguire le seguenti prove:

- Prove di Ammettenza Meccanica: 20% dei pali
- Prove Cross Hole: min n° 3 (posizione da definire a cura della DL)

Si prescrive inoltre di predisporre i tubi necessari alla prova su altri tre pali per garantire la riuscita del numero di prove richieste.
Tutti gli oneri relativi alle prove saranno a carico dell'appaltatore.
Nel caso dovessero rilevarsi delle anomalie, il palo interessato verrà sottoposto ad un'indagine più approfondita, al fine di individuarne la causa, effettuando la campionatura del cls mediante carotaggio continuo con diametro non inferiore a 100 mm; sarà inoltre incrementato il numero di pali sottoposti a controlli non distruttivi.
Gli interventi di ripristino o di rimedio saranno stabiliti di comune accordo tra l'Impresa e la Direzione Lavori, secondo le tecnologie più idonee, e dovranno essere tali da garantire con gli adeguati margini di sicurezza la stabilità e la conservazione dell'opera.
Gli oneri relativi alle trivellazioni per carotaggio, gli interventi di ripristino e di rimedio, nonché quelli derivanti da soste del cantiere e ritardi, saranno a carico dell'Impresa, salvo che non si tratti di

anomalie dovute a cause di forza maggiore. Nel caso di successivi controlli l'onere di questi si intendono a carico dell'Impresa.

5.2.10 REGISTRO DELLE ANNOTAZIONI

Dovrà essere istituito in cantiere e conservato negli uffici di direzione, un apposito registro sul quale giornalmente, in contraddittorio tra Direzione Lavori ed Appaltatore o rispettivi rappresentanti, dovranno essere annotati tutti gli elementi utili a determinare le caratteristiche tecniche ed esecutive di ciascun palo.

A titolo esemplificativo si elencano le voci principali:

- data;
- cantiere;
- operatore alla macchina di trivellazione;
- numero di palo con riferimento alla pianta della fondazione;
- indicazione delle caratteristiche del terreno o dell'eventuale presenza di falde acquifere;
- profondità del palo;
- metodo di perforazione, uso del fango, rivestimenti;
- diametro;
- ora di inizio ed ultimazione della perforazione;
- composizione e lunghezza della gabbia di armatura;
- ora di inizio ed ultimazione della posa in opera dell'armatura;
- qualità di calcestruzzo o malta impiegato per il getto;
- assorbimento effettivo di malta immessa;
- pressione di iniezione (quando applicabile);
- ora di inizio ed ultimazione del getto;
- note ed eventuali osservazioni circa fatti anomali avvenuti;
- dati relativi a prove di collaudo, misurazioni, note, ecc....

5.2.11 SISTEMA DI MONITORAGGIO

Nel presente paragrafo viene descritto il sistema di monitoraggio da porre in opera in parte prima ed in parte contestualmente all'esecuzione dei lavori, allo scopo di mantenere sotto controllo eventuali interazioni fra gli interventi in progetto ed i manufatti circostanti. Eventuali modifiche e integrazione del numero e la frequenza delle misurazioni saranno stabiliti dalla Direzione Lavori in relazione

all'andamento delle lavorazioni in cantiere. Tutti gli oneri relativi ai monitoraggi saranno a carico dell'appaltatore.

Il sistema di monitoraggio comprende i seguenti interventi:

- Rilievo topografico di alcuni punti di mira predisposti sulle travi di coronamento delle paratie di sostegno degli scavi: si suggerisce di predisporne n°3 sulla trave di testa della paratia lungo il lato Nord in corrispondenza dell'edificio di 9 piani (sezione B-B), e n°3 sempre lungo il lato Nord in corrispondenza degli edifici di minore altezza (sezione A-A); n°2 lungo il lato Ovest (via Valtellina, sezioni C-C e C'-C') e n° 3 distribuiti lungo tutto il lato Sud (sezioni D-D ed E-E), sempre sulla trave di testa della paratia.
  Lungo il lato Est, si suggerisce di predisporre n° 3 coppie di mire topografica sul muro di sostegno esistente in corrispondenza della sezione G-G (3 mire in sommità e 3 mire corrispettive al piede) n° 3 coppie in corrispondenza della sezione G'-G' (3 in sommità e 3 al piede) e n° 2 coppie in corrispondenza della sezione M-M.

- Rilievo topografico di alcuni punti di mira predisposti sugli edifici adiacenti agli scavi, posizionati, ove possibile, in corrispondenza delle mire di cui sopra, applicate alle opere di sostegno: n° 3 mire sull'edificio a 9 piani lungo il lato Nord (sezione B-B) e n°3 sempre lungo il lato Nord sugli edifici di minore altezza (sezione A-A), n° 3 mire sull'edificio in corrispondenza della sezione G-G e n° 3 mire in corrispondenza della sezione G'-G'. L'acquisizione dei dati di monitoraggio relativi agli edifici dovrà essere attivata possibilmente prima dell'inizio dei lavori geotecnici al fine di valutare il naturale comportamento delle strutture inserite nel proprio contesto ambientale (azioni termiche, vento, escursioni falda, ecc…). L'acquisizione verrà poi ovviamente proseguita durante l'esecuzione dei lavori indicativamente con cadenza settimanale.

- Installazione di clinometri disposti sulle facciate degli edifici adiacenti agli scavi, possibilmente in corrisondenza delle rispettive mire topografiche, quini: n° 3 clinometri sull'edificio a 9 piani lungo il lato Nord (sezione B-B) e n°3 sempre lungo il lato Nord sugli edifici di minore altezza (sezione A-A), n° 3 clinometri sull'edificio in corrispondenza della sezione G-G e n° 3 in corrispondenza della sezione G'-G'.

- Predisposizione di inclinometri disposti all'interno dei pali CFA che costituiscono le paratie di sostegno degli scavi, "annegati" nel getto di calcestruzzo per tutta la loro

lunghezza, per verificarne gli spostamenti durante le fasi di scavo. Si richiede di installare: n°1 inclinometro lungo il lato Nord in corrispondenza dell'edificio di 9 piani (sezione B-B), e n°1 sempre lungo il lato Nord in corrispondenza degli edifici di minore altezza (sezione A-A); n°1 lungo il lato Ovest (via Valtellina). Lungo il lato Est, si richiede di predisporre n°1 inclinometro in corrispondenza della sezione G-G e n°1 in corrispondenza della sezione G'-G'.

- Predisposizione di accelerometri per la misura e il monitoraggio delle vibrazioni indotte dalle operazioni di cantiere su edifici e strutture limitrofe (due lungo il lato Nord e due lungo il lato Est).

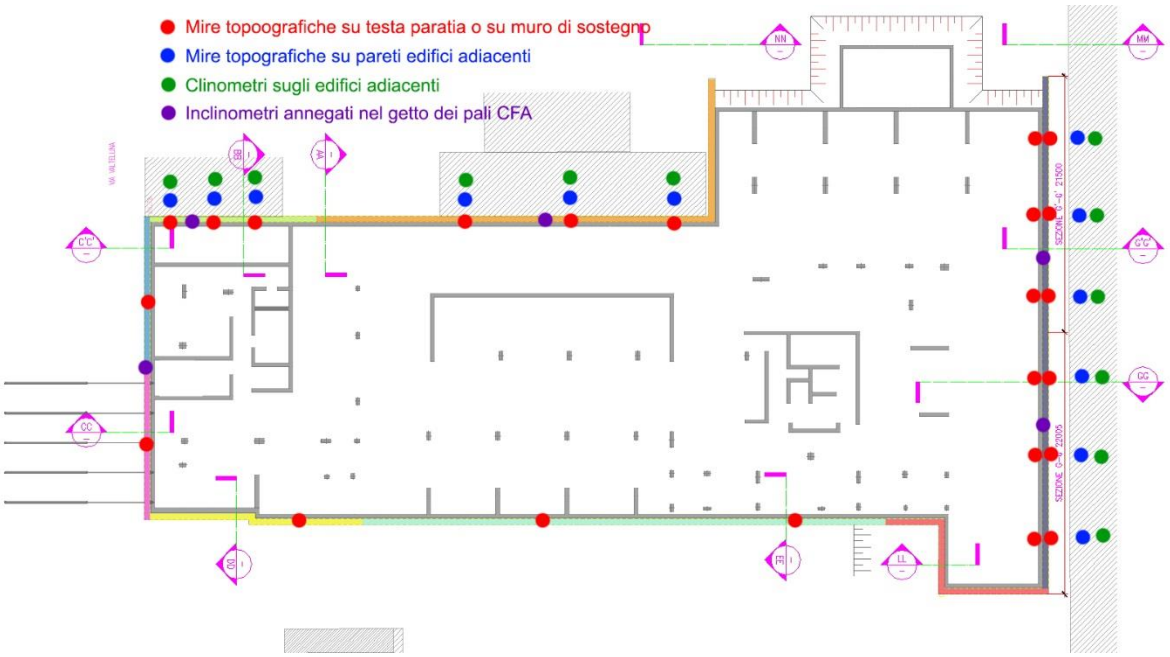


Figura 2: ubicazione sistema di monitoraggio

5.2.12 MONITORAGGIO VIBRAZIONALE

La norma UNI 9916, in sostanziale accordo con i contenuti tecnici della norma ISO 4866, fornisce una guida per la scelta di appropriati metodi di misura, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratori allo scopo di permettere anche la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed integrità architettonica. Altro scopo della norma è di ottenere dati comparabili sulle caratteristiche delle vibrazioni rilevate in tempi diversi su uno

stesso edificio, o su edifici diversi a parità di sorgente di eccitazione, nonché di fornire criteri di valutazione degli effetti delle vibrazioni medesime.

A seguire si riporta il prospetto delle velocità ammissibili.

Classe	Tipo di edificio	Valori di riferimento per la velocità di vibrazione p.c.p.v in mm/s			
		Fondazioni			Piano alto
		Da 1 Hz fino a 10 Hz	Da 10 Hz fino a 50 Hz	Da 50 Hz fino a 100 Hz*)	Per tutte le frequenze
1	Costruzioni industriali, edifici industriali e costruzioni struttural-mente simili	20	Varia linearmente da 20 (f= 10 Hz) fino a 40 (f= 50 Hz)	Varia linearmente da 40 (f= 50 Hz) fino a 50 (f= 100 Hz)	40
2	Edifici residenziali e costruzioni simili	5	Varia linearmente da 5 (f= 10 Hz) fino a 15 (f= 50 Hz)	Varia linearmente da 15 (f= 50 Hz) fino a 20 (f= 100 Hz)	15
3	Costruzioni che non ricadono nelle classi 1 e 2 e che sono degne di essere tutelate (per esempio monumenti storici)	3	Varia linearmente da 3 (f= 10 Hz) fino a 8 (f= 50 Hz)	Varia linearmente da 8 (f= 50 Hz) fino a 10 (f= 100 Hz)	8
*)	Per frequenze oltre 100 Hz possono essere usati i valori di riferimento per 100 Hz.				

Tabella 1: Valori di riferimento delle velocità ammissibili (UNI 9916) per vibrazioni di breve durata

5.3 TRAVE DI CORONAMENTO

Le sommità dei pali saranno solidarizzate mediante una trave in c.a., con funzione di richiamo alla compartecipazione solidale dell'intera palificata alle sollecitazioni e deformazioni.

5.3.1 PROVENIENZA E QUALITÀ DEI MATERIALI

Per la definizione e l'uso dei materiali si fa riferimento ai requisiti contenuti delle Norme Tecniche per le Costruzioni – 17.01.2018.

Il Direttore dei Lavori avrà completa possibilità di controllo su tutti i materiali impiegati nelle opere.

L'Appaltatore approvvigionerà i materiali ove riterrà più opportuno, purché essi abbiano i requisiti prescritti dagli elaborati di progetto.

I materiali dovranno avere, caratteristiche rispondenti a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia ed inoltre corrispondere alle qualità generali previste dalle presenti Specifiche Tecniche.

In mancanza di particolari prescrizioni, dovranno essere della migliore qualità esistente in commercio.

5.3.2 ARMATURE METALLICHE

Le armature metalliche dovranno corrispondere perfettamente a quanto indicato nei disegni di progetto per quanto riguarda la quantità, la forma e la posizione, nonché quanto prescritto dalle norme vigenti.

In ogni caso, salvo quando diversamente specificato, le sovrapposizioni delle barre dovranno essere opportunamente sfalsate.

Tutte le piegature saranno eseguite prima della messa in posizione dei ferri, non è permesso l'uso del calore, né quello delle saldature, eccetto dove sia espressamente indicato nel progetto. L'Appaltatore dovrà prendere precauzioni affinché le barre vengano collocate nella corretta posizione e non subiscano spostamenti durante i getti.

Nessun materiale di nessun genere potrà essere incorporato nel calcestruzzo, eccetto il filo di ferro, i distanziatori interni delle casseforme ed i distanziatori delle armature destinati a mantenere le barre nelle posizioni volute.

Le barre dovranno essere immagazzinate sollevate dal suolo, evitando che vengano imbrattate da altre sostanze.

Qualora si proceda alla composizione delle gabbie metalliche fuori opera, tutti gli incroci dei ferri o comunque i punti di contatto tra ferro e ferro dovranno essere accuratamente fissati con legatura in filo di ferro ricotto o opportunamente saldati per garantire l'indeformabilità delle gabbie stesse nel trasporto dal luogo di composizione al luogo di posa in opera.

Al momento del getto dovranno risultare pulite e scevre di corrosioni localizzate, scaglie di trafilatura, ruggine, ghiaccio, olio e altre sostanze nocive all'armatura, al calcestruzzo e alla loro aderenza.

È vietato mettere in opera armature ossidate, corrose, recanti difetti superficiali che ne menomino la resistenza e/o ne riducano l'aderenza al conglomerato.

5.3.3 CALCESTRUZZO

Per le caratteristiche di approvvigionamento e di verifica del calcestruzzo fare riferimento a quanto indicato nei paragrafi precedenti delle presenti Specifiche.

Per la realizzazione della trave di coronamento è previsto l'utilizzo di un calcestruzzo con resistenza caratteristica Rck = 40 N/mm², classe di consistenza S4 e classe di protezione (durabilità) XC2, diametro massimo aggregati 22mm.

La vibratura meccanica del conglomerato dovrà essere sempre effettuata con particolare cura e non potrà mai dare luogo a speciali compensi.

La vibratura dovrà interessare per almeno 10 cm lo strato precedente e dovrà proseguire uniformemente e senza soluzione di continuità così che l'intera massa risulti in maniera omogenea.

La vibratura dovrà essere sospesa all'apparizione in superficie di un lieve strato di malta omogenea ricca d'acqua, poiché il prolungamento della vibratura oltre il necessario comporta la stratificazione dei costituenti il conglomerato.
La buona esecuzione della vibratura potrà essere accertata, tra l'altro, dopo il disarmo esaminando le superfici a contatto con i casseri che non dovranno presentare vuoti e bolle dovuti a inclusione di aria o di acqua.
Rimane a cura dell'Impresa la gestione e caratterizzazione a norma di legge dei rifiuti degli eventuali residui di calcestruzzo a termine getto come pure i materiali provenienti dal lavaggio dell'autobetoniera.

5.3.4 CASSERI

Le casseforme potranno essere metalliche, o di legno piallato, o di compensato armato e plasticato o di altri materiali preventivamente accettati dalla D.L., in ogni caso le dimensioni e gli spessori dei casseri dovranno essere tali da garantire la resistenza ai carichi ed alle vibrazioni cui saranno sottoposti e dovranno essere opportunamente controventati ed irrigiditi così da assicurare la perfetta riuscita della superficie dei getti ed in definitiva la perfetta rispondenza delle strutture alle dimensioni, forme e tolleranze del progetto.
I casseri dovranno essere sufficientemente stagni affinché il costipamento per vibrazioni non provochi la perdita di una quantità apprezzabile di cemento. Dovranno inoltre essere adottate tutte le precauzioni necessarie affinché i casseri non impediscano il ritiro del conglomerato provocandone la fessurazione prima del disarmo. Per facilitare il disarmo, la superficie delle casseforme dovrà essere convenientemente trattata con disarmanti.
I disarmanti saranno costituiti da oli puri con aggiunta di attivanti superficiali per ridurre la tensione superficiale, o da emulsioni cremose di acqua in olio con aggiunta di attivanti; è vietato l'utilizzo di oli esausti o di ogni altro materiale non espressamente prodotto allo scopo.
L'uso dei distanziatori è obbligatorio. Come distanziatori per i casseri, si useranno preferibilmente tubi stellari in PVC, con coni d'appoggio dello stesso materiale che potranno essere successivamente sigillati mediante malta cementizia antiritiro a richiesta della D.L., oppure saranno utilizzati altri sistemi da sottoporre preliminarmente all'approvazione della D.L.

5.3.5 TOLLERANZE

- Lunghezza: ± 2 cm
- Larghezza: ± 1 cm
- Altezza: ± 1 cm
- Interferro barre d'armatura: ±0/+0.5 cm
- Copriferro barre d'armatura ± 0.5 cm

Passo barre d'armatura ± 1cm con l'ulteriore controllo del numero di barre posizionate rispetto a quanto previsto in un intervallo di 1,00 m.

5.4 TIRANTI

Per il sistema di ancoraggio dei pali CFA Di alcune sezioni (si rimanda agli elaborati progettuali) si prevede l'impiego di tiranti di ancoraggio a trefoli muniti di guaina protettiva anticorrosiva per l'intera lunghezza del tirante e corrugata per la parte di ancoraggio a fondo foro, completi degli opportuni distanziatori/accessori per garantire le giuste posizioni. Si considererà compresa la fornitura in opera dei tubi di iniezione e sfiato in PVC nonché la formazione di idoneo diaframma per la separazione, durante la fase di iniezione primaria, della testa di ammarro della restante parte del tirante. Saranno comprese inoltre l'iniezione primaria di ancoraggio e le successive iniezioni da eseguire anche in più fasi, con idonee miscele cementizie eventualmente additivate per qualsiasi volume, e la necessaria tesatura per dare il tirante completo in esercizio.

5.4.1 TESTATE DI ANCORAGGIO PER TIRANTI DI QUALUNQUE TENSIONE

I tiranti saranno dotati di testate di ancoraggio compreso l'allettamento con malta o l'inghisaggio nel foro e ogni altro onere necessario per dare il prodotto finito a regola d'arte.
I tiranti sono costituiti da una testa con dispositivo di bloccaggio e piastra di ripartizione collegata alla trave di ripartizione.

- tratto libero, intermedio, di collegamento tra la testa ed il tratto attivo
- tratto attivo, che trasmette al terreno le forze di trazione.

In relazione alla durata di esercizio definita nel progetto, i tiranti si distinguono in:

- provvisori, se la durata della funzionalità non supera i 30mesi
- permanenti, se di durata superiore.

Le caratteristiche geometriche e strutturali del tirante sono:

- tiranti provvisionali;
- quota di installazione indicata negli elaborati progettuali;
- tiranti a 4 trefoli del tipo Dywidag in acciaio Y1860 high grade (sezione trefolo 140mm² - Ø 15.3mm - 0.6") con carico di snervamento caratteristico $F_{p0,1k}$ = 918 kN e carico di rottura caratteristico F_{pk} = 1042 kN;
- inclinazione di 30° rispetto all'orizzontale;
- interasse longitudinale di 2.5 m;
- lunghezza bulbo di ancoraggio di 8.0 m;
- diametro di perforazione 0.16 m;

- diametro reso del bulbo 0.24 m: per la realizzazione del bulbo di ancoraggio va prevista, dopo la formazione della guaina, l'iniezione a pressione tramite valvole (manchettes) disposte in n°1 al metro (tirante di tipo IRS);
- carico di pretensionamento di 480 kN/tirante.

5.4.2 PERFORAZIONE E INSTALLAZIONE

I tiranti di ancoraggio in terreno o roccia vengono installati in fori, preventivamente eseguiti con il metodo a distruzione, con caratteristiche ed inclinazione fissate.

Per la realizzazione dei tiranti si prevedono perforazioni suborizzontali in materie di qualsiasi natura e consistenza e qualsiasi inclinazione, compreso murature, trovanti e roccia da mina, anche in presenza d'acqua eseguita a qualsiasi profondità e per qualsiasi inclinazione sull'orizzontale, a rotazione o rotopercussione, anche con eventuale rivestimento provvisorio. Si considereranno compresi gli oneri per l'eventuale uso di fanghi bentonitici, le attrezzature occorrenti, gli utensili di perforazione, i ponteggi e le impalcature occorrenti per l'esecuzione del perforo a qualsiasi altezza e ogni altra prestazione e onere per dare il perforo atto all'introduzione dei tiranti.

È obbligatorio l'impiego del rivestimento provvisorio con funzione di mantenere il foro accessibile sia in perforazione che durante la posa e la prima iniezioni installa il tirante e si procede alla solidarizzazione con il terreno mediante iniezione in malta di cemento.

5.4.3 DISPOSIZIONI SULLA TIPOLOGIA DI ARMATURA

Gli acciai impiegati per i tiranti e i dispositivi di bloccaggio devono essere conformi alle norme.

Nel caso di armature a trefoli, gli elementi costitutivi dell'ancoraggio devono essere confezionati in stabilimento e pervenire in cantiere già arrotolati e inguainati; il dispositivo di bloccaggio può essere montato in cantiere.

Durante il trasporto, si deve evitare l'arrotolamento del tratto attivo per prevenire rotture e piegamenti dei tubi di iniezione. I tiranti devono essere sostenuti da castelli di trasporto ai quali vengono resi solidali per tutta la durata della movimentazione e fino alla collocazione nel foro.

Non sono ammesse lacerazione anche minime nelle guaine di protezione, né riparazioni in cantiere di parti del tirante che risultassero danneggiate o non conformi alle richieste costruttive prescritte.

Nel caso di impiego di ancoraggi con armatura a barre, per i quali l'assemblaggio viene effettuato in opera, dette operazioni devono essere eseguite da personale esperto ed avvenire durante l'installazione nel foro, avendo cura che il collegamento mediante manicotti di giunzione avvenga con le modalità previste dal costruttore e, parallelamente, che le sigillature della guaina siano eseguite accuratamente.

La posa delle armature in opera deve avvenire secondo le modalità approvate dalla D.L., che ne assicurino il corretto posizionamento e l'efficacia delle connessioni al terreno.

5.4.4 DISTANZIATORI, TAMPONI E CONDOTTI DI INIEZIONE

La forma dei distanziatori deve essere tale da consentire il centraggio dell'armatura nel foro di alloggiamento, durante le fasi di manipolazione e non ostacolare il passaggio della miscela, in modo da garantire il ricoprimento dell'acciaio da parte della miscela d'iniezione.
In ogni caso, in corrispondenza del distanziatore, la sezione libera del foro deve essere almeno 2 volte la sezione del condotto di iniezione.
I distanziatori devono essere realizzati in materiali non metallici, di resistenza adeguata ed essere disposti ad intervalli non superiori a 5m nel tratto passivo. Nel caso di armature a trefoli, sono intercalati da legature nel tratto attivo ad intervalli di 2-2.5m in modo da dare al fascio di trefoli una conformazione a ventri e nodi.
I tamponi di separazione fra tratto attivo e passivo devono essere impermeabili alla miscela e di resistenza adeguata in funzione della pressione di iniezione.
Sono realizzati con elementi metallici o materiale iniettato, devono garantire le armature nei confronti della corrosione e consentire l'avvolgimento dei trefoli sui castelli di trasporto.
I condotti di iniezione devono soddisfare ai seguenti requisiti:

- avere resistenza adeguata alle pressioni di iniezione con coefficienti di sicurezza pari a 1.5 e comunque ad una pressione di rottura non inferiore a 1.0 MPa
- avere diametro minimo non inferiore a 16mm.

Le canne valvolate per iniezioni ripetute devono avere un diametro minimo di 25mm.
Ogni singolo condotto deve essere contrassegnato con un colore diverso. Tale contrassegno deve essere mantenuto per tutti i tiranti della stessa partita.

5.4.5 ELEMENTI DI PROTEZIONE

In relazione alla durata di esercizio, sono ammesse le seguenti classi di protezione:

- Classe 1, per tiranti provvisori, con protezione che consiste in una guaina di polietilene o polipropilene che avvolge il tratto libero.
- Classe 2, per tiranti permanenti, con guaina di polietilene, che avvolge l'intero tirante, flessibile o semirigida e liscia per il tratto libero, grecata per quello attivo.

Lo spessore della guaina non deve essere inferiore a 1.5mm e deve avere caratteristiche tali da non subire lacerazioni durante le fasi di lavorazione e posa o in presenza delle sollecitazioni meccaniche e chimiche previste in esercizio.
La sezione interna della guaina deve essere pari ad almeno 4 volte la sezione trasversale complessiva delle armature contenute ed assicurare un ricoprimento dell'armatura pari ad almeno 5mm.
Le guaine corrugate devono presentare una distanza tra nervature maggiore di 5mm ed una differenza tra i diametri interni di almeno 8mm.
Ciascun trefolo o barra deve essere ulteriormente protetto, salvo diversa prescrizione della D.L.:

- Da una guaina individuale nella parte libera, in PVC, polietilene o polipropilene.
- Da una verniciatura nel tratto attivo in resina epossidica elasticizzata.

5.4.6 RIEMPIMENTI ED INIEZIONI

5.4.6.1 RIEMPIMENTO SEMPLICE

Consiste nel riempimento del foro con miscela cementizia. Nei tiranti con guaina di protezione, viene riempita sia l'intercapedine tra guaina e foro, che lo spazio fra la guaina corrugata e l'armatura nel tratto attivo. Quest'ultimo spazio deve essere collegato alla bocca del foro da un tubicino di sfiato che consenta la fuoriuscita d'aria. L'iniezione deve essere proseguita sino all'espulsione di miscela dal tubetto di sfiato.
Il riempimento dell'intercapedine tra la perforazione ed il tirante va assicurato immettendo la miscela nel punto più profondo del foro, tramite appositi condotti, ed osservando che essa risalga sino alla bocca del foro e vi permanga finché interviene la presa. Ove occorra, si dovrà provvedere al riempimento in più riprese.

5.4.6.2 INIEZIONE RIPETUTA

Si iniettano quantità controllate di miscela cementizia, in più fasi successive, fino ad ottenere pressioni di iniezione residue pari a 0.8-1.5 MPa.
Con tale metodo, si creano una serie di sbulbature lungo la fondazione e si instaura nel terreno un campo di sforzi di compressione, favorevole alla mobilitazione di elevate resistenze al taglio per attrito.
L'iniezione in pressione avviene mediante un tubo a perdere, dotato di valvole di non ritorno a manicotto, intervallate a distanze di 1m lungo il tratto attivo.
Il tubo potrà essere disposto coassiale all'armatura e di diametro adeguato, nel caso di tiranti senza guaina lungo la fondazione, oppure in acciaio ed esterno all'armatura, oppure coassiale ed interno

alla guaina grecata, ma dotato di valvole che sboccano all'esterno per la formazione delle sbulbature, e altre interne per il riempimento dell'intercapedine guaina/armature.

5.4.6.3 FASI DI INIEZIONE

Le fasi di iniezione sono le seguenti:

- Riempimento della cavità a ridosso delle pareti della perforazione, alimentando la miscela dalla valvola più profondo sino alla risalita alla bocca del foro
- Lavaggio con acqua all'interno del tubo valvolato
- A presa avvenuta, iniezione valvola per valvola, di volumi non eccedenti le seguenti quantità:
  per σ 90-120 60 l/valvola
  per σ 121-170 85 l/valvola
  per σ 171-120 120 l/valvola
  La pressione non deve superare quella corrispondente alla fatturazione idraulica del terreno.
- Lavaggio con acqua all'interno del tubo
- Ripetizione dell'iniezione in pressione a presa avvenuta della malta precedentemente iniettata, limitatamente alle valvole per le quali:
  il volume iniettato non abbia raggiunto il limite predetto a causa dell'incipiente fatturazione idraulica del terreno
  le pressioni residue di iniezione, misurate a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico, non superino 0.8 MPa

L'iniezione può essere ripetuta dopo la presa delle iniezioni precedenti, qualora risultasse necessario per il raggiungimento della capacità portante del tirante.
Al termine delle operazioni di connessione del tirante al terreno, si procede con la posa in opera del dispositivo di bloccaggio.
4.7.6.2 Miscele cementizie di iniezione

5.4.6.4 TESATURA E COLLAUDO

Trascorsi 28gg dall'ultima iniezione (meno in funzione del tipo di miscela), ogni tirante deve essere sottoposto a tesatura di collaudo, previa autorizzazione della D.L., con una forza di trazione pari a 1.2 volte quella massima di esercizio.
Come previsto dalla norma di riferimento, dovranno essere realizzati degli ancoraggi preliminari di prova (a perdere) da sottoporre a prove di carico di progetto, particolarmente indicate per valutare l'effettiva capacità portante del bulbo di fondazione dei tiranti.
Tali ancoraggi saranno sottoposti a sollecitazioni più severe di quelle di verifica e non saranno utilizzabili per l'impiego successivo; dovranno inoltre essere realizzati con lo stesso sistema costruttivo degli ancoraggi definitivi, nello stesso sito e nelle stesse condizioni ambientali.

Secondo la norma, il numero di prove di progetto non deve essere inferiore a:

- 1 se il numero degli ancoraggi è inferiore a 30,
- 2 se il numero degli ancoraggi è compreso tra 31 e 50,
- 3 se il numero degli ancoraggi è compreso tra 51 e 100,
- se il numero degli ancoraggi è compreso tra 101 e 200,
- 8 se il numero degli ancoraggi è compreso tra 201 e 500,
- 10 se il numero degli ancoraggi è superiore a 500.

Nei tiranti per le prove di carico di progetto, l'armatura a trefoli del tratto libero deve essere dimensionata in modo che la resistenza caratteristica al limite di snervamento del tratto libero sia sempre maggiore del tiro massimo di prova.
Per l'esecuzione delle prove di carico di progetto si rimanda alle Raccomandazioni AICAP sui tiranti di ancoraggio 1993 ed alla norma UNI EN 1537.

La tesatura del primo tirante deve avvenire con l'ausilio della cella di carico per il controllo dei valori.
La prova di carico si esegue assegnando dapprima una trazione di assestamento (N_0) pari al 10% del carico di esercizio (N_{es}) e misurando la posizione dell'armatura rispetto alle piastre di testata.
Successivamente si porta gradualmente e senza interruzioni la forza applicata sino al valore di collaudo (N_c) e si esegue la misura dell'allungamento (d_1).
Il tiro deve essere mantenuto per un tempo minimo di 5 minuti, per tiranti in roccia ed in terreni non coesivi, 15 minuti per tiranti in terreni coesivi.
Si esegue quindi una nuova misurazione dell'allungamento (d_2), e si scarica il tirante nuovamente al valore di assestamento, misurando l'allungamento permanente (d_k).
Per l'accettazione del singolo tirante devono essere verificate le seguenti condizioni:

- $(d_2 - d_1) < 2\% \, (N_c - N_0) * L_t / (E_s * A_s)$
  con
  L_t lunghezza del tratto passivo
  A_s sezione trasversale armatura
  E_s modulo di elasticità dell'acciaio
- $d_k < 1.3 \, d_{prova}$
  con
  d_{prova} = allungamento misurato nei tiranti preliminari di prova tesati a 1.5 volte il carico di esercizio

Se la prima condizione non risultasse soddisfatta, si prolunga il tempo di tiro di 15 e 45 minuti rispettivamente. L'allungamento ulteriore a carico costante misurato al termine del lasso di tempo indicato dovrà risultare:

$$(d_3 - d_2) < 1\% \, (N_c - N_0) * L_t / (E_s * A_s)$$

I tiranti che non soddisfano i requisiti indicati saranno sostituiti da altri con caratteristiche e posizione indicati dalla D.L.

Ai tiranti risultati idonei, sarà invece applicata senza interruzioni la forza di tesatura iniziale prevista da progetto. Al termine delle operazioni di tesatura, vengono serrati i dispositivi di bloccaggio.

Le apparecchiature impiegate, tarate presso laboratori ufficiali, devono consentire le seguenti precisioni di misurazioni:

- per gli allungamenti: 0.1mm
- per le forze: 2% della trazione di esercizio

La taratura potrà essere ripetuta, a facoltà della D.L., in caso di impieghi prolungati o ripetuti per più di 50 tiranti.

Il controllo nel tempo di tiranti permanenti non è obbligatorio, salvo diversa prescrizione. In questi casi il controllo è a carico dell'appaltatore sino al collaudo dell'opera. Oltre tale limite sarà effettuato a cura del Committente.

Il programma dei controlli da effettuare e le modalità di prova deve essere previsto in progetto; in ogni caso, devono essere previste misure periodiche degli spostamenti della struttura ancorata, controlli della forza di tesatura nei tiranti e nei bulloni.

Oltre alle prove di carico di progetto (su ancoraggi a perdere), in corso d'opera dovranno essere effettuate prove di carico di collaudo su tutti gli ancoraggi realizzati, al fine di controllarne il comportamento sotto le azioni di progetto. La prova consiste nell'applicazione di un ciclo semplice di carico e scarico; in questo ciclo i tiranti vengono sottoposti ad una forza pari a 1,2 volte l'azione di progetto Pd = 530 kN utilizzata per le verifiche SLE, verificando che gli allungamenti misurati siano nei limiti previsti e/o compatibili con le misure sugli ancoraggi preliminari di prova.

5.4.6.5 PROTEZIONI ANTICORROSIONE IN OPERA

La protezione anticorrosione del tratto libero del tirante è completata, iniettando all'interno della guaina la miscela, dopo il completamento delle operazioni di tesatura.

L'iniezione di miscela nel tratto libero, prima della tesatura o di fasi di ritesatura, può avvenire con approvazione della D.L., solo per armature costituite da trefoli a sezione compatta, ingrassati e protetti da guaine individuali in PVC, in modo da garantire lo scorrimento con minime resistenze.
La protezione di classe 1 della testa del tirante può essere ottenuta con getto di miscela, previa aggiunta di additivo antiritiro. La protezione di classe 2 prevede l'incapsulamento mediante involucri protettivi di polietilene o polipropilene di spessore minimo pari a 2mm, connessi per saldatura alla guaina che avvolge il tratto libero. Successivamente un getto in malta armata con rete protegge la testa da urti e abrasioni.
Le teste di tutti i tiranti devono essere accessibili per un periodo non inferiore a 30 giorni dalla data di ultimazione delle iniezioni, per operazioni di controllo e ritesatura, da effettuare su tutti i tiranti nel caso di ancoraggi permanenti e su un numero stabilito dalla D.L. (comunque non inferiore al 10%) nel caso di ancoraggi provvisori.

5.4.6.6 REGISTRO DELLE ANNOTAZIONI

Dovrà essere istituito in cantiere e conservato negli uffici di direzione, un apposito registro sul quale giornalmente, in contraddittorio tra Direzione Lavori ed Appaltatore o rispettivi rappresentanti, dovranno essere annotati tutti gli elementi utili a determinare le caratteristiche tecniche ed esecutive di ciascun tirante.

- numero, posizione e tipo di tirante;
- diametro e lunghezza di perforazione;
- tipo, caratteristiche e dimensioni dell'armatura;
- lunghezza del tratto attivo;
- quantità e composizione della malta iniettata;
- risultati delle prove sulla boiacca di iniezione;
- risultati della prova di collaudo;
- date di perforazione, iniezione e tesatura;
- tarature degli apparecchi di misura in data non anteriore a 3 mesi ed eseguite presso un laboratorio ufficiale.

6 MATERIALI E FORNITURE IN GENERE

I materiali e le forniture da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia e, inoltre, corrispondere alle specifiche norme del presente Capitolato o degli altri atti contrattuali.

Essi inoltre, dovranno rispondere alle norme e prescrizioni dei relativi Enti di unificazione o normazione (UNI, UNEL, ecc.) con la notazione che, ove il richiamo nel presente testo fosse indirizzato a norme ritirate o sostituite, la relativa valenza dovrà rispettivamente ritenersi prorogata (salvo diversa specifica) o riferita alla norma sostitutiva.

Tutti i materiali da costruzione impiegati nella realizzazione dell'opera devono presentare obbligatoriamente la marchiatura CE in conformità al Regolamento (UE) N.305/2011 e, per le parti vigenti, alla Direttiva 89/106/CE sui prodotti da costruzione (DM 8 aprile 2010 "Elenco riepilogativo di norme").

Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti.

L'Appaltatore è obbligato a presentarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire o a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove prescritte dal presente Capitolato o nell'Elenco Prezzi o dalla Direzione Lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che formati in opera e sulle forniture in genere.

Il prelievo dei campioni, secondo quanto riportato nel D.M. 17/01/2018, verrà effettuato in contraddittorio e sarà appositamente verbalizzato.

L'Appaltatore farà sì che tutti i materiali abbiano, durante il corso dei lavori, le medesime caratteristiche riconosciute ed accettate dalla Direzione Lavori. Qualora in corso di coltivazione di cave o di esercizio delle fabbriche, stabilimenti ecc. i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare e si presentasse quindi la necessità di cambiamenti negli approvvigionamenti, nessuna eccezione potrà accampare l'Appaltatore, né alcuna variazione di prezzi, fermi restando gli obblighi di cui al primo capoverso.

Le provviste non accettate dalla Direzione Lavori, in quanto ad insindacabile giudizio non riconosciute idonee, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere, a cura e spese dell'Appaltatore, e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti. L'Appaltatore resta comunque totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che l'Amministrazione si riserva in sede di collaudo.

7 MATERIALI NATURALI E DI CAVA

7.1 ACQUA

Dovrà essere dolce, limpida, scevra di materie terrose o organiche e non aggressiva, per cui, qualora disponibile, l'acqua più sicura è quella potabile; se non si può disporre di questa, occorrerà prima analizzare chimicamente quella che si intende impiegare in modo da accertarne l'idoneità, vedi **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**.

Sostanze organiche o argillose	< 2 g/l
Solfati	< 1 g/l
Carbonati e bicarbonati alcali (Na, K)	< 1 g/l
Carbonati e bicarbonati alcalino terrosi	< 0,35 g/l
Cloruri	< 0,1 g/l
PH	7

Tabella 1: Caratteristiche chimiche di un'acqua per la confezione di un calcestruzzo

È vietato l'impiego di acqua di mare salvo esplicita autorizzazione (nel caso, con gli opportuni accorgimenti per i calcoli di stabilità).
Tale divieto rimane tassativo ed assoluto per i calcestruzzi armati ed in genere per tutte le strutture inglobanti materiali metallici soggetti a corrosione.

7.2 SABBIA

La sabbia da impiegare nelle malte e nei calcestruzzi, sia essa viva, naturale o artificiale, dovrà essere assolutamente scevra da materie terrose o organiche, essere preferibilmente di qualità silicea (in subordine quarzosa, granitica o calcarea), di grana omogenea, scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco e dovrà provenire da rocce aventi alta resistenza alla compressione.
Ove necessario, la sabbia sarà lavata con acqua dolce per l'eliminazione delle eventuali materie nocive; alla prova di decantazione in acqua, comunque, la perdita in peso non dovrà superare il 2%.
Per il controllo granulometrico l'Appaltatore dovrà apprestare e porre a disposizione della Direzione gli stacci previsti dalla normativa specifica vigente.

7.3 SABBIA PER CONGLOMERATI CEMENTIZI

Dovrà corrispondere ai requisiti prescritti dal D.M. 17 gennaio 2018.
La granulometria dovrà essere assortita (tra 1 e 5 mm) e adeguata alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera. È assolutamente vietato l'uso di sabbia marina, salvo efficace lavaggio e previa autorizzazione della Direzione Lavori.

7.4 SABBIA PER COSTRUZIONI STRADALI

Dovrà essere coerente a quanto riportato nel D.M. 17/01/2018 e successiva Circolare esplicativa. L'Appaltatore dovrà provvedere, a richiesta della DL e a suo onere, al controllo granulometrico mediante i crivelli prescritti dalla UNI EN 933-1.

7.5 SABBIA PER MURATURE IN GENERE

Dovrà essere costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso un setaccio con maglie circolari dal diametro di mm. 2 per murature in genere e dal diametro di mm. 1 per intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio (setaccio 2-1 UNI 2332).

7.6 GHIAIA – PIETRISCO

I materiali in argomento dovranno essere costituiti da elementi omogenei, provenienti da rocce compatte, resistenti, non gessose o marnose, né gelive.

Tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, sfaldati o sfaldabili e quelle rivestite da incrostazioni.

I pietrischi e le graniglie dovranno provenire dalla frantumazione di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o di calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione ed al gelo. Saranno a spigolo vivo, scevri di materie terrose, sabbia e comunque materie eterogenee od organiche. Se necessario, vanno lavate in acqua dolce.

Per il controllo granulometrico l'Appaltatore dovrà approvvigionare e porre a disposizione della Direzione i crivelli UNI 2334.

7.7 GHIAIA E PIETRISCO PER CONGLOMERATI CEMENTIZI

Dovranno corrispondere ai requisiti prescritti dal D.M. 17 gennaio 2018.

La granulometria degli aggregati sarà in genere indicata dalla Direzione Lavori in base alla destinazione dei getti ed alle modalità di posa in opera dei calcestruzzi.

In ogni caso la dimensione massima degli elementi, per le strutture armate, non dovrà superare il 60 % dell'interferro e per le strutture in generale, il 25% della minima dimensione strutturale.

E' prescritto inoltre che per getti di fondazione o di forte spessore gli elementi di dimensione massima risultino passanti al crivello 71 UNI 2334 mentre per getti di spessore ridotto gli elementi di minima dimensione risultino trattenuti dal crivello 8 UNI 2334, vedi tabella a seguire.

INDICAZIONI PER LA DESIGNAZIONE		CRIVELLO DI CONTROLLO	
GHIAIE	PIETRISCHI	che trattiene	che lascia passare
Ghiaia 40/71	Pietrisco 40/71	40 UNI 2334	71 UNI 2334
Ghiaia 40/60	Pietrisco 40/60	40 UNI 2334	60 UNI 2334
Ghiaia 25/40	Pietrisco 25/40	25 UNI 2334	40 UNI 2334
Ghiaietto 15/25	Pietrischetto 15/25	15 UNI 2334	25 UNI 2334
Ghiaietto 10/15	Pietrischetto 10/15	10 UNI 2334	15 UNI 2334
Ghiaino 5/10	Graniglia 5/10	5 UNI 2334	10 UNI 2334
Ghiaino 3/5	Graniglia 3/5	3 UNI 2334	5 UNI 2334

Tabella 3: Ghiaie e Pietrischi - Pezzatura

7.8 GHIAIA E PIETRISCO PER SOVRASTRUTTURE STRADALI

Dovranno corrispondere, come definizione e pezzature, ai requisiti stabiliti dalla norma UNI 2710 della quale si riporta, sopra la tabella delle pezzature.

Gli elementi dovranno presentare uniformità di dimensioni nei vari sensi, escludendosi quelli di forma allungata, piatta o scagliosa. I pietrischi dovranno altresì rispondere alle norme riportate al precedente punto 2.3.1.

La resistenza e compressione dei provini saturi di acqua dovrà risultare non inferiore a 1200 Kgf/cm²; il coefficiente Deval, da determinarsi se necessario su materiali di cava ed in ogni caso sul pietrisco di pezzatura 40/60 approvvigionato a piè d'opera, dovrà risultare non inferiore a 12 per i pietrischi di 1^ categoria ed a 10 negli altri casi, mentre corrispettivamente il coefficiente I.S.S. dovrà essere minimo 4.

Per gli aggregati provenienti da frantumazione di ciottoli o ghiaie, dovrà ottenersi che non si abbia più di una faccia arrotondata.

7.9 DETRITO DI CAVA O TOUT-VENANT DI CAVA, DI FRANTOIO O DI FIUME

Quando per gli strati di fondazione o di base della sovrastruttura stradale sia disposto di impiegare detriti di cava o di frantoio od altro materiale dovrà essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile, né plasticizzabile), nonché privo di radici e di sostanze organiche.

La granulometria del materiale sarà prescritta dalla Direzione Lavori. Il limite liquido (Attenberg), dovrà essere non maggiore di 25 e l'indice di plasticità di 6. L'indice C.B.R. dovrà avere un valore non minore di 50.

7.10 POMICE

Posta in commercio allo stato di granulato, dovrà possedere la granulometria prescritta (di norma: 0-5, 0-12, 0-15, 0-20), essere priva di alterazioni, asciutta, scevra da sostanze organiche, polvere od altri elementi estranei. Per gli impieghi strutturali inoltre dovrà possedere una resistenza meccanica granulare (norma DIN 53109 e procedimento modificato di Hummel) non inferiore a 15 N/mm^2 (150 kgf/cm^2).

8 CALCI – POZZOLANE – LEGANTI IDRAULICI

8.1 CALCI AEREE

Dovranno avere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dalla norma UNI EN 459-3:2011.
La distinzione è fatta in: calce grassa in zolle; calce magra in zolle; calce idrata in polvere.

8.2 CALCE GRASSA IN ZOLLE

Dovrà provenire da calcari puri, essere di recente, perfetta ed uniforme cottura, non bruciata né vitrea né pigra ad idratarsi ed infine di qualità tale che, mescolata con la sola quantità di acqua dolce necessaria all'estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassello tenuissimo (rendimento min. 2.5 m^3/t), senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non bene decarburate, siliciose od altrimenti inerti.
La calce viva in zolle al momento dell'estinzione dovrà essere perfettamente anidra; sarà rifiutata quella ridotta in polvere o sfiorita e perciò si dovrà provvederla in rapporto al bisogno e conservarla in luoghi asciutti e ben riparati dall'umidità.
L'estinzione della calce verrà effettuata meccanicamente, mediante macchine a ciclo continuo, o tradizionalmente, a mezzo di batterie di vasche accoppiate poste a livello diverso e separate da griglia 4 UNI 2331/2.
La calce grassa destinata agli intonachi dovrà essere spenta almeno tre mesi prima dell'impiego, quella destinata alle murature almeno 15 giorni.

8.3 CALCE MAGRA IN ZOLLE

Non sarà consentito, se non diversamente disposto, l'impiego di tale tipo di calce.

8.4 CALCE IDRATA IN POLVERE

Dovrà essere confezionata con idonei imballaggi e conservata in locali ben asciutti.
Gli imballaggi dovranno portare ben visibili: l'indicazione del produttore, il peso del prodotto e la specifica se trattasi di fiore di calce o calce idrata da costruzione.

8.5 POZZOLANA

Per pozzolane si intendono tutti quei materiali di origine vulcanica che impastati intimamente con calce danno malte capaci di far presa e indurire anche sott'acqua e che presentano un residuo non superiore al 40% ad un attacco acido basico eseguito secondo le modalità di cui al capo III della predetta norma.

La pozzolana sarà ricavata da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o da pari inerti, sarà di grana fina (passante allo staccio 3,15 UNI 2332 per malte in generale e 0,5 UNI 2332 per malte fini di intonaco e murature di paramento), asciutta ed accuratamente vagliata.
Sarà impiegata esclusivamente pozzolana classificata "energica" (resistenza a pressione su malta normale a 28 gg.: 25 Kg/cm^2 ± 10%) e sarà rifiutata quella che, versata in acqua, desse una colorazione nerastra, intensa e persistente.

8.6 LEGANTI IDRAULICI

I materiali in argomento dovranno avere le caratteristiche ed i requisiti prescritti nelle Norme tecniche per le costruzioni DM 17.01.2018.

8.7 DENOMINAZIONE DEI TIPI

I leganti idraulici si distinguono nei seguenti tipi:

A_ Cemento alluminoso;
B_ Cementi:

a) portland;
b) pozzolanico;
c) d'alto forno.

C_ Agglomerati cementizi:

a) lenta presa;
b) a rapida presa.

D_ Calci idrauliche:

a) naturali o artificiali in polvere;
b) eminentemente idrauliche naturali od artificiali in polvere;
c) artificiali siderurgiche in polvere.

8.8 RESISTENZE MECCANICHE E TEMPI DI PRESA

I cementi precedentemente elencati dovranno rispettare le indicazioni presenti nelle NTC2018, Par. 11.2.9.1.
La resistenza iniziale di un cemento è la resistenza meccanica a compressione determinata a 2 o 7 giorni in conformità alla EN 196-1. La resistenza deve essere conforme ai requisiti riportati in tabella:

Classe di resistenza	Resistenza alla compressione MPa				Tempo di inizio presa	Stabilità (espansione)
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata			
	2 giorni	7 giorni	28 giorni		min	mm
32,5 N	-	≥ 16,0	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75	≤ 10
32,5 R	≥ 10,0	-				
42,5 N	≥ 10,0	-	≥ 42,5	≤ 62,5	≥ 60	
42,5 R	≥ 20,0	-				
52,5 N	≥ 20,0	-	≥ 52,5	-	≥ 45	
52,5 R	≥ 30,0	-				

Tabella 4: Cementi - Resistenze meccaniche (a 28 gg.) e tempi di presa

Gli agglomerati cementizi e le calci idrauliche dovranno invece avere le caratteristiche ed i limiti minimi di resistenza meccanica, con tolleranza del 5% parzialmente riportati nella tabella:

TIPO DI LEGANTE		Prova a giorni	Resistenza a compressione (Kgf/cm²)	Tempi di presa	
				Inizio	Termine
D	Agglomerati cementizi a lenta presa	7 (28)	100 (160)	≥ 45 min	≤ 12 ore
	Agglomerati cementizi a rapida presa	7	130	≥ 1 min	≤ 30 min
E	Calci idrauliche tipo b)	28	15	≥ 1 ora	≤ 48 ore
	Calci idrauliche tipo c), d), e)	28	30	≥ 1 ora	≤ 48 ore

Tabella 5: Cementi - Agglomerati cementizi e calci idrauliche - Resistenze meccaniche e tempi di presa

8.9 MODALITÀ DI FORNITURA

La fornitura dei leganti idraulici dovrà avvenire in sacchi sigillati, ovvero in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola od ancora alla rinfusa.

Dovranno comunque essere chiaramente indicati, a mezzo stampa nei primi due casi e con documenti di accompagnamento nell'ultimo, il peso e la qualità del legante, lo stabilimento produttore e le resistenze minime a trazione e compressione dopo 28 gg. di stagionatura dei provini.

L'introduzione in cantiere di ogni partita di cemento sfuso dovrà risultare dal giornale dei lavori e dal registro dei getti.

8.10 PRELIEVO DEI CAMPIONI

Per l'accertamento dei requisiti di accettazione dei cementi, degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche in polvere, le prove saranno eseguite su materiale proveniente da un campione originario di almeno 50 Kg di legante prelevato da dieci sacchi per ogni partita di mille sacchi o frazione.
Per le forniture di leganti alla rinfusa la campionatura per le prove sarà effettuata all'atto della consegna, in contraddittorio fra le parti, mediante il prelievo di un campione medio in ragione di 10 Kg per ogni 50 ton o frazione.
Il campione per le prove sulle calci idrauliche naturali in zolle dovrà essere di 50 Kg per ogni 10 ton di calce e sarà prelevato con la pala da diversi punti del mucchio.

8.11 CONSERVAZIONE

Dovrà essere effettuata in locali asciutti, approntati a cura dell'Appaltatore, e su tavolati in legname; più idoneamente lo stoccaggio sarà effettuato in adeguati "silos", da svuotare ogni 4 mesi al massimo.

8.12 PARTICOLARI PRESCRIZIONI SUI CEMENTI

I cementi pozzolanici dovranno prevalentemente essere impiegati per opere destinate a venire in contatto con terreni gessosi, acque di mare o solfatate in genere. I cementi d'alto forno dovranno essere impiegati nelle pavimentazioni stradali, nelle strutture a contatto con terreni gessosi ed in genere nelle opere in cui è richiesto un basso ritiro; non dovranno invece essere impiegati per conglomerati destinati a strutture a vista.
I cementi alluminosi saranno impiegati per getti a bassa temperatura, per getti subacquei, per lavori urgenti ed in genere per opere a contatto con terreni od acque fisicamente o chimicamente aggressivi.
I cementi bianchi, oltre a corrispondere a tutti i requisiti prescritti dalla norma UNI EN 197, dovranno raggiungere una resistenza meccanica minima di 575 Kg/cm^2.
I cementi colorati saranno ottenuti con intima mescolanza di cementi bianchi con pigmenti colorati di analoga finezza, in quantità non superiore al 10% in volume. La mescolanza dovrà risultare perfettamente omogenea; i pigmenti saranno stabili alla luce ed esenti da sostanze che possano danneggiare le malte ed i conglomerati.

9 CALCESTRUZZI E CONGLOMERATI

9.1 CONTROLLI SUI MATERIALI

D.M. 17.01.2018 – Norme tecniche per le costruzioni

9.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

L'Impresa approvvigionerà i materiali ove riterrà più opportuno, purché essi abbiano i requisiti prescritti dagli elaborati di progetto. Le fonti di approvvigionamento dovranno essere documentate e, se modificate, l'IA dovrà darne tempestiva notifica alla DL.

I materiali dovranno avere, in primo luogo, caratteristiche rispondenti a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia ed inoltre corrispondere alle qualità generali previste nel presente documento.

In mancanza di particolari prescrizioni, dovranno essere della migliore qualità esistente in commercio.

La DL avrà completa possibilità di controllo su tutti i materiali impiegati nelle opere.

Ulteriori prescrizioni relative ai criteri di accettazione dei materiali sono comprese ai paragrafi criteri di accettazione delle opere. Nel caso di requisiti corrispondenti si dovrà considerare l'indicazione più restrittiva.

9.3 AGGREGATI

Gli aggregati normali devono avere i requisiti richiesti dal D.M. 17.01.2018. Essi saranno classificati, testati ed avranno i requisiti richiesti dalle norme di riferimento:

- UNI EN 12620:2008 - Aggregati per calcestruzzo
- UNI EN 13055-1 – Aggregati Leggeri
- UNI 8520-1 Aggregati per confezione di calcestruzzi. Definizione, classificazione e caratteristiche;
- UNI 8520-2 Aggregati per confezione di calcestruzzi. Requisiti;
- UNI 8520-7 Aggregati per confezione calcestruzzi. Determinazione del passante allo staccio 0,075 UNI 2332;
- UNI 8520-8 Aggregati per confezione di calcestruzzi. Determinazione del contenuto di grumi di argilla e particelle friabili;
- UNI EN 1097-6:2002 Aggregati per confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati fini;
- UNI 1097-6:2002 Aggregati per confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati grossi (metodi della pesata idrostatica e del cilindro);

- UNI 1367-1:2001 Aggregati per confezione di calcestruzzi. Determinazione della sensibilità al gelo e disgelo degli aggregati grossi;
- UNI 8520-21 Aggregati per confezione di calcestruzzi. Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note;
- UNI 8520-22 Aggregati per confezione calcestruzzi. Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali.
- UNI EN 1367-2:2010 Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Prova al solfato di magnesio;
- UNI EN 1367-4:2008 Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccamento;
- UNI EN 1744-1:2010 Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati. Analisi chimica.

9.3.1 REQUISITI GENERALI

Valgono i requisiti generali indicati al punto 11.2.9.2 del D.M. 17.01.2018.

La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose.

La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa.

La ghiaia dovrà essere formata da elementi resistenti inalterabili all'aria, all'acqua ed al gelo; gli elementi dovranno essere pulitissimi, esenti da cloruri e da materie polverulente, terrose, organiche, friabili o comunque eterogenee; dovranno escludersi dall'impiego elementi a forma di ago o di piastrelle.

Qualora invece della ghiaia si adoperi pietrisco, questo dovrà pervenire dalla frantumazione di rocce silicee-basaltiche, porfiriche, granitiche o calcaree che presentino, in generale, i requisiti prescritti per la ghiaia di cui al precedente punto. E vietato l'impiego di pietrisco che provenga dalla frantumazione di scaglie o di residui di cave.

In genere si prevede una classe di pietrisco 12-20 mm. Ad ogni modo la dimensione massima della ghiaia o del pietrisco dovrà essere commisurata, per l'assestamento del getto, ai vuoti tra le armature e tra casseri ed armature.

L’impiego di classi di pietrisco di dimensioni superiori presuppone la preventiva approvazione da parte della DL.

La distribuzione granulometrica degli inerti dovrà essere adeguata alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

9.4 ACQUA

L'acqua, che dovrà essere fornita dall'Appaltatore, avrà i requisiti prescritti nel punto 11.2.9.5 del D.M. 17.01.2018 e sarà conforme alla UNI EN 1008:2003.

L'Impresa avrà l'obbligo di controllare le caratteristiche dell'acqua, che dovrà essere limpida, incolore, inodore. Essa dovrà essere controllata per escludere presenze non ammissibili di cloruri e fosfati.

Non potranno essere impiegate acque di rifiuto, anche se limpide, provenienti da fabbriche chimiche, da aziende di prodotti alimentari, da concerie o di altre aziende industriali. E vietato inoltre l'impiego di acque piovane.

Nella determinazione della quantità d'acqua per l'impasto dovrà essere tenuto conto anche di quella contenuta negli inerti; pertanto dovrà essere controllata l'umidità degli inerti e dedurre l'acqua risultante dalla quantità totale calcolata per l'impasto.

Dovranno essere effettuati preliminarmente i test di conformità sulle caratteristiche delle acque impiegate, tali test dovranno essere ripetuti a cadenza periodica durante i lavori.

9.5 CEMENTO

9.5.1 CLASSIFICAZIONE DEI CEMENTI

Per i cementi valgono tutte le prescrizioni della Norma UNI EN 197-1:2007.

Per i test di conformità si farà riferimento alle UNI EN 196- Metodi di prova dei cementi nonché alle seguenti Norme:

- UNI EN 10397 Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata.
- UNI EN 413 Cemento da muratura.
- UNI EN 197-2 Cemento - Valutazione della conformità.

9.5.2 RESISTENZA E REQUISITI

Per le resistenze minime ed i requisiti chimici degli agglomeranti cementizi si rinvia alla normativa vigente.

9.5.3 FORNITURA

I cementi e gli agglomeranti cementizi in polvere debbono essere forniti:

- in sacchi sigillati;

- in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione;
- alla rinfusa.

Se i leganti idraulici sono forniti in sacchi sigillati, essi dovranno essere del peso di 50 kg chiusi con legame munito di sigillo. Il sigillo deve portare impresso in modo indelebile il nome della ditta fabbricante e del relativo stabilimento nonché la specie del legante.

Deve essere inoltre fissato al sacco, a mezzo del sigillo, un cartellino resistente sul quale saranno indicati con caratteri a stampa chiari e indelebili:

- la qualità del legante;
- lo stabilimento produttore;
- la quantità d'acqua per la malta normale;
- le resistenze minime a trazione e a compressione dopo 28 giorni di stagionatura dei provini.

Se i leganti sono forniti in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione, le indicazioni di cui sopra debbono essere stampate a grandi caratteri sugli imballaggi stessi.

I sacchi debbono essere in perfetto stato di conservazione; se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, la merce può essere rifiutata.

Se i leganti sono forniti alla rinfusa, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi.

9.5.4 ACCERTAMENTO DEI REQUISITI D'ACCETTAZIONE DEI CEMENTI

Devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità (rilasciato da un organismo europeo notificato) ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA), purché idonei all'impiego previsto.

9.5.5 MARCHIO DI CONFORMITÀ

L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità e costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

- nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di

identificazione;
- ultime due cifre dell'anno nel quale e stato apposto il marchio di conformità;
- numero dell'attestato di conformità;
- estremi del decreto.
- Denominazione normalizzata del cemento composta da:
- il simbolo CEM che significa cemento rispondente alle specifiche europee
- il tipo vale a dire I, II, III, IV o V
- la classe di resistenza espressa in N/mm2
- la lettera R quando sono dotati di una elevata resistenza iniziale
- Ogni altra dicitura e preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

9.6 ADDITIVI

Durante la preparazione dell'impasto possono essere utilizzati additivi allo scopo di migliorare le caratteristiche del calcestruzzo.

La dosatura e, più in generale, le modalità di impiego di questi prodotti devono essere accuratamente controllate, per evitare di ottenere risultati inadeguati se non addirittura effetti negativi. L'Impresa deve comunque sempre ottenere l'approvazione da parte della DL.

Per qualsiasi tipo di additivo il produttore dovrà operare in conformità alle ISO 9001 e nei casi richiesti dalla Direzione Lavori egli dovrà produrre, quale specifica documentazione, la spettrografia dell'analisi a raggi infrarossi che attesti la corrispondenza del prodotto alle specifiche dichiarate in fase di adozione dell'additivo nella messa a punto del mix design approvato.

Gli additivi sono distinti e classificati dalla norma UNI EN 934-2, UNI EN 480 (1-2) e UNI EN 10765 e il produttore dovrà operare in conformità alle UNI EN ISO 9001:2000.

9.6.1 ADDITIVI FLUIDIFICANTI E SUPERFLUIDIFICANTI

Al fine di ottenere il corretto rapporto a/c e la adeguata lavorabilità si potranno impiegare nel calcestruzzo additivi superfluidificanti conformi alla norma UNI EN 934-2:2009, sia per quanto riguarda le caratteristiche chimico fisiche che quelle prestazionali.

Il dosaggio degli additivi dovrà essere conforme a quello dichiarato dalle schede tecniche del produttore. Nel caso in cui una miscela richieda un dosaggio superiore a tali limiti per garantire le prestazioni richieste sino allo scarico della betoniera, si dovrà passare all'impiego di un additivo con prestazioni superiori, per evitare problemi di segregazione ed influenzare i tempi di presa del calcestruzzo.

9.6.2 ADDITIVI AERANTI

In caso di conglomerati cementizi per la realizzazione di opere soggette a cicli di gelo e disgelo si potranno utilizzare specifici additivi aeranti al fine di garantire il rispetto delle prescrizioni norma relative al contenuto di area occlusa.

9.6.3 ADDITIVI RITARDANTI

Additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della DL, nei seguenti casi:

- particolari opere che necessitino di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità
- getti in particolari condizioni climatiche
- singolari opere ubicate in zone con tempi di percorrenza superiori a 90 minuti e difficilmente accessibili da centrali / impianti di betonaggio.

9.6.4 AGGIUNTE

Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali.
Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1:2007. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.
I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1.

9.7 PROVE E CERTIFICAZIONI

Se l'Impresa lo riterrà opportuno, la produzione e l'approvvigionamento dei conglomerati cementizi potrà avvenire da impianto di betonaggio centralizzato installato a cura e spese dell'IA all'interno del cantiere, o da impianti di ditte specializzate nella produzione del calcestruzzo, purché ritenuti idonei dalla DL. In entrambi i casi, l'impresa dovrà attrezzarsi in cantiere per il prelievo, la conservazione e le prove sul calcestruzzo per accertare in qualsiasi momento, a richiesta della Direzione Lavori, le caratteristiche di qualità e la dosatura. L'Impresa dovrà provvedere ad eseguire qualsiasi prova sui materiali che la DL riterrà opportuno richiedere e dovrà comunque provvedere alla certificazione dei materiali impiegati presso Istituti di Prova che gli saranno indicati dalla DL.
Tutti i calcestruzzi dovranno essere sottoposti a controllo di produzione sotto la responsabilità del produttore del calcestruzzo in accordo con la Norma UNI EN 206.
Il Controllo di Produzione include:

- scelta dei materiali
- progetto delle miscele di calcestruzzo
- produzione del calcestruzzo
- ispezioni e prove
- utilizzo delle prove effettuate sui materiali componenti,
- sul calcestruzzo allo stato fresco e indurito e sulle apparecchiature
- ispezione dei mezzi utilizzati per il trasporto del calcestruzzo fresco
- controllo di conformità.

Per ciò che riguarda il riferimento normativo vigente, è fatto esplicito riferimento al paragrafo 11.2.8 “Prescrizioni relative al calcestruzzo confezionato con processo industrializzato” presente nelle NTC 2018.

9.8 GIORNALE DEI LAVORI

La DL ha l'obbligo e la diretta responsabilità del controllo del giornale dei lavori redatto dall’Impresa sul quale dovranno risultare:

- le date di inizio e di ultimazione dei getti delle varie parti dell'Opera e successivamente le date del disarmo parziale e totale delle parti stesse;
- la classe dei conglomerati ed il tipo, la quantità e la provenienza del cemento corrispondentemente impiegato con il riferimento alle partite introdotte in cantiere;
- gli estremi dei certificati delle prove eseguite sul cemento, sul conglomerato e sulle armature;
- nonché tutte le eventualità degne di nota che si siano verificate durante la costruzione.

9.9 PROVENIENZA E QUALITÀ DEI MATERIALI

L’Impresa approvvigionerà i materiali ove riterrà più opportuno, purché essi abbiano i requisiti prescritti dagli elaborati di progetto.

I materiali dovranno avere, in primo luogo, caratteristiche rispondenti a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia ed inoltre corrispondere alle qualità generali previste dal presente documento.

In mancanza di particolari prescrizioni, dovranno essere della migliore qualità esistente in commercio.

La DL avrà completa possibilità di controllo su tutti i materiali impiegati nelle opere.

Ulteriori prescrizioni relative ai criteri di accettazione dei materiali sono comprese ai paragrafi criteri di accettazione delle opere.

9.10 CRITERI DI ACCETTAZIONE, PROVE E CONTROLLI PER IL C.A.

Il controllo di qualità, così come descritto più avanti, consente di verificare nelle diverse fasi esecutive la produzione del conglomerato cementizio, garantendone cosi la conformità alle prescrizioni di progetto.

Per i controlli di conformità sui calcestruzzi valgono le disposizioni della UNI EN 206. Il controllo deve articolarsi nelle seguenti fasi:

a) Studio preliminare di qualificazione

Consiste nella verifica della qualità dei componenti il conglomerato cementizio:

aggregati (UNI 8520/2); cementi (UNI EN 197-1); acque ed additivi e si esplica attraverso il confezionamento di miscele sperimentali che permettono di accertare la possibilità di produrre conglomerati conformi alle prescrizioni di progetto: classe di resistenza e classe di consistenza. Tali controlli sono da considerarsi cogenti ed inderogabili.

Valgono inoltre le prescrizioni della UNI EN 206 in merito alle prove iniziali da effettuare sui materiali componenti il calcestruzzo nonché sulle apparecchiature e procedure utilizzate per il processo di produzione. La Norma stabilisce criteri, scopi e la frequenza minima di ciascun controllo.

b) Controllo di accettazione (parte 11.2.5 del D.M. 17.01.2018)

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto e sperimentalmente verificato in sede di valutazione preliminare.

Valgono inoltre le prescrizioni della UNI EN 206 in merito ai controlli del processo di produzione inclusi i controlli di conformità.

Per i fornitori di calcestruzzo preconfezionato è richiesto il requisito della certificazione FPC (Factory Production Control) per il controllo del processo produttivo all'interno dell'impianto di produzione. Il Direttore dei Lavori acquisirà, prima dell'inizio della fornitura di calcestruzzo, la copia della certificazione FPC, verificando che i documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere riportino gli estremi della certificazione stessa.

c) Prove complementari (parte 11.2.2 del D.M. 17.01.2018)

Comprende tutte le attività sperimentali che la Direzione Lavori può avviare in presenza di procedure particolari di produzione o ove necessario, ad integrazione delle precedenti prove.

Dovrà in ogni caso essere garantita la rispondenza delle opere eseguite a quanto richiesto negli elaborati grafici, sia per quanto riguarda le sagome sia per l'esattezza delle misure e delle resistenze richieste. Dovranno essere fornite tutte le predisposizioni di cui sia stato prescritto l'inserimento nei getti e che comportino pertanto necessarie rotture delle strutture per il proseguimento di opere successive e alterino le volute sagome richieste. Tutte le strutture in conglomerato dovranno essere

eseguite secondo le migliori regole d'arte in modo da risultare perfettamente omogenee, ben collegate ed allineate nei piani orizzontali e verticali con spigoli vivi o smussati.
In nessun caso saranno ammessi ferri in vista, boiaccature o rappezzi con intonaci; dovrà essere garantito che le facce viste siano state regolarizzate in modo da togliere eventuali risalti e sbavature, che i vuoti siano stati riempiti, che le superfici siano state perfettamente profilate, che gli angoli siano vivi e ben tirati.
Le superfici dovranno avere uniformità di colore, dovranno essere compatte, non presenteranno nodi di ghiaia o di sabbia, pori d'aria, zone magre, screpolature di ritiro o di assestamento, scalpellature e fresature. Non vi saranno perdite di sabbia in superficie, distacchi della pellicola di cemento in superficie, macchie di ruggine di salsedine, di olii, o quant'altro.
Si dovrà accertare inoltre che non siano intervenuti cedimenti, deformazioni, screpolature, od altri difetti emersi a lavori ultimati.

9.11 CONTROLLO DI ACCETTAZIONE (RIF. PARTE 11.2.5 DEL D.M. 17.01.2018)

Per le opere in oggetto il controllo di accettazione viene eseguito utilizzando controllo di tipo A. Per costruzioni con più di 1500 m^3 di getto di miscela omogenea si dovranno adottare le indicazioni relative ai controlli di tipo B.

9.11.1 CONTROLLO TIPO A

Il controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m^3. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m^3 di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m^3 massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.
Nelle costruzioni con meno di 100 m^3 di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

9.11.2 CONTROLLO TIPO B

Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 m^3 di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B).
Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m^3 di calcestruzzo.
Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m^3.

Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione dei risultati sperimentali può essere svolta con i metodi completi dell'analisi statistica assumendo anche distribuzioni diverse dalla normale. Si deve individuare la legge di distribuzione più corretta e il valor medio unitamente al coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard e valore medio). In questo caso la resistenza minima di prelievo R1 dovrà essere maggiore del valore corrispondente al frattile inferiore 1%.

Per calcestruzzi con coefficiente di variazione (s / Rm) superiore a 0,15 occorrono controlli più accurati, integrati con prove complementari di cui al par.11.2.7 del D.M. 17.01.2018.

Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0.3.

9.11.3 PRESCRIZIONI COMUNI PER ENTRAMBI I CRITERI DI CONTROLLO

Il prelievo da parte dell'Impresa dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza e sotto il controllo della DL o di un tecnico di sua fiducia. La DL dovrà inoltre curare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i provini inviati per le prove ai Laboratori Ufficiali siano effettivamente quelli prelevati alla presenza sua o del tecnico di sua fiducia.

La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale dovrà essere sottoscritta dalla Direzione Lavori e dovrà contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

L'opera o la parte di opera non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata finché la non conformità non sia stata definitivamente rimossa dal costruttore, il quale deve procedere ad una verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera mediante l'impiego di altri mezzi d'indagine, secondo quanto prescritto dal DL e conformemente a quanto indicato nel successivo par. 11.2.6/11.2.7 del D.M. 17.01.2018. Qualora gli ulteriori controlli confermino i risultati ottenuti, si dovrà procedere ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo non conforme, sulla base della resistenza ridotta del calcestruzzo.

Ove ciò non fosse possibile, ovvero i risultati di tale indagine non risultassero soddisfacenti, si può dequalificare l'opera, eseguire lavori di consolidamento ovvero demolire l'opera stessa.

I "controlli di accettazione" sono obbligatori ed il collaudatore è tenuto a controllarne la validità, qualitativa e quantitativa. Ove ciò non fosse, il collaudatore è tenuto a far eseguire delle prove che attestino le caratteristiche del calcestruzzo, seguendo la medesima procedura che si applica quando non risultino rispettati i limiti fissati dai "controlli di accettazione".

9.12 PROVE E CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO STAGIONATO

9.12.1 RESISTENZA CARATTERISTICA

Agli effetti delle presenti norme un conglomerato cementizio viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione. La resistenza caratteristica è definita come la resistenza a

compressione al di sotto della quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza. Nelle presenti norme, a meno di indicazione contraria, la “resistenza caratteristica” designa quella dedotta dalle prove a compressione a 28 giorni su cubi preparati e confezionati come al punto 11.2.4 del D.M. 17.01.2018. La resistenza caratteristica R_{ck} è prescritta per il conglomerato cementizio negli elaborati di progetto.

Il conglomerato cementizio per il getto delle strutture di un’opera o di parte di essa si considera omogeneo se la miscela viene confezionata con componenti aventi essenzialmente le stesse caratteristiche - di qualità, p.e. tipo di cemento (UNI EN 197) requisiti degli aggregati (UNI 8520/2), e se i rapporti quantitativi tra i componenti, le attrezzature e le modalità di confezione e posa in opera rimangono praticamente invariati.

9.12.2 PRELIEVO DEI CAMPIONI

Un prelievo consiste nel prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera ed alla presenza della DL, o di persona di sua fiducia, il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di due provini.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la “Resistenza di prelievo” che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del calcestruzzo.

È obbligo della DL prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo, di cui ai successivi paragrafi, tutte le volte che variazioni di qualità e/o provenienza dei costituenti dell’impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso, tale da non poter più essere considerato omogeneo.

Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-2:2009.

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-3:2003 e UNI EN 12390-4:2009.

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della massa volumica vale quanto indicato nella norma UNI EN 12390-7:2009.

9.12.3 STAGIONATURA

La stagionatura dei provini deve avvenire in accordo con UNI EN 12390-2:2009.

9.12.4 VERBALE DI PREPARAZIONE E STAGIONATURA

Il verbale di preparazione e stagionatura dei provini di calcestruzzo, deve contenere le seguenti indicazioni:

- Forma, dimensioni, massa della sformatura e numero dei provini;
- Modalità di preparazione dei provini (costipazione, battitura, vibrazione, numero dei colpi e massa dell'attrezzo impiegato, ecc.);
- Condizioni di stagionatura (temperatura, umidità relativa, ecc.).

9.12.5 RESOCONTO DELLA PROVA DI COMPRESSIONE

Il certificato, emesso da laboratorio ufficiale o in concessione (art. 59, D.P.R. 06.06.2001 nr. 380) contenente l'esito della prova a compressione dei provini in calcestruzzo deve contenere i seguenti dati:

1) numero e sigla di identificazione del provino;
2) data di confezionamento del provino;
3) eventuale spianatura dei provini;
4) data della prova;
5) dimensioni ed area della sezione resistente;
6) massa del provino;
7) resistenza a compressione;
8) tipo di rottura;
9) eventuali difetti del provino.
10) valutazione preliminare della resistenza caratteristica

Prima dell'inizio di una produzione di serie o della costruzione di un'opera, l'Impresa, in possesso di tutti i dati ufficiali relativi alla qualità dei componenti il conglomerato, deve valutare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato.

Tale valutazione può essere effettuata sulla base delle esperienze acquisite, di determinazioni sperimentali, o dell'uno e dell'altro criterio.

Il costruttore resta comunque responsabile della valutazione effettuata.

9.12.6 PROVE COMPLEMENTARI

Sono prove che si eseguono al fine di stimare la resistenza del conglomerato ad una età corrispondente a particolari fasi di costruzione (precompressione, messa in opera) o condizioni particolari di utilizzo (temperature eccezionali, ecc.). Il procedimento di controllo è uguale a quello dei controlli di accettazione.

Tali prove non potranno però essere sostitutive dei “controlli di accettazione” che vanno riferiti a provini confezionati e maturati secondo le prescrizioni regolamentari.
Potranno servire alla DL od al Collaudatore per dare un giudizio del conglomerato ove questo non rispetti il “controllo di accettazione”.

9.13 PROVE E CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO FRESCO

9.13.1 FREQUENZA E TIPO DI CONTROLLI

Durante lo svolgimento delle opere saranno eseguite una serie di prove in cantiere al fine di verificare che la qualità dei materiali forniti siano corrispondenti alle prescrizioni richieste per il conglomerato cementizio fresco. Quanto di seguito elencato viene considerato un minimo inderogabile in termini di controllo della qualità al di sotto del quale non sarà possibile in ogni caso scendere. Ulteriori prove sia in numero che tipo, da eseguirsi in cantiere o in laboratorio, come descritte nel presente documento, potranno essere in qualsiasi momento richieste dalla DL.
La frequenza prevista è:

- Prova di abbassamento al cono o Slump Test per ogni betoniera che arriva in cantiere oppure per ogni 10m^3 di cls da impianto di betonaggio in cantiere;
- 1 Prova di spandimento per ogni 100 m^3 di getto.

I risultati saranno considerati positivi se nei limiti dati dalla UNI EN 206-1.

9.13.2 PROVA DI ABBASSAMENTO AL CONO O SLUMP-TEST

La prova del cono di Abrams o slump-test (in accordo con UNI EN 12350- 2:2009: Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di abbassamento al cono) ha lo scopo di valutare la plasticità, e quindi la lavorabilità, del calcestruzzo.
La norma UNI EN 12350-2:2009 in base all’abbassamento del cono distingue 5 classi di consistenza del calcestruzzo indicate in tabella.

CATEGORIA DI CONSISTENZA DEL CONGLOMERATO	ABBASSAMENTO DEL CONO (SLUMP)
S1 – U (Umida)	1 ÷ 4 cm
S2 – P (Plastica)	5 ÷ 9 cm
S3 – Semifluida	10 ÷ 15 cm
S4 – F (Fluida)	16 ÷ 21 cm
S5 - (Superfluida)	>22 cm

Tabella 6: Cementi - Consistenza del calcestruzzo in base all’abbassamento del cono

La prova ha diverse limitazioni, in particolare non è adatta per i calcestruzzi molto asciutti per i quali l'abbassamento del cono risulta pressoché nullo, inoltre non è applicabile per i calcestruzzi confezionati con aggregati di dimensione maggiore di 40 mm. Nei casi di slump maggiore di 25 cm la prova è ritenuta inattendibile.
La prova del cono deve essere eseguita al momento dello scarico dalla betoniera ed in occasione del getto: l'eventuale rimescolamento riduce sensibilmente la lavorabilità del calcestruzzo e di conseguenza lo slump. La prova è significativa per il confronto di calcestruzzi aventi le stesse caratteristiche compositive, in quanto una variazione del cedimento indica una modifica del rapporto acqua/cemento, e viceversa.

9.13.3 PROVA DI SPANDIMENTO ALLA TAVOLA A SCOSSE

La prova di spandimento della tavola a scosse, eseguita in laboratorio, è in accordo con la UNI EN 12350-5. La prova della tavola a scosse effettuata in cantiere è in accordo con la DIN 1048.

9.13.4 PROVA VEBE

La prova Vebe è utilizzata per valutare la consistenza o grado Vebe del calcestruzzo in accordo con UNI EN 12350-3. La prova che può essere eseguita in cantiere o in laboratorio è applicabile a calcestruzzi di bassa lavorabilità confezionati con inerte di diametro massimo di 40 mm.
Il metodo è impiegato per calcestruzzi con uno slump non superiore a 50 mm in caso contrario il tempo di vibrazione è molto breve con notevoli errori di misura.

9.13.5 CONTROLLO DELLA COMPOSIZIONE DEL CALCESTRUZZO FRESCO

La prova è impiegata per la determinazione del dosaggio dell'acqua e del legante e per l'analisi granulometrica del residuo secco al fine di controllare la composizione del calcestruzzo fresco (dosaggio dell'acqua, dosaggio del legante e distribuzione granulometrica degli inerti), rispetto alla composizione e alle caratteristiche contrattuali per le specifiche opere. Il metodo non è applicabile a calcestruzzo nel quale la dimensione massima dell'aggregato supera 31.5 mm e a calcestruzzo prelevato da getti in opera.
Per l'esecuzione della prova dovranno essere prelevati tre campioni, di peso variabile da 3 a 10 kg di calcestruzzo fresco, in funzione della dimensione dell'inerte. Il prelevamento dei campioni da autobetoniera deve essere eseguito entro 30 minuti dall'introduzione dell'acqua.

9.13.6 DETERMINAZIONE DELLA QUANTITÀ D'ACQUA D'IMPASTO ESSUDATA (BLEEDING)

La determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata ha lo scopo di determinare nel tempo la percentuale d'acqua d'impasto presente nel campione (oppure come volume d'acqua essudata per unità di superficie: cm^3/cm^2) che affiora progressivamente sulla superficie del getto di calcestruzzo subito dopo la sua compattazione.

La prova non è attendibile per calcestruzzo confezionato con aggregato con diametro massimo maggiore di 40 mm.

L'esecuzione di opere di finitura e lisciatura delle superfici di calcestruzzo debbono essere eseguite dopo i risultati della determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.

La prova sarà eseguita in accordo con la norma UNI 7122 "Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata".

9.14 ALTRI CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO IN CORSO D'OPERA

I controlli di seguito descritti non sono prescritti nelle seguenti specifiche ed andranno effettuati dall'Appaltatore solo ed unicamente se la DL lo ritenesse necessario ai fini di una corretta valutazione delle proprietà dei conglomerati. Di seguito vengono descritte le modalità di esecuzione di tali prove e fornite le normative di riferimento da utilizzare.

9.15 MISURA DELL'INDICE DI MATURITÀ DEL CALCESTRUZZO

Il grado di maturità del calcestruzzo viene misurato con strumenti detti maturometri che registrano e controllano la temperatura in funzione del tempo.

Lo strumento è costituito da una sonda che, annegata nel calcestruzzo al momento del getto, fornisce una serie continua di valori della temperatura durante il processo di maturazione. Un microprocessore mette in continua relazione la temperatura ed il tempo aggiornando continuamente il valore del grado di maturazione su un visualizzatore digitale in modo da essere letto agevolmente. Tali valori, rilevati direttamente in situ, e correlati con valori diretti di resistenza alla compressione e di maturità di impasti di prova effettuati precedentemente in laboratorio, possono fornire un'indicazione affidabile e continua per la stima della resistenza del calcestruzzo della struttura.

Tale metodo, consentendo una valutazione a priori della resistenza del calcestruzzo, può evitare la messa in esercizio dell'opera che altrimenti potrebbe, successivamente all'effettuazione dei controlli di accettazione previsti dalle norme, risultare non accettabile e tale da richiedere la dequalificazione, ove possibile, ovvero il consolidamento o la demolizione dell'opera realizzata.

9.16 PROVA SUL CALCESTRUZZO INDURITO

La prova sarà eseguita in accordo con la norma UNI 10157 “Calcestruzzo indurito. Determinazione della forza di estrazione mediante inserti post-inseriti ad espansione geometrica e forzata”.

9.16.1 MISURA DEL RITIRO IDRAULICO/RIGONFIAMENTO DEL CALCESTRUZZO

(rif. parte 11.2.10.6 del D.M. 17.01.2018)

Il fenomeno delle variazioni dimensionali delle strutture in c.a. è influenzato dalle condizioni ambientali in cui avviene la maturazione del calcestruzzo e si manifesta con:

- il ritiro per le strutture a contatto con l’aria avente una percentuale di umidità relativa minore del 95%. La causa è dovuta al ritiro della pasta cementizia;
- il rigonfiamento per le strutture immerse in acqua o in ambienti con umidità relativa maggiore del 95%.

La conoscenza del grado di ritiro idraulico del calcestruzzo è importante in quanto il processo, parzialmente reversibile, sottopone a tensioni di trazione le strutture favorendo quindi la formazione di fessurazioni con gli effetti negativi riguardanti la protezione dell’armatura metallica. In alcune strutture come le lastre delimitanti ambienti con diversa percentuale di umidità relativa si possono verificare anche fenomeni di imbarcamento. La formazione di stati di fessurazioni deve essere evitata e/o ridotta mediante la realizzazione di appositi giunti di dilatazione.
L’entità del ritiro assiale viene misurato, in laboratorio, con l’utilizzo di casseforme delle dimensioni di 100 mm x 100 mm x 500 mm, idonee per provini di calcestruzzo confezionato con inerti fino a 30 mm di diametro. La cassaforma è in acciaio con superfici interne rettificate, fornita con due inserti all’estremità. Il ritiro deve essere misurato con un comparatore con sensibilità di 0,01 mm. La determinazione del ritiro avverrà con riferimento alle seguenti norme:

- UNI 11307:2008 Calcestruzzo confezionato con inerti della dimensione massima fino a 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico.
- UNI 11307:2008 Calcestruzzo confezionato con inerti con dimensione massima oltre 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico.

9.16.2 VALORI AMMISSIBILI PER IL RITIRO

Per il calcolo della deformazione assiale per ritiro del calcestruzzo si fa riferimento ai valori forniti nel punto 11.2.10.6 del D.M. 17.01.2018.

9.16.3 MISURA DELLA PERMEABILITÀ

Le strutture in calcestruzzo devono risultare più o meno impermeabili all'acqua o ai gas, in funzione delle condizioni ambientali (fattori di esposizione UNI EN 206-1) o delle prestazioni attese, p.e. opere idrauliche: serbatoi, dighe, gallerie; pontili, porti, ecc. La permeabilità del calcestruzzo deriva soprattutto da cavità interne e porosità aperta che consentono il passaggio di liquidi e di gas. I principali fattori che la determinano possono essere sintetizzati come segue:

- rapporto acqua/cemento (a/c). L'acqua di impasto in eccesso provoca nella pasta cementizia in maturazione la formazione di pori capillari tanto più grandi quando maggiore è il rapporto a/c con consequenziale aumento del ritiro;
- compattazione del calcestruzzo. Le modalità di compattazione del calcestruzzo, durante il getto, debbono essere tali da non lasciare spazi vuoti, vespai, ecc.;
- condizioni di maturazione. La maturazione dello strato corticale del calcestruzzo per effetto di un'eccessiva velocità di essiccamento spesso dovuta ad elevata temperatura esterna favorisce la formazione di porosità degli strati esterni compromettendo il copriferro con pregiudizio per l'integrità delle armature metalliche.

La permeabilità di un calcestruzzo è prescritta, in termini di livello di prestazione, dal progettista come profondità di penetrazione. Le modalità di misurazione della penetrazione dell'acqua in un calcestruzzo, in condizioni convenzionali, sono descritte nella DIN 1048 (un calcestruzzo si considera adatto alla confezione se fornisce, in assenza di specifiche diverse, valori massimi non superiori a 50 mm e valori medi non superiori a 20 mm).
Per l'esecuzione di prove di permeabilità del calcestruzzo in situ si possono applicare i seguenti metodi:

- ISAT: La prova consiste nel fissare mediante adesivo o tasselli ad espansione una capsula riempita d'acqua alla superficie di calcestruzzo, e misurare mediante un tubicino capillare graduato la quantità d'acqua assorbita in 10 minuti sotto un battente di 200 mm d'acqua nel tempo sopradetto. Gli assorbimenti vengono classificati in bassi, medi e alti;
- Figg: La prova si basa sull'aspirazione mediante pompa ed ago ipodermico dell'aria da un foro ottenuto con un trapano e successivamente sigillato con silicone; l'indice di permeabilità è ottenuto in relazione al tempo necessario per ripristinare la pressione all'interno del foro.

9.16.4 REQUISITI DI DURABILITÀ'

Qualora per particolari condizioni climatiche ed ambientali o per condizioni di esercizio particolarmente gravose si rendesse necessario garantire anche la durabilità del calcestruzzo, questa dovrà soddisfare i requisiti seguenti:

1) La resistenza ai cicli di gelo e disgelo, determinata secondo la norma UNI 7087:2002, dovrà essere tale che dopo 300 cicli le variazioni delle caratteristiche del calcestruzzo qui di seguito riportate soddisfino le seguenti proprietà:

- il modulo di elasticità dinamico non dovrà subire una riduzione maggiore del 20%;
- l'espansione lineare dovrà essere minore dello 0,2%;
- la perdita di massa dovrà essere minore del 2%.

2) Il coefficiente di permeabilità "K" non dovrà essere superiore a 10-9 cm/sec prima delle prove di gelività ed a 10-8 cm/sec dopo dette prove.

La resistenza ai cicli di gelo e disgelo ed ai sali decongelanti potrà essere migliorata con i seguenti accorgimenti:

- verrà inglobata, sotto forma di microbolle uniformemente distribuite, aria nel calcestruzzo, tenendo conto della dimensione max dell'inerte usato, secondo quanto specificato nella tabella.
-

ø MAX INERTI	% ARIA
20	4,5 ± 0,5
30	4,0 ± 0,5
40	3,8 ± 0,5

Tabella 7: Cementi - Percentuale d'aria nel calcestruzzo in rapporto al diametro max degli inerti

- il rapporto A/C, calcolato con inerti saturi a superficie asciutta, non dovrà superare i limiti previsti nella tabella e comunque quelli prescritti nei disegni di progetto:

DIMENSIONE STRUTTURA			A/C
Struttura massiccia	dimensione minima	>60cm	0,55
Struttura media	dimensione minima	60 ÷ 20cm	0,50
Struttura sottile	dimensione minima	<20cm	0,45

Tabella 8: Cementi - Rapporto A/C nel calcestruzzo in funzione delle dimensioni minime della struttura

- verranno usati, salvo diversa prescrizione, cementi di tipo pozzolanico o d'alto forno.
- In ambienti particolarmente aggressivi, in presenza di salsedine marina, atmosfere industriali, ecc., sarà altresì posta particolare cura perché vengano osservate le seguenti prescrizioni:
- l'acqua degli impasti dovrà essere assolutamente limpida, dolce ed esente da solfati e cloruri anche in minima percentuale;
- gli inerti dovranno essere abbondantemente lavati con acqua dolce ed avere granulometria continua;
- il conglomerato dovrà essere confezionato con alto dosaggio di cemento;

- Per quanto riguarda le prescrizioni si rimanda ai disegni di progetto e alla normativa UNI EN 206-1.

9.17 TRASPORTO DEL CONGLOMERATO

Se confezionato fuori opera, il trasporto del conglomerato a piè d'opera dovrà essere effettuato con mezzi idonei atti ad evitare la separazione dei singoli elementi costituenti l'impasto.
Il trasporto con mezzi privi del dispositivo di mescolamento dell'impasto è consentito solo se il tempo intercorrente tra lo scarico del calcestruzzo dall'impastatrice ed il suo getto non supera la mezz'ora.
La capacità dei contenitori dei veicoli dovrà essere uguale o multiplo intero di quella dell'impastatrice dell'impianto di betonaggio, per evitare il frazionamento degli impasti nella distribuzione. Gli organi di scarico dovranno consentire il controllo della velocità e quantità del getto. Il tempo intercorso tra l'inizio delle operazioni d'impasto ed il termine dello scarico in opera non dovrà comunque causare un aumento di consistenza superiore di 5 cm alla prova del cono.
Sarà assolutamente vietato aggiungere acqua agli impasti dopo lo scarico della betoniera.
In caso di calcestruzzo preconfezionato, ogni autobetoniera potrà scaricare il carico, solo se in possesso di specifica bolla tecnica di consegna, con indicate tutte le caratteristiche richieste per il getto di calcestruzzo: resistenza caratteristica, quantitativo di cemento, rapporto acqua/cemento, classe di consistenza, classe di esposizione, eventuali additivi.

9.18 CONGLOMERATI SPECIALI

9.18.1 CALCESTRUZZI CEMENTIZI CON INERTI LEGGERI

Sia nei tipi normali che strutturali [(1)] potranno essere realizzati con pomice granulare, con vermiculite espansa, con argilla espansa o con altri materiali idonei eventualmente prescritti.
I calcestruzzi saranno dosati con un quantitativo di cemento per metro cubo di inerte non inferiore a 150 kg; l'inerte sarà di unica granulometria (calcestruzzo unigranulare) laddove non risulterà opportuno effettuare la miscelazione di varie granulometrie al fine di evitare cali nei getti; sarà invece di granulometria mista laddove saranno richieste determinate caratteristiche di massa [(2)], di resistenza cubica e di conducibilità termica. In ogni caso la massima dimensione dei granuli non dovrà essere superiore ad 1/3 dello spessore dello strato da realizzare.
Per la confezione dovrà adoperarsi una betoniera a rotolamento, miscelando l'inerte con il cemento ed aggiungendo quindi l'acqua in quantità sufficiente per ottenere un impasto dall'aspetto brillante ma non dilavato.

INERTI % in volume	CEMENTO kg/m³	resistenza kgf/cm²	massa kg/m³	rapporto a/c	cond. termica kcal/mh°C	APPLICAZIONI
100% Leca 8-15	150 200	50 80	650 700	0,65 0,60	0,120 0,130	isolamenti Pannelli sandwich
50% Leca 3-8 50% Leca 8-15	200 250 300	90 120 140	860 930 1000	0,60 0,55 0,52	0,160 0,175 0,195	Getti verticali isolanti Pannelli sandwich Isolamenti stradali
33% Leca 0-3 33% Leca 3-8 34% Leca 8-15	200 250 300	106 150 187	1000 1070 1130	0,61 0,58 0,54	0,195 0,215 0,238	Getti verticali Pannelli compatti Strutture isolanti
11% Sabbia 22% Leca 0-3 33% Leca 3-8 34% Leca 8-15	300 350 400	230 240 264	1250 1300 1360	0,52 0,50 0,47	0,280 0,295 0,325	Getti verticali Pannelli compatti Strutture isolanti
33% Sabbia 33% Leca 3-8 34% Leca 8-15	300 350 400	286 290 300	1500 1550 1600	0,52 0,50 0,48	0,395 0,425 0,455	Pannelli compatti Solai Getti in opera
50% Sabbia 50% Leca 3-8	300 350 400	360 370 375	1730 1780 1820	0,52 0,50 0,48	0,545 0,575 0,600	Lastre sottili Precompressi

Tabella 9: calcestruzzi cementizi con inerti leggeri

Dove:

(1) Per calcestruzzi leggeri strutturali dovranno intendersi calcestruzzi con resistenza cubica a 28 gg superiore a 175 Kgf/cm² e massa volumica inferiore a 1850 kg/m³.

(2) In rapporto alla massa/m³ i calcestruzzi in argomento si definiranno: leggeri (M < 800 kg/m³), medi (M = 800 ÷ 1400 kg/m³) e strutturali (M = 1400 ÷ 1850 Kg/m³).

Per i calcestruzzi strutturali dovrà comunque farsi riferimento alla lett. c) delle "Istruzioni" emanate dal Ministero dei LL.PP. con Circolare n.20244 del 30 giugno 1980, istruzioni secondo le quali tali calcestruzzi sono caratterizzati da una massa volumica a 28 gg. compresa tra 1200 e 2000 Kg/m³ e da una resistenza caratteristica a compressione non inferiore a 15 N/mm² (150 Kgf/cm²).

All'impasto dovranno essere aggiunti degli additivi tensioattivi aeranti, in opportune proporzioni in rapporto alla granulometria dell'inerte e ciò, al fine di facilitare la posa in opera del conglomerato, specie se confezionato con l'assorbimento granulometrico più alto.

Nella tabella si riportano, a titolo indicativo, alcuni tipi di calcestruzzo confezionato con inerti leggeri di argilla espansa ed i relativi impieghi.

9.18.2 CALCESTRUZZO CELLULARE LEGGERO

Il calcestruzzo cellulare (cellulare concrete system) sarà ottenuto inglobando, in una massa di malta cementizia, una grande quantità di bollicine di aria di piccolissime dimensioni, uniformemente distribuite nella stessa.

L'effetto sarà realizzato aggiungendo alla malta, preparata in betoniera, uno speciale schiumogeno, prodotto al momento dell'impiego con speciali aeratori, oppure ricorrendo a speciali apparecchiature automatiche di preparazione e distribuzione.

Il rapporto tra i componenti, sabbia, cementi, acqua e schiumogeno sarà prescritto in Elenco o stabilito dalla Direzione Lavori in funzione delle caratteristiche richieste.

In linea di massima comunque verranno adottate densità di 1200 ÷ 1400 kg/m³ per manufatti di grande resistenza strutturale unitamente ad un buon isolamento termo-acustico; densità di 700÷1000 kg/m³ per pannellature di piccole e media dimensioni ed infine densità di 300÷600 kg/m³, ottenute anche con l'impiego di solo cemento, con funzione termo-acustica per massetti di terrazze, sottofondi di pavimenti e riempimento di intercapedini.

Il raggiungimento dei requisiti richiesti verrà dimostrato dall'Appaltatore mediante prove preliminari nonché, in fase esecutiva, mediante appositi prelievi da sottoporre ad accertamenti di laboratorio.

9.18.3 CONGLOMERATO BITUMINOSO DI PRODOTTI ESPANSI

Sarà confezionato a caldo, all'atto della posa in opera, mediante l'impiego di 110÷130 kg di bitume UNI 4157 e 1 m³ di inerte espanso. Il bitume sarà impiegato in proporzione maggiore per le granulometrie più alte dell'inerte; queste comunque saranno del tipo medio (vermiculite) o medio fine (argilla espansa) con dimensione massima dei granuli non superiore a 8 mm.

9.18.4 CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO

Quando non sia possibile altrimenti, sarà tollerato l’impiego di calcestruzzi preconfezionati da Società di betonaggio, con l’osservanza di tutte le disposizioni sopra descritte.

Dovrà corrispondere, oltre che alle prescrizioni di Elenco od a quelle impartite dalla Direzione Lavori, alla normativa NTC 2018, che ne precisa la definizione, le condizioni di fabbricazione e di trasporto, fissa le caratteristiche delle materie prime, stabilisce le caratteristiche del prodotto che dovranno essere garantite ed infine indica le prove atte a verificarne la conformità.

L’Appaltatore assumerà comunque a suo pieno e completo carico ogni onere e responsabilità a tutti gli effetti, come da produzione propria.

10 MATERIALI FERROSI

10.1 GENERALITÀ'

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, saldature, paglie e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, profilatura, fucinatura e simili, a tal fine ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marcatura indelebile.

Essi inoltre dovranno soddisfare tutte le condizioni generali previste dal D.M. 17 gennaio 2018.

10.2 DESIGNAZIONE, DEFINIZIONE E CLASSIFICAZIONE

Si farà riferimento alle seguenti norme di unificazione:

- **UNI EN-10020** Definizione e classificazione dei tipi di acciaio.
- **UNI EN-10027** Designazione convenzionale degli acciai.
- **UNI 7856:1978** Ghise gregge. Definizioni, classificazione e qualità.

Come acciai si definiranno i materiali ferrosi contenenti meno dell'1,7% di carbonio, limite che li separerà dalle ghise definite dalla UNI 7856 sopra richiamata.

La classificazione degli acciai, secondo la composizione chimica comprenderà due classi (cl.I: acciai non legati; cl.II: acciai legati), le quali, secondo le caratteristiche d'impiego, si divideranno in tre tipi (acciai di base, di qualità e speciali).

La designazione verrà convenzionalmente effettuata mediante simboli letterari e numerici esprimenti alcune caratteristiche di base (fisiche, chimiche e tecnologiche particolari) e, in caso di necessità, caratteristiche complementari.

Gli acciai saranno suddivisi in due gruppi principali:

- Gruppo I: acciai designati partendo dalle loro caratteristiche meccaniche [(1)] ed acciai designati partendo dall'impiego [(2)].
- Gruppo II: acciai designati partendo dalla loro composizione chimica.

[(1)] Partendo dalle loro caratteristiche meccaniche gli acciai verranno designati mediante la seguente simboleggiatura: Simbolo iniziale (S); Cifre o lettere distintive della caratteristica principale (carico unitario minimo di snervamento); Lettera indicante la resilienza; Lettera o numero indicante la temperatura della prova di resilienza.

[(2)] Partendo dall'impiego, gli acciai verranno designati mediante la seguente simboleggiatura: Simbolo iniziale (Fe); Lettera indicante l'impiego (V, M, P, B, H, D, R, G) seguita da un numero di due o più cifre (secondo la specificazione relativa al prodotto); Eventuale cifra indicativa del grado qualitativo (1, 2, 3, . . .); Eventuali lettere indicanti requisiti particolari (F, S, K, H, M, R, N, G, T).

10.3 QUALITÀ, PRESCRIZIONI E PROVE

Per i materiali ferrosi, ferma restando l'applicazione del D.M. 17 gennaio 2018 in precedenza richiamato, saranno rispettate le norme di unificazione contenute negli argomenti e nei sub-argomenti di cui alla seguente classifica decimale UNI:

- C.D.U. 669.1/.8: 620.11/.17 (Sub-argomenti: Prove degli acciai - Prove dei fili di acciaio Prove delle lamiere, nastri e profilati di acciaio - Prove dei tubi di acciaio)

Norme di argomento di particolare interesse:

- **UNI EU 18** - Prove meccaniche dei materiali metallici. Prelevamento e preparazione dei saggi e delle provette.
- **UNI EN 10002** - Prova di trazione
- **UNI 558** - Prova di compressione
- **UNI 559** - Prova di flessione
- **UNI EN ISO 6508** - Prova di durezza Rockwell
- **UNI EN ISO 7438** - Prove di piegamento
- **UNI EN ISO 9015** - Prova di durezza Vickers/Brinel
- **C.D.U.669.13/.15** - Ghisa, ferroleghe, acciai

10.4 PRODOTTI DI ACCIAIO

Saranno rispettate le norme contenute nell'argomento e relativi sub-argomento di cui alla seguente classifica decimale UNI:

- **C.D.U. 669.14/.15.002.62/.64** - Semilavorati e prodotti di acciaio

Norme di argomento di particolare interesse (oltre quelle riportate nei sub argomenti trattati in seguito):

- **UNI EN 10021** - Condizioni tecniche generali di fornitura per l'acciaio ed i prodotti siderurgici
- **UNI EN 10204** - Prodotti metallici - Tipi di documenti di controllo
- **UNI EN 10079** Prodotti di acciaio - Definizione e classificazione secondo le forme e le dimensioni

10.5 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

10.5.1 ARMATURE PER CALCESTRUZZO NORMALE

Le barre di acciaio ad aderenza migliorata si differenziano dalle barre lisce per la particolarità di forma atta ad aumentare l'aderenza al conglomerato cementizio e sono caratterizzate dal diametro

Φ della barra tonda equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 78.50 kN/m^3.

Le barre ad aderenza migliorata devono avere diametro:

- 6mm $\leq \Phi \leq$ 40mm per acciaio B450C.

L'uso di acciai in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a $\Phi \leq$ 16mm per B450C e fino a $\Phi \leq$ 10mm per B450A.

Per assicurare la funzionalità e la durabilità delle strutture le armature dovranno essere classificate come poco sensibili agli attacchi chimici.

10.5.2 NORME GENERALI

- UNI EN ISO 4066-3:2002 Disegni tecnici. Disegni di costruzione e d'ingegneria civile. Distinta dei ferri.
- UNI 10622 Barre e vergella (rotoli) di acciaio d'armatura per cemento armato, zincati a caldo.
- UNI ENV 10080:2005 Acciaio per cemento armato. Armature per cemento armato saldabili nervate B500. Condizioni tecniche di fornitura per barre, rotoli e reti saldate.
- UNI EN ISO 115630-2:2004 Barre di acciaio per l'armatura del calcestruzzo. Prova di piegamento e raddrizzamento.
- UNI ISO 3766:2001 Disegni di costruzione - Rappresentazione semplificata delle armature del calcestruzzo.
- UNI EN ISO 15630:1 Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso.
- D.M. 17.01.2018 Norme tecniche per le costruzioni

10.5.3 REQUISITI MINIMI

Non si devono porre in opera armature ossidate, corrose, recanti difetti superficiali, che ne riducano la resistenza o ricoperte da sostanze che possano ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato. Ciascun fascio di barre deve essere chiaramente etichettato con il corrispondente numero di serie e di utilizzo programmato.

10.5.4 CARATTERISTICHE MECCANICHE E TECNOLOGICHE

Gli acciai in barre ad aderenza migliorata devono possedere le caratteristiche indicate nella tabella, valutando le tensioni di snervamento e di rottura come grandezze caratteristiche secondo quanto indicato al punto 11.3.2.10. del D.M. 17.01.2018.

La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue alla temperatura di 20 $\pm$ 5 °C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 30 minuti in acqua bollente e procedendo, dopo

raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

Per costruzioni in zona sismica, e, comunque, quando si opera la ridistribuzione delle sollecitazioni di cui al punto 4.1.1 del D.M. 17.01.2018, si indicheranno nella relazione sui materiali i limiti dei rapporti f_y/f_{yk} e (f_t/f_y) medio posti a base del calcolo e che dovranno essere soddisfatti dall'acciaio impiegato.

I limiti precedentemente definiti saranno controllati nello stabilimento di produzione e si riferiranno agli stessi campioni di cui alle prove di qualificazione (punto 11.3.2.10.1.2 del D.M. 17.01.2018).

In tali limiti f_y rappresenta il singolo valore di snervamento, f_{yk} il valore nominale di riferimento ed f_t il singolo valore della tensione di rottura.

TIPO DI ACCIAIO			**B450C**
Tensione caratteristica di snervamento		f_{yk} [N/mm^2]	> 450
Tensione caratteristica di rottura		f_{tk} [N/mm^2]	> 540
Allungamento		A_{gt} [%]	> 7.5
Per barre ad aderenza migliorata aventi Φ (*)	Φ < 12mm	Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90°e successivo raddrizzamento senza cricche	4 Φ
	12mm ≤ Φ ≤ 16mm		5 Φ
	16mm ≤ Φ ≤ 25mm		8 Φ
	25mm ≤ Φ ≤ 40mm		10 Φ

Tabella 10: Caratteristiche meccaniche degli acciai in barre ad aderenza migliorata

(*) Il diametro Φ è quello della barra tonda liscia equipesante.

10.5.5 PROVA DI ADERENZA

Le barre ed i fili trafilati ad aderenza migliorata devono superare con esito positivo le prove di aderenza secondo il metodo “Beam-test” conformemente a quanto previsto nel punto 11.3.2.10.4 del D.M. 17.01.2018.

10.5.6 RETI E TRALICCI DI ACCIAIO ELETTROSALDATI

(Rif. punto 11.3.2.5 del D.M. 17.01.2018)

Gli acciai delle reti e tralicci elettrosaldati devono essere saldabili.
Le reti ed i tralicci devono avere fili elementari di diametro Φ compreso tra 6 e 16 mm (per B450C).
Il rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci deve essere Φ min / Φ max $\leq$ 0.6.
Dovrà essere controllata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, determinata forzando con idoneo dispositivo il filo trasversale nella direzione di quello maggiore posto in trazione. Tale forza deve essere pari a 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm^2.
La distanza assiale tra i fili elementari non deve superare 330 mm. Il produttore dovrà procedere alla qualificazione del prodotto finito, rete o traliccio, secondo le procedure di cui al punto 11.3.2.11 del D.M. 17.01.2018.

10.5.7 SALDATURE

Gli acciai saldabili saranno oggetto di apposita marchiatura depositata secondo quanto indicato nel punto 11.3.2.6 del D.M. 17.01.2018, che li differenzia dagli acciai non saldabili.
Per tali acciai l’analisi chimica effettuata su colata e l’eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito dovranno inoltre soddisfare le limitazioni sotto riportate:

Requisiti accettazione analisi chimiche

ELEMENTI	**MASSIMO CONTENUTO DI ELEMENTI CHIMICI IN %**		
		Analisi su prodotto	Analisi su colata
Carbonio	C	0.24	0.22
Fosforo	F	0.055	0.050
Zolfo	S	0.055	0.050
Rame	Cu	0.85	0.80
Azoto	N	0.014	0.012
Carbonio Equivalente	C_{eq}	0.52	0.50

Il calcolo del carbonio equivalente Ceq sarà effettuato con la seguente formula:

$C_{eq} = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$

In cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale (punto 11.3.2.6 del D.M. 17.01.2018).

10.5.8 TAGLIO E PIEGATURA DELLE BARRE

Le armature metalliche dovranno essere tagliate e sagomate in conformità ai disegni d'armatura e dovranno corrispondere alle prescrizioni della vigente normativa come integrate dall'Eurocodice EC2. E tassativamente vietato piegare a caldo le barre; la piegatura dovrà essere eseguita esclusivamente impiegando piegatrici meccaniche o mordiglioni manuali.

Armature deviate in corrispondenza di sovrapposizioni (se presenti nei disegni strutturali) dovranno avere, nel tratto deviato, inclinazione di 1:6 rispetto al tratto rettilineo non deviato. La deviazione totale dovrà essere pari al diametro della barra + 10mm.

L'armatura non deve essere piegata o tagliata difformemente a quanto indicato nelle Schede di Piegatura Ferri, senza la previa approvazione della DL.

Ciascun fascio di barre deve essere chiaramente etichettato con il corrispondente numero di serie e di utilizzo programmato.

10.5.9 CRITERI DI ACCETTAZIONE PER LE ARMATURE

10.5.9.1 CONTROLLI SULLE BARRE DI ARMATURA

Non saranno ammesse barre d'armature eccessivamente ossidate, corrose, recanti difetti superficiali che ne riducano la resistenza o ricoperte da sostanze che possono ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato.

I controlli sulle barre di armatura si effettueranno secondo quanto disposto dai punti 11.3.2.10 e 11.3.2.11 del D.M. 17.01.2018 ed in accordo con UNI EN 15360 e UNI ENV 10080.

10.5.9.2 PROVE PRELIMINARI SU TONDI IN ACCIAIO

Come per le opere in conglomerato, anche le prove preliminari sui tondi di acciaio dovranno essere effettuate con opportuno anticipo rispetto all'inizio dell'esecuzione delle strutture.

10.5.9.3 PRELIEVO DEI TONDI IN ACCIAIO

Il prelievo dei tondi in acciaio e le prove dovranno essere effettuati secondo le prescrizioni delle norme relative.

Si precisa che la DL potrà disporre il prelievo dei tondi ad ogni arrivo in cantiere di ciascuna partita di acciaio, prescindendo dall'entità della partita stessa.

10.5.9.4 CERTIFICATI DEL PRODUTTORE

Dovranno essere esibiti i certificati di produzione per ogni partita di fornitura.

10.5.9.5 MODALITÀ DI PRELIEVO E METODI DI PROVA

Occorre fare riferimento al D.M. 17.01.2018.
Il prelievo dei campioni e le prove saranno effettuati secondo la norma UNI ENV 10080, salvo quanto stabilito ai punti 11.3.2.10 e 11.3.2.11 dello stesso D.M. 17.01.2018, per quanto riguarda la determinazione dei valori delle tensioni di snervamento e rottura f_y e f_t e l'allungamento A_{gt}.
Norma di riferimento:

- UNI ENV 10080 Acciaio per cemento armato. Armature per cemento armato saldabili nervate B500. Condizioni tecniche di fornitura per barre, rotoli e reti saldate.
-

10.5.9.6 CONTROLLI IN STABILIMENTO

I produttori di barre lisce e ad aderenza migliorata, di fili trafilati, di reti e di tralicci elettrosaldati debbono sottoporre la propria produzione, presso i propri stabilimenti, a controlli di carattere statistico secondo le modalità indicate nei punti 11.3.2.10 e 11.3.2.11 del D.M. 17.01.2018. Queste prevedono che i valori f_y, f_t e A_{gt} e, per barre e fili ad aderenza migliorata l'indice di aderenza, soddisfino i limiti e le prescrizioni contenute nel citato D.M. 17.01.2018.
Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate da una copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale. L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo.

10.5.9.7 CONTROLLI IN CANTIERE O NEL LUOGO DI LAVORAZIONE DELLE BARRE

I controlli sono obbligatori, devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.3.2.10.1.2 del D.M. 17.01.2018 in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti

provenienti da altri stabilimenti. Qualora il risultato non sia conforme a quello dichiarato dal produttore, la DL disporrà la ripetizione della prova su tre ulteriori campioni diametro nel lotto consegnato.
Se un risultato e minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino e presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.
Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.
Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 10 ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.
Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato.
In caso contrario il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al Servizio Tecnico Centrale.
Per ulteriori informazioni sui controlli di accettazione in cantiere e sui certificati emessi dai laboratori, si fa riferimento al punto 11.3.2.12 del D.M. 17.01.2018.

10.5.9.8 MARCHIATURA PER IDENTIFICAZIONE

Tutti i produttori di barre lisce o ad aderenza migliorata, di fili, di reti e di tralicci devono procedere ad una marchiatura del prodotto fornito, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità di cui al punto 11.3.1.4 del D.M. 17.01.2018.

10.5.9.9 RILEVAZIONE DEL COPRIFERRO, POSIZIONE E DIAMETRO DEI FERRI

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo. Gli elementi strutturali devono essere verificati allo stato limite di fessurazione secondo il punto 4.1.2.2.4 del D.M. 17.01.2018.
Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature.
Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.

Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.
L'eventuale rilevazione dei ferri d'armatura, per particolari opere strutturali, dovrà essere effettuata mediante apposita strumentazione. Il valore del copriferro è stimato in funzione dell'entità dell'assorbimento elettromagnetico mediante la lettura di un apposito diagramma di correlazione, in dotazione allo strumento, noto di già il diametro della barra d'acciaio o determinandolo come appresso. Per maggiore sicurezza è consigliabile ripetere la prova utilizzano un altro spessore. La precisione della tecnica e stimata in circa 10%.

10.5.10 ACCIAI PER CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO

Gli acciai per armature da precompressione potranno essere forniti in rotoli (fili, trecce, trefoli), su bobine (trefoli) ed in fasci rettilinei (barre). I fili dovranno essere forniti in rotoli di diametro tale che, all'atto dello svolgimento, allungati al suolo su un tratto di 10 m, non presentino curvatura con freccia superiore a 400 mm; il produttore dovrà indicare il diametro minimo di avvolgimento.
Ciascun rotolo di filo (ondulato o con impronte) dovrà essere esente da saldature. Sono ammesse le saldature sui fili componenti le trecce se effettuate prima della trafilatura; per i trefoli sono ammesse saldature anche durante l'operazione di cordatura, purché le saldature siano opportunamente distanziate e sfalsate.
Dovranno comunque essere rispettate le prescrizioni riportate nel D.M. 17/01/2018.

11 MALTE – QUALITA' E COMPOSIZIONE

11.1 GENERALITÀ

La manipolazione delle malte dovrà essere eseguita, se possibile, con macchine impastatrici oppure sopra un'area pavimentata. Le malte dovranno risultare come una pasta omogenea di tinta uniforme.
I vari componenti, esclusi quelli forniti in secchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati a peso od a volume.
La calce spenta in pasta dovrà essere accuratamente rimescolata in modo che la sua misurazione, a mezzo di cassa parallelepipeda, riesca semplice e di sicura esattezza.
Gli impasti dovranno essere preparati solamente nella qualità necessaria per l'impiego immediato e, per quanto possibile, in prossimità del lavoro.
I residui di impasto che non avessero per qualsiasi ragione immediato impiego, dovranno essere gettati al rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune che dovranno essere utilizzati il giorno stesso della loro manipolazione.
I componenti delle malte cementizie ed idrauliche saranno mescolati a secco.
La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter variare le proporzioni dei vari componenti delle malte, in rapporto ai quantitativi stabiliti; in questo caso saranno addebitate od accreditate all'Appaltatore unicamente le differenze di peso o di volume dei materiali per i quali sarà stato variato il dosaggio, con i relativi prezzi di Elenco.
La Direzione Lavori potrà altresì ordinare, se necessario, che le malte siano passate allo staccio; tale operazione sarà comunque effettuata per le malte da impiegare nelle murature in mattoni od in pietra da taglio, per lo strato di finitura degli intonaci e per le malte fini e le colle.
Ogni indicazione dovrà essere letta in associazione a quanto prescritto dalle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 17.01.2018, alle Nome UNI EN 998-2 e UNI EN1015-11.

11.2 COMPOSIZIONE DELLE MALTE

11.2.1 MALTE CEMENTIZIE E MALTE BASTARDE

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte in argomento dovranno corrispondere, salvo diversa disposizione, alle proporzioni riportate nella seguente tabella:

TIPO DI MALTA	QUANTITA' ED IMPIEGHI	Calce spenta in pasta (m^3)	Calce idraulica in polvere (Kg)	Cemento 325 (Kg)	Sabbia (m^3)
Malta cementizia	Magra per murature			300	1,00
	Grassa per murature			400	1,00
	Per opere di rifinitura			500	1,00
Malta bastarda cementizia	Media comune	0,3		100	1,00
	Energica comune	0,3		150	1,00
	Media idraulica		300	100	1,00
	Energica idraulica		200	200	1,00

Tabella 11: Composizione delle malte (riferita a 1 m³ di inerte)

La sabbia naturale deve risultare di adeguata granulometria e costituita da grani resistenti, non proveniente da roccia decomposta o gessosa.

Deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco se disposta in un bicchiere, non contenere materie organiche melmose o comunque dannose; deve essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare le impurità. Decantata in acqua, la perdita di peso non dovrà superare il 2%.

E' vietato l'impiego di sabbie marine salvo che vengano opportunamente lavate con acqua dolce e previa autorizzazione del Direttore dei Lavori o dei suoi rappresentanti.

Verrà utilizzata per l'impasto sabbia media, passante attraverso lo staccio di 56 maglie per cmq e trattenuta dallo staccio di 121 maglie per cmq.

Il cemento sarà del tipo Portland 325, ottenuto da klinker (consistente essenzialmente in silicati idraulici di calcio), con aggiunta di gesso o anidrite dosata nelle quantità necessarie per regolarizzare il processo di idratazione.

Sarà fornito con bolla di consegna certificante:

- La qualità del legante
- Lo stabilimento produttore
- La quantità d'acqua per la malta normale

- Le resistenze minime a trazione e a compressione dopo 28 giorni di stagionatura dei provini (per Portland 325 resistenza a flessione 60 Kg/cm^2, resistenza a compressione 325 Kg/cm^2).

Per malte bastarde, la calce sarà di tipo eminentemente idraulica, ottenuta dalla cottura di marne naturali oppure di mescolanze intime ed omogenee di calcare e di materie argillose e successivo spegnimento, macinazione e stagionatura.
Dovrà rispettare caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici previsti dalle normative vigenti.

11.3 MALTE ESPANSIVE (A RITIRO COMPENSATO)

Saranno ottenute con impasto di cemento classe 325, sabbia ed un particolare additivo costituito da un aggregato metallico catalizzato agente come riduttore dell'acqua di impasto.
La sabbia dovrà avere granulometria corrispondente alla curva di massima compattezza; le proporzioni dei componenti saranno 1:1:1 in massa.
La resistenza a compressione della malta, a 28 gg. di stagionatura, non dovrà essere inferiore a 60MPa. Se non confezionate in cantiere, le malte in argomento potranno essere fornite come prodotto industriale, in confezioni sigillate di marca qualificata.

11.4 MALTE PER INIEZIONI DI CAVI DI PRECOMPRESSIONE

Saranno composte da cemento, acqua ed eventuali additivi.
Elementi inerti (ad es. farina di sabbia) potranno impiegarsi solo per guaine di dimensioni superiori a 12 cm, nel rapporto in peso inerti/cemento non superiore a 0,25.
Gli additivi non dovranno contenere ioni aggressivi (cloruri, solfati, nitrati, ecc.) e comunque non produrre un aumento di ritiro.
La malta dovrà avere fluidità tale che il tempo misurato al cono di Marsh sia compreso fra 13 e 25 secondi.
La resistenza a trazione, per flessione, per flessione a 28 gg. dovrà essere non inferiore a 4 N/mm^2.
Il tempo di inizio di presa a 30°C dovrà superare le tre ore mentre il ritiro a 28 gg dovrà essere inferiore a 2,8mm.
La malta potrà essere fornita anche come prodotto industriale in confezioni sigillate; sarà particolarmente studiata per la protezione dell'acciaio contro la "stress-corrosion", nonché priva di "bleeding", di polvere alluminio, di coke fluido e di altri agenti che possano provocare l'espansione, liberando idrogeno, azoto, ossigeno od altri gas.

11.5 MATERIALI LATERIZI

Formati da argilla (contenente quantità variabili di sabbia, ossido di ferro e carbonato di calcio) purgata, macerata, impastata, pressata e ridotta in pezzi di forma e dimensioni stabilite, pezzi che,

dopo asciugamento, vengono esposti a giusta cottura in apposite fornaci; dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. 17 gennaio 2018.

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensioni, dovranno nella massa essere scevri da sassolini ed altre impurità; avere forma regolare, facce lisce e spigoli sani; presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine, compatta ed uniforme; essere sonori alla percussione; assorbire acqua per immersione ed asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità; non sfaldarsi o sfiorire sotto l'influenza degli agenti atmosferici (anche in zone costiere) e di soluzione saline; non screpolarsi al fuoco ed al gelo; avere resistenza adeguata, colore omogeneo e giusto grado di cottura; non contenere sabbia con sali di soda o potassio, avere forma geometrica precisa ed infine un contenuto di solfati alcalini tali che il tenore di SO3 sia $\leq$ 0,05%.

Per la terminologia, il sistema di classificazione, i limiti di accettazione ed i metodi di prova si farà riferimento alle norme UNI EN 771-1÷6.

Ogni indicazione dovrà anche essere letta in associazione a quanto prescritto dalle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 17.01.2018, in particolare agli articoli 4.5 “Costruzioni in muratura” e 11.10 “Muratura portante”.

11.6 MATTONI PIENI E SEMIPIENI, MATTONI E BLOCCHI FORATI PER MURATURE

Dovranno corrispondere, per quanto riguarda categorie, requisiti e prove alla norma UNI 5623-65 della quale si riporta, di seguito, la tabella relativa alle resistenze di compressione (1).

Dovranno inoltre avere facce piene e spigoli regolari, essere esenti da screpolature, fessure e cavità, ed avere superfici atte alla adesione delle malte.

I mattoni da paramento dovranno presentare in modo particolare regolarità di forma, integrità superficiale e sufficiente uniformità di colore per l'intera partita; la categoria non dovrà essere inferiore alla 3^.

(1) Le norme UNI 5632 come pure le UNI 5628-5629-5630-5967 sono state ritirate senza sostituzione.

T I P I		Categoria	Rottura a compressione (su laterizio asciutto) (Kg/cm²)
Mattoni forati (UNI 5967-67) Blocchi forati per murature (UNI 5630-65)	da tamponamento	1	15
	portanti	2	25
		3	40
		4	60
		5	80
Mattoni pieni (UNI 5682-65) Mattoni Semipieni (UNI 5629-65)	comuni	1	100
		2	150
	comuni e da paramento	3	250
		4	350
		5	450

Tabella 12: Categorie per tipi di laterizi - Resistenze di compressione

11.7 MATTONI PIENI

Si farà riferimento alla UNI 5628-65 (Tipi e dimensioni) che prevede 5 categorie, 2 tipi (A-massiccio; B-a tre fori) e 3 formati unificati (5,5x12x25; 6x11x22,5; 6x13, 5x27,5).

Se non diversamente disposto, i mattoni saranno forniti di tipo A e di categoria non inferiore alla 2^.

Esempio di designazione: Mattone comune A 6 x 11/2 UNI 5628-65.

11.7.1 MATTONI SEMIPIENI

Si farà riferimento alla UNI 5629-65 (Dimensioni) che prevede 5 categorie e 6 formati unificati (oltre ai precedenti: 12x12x25; 13,5x11x22,5; 13,5x13,5x27,5). La categoria non sarà inferiore alla 2^; l'efflorescenza in prova dovrà risultare nulla ed il potere di imbibizione non superiore al 15%.

11.7.2 BLOCCHI FORATI PER MURATURE

Si farà riferimento alla UNI 5630-65 (Dimensioni) che precede 5 categorie e 6 formati unificati (12x25x25; 12x25x38; 13,5x23,5x22,5; 13,5x23,5x35; 13,5x27,5x27,5; 13,5x27,5x42,5).

Le facce dei blocchi dovranno essere leggermente rigate per aumentare l'aderenza delle malte, gli spigoli longitudinali arrotondati; l'area di ciascun foro non dovrà superare il 10% della superficie della faccia forata. Se portanti, i blocchi forati dovranno essere di categoria non inferiore alla 4^.

11.7.3 MATTONI FORATI

Si farà riferimento alla UNI 5667-67 (Dimensioni) che prevede 2 categorie UNI 5632-65 e 4 formati unificati (5,5x12x25; 8x12x25; 8x25x25; 10x15x30).

Salvo diversa specifica i mattoni forati, se da tamponamento, dovranno corrispondere alla 1^ categoria UNI 5632-65 e, se portanti, alla 2^ categoria.

11.7.4 BLOCCHI IN CALCESTRUZZO DI ARGILLA ESPANSA

I blocchi vengono prodotti con stampi che permettono la realizzazione di manufatti caratterizzati da dimensioni molto precise.

In generale i blocchi avranno dimensioni nominali di cm 50 (lunghezza), cm 20 (altezza) e cm 5, 8, 10, 12, 15, 20, 25, 30, 32, 35, 40 (spessore).

Le dimensioni effettive dei manufatti sono inferiori a quelle nominali, nei limiti indicati dalle norme italiane, per rispettare le esigenze modulari.

Tutti gli elementi possono avere tolleranza minime di fabbricazione sulle dimensioni effettive, tolleranze che si mantengono comunque sempre nell'ordine del millimetro, per quanto riguarda spessore e lunghezza e raggiungono al massimo $\pm$ 2 mm nel caso dell'altezza.

I blocchi sono confezionati con conglomerati cementizi di argilla espansa e inerte naturale, nei quali la curva granulometrica, il dosaggio del legante ed il grado di compattezza sono ottimizzati in modo da ottenere la massima resistenza meccanica in ogni classe di densità.

A seconda delle esigenze si possono usare impasti a struttura più aperta (tipo da intonaco) o a struttura più chiusa (tipo faccia-vista).

I blocchi da intonaco sono prodotti con un conglomerato cementizio a base di inerti naturali e argilla espansa la cui curva granulometrica varia da mm 0,5 a mm 8.

Devono avere densità comprese tra 650 kg/m^3 e 1400 kg/m^3.

I blocchi faccia-vista sono confezionati con un conglomerato cementizio a struttura più chiusa a base di inerti naturali e di argilla espansa.

La curva granulometrica varia da mm 0,5 a mm 4.

La densità varia da 1200 kg/m^3 a 1600 kg/m^3.

I blocchi facciavista sono resi idrorepellenti per cui a pressione atmosferica, pur lasciando traspirare la muratura, impediscono la penetrazione dell'acqua piovana sulla faccia opposta del blocco. Per rendere idrorepellente tutta la muratura bisogna additivare la malta di posa con idonei prodotti ed eseguire tutti gli accorgimenti costruttivi che verranno suggeriti più avanti.

11.8 BLOCCHI FORATI PER SOLAI

Si farà riferimento alla UNI 9730 "Elementi in laterizio per solai: terminologia, classificazione, limiti di accettazione, metodi di prova".

La resistenza caratteristica a compressione, determinata secondo le prescrizioni del D.M. 17 gennaio 2018, riferita alla sezione netta delle pareti e delle costolature, dovrà risultare non minore di:

a) Solai con blocchi aventi funzione principale di alleggerimento:
   30 N/mm² nella direzione dei fori;
   15 N/mm² nella direzione trasversale ai fori;

b) Solai con blocchi aventi funzione statica in collaborazione con il conglomerato:
   15 N/mm² nella direzione dei fori;
   5 N/mm² nella direzione trasversale ai fori.

In assenza di cassero continuo inferiore durante la fase di armatura e getto tutti i blocchi dovranno resistere ad un carico concentrato, applicato nel centro della faccia superiore, non inferiore a 1,5 kN.

Il modulo elastico non dovrà essere superiore a 25 kN/mm².

Dovranno comunque essere rispettate le norme di cui al D.M. citato e le UNI 9730/1/2/3.

11.9 TAVELLE E TAVELLONI

Si farà riferimento alle UNI 11128. Le tavelle ed i tavelloni, oltre a possedere le caratteristiche generali e particolari in precedenza riportate, dovranno avere le resistenze a flessione, per carico totale posto in mezzeria, riportate nelle seguenti tabelle:

TAVELLE	P (Kgf)
3 x 50 UNI 2105	150
3 x 60 UNI 2105	150
4 x 60 UNI 2105	180
4 x 70 UNI 2105	170
4 x 80 UNI 2105	150
4 x 90 UNI 2105	110
4 x 100 UNI 2105	100

Tabella 13: Carichi di rottura a flessione per tavelle

TAVELLONI	P (Kgf)
6 x 80 UNI 2106	260
6 x 90 UNI 2106	230
6 x 100 UNI 2106	210
8 x 100 UNI 2106	310
8 x 110 UNI 2106	280
8 x 120 UNI 2106	260

Tabella 14: Carichi di rottura a flessione per tavelloni

12 ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE

12.1 CLASSIFICAZIONE ACCIAIO STRUTTURALE

I materiali da impiegare in tali tipi di strutture dovranno rispettare le prescrizioni contenute nelle norme tecniche di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la Marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+, e per i quali si rimanda a quanto specificato al punto A del par. 11.1 del D.M. 17 gennaio 2018.

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

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377, EN 6892-l, UNI EN 148 nelle loro ultime versioni.

Gli acciai da impiegare, di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti, lamiere e tubi, dovranno essere del tipo S275, S355 e S460 definiti come riportato di seguito:

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

Tabella 15: Acciai per strutture metalliche. Caratteristiche meccaniche dei profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40$ mm		40 mm $< t \leq$ 80 mm	
	f_{yk} [N/mm^2]	f_{tk} [N/mm^2]	f_{yk} [N/mm^2]	f_{tk} [N/mm^2]
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		
S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S460 MH/MLH	460	530		

Tabella 16: Acciai per strutture metalliche. Caratteristiche meccaniche dei profili a sezione cava.

12.2 ACCIAIO PER GETTI

Per l'esecuzione di parti in getti si devono impiegare acciai conformi alla norma UNI EN 10293:2006. Quando tali acciai debbano essere saldati, valgono le stesse limitazioni di composizione chimica previste per gli acciai laminati di resistenza similare.

12.3 ACCIAIO PER STRUTTURE SALDATE

Gli acciai per strutture saldate devono avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili, di cui al punto 11.3.4.1 del D.M. 17 gennaio 2018.

12.4 BULLONI NON PRECARICATI

I bulloni non precaricati sono quelli da impiegare generalmente in unioni a taglio e trazione salvo diversamente specificato negli elaborati di progetto.

Possono essere impiegati bulloni di classe 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8, 8.8 e 10.9

Le caratteristiche generali devono essere conformi alla UNI EN 15048-1; le caratteristiche meccaniche delle viti devono essere secondo la UNI EN ISO 898-1, quelle dei dadi secondo la UNI

EN 20898-2, le prove d'idoneità d'impiego secondo UNI EN 15048-2. Le rondelle devono avere durezza minima 100 HV secondo UNI EN ISO 6507-1.
Gli accoppiamenti vite-dado-rondella consentiti sono riportati in tabella 8.2.1.
I bulloni possono essere in accordo alle UNI EN ISO 4014 e 4016 (gambo parzialmente filettato) o UNI EN ISO 4017 e 4018 (gambo interamente filettato). Se si adottano bulloni con vite con gambo interamente filettato, occorre avere specifica autorizzazione da parte del Progettista.
E' opportuno l'uso di una rondella al fine di non rovinare il trattamento protettivo con la rotazione del dado.

I bulloni non precaricati possono essere zincati a freddo secondo la UNI EN ISO 4042 o a caldo secondo UNI EN ISO 10684. Non è ammessa la zincatura a caldo per i bulloni classe 10.9. In alternativa possono adottarsi altri metodi di protezione purché approvati dal Produttore.

Accoppiamenti vite-dado-rondella per bulloni non precaricati

Vite [classe]	Dado [classe]	Rondella [durezza]
4.6, 4.8	4, 5, 6 oppure 8	100 HV min.
5.6, 5.8	5, 6 oppure 8	
6.8	6 oppure 8	
8.8	8 oppure 10	100 HV min; 300 HV min (*)
10.9	10 oppure 12	
(*) Per giunti a semplice sovrapposizione con una sola fila di bulloni (cfr. UNI EN 1993-1-8 §3.6.1)		

12.5 BULLONI PRECARICATI

I bulloni precaricati sono quelli da impiegare nelle unioni ad attrito.
Possono essere impiegati bulloni di classe 8.8 e 10.9.
Essi devono essere conformi alla UNI EN 14399-1; le caratteristiche meccaniche devono essere secondo la UNI EN ISO 898-1. Possono essere impiegati bulloni tipo HR secondo UNI EN 14399-3 (assieme vite-dado), o del tipo HV secondo UNI EN 14399-4 (assieme vite-dado). Le rondelle devono essere secondo UNI EN 14399-5 (rondelle piane) oppure UNI EN 14399-6 (rondelle piane smussate).
Possono anche essere impiegati bulloni del tipo HRC a serraggio calibrato secondo UNI EN 14399-10. I bulloni del tipo HR e HV possono anche essere impiegati con rondelle con indicazione di carico secondo UNI EN 14399-9.

I bulloni precaricati possono essere zincati a freddo secondo la UNI EN ISO 4042 o a caldo secondo UNI EN ISO 10684. Non è ammessa la zincatura a caldo per i bulloni classe 10.9. In alternativa possono adottarsi altri metodi di protezione purché approvati dal Produttore.

12.6 TIRAFONDI

I tirafondi devono essere ricavati da acciaio laminato a caldo secondo UNI EN 10025-2/4.
In alternativa essi possono essere in accordo a UNI EN ISO 898-1. Per l'impiego in strutture con duttilità media o alta (DC"B" o DC"A") questa seconda possibilità non è raccomandata.
Se richiesto, possono essere impiegati tirafondi ricavati da barre di armature per cemento armato non precompresso, con caratteristiche conformi a quanto indicato nella normativa NTC2018.

12.7 LAMIERE GRECATE

Le lamiere grecate devono conformarsi alla norma di prodotto UNI EN 14782: 2006 "Lastre metalliche autoportanti per coperture, rivestimenti esterni e interni - Specifica di prodotto e requisiti" che fornisce tra l'altro indicazioni delle tolleranze dimensionali. Le tolleranze sullo spessore devono essere secondo la UNI EN 10143:2006 "Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento applicato per immersione a caldo in continuo
- Tolleranze sulla dimensione e sulla forma". I materiali saranno in conformità alla UNI EN 10346:2009 "Prodotti piani di acciaio rivestiti per immersione a caldo in continuo - Condizioni tecniche di fornitura".
Se sono da impiegare come lamiere collaboranti nel getto di solai composti, il produttore deve dare evidenza di aver effettuato una specifica sperimentazione al fine di determinare la resistenza al taglio longitudinale di progetto $\tau_{u,Rd}$ della lamiera grecata. La sperimentazione e la elaborazione dei risultati sperimentali devono essere conformi alle prescrizioni dell'Appendice B.3 della norma UNI EN 1994-1-1:2005.

12.8 GRIGLIATI METALLICI E LAMIERE STRIATE O BUGNATE

I grigliati saranno in acciaio zincato a caldo S 235 JR (UNI EN 10025) colore naturale di tipo "pedonale" o "carrabile", prodotti per elettrofusione con totale compenetrazione di barre principali portanti (piatti) e barre trasversali secondarie (tondi). I distanziali avranno il filo superiore posizionato sullo stesso piano dei piatti portanti. Lo spessore minimo della zincatura sarà pari a 100 µm. Tutte le superfici dei grigliati dovranno essere fornite zincate a caldo e dimensionate come da progetto esecutivo, in maniera tale da limitare a casi eccezionali il ricorso in cantiere a tagli, saldature o forature. In tutti i casi in cui lo strato di zincatura a caldo sia per qualsiasi ragione compromesso,

l'Appaltatore dovrà, previa autorizzazione della D.L., ripristinare la protezione mediante trattamento di zincatura a freddo.

12.9 CONNETTORI PER IL TAGLIO

I connettori per il taglio da impiegare nelle strutture composte acciaio-calcestruzzo devono essere conformi ai requisiti della norma UNI EN ISO 13918.

E' possibile l'impiego di connettori collegati a freddo a mezzo di chiodi speciali, infissi mediante una chiodatrice a sparo o pneumatica. La capacità portante di questi connettori e l'efficacia del collegamento chiodato alla trave in acciaio devono essere indagate sperimentalmente seguendo le procedure delle normative di progetto per strutture miste acciaio-calcestruzzo: le CNR 10016/98 e/o l'Eurocodice 4 UNI - EN 1994-11"Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo" Annex B.

12.10 ANCORAGGI

12.10.1 MALTE PER ANCORAGGI

La malta usata attorno ai bulloni di fondazione, sotto le piastre delle basi delle colonne, e dietro le piastre di collegamento tra strutture metalliche e strutture in calcestruzzo armato, deve essere caratterizzata da alta resistenza e da ritiro compensato.

Si userà malta di produzione specialistica, con le caratteristiche sopracitate, approvata dalla D.L. ed usata in stretta osservanza delle prescrizioni del produttore.

L'Appaltatore deve fornire conferma scritta alla D.L. che ogni eventuale malta speciale proposta per i lavori non contenga cemento con agenti aggressivi né cemento alluminoso.

12.10.2 TASSELLI CHIMICI

Per i dettagli dove fosse previsto l'utilizzo di tasselli chimici, si richiede che nella posa vengano seguite scrupolosamente le specifiche e le modalità prescritte dal produttore.

La scelta di un tipo di connettore chimico diverso da quello indicato sugli elaborati grafici da parte del Fabbricatore Appaltatore deve essere fatta in base ai carichi e le funzioni che il tassello deve assolvere, previa approvazione della DL.

12.11 PROFILATI, BARRE E LARGHI PIATTI DI USO GENERALE

I profili laminati a caldo, le lamiere ed i profili cavi finiti a caldo o formati a freddo per impiego strutturale devono essere conformi alle norme applicabili indicate nella tabella seguente:

Prodotti	Condizioni tecniche di fornitura	Dimensioni	Tolleranze
Sezioni ad I ed H	UNI EN 10025-1/6 Per quanto applicabili (1)	UNI 5397-5398(3)	UNI EN 10034
Profili ad I laminati a caldo ad ala rastremata		UNI 5679	UNI EN 10024
Profili a C o U		UNI EU 54	UNI EN 10279
Angolari		UNI EN 10056-1	UNI EN 10056-2
Sezioni a T		UNI EN 10055	UNI EN 10055
Piatti e lamiere		N/A	UNI EN 10029 (2) UNI EN 10051
Barre		UNI EN 10017, 10058, 10059, 10060, 10061	UNI EN 10017, 10058, 10059, 10060, 10061
Profili cavi finiti a caldo	UNI EN 10210-1	UNI EN 10210-2	UNI EN 10210-2
Profili cavi formati a freddo	UNI EN 10219-1	UNI EN 10219-2	UNI EN 10219-2

NOTE:
(1) Materiali da impiegare:
S235, S275 e S355 JR, J0, J2 e K2 (UNI EN 10025-2, acciai non legati);
S275, S355, S420 e S460 N e NL (UNI EN 10025-3, acciai a grana fine);
S275, S355, S420 e S460 M e ML (UNI EN 10025-4, acciai a grana fine);
S235J0W, S235J2W, S355J0W, S355J2W e S355K2W (UNI EN 10025-5, acciai con resistenza alla corrosione migliorata).
(2) Tolleranza sullo spessore: Classe B; per serbatoi e ciminiere: Classe C.
(3) Valide soltanto per le dimensioni; per le tolleranze di laminazione vale la UNI EN 10034.

I prodotti in acciaio strutturale, lamiere e nastri, da usare per la produzione di profilati piegati a freddo devono avere proprietà idonee per le lavorazioni di piegatura a freddo. Gli acciai al carbonio adatti per tale scopo sono elencati in tabella seguente:

Prodotti	Condizioni tecniche di fornitura	Tolleranze
Acciai strutturali non legati	UNI EN 10025-2	UNI EN 10051
Acciai strutturali a grana fine	UNI EN 10025-3/4	UNI EN 10051
Acciai ad alto limite di snervamento per piegatura a freddo	UNI EN 10149-1/3 UNI EN 10268	UNI EN 10029, 10048, 10051, 10131, 10140
Lamiere di acciaio di qualità strutturale ridotte a freddo	ISO 4997	UNI EN 10131
Nastri e lamiere di acciaio ad alto limite di snervamento rivestiti per immersione a caldo in continuo per formatura a freddo	UNI EN 10346	UNI EN 10143

Prodotti piani di acciaio rivestiti in continuo con materiale organico (nastri rivestiti)	UNI EN 10169	UNI EN 10169
Nastri stretti non rivestiti laminati a freddo di acciaio dolce per formatura a freddo	UNI EN 10139	UNI EN 10048 UNI EN 10140

Per profilati e lamiere da utilizzare in elementi dissipativi di strutture in classe di duttilità bassa o alta (CD"B" e CD"A") in zone a sismicità media o alta, dovrà risultare, dai documenti di controllo che accompagnano la fornitura o da risultati di idonee prove, che il valore della tensione di snervamento massima *fy*,max dell'acciaio non superi il valore caratteristico di più del 20%.
Se i componenti devono essere zincati a caldo, al fine di ottenere rivestimenti con aspetto lucido ed omogeneo e con tessitura fine dello strato di zinco, ed allo scopo di evitare il rischio della formazione di rivestimenti eccessivamente spessi, con conseguente possibile danneggiamento del rivestimento in seguito ad urti, è preferibile utilizzare acciai appartenenti alle categorie A e B di cui al prospetto 1 della norma UNI EN ISO 14713-2, e precisamente:
– Categoria A: acciai con contenuto di silicio (Si) ≤ 0,04%, e fosforo (P) < 0,02%;
– Categoria B: acciai con contenuto di silicio (Si) > 0,14% e ≤ 0,25%, e fosforo (P) < 0,035%.

I profili ed i piatti in genere dovranno essere conformi alle prescrizioni di cui alla seguente norma di unificazione UNI EN 10025 - Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura.
Le superfici dei laminati dovranno essere esenti da cretti, scaglie, paglie, ripiegature, cricche od altri difetti tali che ne possano pregiudicare ragionevolmente le possibilità d'impiego. Sarà tollerata la presenza di lievi sporgenze o rientranze, di leggere rigature e vaiolature, purché non venga superata la tolleranza in meno prescritta sullo spessore. Valgono sull'argomento le norme UNI EN 10163/1/2/3.

12.12 LAMIERE DI ACCIAIO

Saranno conformi per qualità e caratteristiche, alle norme e prescrizioni della UNI 10025 ed inoltre della UNI EN 10029.

12.13 LAMIERE ZINCATE

Fornite in fogli, rotoli od in profilati vari per lavorazione dopo zincatura, le lamiere zincate avranno come base acciaio non legato, piatto, laminato a freddo. Qualità e tolleranze saranno conformi alla UNI EN 10143 con la prescrizione che, salvo diversa specifica, la base sarà costituita da lamiera Fe

KP GZ UNI EN 10142. Per gli impieghi strutturali la lamiera dovrà essere invece almeno di categoria Fe 34 GZ UNI EN 10147.
La zincatura dovrà essere effettuata per immersione a caldo nello zinco allo stato fuso. Questo sarà di prima fusione, almeno del tipo ZN A 98, 25 UNI 2013.
Con riguardo al procedimento di zincatura questo potrà essere di tipo normale a bagno continuo o discontinuo (più idoneamente indicato quest'ultimo per manufatti lavorati pre-zincatura e per i quali si rimanda alla norma EN ISO 1461), o continuo Sendzimir.
La finitura della superficie potrà venire richiesta, in rapporto all'impiego, a cristallizzazione (stellatura) normale, levigata (skin-passata) od a cristallizzazione ridotta (minimized splangle), questa ultima risultando particolarmente indicata per i laminati zincati da sottoporre a successive operazioni di profilatura e/o di verniciatura.
In ogni caso le lamiere sottili zincate non dovranno presentare zone prive di rivestimento, ossidazione bianca, grossi grumi di zinco, soffiature od altri difetti superficiali.
Con riguardo poi al grado di protezione superficiale i prodotti zincati, se non sottoposti a verniciatura industriale, potranno venire richiesti secchi, oliati o trattati dall'acido cromico (passivazione) con esclusione, per tale ultima operazione, dei prodotti a superficie levigata.

12.13.1 LAMIERE ZINCATE CON BAGNO CONTINUO O DISCONTINUO A CALDO

Avranno strato di zincatura conforme ai tipi indicati nel prospetto che segue con la prescrizione che, in nessun caso, la fornitura potrà prevedere manufatti con grado di zincatura inferiore a Z 275.
Esempio di designazione per lamiere Fe KP GZ con strato di zincatura tipo Z 275.
Lamiera Fe KP GZ 275 UNI EN 10142.

TIPO DI RIVESTIMENTO	Massa complessiva di zinco sulle due superfici (g/m^2)	
	Media di 3 determinazioni (minimo)	Singole determinazioni (minimo)
Z 600	600	525
Z 450	450	400
Z 350	350	300
Z 275	275	245
Z 200	200	175
Z 150	150	135
Z 100	100	90

Tabella 17: Lamiere zincate a caldo - Tipologia degli strati di zincatura

12.13.2 LAMIERE ZINCATE CON PROCEDIMENTO CONTINUO SENDZIMIR

Salvo diversa prescrizione, per tutti i manufatti previsti in lamiera zincata quali coperture, rivestimenti, infissi, serrande, gronde, converse, serbatoi di acqua, ecc., dovrà essere impiegata lamiera zincata trattata secondo il procedimento di zincatura continua Sendzimir, consentendo tale procedimento, che prevede tra l'altro la preventiva normalizzazione dell'acciaio ed un'accurata preparazione delle superfici, di ottenere una perfetta aderenza dello zinco all'acciaio base e la formazione di uno strato di lega ferro-zinco molto sottile ed uniforme.

Nelle zincature effettuate con sistema Sendzimir i rivestimenti nominali di protezione corrente, ottenuto con azione a rulli zincatori od a lama d'aria (jet process) e definiti dal consumo di zinco per unità di superficie, dovranno risultare conformi a quanto riportato nella seguente tabella:

RIVESTIMENTO (1)				
Extra leggero g/m^2	Leggero g/m^2	Normale g/m^2	Medio pesante g/m^2	Pesante g/m^2
152 e 229	305	381	458	610
(100) e (150)	(200)	(275)	(350)	(450)
(1) I valori riportati tra parentesi corrispondono alla nuova designazione del peso del rivestimento dei laminati zincati in corso di adozione su scala internazionale. Tale metodo fa riferimento non più al peso di zinco consumato nel processo di zincatura ma alla massa minima di zinco depositata sulle superfici zincate (vedi tabella precedente).				

Tabella 18: Lamiere zincate con procedimento Sendzimir - Tipologia degli strati di zincatura

Non sarà ammessa, in ogni caso, la fornitura di lamiere con strato di zincatura inferiore al "normale".

12.13.3 LAMIERE ZINCATE PREVERNICIATE

Saranno ottenute con procedimento industriale di verniciatura continua, previa fosfatizzazione a caldo ed essiccazione in forno a temperature rapportate al processo di polimerizzazione. Tra le finiture più adottate sono da annoverare quelle a base di resine alchidiche - ammidiche, acriliche termoplastiche e termoindurenti, epossimelamminiche o ureiche, epossiacriliche e viniliche, poliestere siliconate.

Qualunque sia comunque il prodotto verniciante, lo spessore reso dello stesso dovrà risultare per la faccia esposta, non inferiore a 30 micron, mentre per l'altra faccia dovrà essere non inferiore a 10

micron, qualora per la faccia non esposta non fosse richiesta la verniciatura, questa sarà quanto meno trattata con una mano di fondo (primer).

I controlli di qualità accerteranno il grado di polimerizzazione, lo spessore e la durezza del rivestimento, la resistenza all'abrasione al distacco ed il grado di brillantezza. Per le priorità più indicative si riporta di seguito, in tabella comparativa, una sintesi dei diversi tipi di rivestimento.

TIPO DI RIVESTIMENTO	Flessibilità	Resistenza chimica	Durezza film	Adesione	Resistenza al calore	Durata in esterno
Vinilico	E	E	B	E	S	E
Alchilico	D	S	B	B	D	O
Plastisol e organosol	E	E	D	E	S	E
Epossidico	E	E	E	E	D	S
Fenolico	S	E	B	E	B	S
Vinilalchidico	O	B	B	B	S	O
Acrilico	B	B	B	E	B	O
Fluoruro di polivinile	E	E	B	B	E	E
Poliesteri	B	D	E	B	E	B
Alchidico siliconico	D	B	B	B	E	E
Acrilico siliconico	E	B	B	B	B	E
E = eccellente; O = ottima; B = buona; D = discreta; S = scarsa; Per i rivestimenti vinilico e plastisol la resistenza chimica è classificata con eccezione ai solventi						

Tabella 19: Lamiere zincate preverniciate. Comparazione indicativa dei diversi rivestimenti protettivi

12.14 ACCIAIO INOSSIDABILE

Caratterizzato da un contenuto di cromo superiore al 12%, dovrà presentare elevata resistenza alla ossidazione ed alla corrosione e rispondere alle prescrizioni di cui alla norma UNI 10020.

Oltre alla classificazione UNI verrà abitualmente usata anche la classificazione (AISI) (American Iron and Steel Institute) per la quale si riporta di seguito la tabella di approssimativa corrispondenza.

NOMENCLATURA AISI		NOMENCLATURA UNI	GRUPPO UNI
Serie 300	301	x 12 CrNi 17 07	austenitico
	302	x 10 CrNi 18 09	austenitico
	304	x 5 CrNi 18 10	austenitico
	316	x 5 CrNiMO 17 12	austenitico
Serie 400	430	x 8 Cr 17	ferritico

Tabella 20: Acciai inossidabili AISI ed UNI - Tabella di corrispondenza approssimativa

Per la designazione si farà riferimento alla UNI EN 10027, specificando che trattasi di acciai designati per composizione chimica, dove X sta per "acciaio legato", il primo numero indica la percentuale di carbonio moltiplicata per 100, ed i numeri finali indicano i tenori degli elementi di lega, in %.

12.15 LAMIERE GRECATE

Qualunque sia il materiale di formazione (acciaio lucido, zincato, preverniciato, plastificato, inossidabile; alluminio naturale, smaltato; rame, ecc.) saranno ottenute tramite profilatura a freddo e tranciatura con stampo e controstampo: di conseguenza le lamiere saranno fornite, per lunghezze anche superiori a 10 m, in unico pezzo. Le lamiere si presenteranno prive di svergolamenti, deformazioni e difetti superficiali di qualunque genere; i rivestimenti dovranno essere ben aderenti e continui e senza danni di sorta.

La tolleranza sullo spessore dovrà essere contenuta entro il ± 10%.

Le lamiere zincate proverranno da trattamento con sistema continuo Sendzimir su nastro di categoria non inferiore a Fe 34 Gz UNI EN 10143.

La zincatura sarà conforme ad uno dei tipi riportati nella tabella con l'esclusione, in ogni caso, del tipo "extra leggero".

Lo spessore non sarà mai inferiore a 0,6 mm per le lamiere impiegate nei manti di copertura mentre, per l'impiego nei solai, lo spessore non sarà inferiore a 0,7 mm (solai con soletta collaborante) od a 0,8 mm (solai a secco).

Le lamiere di alluminio saranno formate con materiale ALP 99,5 UNI EN ISO 4507; potranno comunque essere usate, salvo diversa disposizione, anche particolari leghe tra cui la 3103 UNI 3568 e la 3004 UNI 6361 od altre speciali di provate ed idonee caratteristiche tecnologiche.

13 MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE OPERE IN CARPENTERIA METALLICA

13.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 17.01.2018	Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2018)
Circolare Ministero Infrastrutture 21.01.2019	Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17.01.2018
UNI EN 1090-1	Esecuzione di strutture in acciaio ed alluminio – Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali
UNI EN 1090-2	Esecuzione di strutture in acciaio ed alluminio – Parte 2: Requisiti tecnici per strutture in acciaio
UNI EN 10025	Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali
UNI EN 1993-1-1	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
UNI EN 1993-1-1	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
UNI EN 1993-1-2	Eurocodice 3: Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-2: Regole Generali - Structural fire design
UNI EN 1993-1-8	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
UNI EN 10020	Definizione e classificazione dei tipi di acciaio.
UNI EN 10027-1	Sistemi di designazione degli acciai. Designazione alfanumerica, simboli principali.
UNI EN 10027-2	Sistemi di designazione degli acciai. Designazione numerica.

UNI 5397	Prodotti finiti di acciaio laminati a caldo. Travi HE ad ali larghe parallele. Dimensioni e tolleranze.
UNI 5398	Prodotti finiti di acciaio laminati a caldo. Travi IPE ad ali strette parallele. Dimensioni e tolleranze.
UNI 5679	Prodotti finiti di acciaio laminati a caldo. Travi IPN. Dimensioni e tolleranze.
UNI EU 54	Piccoli profilati di acciaio a U laminati a caldo
UNI EN 10034 .	Travi ad I e ad H di acciaio per impieghi strutturali. Tolleranze dimensionali e di forma
UNI EN 10279	Profilati a U di acciaio laminati a caldo - Tolleranze sulla forma, sulle dimensioni e sulla massa
UNI EN 10279	Profilati a U di acciaio laminati a caldo - Tolleranze sulla forma, sulle dimensioni e sulla massa
UNI EN 10056-1	Angolari ad ali uguali e disuguali di acciaio per impieghi strutturali – Dimensioni
UNI EN 10056-2	Angolari ad ali uguali e disuguali di acciaio per impieghi strutturali. Tolleranze dimensionali e di forma.
UNI EN 10055	Profilati a T ad ali uguali e a spigoli arrotondati di acciaio, laminati a caldo - Dimensioni e tolleranze dimensionali e di forma.
UNI EN 10029	Lamiere di acciaio laminate a caldo, di spessore = o > di 3 mm. Tolleranze dimensionali, di forma e sulla massa
UNI EN 10017	Vergella di acciaio destinata alla trafilatura e/o alla laminazione a freddo - Dimensioni e tolleranze.
UNI EN 10048	Nastri stretti di acciaio laminati a caldo - Tolleranze sulle dimensioni e sulla forma
UNI EN 10051	Lamiere e nastri laminati a caldo in continuo, non rivestiti, di acciai non legati e legati - Tolleranze dimensionali e di forma.

UNI EN 10058	Barre di acciaio piane laminate a caldo per impieghi generali - Dimensioni e tolleranze sulla forma e sulle dimensioni
UNI EN 10059	Barre di acciaio quadre laminate a caldo per impieghi generali - Dimensioni e tolleranze sulla forma e sulle dimensioni.
UNI EN 10060	Barre di acciaio tonde laminate a caldo per impieghi generali - Dimensioni e tolleranze sulla forma e sulle dimensioni
UNI EN 10061	Barre di acciaio esagone laminate a caldo per impieghi generali - Dimensioni e tolleranze sulla forma e sulle dimensioni.
UNI EN 10031	Prodotti semilavorati per forgiatura - Tolleranze sulle dimensioni sulla forma e sulla massa.
UNI EN 10140	Nastri stretti di acciaio laminati a freddo - Tolleranze sulle dimensioni e sulla forma
UNI EN 10143:2006	Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento applicato per immersione a caldo in continuo - Tolleranze sulla dimensione e sulla forma.
UNI EN 10149-1:1997	Prodotti piani laminati a caldo di acciai ad alto limite di snervamento per formatura a freddo. Condizioni generali di fornitura.
UNI EN 10149-2:1997	Prodotti piani laminati a caldo di acciai ad alto limite di snervamento per formatura a freddo. Condizioni di fornitura degli acciai ottenuti mediante laminazione termomeccanica.
UNI EN 10149-3:1997	Prodotti piani laminati a caldo di acciai ad alto limite di snervamento per formatura a freddo. Condizioni di fornitura degli acciai normalizzati o laminati normalizzati.
UNI EN 10169-1:2007	Prodotti piani di acciaio rivestiti in continuo con materiale organico (nastri larghi rivestiti) - Parte 1: Informazioni generali (definizioni, materiali, tolleranze, metodi di prova).
UNI EN 10169-2:2007	Prodotti piani di acciaio rivestiti in continuo con materiale organico (nastri rivestiti) - Parte 2: Prodotti per applicazioni esterne negli edifici.
UNI EN 10169-3:2007	Prodotti piani di acciaio rivestiti in continuo con materiale organico (nastri larghi rivestiti) - Parte 3: Prodotti per applicazioni interne negli edifici

UNI EN 10210-1:2006	Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura.
UNI EN 10210-2:2006	Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali - Parte 2: Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo.
UNI EN 10219-1:2006	Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate - Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura.
UNI EN 10219-2:2006	Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate - Parte 2: Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo
UNI EN 10268:2006	Prodotti piani laminati a freddo di acciaio ad alto limite di snervamento per formatura a freddo - Condizioni tecniche di fornitura.
ISO 4997:2007	Cold-reduced carbon steel sheet of structural quality.
UNI EN 10346:2009	Prodotti piani di acciaio rivestiti per immersione a caldo in continuo - Condizioni tecniche di fornitura.
UNI EN ISO 898-1:2009	Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio - Parte 1: Viti e viti prigioniere con classi di resistenza specificate - Filettature a passo grosso e a passo fine.
UNI EN 14782:2006	Lastre metalliche autoportanti per coperture, rivestimenti esterni e interni - Specifica di prodotto e requisiti
UNI EN 508-1:2008	Prodotti di lastre metalliche per coperture - Specifiche per prodotti autoportanti in lastre di acciaio, alluminio o acciaio inossidabile - Parte 1: Acciaio
UNI EN 15048-1:2007	Bulloneria strutturale non a serraggio controllato - Parte 1: Requisiti generali.
UNI EN ISO 4014:2003	Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato - Categorie A e B
UNI EN ISO 4016:2002	Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato - Categoria C
UNI EN ISO 4017:2002	Viti a testa esagonale con gambo interamente filettato - Categorie A e B

UNI EN ISO 4018:2002	Viti a testa esagonale con gambo interamente filettato - Categoria C
UNI EN 20898-2:1994	Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso.
UNI EN ISO 6507-1:2006	Materiali metallici - Prova di durezza Vickers - Parte 1: Metodo di prova.
UNI EN 14399-1:2005	Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 1: Requisiti generali.
UNI EN 14399-3:2005	Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato Parte 3: Sistema HR - Assieme vite e dado esagonali.
UNI EN 14399-4:2005	Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 4: Sistema HV - Assieme vite e dado esagonali.
UNI EN 14399-5:2005	Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 5: Rondelle piane.
UNI EN 14399-6:2005	Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 6: Rondelle piane smussate.
UNI EN 14399-10:2009	Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 10: Sistema HRC - Assiemi vite e dado con serraggio calibrato
UNI EN ISO 10684:2005	Elementi di collegamento - Rivestimenti di zinco per immersione a caldo
UNI EN ISO 4042	Elementi di collegamento – rivestimenti elettrolitici
UNI EN ISO 13918:2009	Saldatura - Prigionieri e ferrule ceramiche per la saldatura ad arco dei prigionieri.
UNI EN 10204:2005	Prodotti metallici - Tipi di documenti di controllo.
UNI EN ISO 9013	Taglio termico - Classificazione dei tagli termici - Specificazione geometrica del prodotto e tolleranze relative alla qualità.

UNI EN ISO 3834-1:2006	Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici - Parte 1: Criteri per la scelta del livello appropriato dei requisiti di qualità.
UNI EN ISO 3834-2:2006	Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici - Parte 2: Requisiti di qualità estesi
UNI EN ISO 3834-3:2006	Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici - Parte 3: Requisiti di qualità normali.
UNI EN ISO 3834-4:2006	Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici - Parte 3: Requisiti di qualità normali.
UNI EN ISO 3834-5:2006	Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici - Parte 5: Documenti ai quali è necessario conformarsi per poter dichiarare la conformità ai requisiti di qualità di cui alle parti 2, 3 o 4 della ISO 3834.
UNI EN ISO 15609-1/5	Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Specificazione della procedura di saldatura.
UNI EN ISO 15613:2005	Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Qualificazione sulla base di prove di saldatura di preproduzione
UNI EN ISO 15614-1:2008	Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Prove di qualificazione della procedura di saldatura - Parte 1: Saldatura ad arco e a gas degli acciai e saldatura ad arco del nichel e leghe di nichel.
UNI EN ISO 9606-1	Prove di qualificazione dei saldatori - Saldatura per fusione - Parte 1: Acciai
UNI EN ISO 14732	Personale di saldatura - Prove di qualificazione degli operatori di saldatura e dei preparatori di saldatura per la saldatura completamente meccanizzata ed automatica di materiali metallici.
UNI EN ISO 9692-1:2005	Saldatura e procedimenti connessi - Raccomandazioni per la preparazione dei giunti - Parte 1: Saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco con elettrodo fusibile sotto protezione di gas, saldatura a gas, saldatura TIG e saldatura mediante fascio degli acciai.
UNI EN ISO 9692-2:2001	Saldatura e procedimenti connessi - Preparazione dei giunti - Saldatura ad arco sommerso degli acciai.

UNI EN ISO 17637:2011	Controllo non distruttivo delle saldature - Esame visivo di giunti saldati per fusione.
UNI EN 1714:2005	Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati
UNI EN ISO 17638:2010	Controllo non distruttivo delle saldature – Controllo con particelle magnetiche.
UNI EN 1291:2006	Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature - Livelli di accettabilità.
UNI EN ISO 6789:2004	Attrezzi di manovra per viti e dadi - Attrezzi dinamometrici a mano - Requisiti e metodi di prova per verificare la rispondenza al progetto, la conformità alla qualità e la procedura per la ricalibrazione.
UNI EN ISO 3452-1:2013	Prove non distruttive - Esame con liquidi penetranti - Parte 1: Principi generali.
UNI EN 1289:2006	Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo delle saldature mediante liquidi penetranti - Livelli di accettabilità.
UNI EN 473:2008-11	Prove non distruttive - Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive - Principi generali.
UNI EN ISO 17640:2011	Controllo non distruttivo delle saldature – Controllo mediante ultrasuoni - Tecniche di con trollo, livelli di prova e valutazione.
UNI EN ISO 23279:2010	Controllo non distruttivo delle saldature – Controllo mediante ultrasuoni - Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature.
UNI EN ISO 17636-1:2013	Prove non distruttive delle saldature - Controllo radiografico - Parte 1: Tecniche a raggi -X e gamma mediante pellicola.
UNI EN ISO 17636-2:2013	Prove non distruttive delle saldature – Control lo radiografico - Parte 2: Tecniche a raggi -X e gamma con rivelatore digitale.
UNI EN ISO 5817:2008	Saldatura - Giunti saldati per fusione di acciaio, nichel, titanio e loro leghe (esclusa la saldatura a fascio di energia) - Livelli di qualità delle imperfezioni.

UNI EN ISO 17635:2010	Controllo non distruttivo delle saldature - Regole generali per i materiali metallici.
UNI EN 10160	Controllo con ultrasuoni di prodotti piani di acciaio con spessore maggiore o uguale a 6 mm (metodo per riflessione)
UNI UN ISO 12944-1	Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Introduzione generale.
UNI UN ISO 12944-2	Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Classificazione degli ambienti.
UNI UN ISO 12944-3	Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Considerazioni sulla progettazione.
UNI UN ISO 12944-4	Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Tipi di superficie e loro preparazione.
UNI UN ISO 12944-5	Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Sistemi di verniciatura protettiva.
UNI UN ISO 12944-6	Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Prove di laboratorio per le prestazioni.
UNI UN ISO 12944-7	Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura – Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura.
UNI EN ISO 1461:2009	Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova.
UNI EN ISO 14713-1	Rivestimenti di zinco - Linee guida e raccomandazioni per la protezione contro la corrosione di strutture di acciaio e di materiali ferrosi - Parte 1: Principi generali di progettazione e di resistenza alla corrosione.
UNI EN ISO 14713-2	Rivestimenti di zinco - Linee guida e raccomandazioni per la protezione contro la corrosione di strutture di acciaio e di materiali ferrosi - Parte 2: Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo.

UNI EN ISO 8501-2	Preparazione delle superfici di acciaio prima dell'applicazione di pitture e prodotti affini - Valutazione visiva del grado di pulitura della Parte 2: Gradi di preparazione di superfici di acciaio già rivestite dopo rimozione locale dei rivestimenti precedenti
UNI EN ISO 8501-3	Preparazione di substrati di acciaio prima dell'applicazione di pitture e prodotti correlati - Valutazione visiva del grado di pulitura della superficie - Parte 3: Gradi di preparazione di saldature, bordi e altre aree con imperfezioni superficiali
UNI EN ISO 8501-4	Preparazione dei substrati di acciaio prima dell'applicazione di pitture e prodotti correlati - Valutazione visiva del grado di pulitura della superficie - Parte 4: Condizioni della su perficie, gradi di preparazione e gradi di ruggine immediata in seguito a spruzzatura di acqua ad alta pressione
UNI EN ISO 8503-1	Preparazione di supporti di acciaio prima dell'applicazione di prodotti vernicianti e prodotti simili - Caratteristiche di rugosità superficiale di supporti di acciaio puliti mediante sabbiatura - Parte 1: Requisiti e definizioni relative a campioni di comparazione visottatile ISO per la valutazio ne delle superfici sabbiate dopo il trattamento abrasivo
UNI EN ISO 8503-2	Preparazione di supporti di acciaio prima dell'applicazione di prodotti vernicianti e prodotti simili - Caratteristiche di rugosità superficiale di supporti di acciaio puliti mediante sabbiatura - Parte 2: Metodo per classificare il profilo della superficie di acciaio che è stata trattata mediante sabbiatura - Procedimento di confronto
UNI EN ISO 8503-3	Preparazione di supporti di acciaio prima dell'applicazione di prodotti vernicianti e prodotti simili - Caratteristiche di rugosità superficiale di supporti di acciaio puliti mediante sabbiatura - Parte 3: Metodo per la taratura dei campioni di comparazione visottatile ISO e per la determinazione del profilo della superficie - Procedimento al microscopio ottico
UNI EN ISO 8503-4	Preparazione di supporti di acciaio prima dell'applicazione di prodotti vernicianti e prodotti simili - Caratteristiche di rugosità superficiale di supporti di acciaio puliti mediante sabbiatura - Parte 4: Metodo per la taratura dei campioni di comparazione visotattile ISO e per la determinazione del profilo della superficie - Procedimento con strumento a stilo
ISO 19840	Paints and varnishes -- Corrosion protection of steel structures by protective paint systems -- Measurement of, and acceptance criteria for, the thickness of dry films on rough surfaces

13.2 LAVORAZIONI D'OFFICINA

13.2.1 IDENTIFICAZIONE, DOCUMENTI D'ISPEZIONE E TRACCIABILITÀ DEI PRODOTTI

Le caratteristiche tecniche dei componenti (profilati, lamiere, bulloni, elettrodi, lamiere grecate, grigliati, etc.) approvvigionati per le successive lavorazioni, devono essere documentate in modo da poter controllare se tali componenti soddisfano i requisiti richiesti dalle specifiche e norme applicabili.

I documenti d'ispezione di cui alla UNI EN 10204, relativi ai controlli sui materiali da parte del Produttore, devono essere conformi ai requisiti minimi riportati sulla UNI EN 1090-2 Tabella 1 con la seguente modifica:
sono richiesti controlli specifici (documenti d'ispezione del tipo 3.1, secondo UNI EN 10204), cioè analisi chimiche, prove meccaniche e di resilienza, relativi alle unità di prova specifiche alle quali appartengono i materiali oggetto della fornitura, per tutti gli acciai strutturali di cui alle Tabelle 8.1 e 8.2.

L'officina di trasformazione dell'Appaltatore deve possedere i requisiti di legge stabiliti nel paragrafo 11.3.1.7 delle NTC.

Per le classi di esecuzione EXC3 ed EXC4 deve essere garantita la tracciabilità completa dei componenti, dal momento dell'approvvigionamento e ingresso in officina al momento della spedizione in cantiere e montaggio. Ogni componente cioè, contraddistinto da una marca nei disegni costruttivi d'officina, deve poter essere collegato, in tutte le parti principali costituenti la marca completa, al corrispondente lotto di fornitura ed ai documenti d'ispezione ad esso legati. L'Appaltatore deve essere dotato di un sistema di acquisizione, trattamento ed archiviazione di tali dati.
La tracciabilità completa dovrà in particolare essere garantita per ogni parte costituente un componente da impiegare come elemento dissipativo in una struttura calcolata secondo le regole del *capacity design* in zone a media o alta sismicità.
Per le classi di esecuzione EXC1 ed EXC2 si dovrà garantire che i materiali in ingresso (lamiere, profilati, bulloni, etc.) siano riconducibili ai rispettivi documenti d'ispezione di cui alla UNI EN 10204. Non è richiesta la tracciabilità dei singoli pezzi lavorati.

13.2.2 MARCATURA DELLE STRUTTURE

Ciascun componente deve essere identificabile ad ogni stadio della lavorazione. I componenti completati devono essere marcati in modo permanente, senza danneggiare il materiale, in modo da

essere chiaramente identificabili. Per acciai di classe inferiore o uguale alla S355, possono essere impiegate incisioni, ad eccezione dei casi indicati nelle specifiche di produzione. Qualora nei disegni di progetto, o nelle informazioni di fabbricazione siano individuate delle zone sulla struttura in acciaio non marcabili, esse devono essere lasciate libere da ogni sorta di marcatura o incisione.

13.2.3 MOVIMENTAZIONE E STOCCAGGIO

Le strutture in acciaio devono essere imballate, movimentate e trasportate (in relazione ai casi) con cura, in maniera tale da non provocare deformazioni permanenti e minimizzare eventuali danni superficiali. Particolare cura deve essere posta per irrigidire le estremità libere e proteggere le superfici lavorate. Le misure preventive riportate nella Tabella 8 della UNI EN 1090-2 vanno applicate se pertinenti.

13.2.4 TAGLIO

Il taglio e la preparazione dei lembi dell'acciaio possono essere ottenuti mediante utilizzo di sega a disco, tranciatura, taglio automatico, piallatura, fresatura o altri tipi di lavorazioni. Il taglio manuale può essere impiegato solamente qualora sia impraticabile l'utilizzo del taglio automatico.
I bordi dovuti ai tagli termici che sono privi di notevoli irregolarità possono essere accettati senza ulteriori trattamenti, eccetto la rimozione delle sbavature. Diversamente, i bordi devono essere levigati per rimuovere le eventuali irregolarità. I livelli accettabili della qualità del taglio, definiti in accordo alla UNI EN ISO 9013, sono riportati nella Tabella 9 della UNI EN 1090-2 per le classi di esecuzione EXC2, EXC3 ed EXC4.

Gli intagli non possono essere a spigoli vivi. Essi devono essere raccordati con raggio di curvatura di 5 mm per classi di esecuzione EXC2 ed EXC3, e di 10 mm per classe di esecuzione EXC4.

Sono da evitare le operazioni di taglio in componenti già sottoposti a zincatura a caldo. Se comunque tali operazioni vengono effettuate, si deve procedere ad un idoneo ripristino della zincatura.

13.2.5 FORMATURA

La curvatura o il raddrizzamento degli elementi durante la produzione possono essere eseguiti secondo uno dei seguenti metodi:

I. Meccanicamente, avendo cura di ridurre al minimo le intaccature o le variazioni della sezione trasversale;

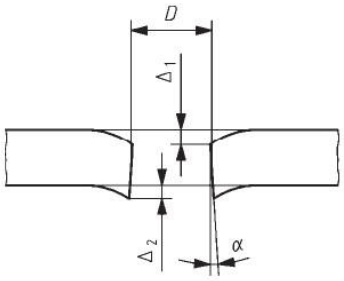
II. Mediante applicazioni locali di calore, garantendo che la temperatura del metallo sia accuratamente controllata. Per le strutture in classe EXC3 ed EXC4 deve essere sviluppata una procedura e devono essere eseguiti dei casi-test per poterla approvare.
III. Utilizzando un processo di calandratura, nel caso in cui la procedura utilizzata comprenda il controllo accurato della temperatura e sia validata anticipatamente in termini di mantenimento delle proprietà meccaniche dell'elemento curvato o raddrizzato. Profili piegati a freddo che raggiungono lo sforzo nominale di snervamento a seguito del processo di piegatura, non possono essere sottoposti a questo trattamento.

13.2.6 FORATURE

E' permessa la foratura con trapano attraverso più elementi qualora le differenti parti siano strettamente serrate fra di loro. Le parti devono essere separate dopo la foratura e ogni sbavatura deve essere rimossa.

La punzonatura completa del foro è permessa se le seguenti condizioni sono soddisfatte:

- la tolleranza sulla distorsione del foro punzonato non deve eccedere i limiti indicati nella figura seguente (tratta dal §6.6.3 della UNI EN 1090-2):



$$D = \frac{(d_{max} + d_{min})}{2}$$

$\max(\Delta_1 \text{ or } \Delta_2) \le D/10$

$\alpha \le 4°$

- i fori devono essere privi di sbavature che potrebbero ostacolare l'assemblaggio delle parti quando messe a contatto;
- lo spessore degli elementi non deve essere maggiore del diametro del foro punzonato.

Particolare attenzione va riservata alle operazioni di foratura in componenti da zincare a caldo, controllando accuratamente che i bordi dei fori punzonati siano esenti da microfratture che vanno eventualmente rimosse, ed eliminando eventuali ribave.
Sono da evitare le operazioni di foratura in componenti già sottoposti a zincatura a caldo. Se comunque tali operazioni vengono effettuate, si deve procedere ad un idoneo ripristino della zincatura.

Per gli elementi in classe di esecuzione EXC3 ed EXC4 la punzonatura deve essere eseguita garantendo che i fori presentino un diametro inferiore di 2 mm rispetto alla dimensione richiesta e che siano successivamente alesati fino ad ottenere il diametro finale richiesto per l'assemblaggio.

I fori asolati possono essere realizzati per punzonatura, per taglio termico o per mezzo di trapanatura, eseguendo due fori ed asportando per taglio la parte fra di essi.

I diametri dei fori devono essere in accordo alla NTC, e precisamente:

- I fori devono avere diametro uguale a quello del bullone maggiorato di 1 mm fino a 20 mm di diametro, e di 1,5 mm per bulloni di diametro maggiore di 20 mm.

Se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, si possono adottare i diametri dei “fori normali” stabiliti dalla UNI EN 1090-2 e riportati in tabella 9.6.1.

Giochi foro-bullone secondo EN 1090-2 – Valori in [mm]

Diametro nominale del bullone d [mm]	12	14	16	18	20	22	24	27 e oltre
Fori normali	1		2					3
Fori maggiorati	3		4				6	8
Asole corte	4		6				8	10
Asole lunghe	1,5 d							

La tolleranza ammessa sul diametro dei fori è di ± 0,5 mm, dove per diametro si intende la media dei diametri misurati sulle due facce.
Le tolleranze ammesse sulla posizione dei fori rispetto agli assi teorici di foratura sono riportate nel capitolo relativo alle tolleranze di fabbricazione.

Se l’Appaltatore approvvigiona componenti prelavorati (componenti tagliati a misura e forati) da un Centro Servizi, questo deve fornire, insieme al materiale lavorato, un documento di ispezione che certifichi il rispetto per le forature eseguite delle tolleranze di diametro e posizione sopra riportate. I controlli dovranno essere effettuati sul 25% almeno dei fori. Tale documento, consegnato dal Centro Servizi all’Appaltatore, dovrà da questi essere consegnato al Committente ed al Direttore dei Lavori. In mancanza di tale documento, l’Appaltatore dovrà farsi carico di redigerlo e di eseguire i controlli relativi.

13.2.7 ASSEMBLAGGIO E PREMONTAGGI

Le parti da assemblare devono essere posizionate in modo tale da realizzare un contatto stabile, conforme ai requisiti di assemblaggio o di vincolo richiesti.

È consentita una lieve variazione della posizione dei fori al fine di permettere l'allineamento dei diversi elementi, ma ciò non deve causare danni o distorsioni all'assemblaggio finale. Qualora le parti non possano essere unite senza movimenti che possono causare la distorsione della struttura metallica, nel caso in cui il progetto della connessione consenta l'utilizzo di fori e bulloni di diametro maggiore, si prevede una rettifica che può essere fatta mediante alesatura dei fori.

Per garantire la certezza di poter correttamente assemblare in opera i componenti bullonati, l'Appaltatore deve mettere in atto gli opportuni accorgimenti, in funzione della importanza dell'opera e della criticità dell'accoppiamento, quali:

- ricorso a dime di posizionamento;
- rilievi accurati tridimensionali della posizione dei fori con adeguati strumenti;
- premontaggi parziali o totali.

Il Committente e/o il Progettista, o il Direttore dei lavori possono richiedere all'Appaltatore il premontaggio in officina di parti di struttura, in funzione delle criticità di montaggio individuate.

Se il Committente non affida all'Appaltatore il montaggio in opera delle strutture, l'Appaltatore deve consegnare al Committente ed al Direttore dei Lavori, oltre a tutta la documentazione d'obbligo richiamata al §11.3 delle NTC, una Dichiarazione di Conformità al Montaggio delle strutture, dove si elencano i controlli eseguiti al fine di garantire fa fattibilità del montaggio.

13.3 SALDATURA

13.3.1 GENERALITÀ

L'Appaltatore deve garantire di effettuare saldature con adeguato livello di qualità, come definito nella norma UNI EN ISO 3834, ed in funzione della classe di esecuzione delle strutture, secondo quanto riportato nella tabella seguente. Tali prescrizioni non devono comunque risultare meno cautelative di quelle previste dalle NTC2018 al paragrafo 11.3.4.5.

Requisiti di qualità applicabili

Classe di esecuzione	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4
Requisiti di qualità del Costruttore secondo UNI EN ISO 3834	Elementare ISO 3834-4	Medio EN ISO 3834-3	Esteso EN ISO 3834-2	Esteso EN ISO 3834-2

Per le classi di esecuzione EXC2, EXC3 e EXC4 il coordinamento delle attività di saldatura deve essere mantenuto da appositi Coordinatori di Saldatura, qualificati secondo UNI EN ISO 14731.
Con riferimento alle operazioni di saldatura da supervisionare, i coordinatori di saldatura devono avere il livello di conoscenza prescritto nella tabella sottostante.

Livello di conoscenza tecnica di Coordinatori di Saldatura secondo UNI EN ISO 14731

Classe	Acciaio	Spessori [mm]		
		t ≤ 25 (1)	25 < t ≤ 50 (2)	t > 50
EXC2	S235-S355	B	S	C (3)
	S420-S700	S	C (4)	C
EXC3	S235-S355	S	C	C
	S420-S700	S	C	C
EXC4	Tutti	C	C	C

NOTE:
B = di base; S = specifico; C = completo (1)
Piastre di base delle colonne ≤ 50 mm
(2) Piastre di base delle colonne ≤ 75 mm
(3) Per acciai S235-S275 è sufficiente il grado S
(4) Per acciai di qualità N, NL, M, ML è sufficiente il grado S

Tutte le giunzioni saldate devono essere eseguite con procedimenti qualificati. L'Appaltatore deve sviluppare delle idonee Specifiche di Saldatura (WPS) per ciascuna delle procedure che intende adottare secondo UNI EN ISO 15609. Le procedure devono essere qualificate secondo quanto prescritto da UNI EN ISO 15613, UNI EN ISO 15614-1 e UNI EN ISO 14555.

L'Appaltatore deve fornire al Committente ed al Direttore dei Lavori un Piano della Saldatura che contenga, oltre le WPS, i seguenti requisiti: misure da prendere per evitare distorsioni degli elementi durante e dopo la saldatura, requisiti per controlli intermedi, sequenze di saldatura, rotazione dei pezzi durante la saldatura, dettagli dei vincoli da applicare, misure per evitare il *lamellar tearing*, speciali accorgimenti ed attrezzature per i materiali di consumo, requisiti di accettazione delle saldature, requisiti per l'identificazione delle saldature, requisiti relativi ai trattamenti superficiali dei pezzi da saldare.

I principali procedimenti di saldatura ammessi sono:

- saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti;
- saldatura automatica ad arco sommerso;

- saldatura automatica o semiautomatica in gas protettivo a filo pieno e/o filo animato; saldatura automatica dei connettori (*stud welding*).

Le saldature testa a testa, prima di essere riprese dalla parte opposta devono essere solcate a rovescio con mola o con *arc air* seguito da molatura.

13.3.2 QUALIFICA DEI SALDATORI

Tutti i saldatori impiegati devono essere certificati e qualificati secondo la norma UNI EN ISO 9606-1, gli operatori secondo la UNI EN 14732. A deroga parziale della norma UNI EN 9606-1, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.
Le operazioni di saldatura per classi di esecuzione EXC2, EXC3 ed EXC4, devono essere coordinate da apposito personale di coordinamento qualificato per lo scopo e dotato della necessaria esperienza nei procedimenti di saldatura, come definito nella UNI EN ISO 14731.

13.3.3 PREPARAZIONE DEI LEMBI E TECNICHE DI ESECUZIONE

I lembi devono essere preparati in modo conforme alle preparazioni usate nei test di validazione delle WPS. Le superfici da saldare devono essere asciutte e libere da ogni sostanza che possa compromettere la qualità della saldatura (ruggine, materiali organici o zincatura). Esse devono risultate prive di fessurazione visibile.
Esempi di preparazione dei lembi sono riportate nelle norme UNI EN ISO 9692-1 e UNI EN ISO 9692-2. Deve essere eseguito il controllo visivo secondo UNI EN ISO 17637 sul 100% dei lembi da saldare, al fine di accertare lo stato delle superfici, l'assenza di difetti affioranti e la corretta pulizia. Eventuali discontinuità riscontrate sul cianfrino devono essere riparate mediante molatura o molatura e saldatura, in accordo ai criteri riportati sulla tabella 0.3.2.3 delle AWS D.1.1.
Il controllo dimensionale deve essere eseguito sul 100% dei lembi, al fine di accertare la corretta geometria ed il rispetto delle tolleranze dimensionali.
Per i cianfrini di lamiere di spessore superiore od uguale a 40 mm, o anche per spessori minori se l'esame visivo lo consigliasse, e comunque su cianfrini per saldature a completa penetrazione, deve essere eseguito sull'intero sviluppo controllo magnetoscopico (preferenziale) o con liquidi penetranti (alternativo).
Devono essere adottate le sequenze di saldatura e le condizioni di vincolo più opportune al fine di ridurre il più possibile le tensioni residue da saldature facilitare le esecuzioni dei giunti saldati; devono essere osservate anche le prescrizioni che verranno stabilite per il preriscaldo locale in funzione degli spessori, ai tipi di acciaio e alla temperatura dell'ambiente durante la costruzione.

La superficie di ogni passata deve essere liberata da ogni scoria prima che vengano effettuate le passate successive; egualmente la scoria deve essere localmente asportata in corrispondenza delle riprese di una medesima passata.

In tutti i casi in cui lo spessore eccede certi limiti è necessario preriscaldare localmente la parte su cui si salda; la temperatura deve essere adeguata al procedimento che si impiega e comunque risultare non inferiore a quanto precisato nella tabella seguente.

Spessore parti da unire t(mm) (somma di tutti gli spessori secondo schema)	Procedimento ad arco sommerso, saldatura sotto gas protettivo o con elettrodi basici
$20 < t \leq 40$	20° C
$40 < t \leq 60$	70° C
$t > 60$	100° C

Qualora sui pezzi da saldare siano presenti tracce di umidità deve comunque essere dato ad essi l'apporto di calore necessario per eliminarla.

13.3.4 MATERIALI DI CONSUMO

I materiali di consumo per saldature devono essere conservati secondo le prescrizioni del Produttore. Elettrodi e flussi per arco sommerso, salvo diversa indicazione da parte del Produttore, devono essere essiccati, se previsto, a 300-400 °C, quindi mantenuti in forno a temperatura di almeno 150 °C e conservati durante le operazioni di saldatura in fornetti portatili a non meno di 100 °C.
Gli elettrodi non usati devono essere essiccati ancora. L'essiccatura non può essere ripetuta più di due volte.

13.3.5 CONTROLLI NON DISTRUTTIVI

I controlli non distruttivi (NDT) delle saldature devono essere eseguiti da personale qualificato secondo il livello 2 definito dalla UNI EN 473.

I controlli da eseguire sono in genere:

- controlli volumetrici: ultrasonici (UT) secondo UNI EN ISO 17640:2011 e UNI EN ISO 23279:2010, o radiografici (RT) secondo UNI EN ISO 17636:2013 (di massima solo per saldature a completa penetrazione, salvo se diversamente indicato);

- controlli superficiali: magnetoscopici (MT) secondo UNI EN ISO 17638:2010, o con liquidi penetranti (PT) secondo UNI EN ISO 3452-1:2013 (per saldature a completa penetrazione, parziale penetrazione e a cordoni d'angolo).

Il controllo visivo deve essere eseguito sul 100% delle saldature, con lo scopo di rilevare eventuali difetti di profilo e/o irregolarità superficiali. Se vengono trovati difetti, essi vanno investigati mediante successivi controlli MT o PT.

Per le strutture in classe di esecuzione EXC2, EXC3 ed EXC4, vanno comunque effettuati dei controlli sia superficiali (preferibilmente MT, o PT in alternativa) che volumetrici (UT), nella percentuale dello sviluppo totale delle saldature indicata nelle tabelle riportate nel presente paragrafo. Indicando con *p*% l'entità percentuale di cui alle suddette tabelle, si possono applicare, in assenza di altri criteri, le regole seguenti:

- ciascuna saldatura del lotto di esame deve essere esaminata per una lunghezza minima *p*% della singola lunghezza. La zona da esaminare deve essere scelta sulla base della verifica visiva;

- se la lunghezza totale di tutte le saldature di un lotto di esame è minore di 900 mm, almeno una saldatura deve essere esaminata per l'intera lunghezza indipendentemente dal valore *p* %;

- se un lotto di esame è costituito da parecchie saldature identiche, ciascuna di lunghezza minore di 900 mm, si devono esaminare per l'intera lunghezza un certo numero di saldature scelte a caso per una lunghezza totale minima *p* % della lunghezza totale di tutte le saldature del lotto di esame.

I controlli non potranno essere di entità inferiore a quanto previsto nelle tabelle e in linea con le prescrizioni della UNI EN 1090-2. Su richiesta del Cliente e/o del Direttore dei Lavori e/o del Collaudatore, possono essere prescritti controlli aggiuntivi (vedi tabella Estensione dei controlli non distruttivi per saldature di strutture di particolare impegno) o anche di entità maggiore, se ritenuto opportuno in base alle caratteristiche dell'opera.

Estensione minima dei controlli non distruttivi per saldature

Tipologia di saldatura	Controllo					
	MT / LT			UT / RT(***)		
	EXC2	EXC3	EXC4	EXC2	EXC3	EXC4
Giunti testa a testa o a T a completa penetrazione	10%	20%	100%	10%	20%	100%
Giunti a parziale penetrazione a croce	10%	20%	100%	-	-	-
Saldatura longitudinale a completa penetrazione o a cordoni d'angolo tra la piattabanda superiore e l'anima di travi di scorrimento di carroponti	10%	20%	100%	10%	20%	100%
Giunti a parziale penetrazione a T	5%	10%	50%	-	-	-
Saldature a cordoni d'angolo di lato > 12 mm e/o su spessore > 20 mm	5%	10%	20%	-	-	-
Saldature a cordoni d'angolo di lato ≤ 12 mm e/o su spessore ≤ 20 mm	-	5%	10%	-	-	-

Estensione dei controlli non distruttivi per saldature di strutture di particolare impegno

Tipologia di saldatura	Controllo					
	MT / LT			UT / RT(***)		
	EXC2	EXC3	EXC4	EXC2	EXC3	EXC4
Giunti testa a testa o a T a completa penetrazione	25%	50%	100%	25%	50%	100%
Giunti a parziale penetrazione	10%	20%	100%	5% (*)	10% (*)	20% (*)
Saldatura longitudinale a completa penetrazione o a cordoni d'angolo tra la piattabanda superiore e l'anima di travi di scorrimento di carroponti	25%	50%	100%	25%	50%	100%
Saldature a cordoni d'angolo	5%	10%	20%	5% (**)	10% (**)	20% (**)
(*) Se la profondità di penetrazione della saldatura è ≥ 8 mm. (**) Per cordoni d'angolo di lato ≥ 20 mm. (***) I controlli RT, in alternativa ai controlli UT, potranno essere impiegati preferibilmente in giunti testa a testa con spessori minori o uguali a 20 mm.						

Nel caso in cui si rilevi un difetto volumetrico, il controllo va esteso per un metro a cavallo della posizione di esso, o a due giunti vicini se l'estensione della saldatura è minore di un metro. Nel caso di difetti planari, il controllo va esteso al 100% del giunto, o dei giunti contigui dello stesso tipo, se l'estensione delle saldature è limitata.

Per le saldature a completa penetrazione effettuate in cantiere, l'estensione dei controlli da applicare è la seguente:

- Controlli MT / PT: 100%
- Controlli UT / RT: 100%

L'esecuzione di tali controlli va programmata in accordo con il Direttore dei Lavori.

Tutte le lamiere costituenti le piastre di base e tutte le lamiere di spessore maggiore o uguale a 60 mm devono essere controllate con ultrasuoni per la ricerca di eventuali sfogliature o sdoppiature. I controlli devono essere in accordo con la UNI EN 10160 classe S2 per il corpo della lamiera e classe E3 per i bordi. Prescrizioni più severe (S3 per la lamiera e E4 per i bordi) potranno essere richieste in casi particolari.
Per le classi di esecuzione EXC3 ed EXC4 devono essere controllati con classe S1 tutti i giunti cruciformi nei quali una lamiera trasmette prevalentemente sforzi di trazione attraverso un'altra lamiera di spessore quattro volte maggiore.

13.3.6 CRITERI DI ACCETTABILITÀ DELLE SALDATURE

I criteri di accettabilità delle saldature sono i seguenti, con riferimento alla norma UNI EN ISO 5817:

- Livello di qualità C per la classe di esecuzione EXC1 ed EXC2;
- Livello di qualità B per la classe di esecuzione EXC3;
- Livello di qualità B per la classe di esecuzione EXC4 più i requisiti addizionali della tabella 17 della norma UNI EN 1090-2.

Tutti i giunti non conformi ai criteri di accettabilità devono essere riparati.
Le attività di riparazione devono essere eseguiti nel seguente modo:

- asportazione del difetto e rifinitura con mola;
- verifica dell'eliminazione del difetto mediante MT, secondo UNI EN ISO 17638:2010;
- esecuzione della saldatura di riparazione secondo WPS approvata;
- controllo della saldatura di riparazione mediante lo stesso metodo di NDT con cui era stato rilevato il difetto;
- emissione del certificato di riparazione.

Se vengono riscontrati tratti di saldatura non conformi ai criteri di accettabilità, occorre eseguire ulteriori controlli, per esempio secondo i criteri dell'Appendice C della UNI EN ISO 17635:2010.

13.4 BULLONATURA

13.4.1 GENERALITÀ

Non possono essere impiegati bulloni strutturali di diametro inferiore all'M12.

Nei bulloni non precaricati la lunghezza del gambo deve essere scelta in modo tale che, dopo il serraggio, almeno un giro completo del filetto sia visibile tra il dado e la parte non filettata del gambo, ed almeno un filetto sia visibile tra la faccia esterna del dado e il termine del gambo.
Nei bulloni precaricati tipo HR (UNI EN 14399-3 e UNI EN 14399-7) dopo il serraggio devono essere visibili almeno quattro filetti completi tra la superficie di serraggio del dado e l'inizio del gambo non filettato. Nei bulloni precaricati tipo HV (UNI EN 14399-4 e UNI EN 14399-8) lo spessore di serraggio deve essere in accordo alla tabella A.1 della norma UNI EN 14399-4.

Per i bulloni non precaricati è richiesta una sola rondella sotto il dado, o comunque sotto la parte (dado o testa) che viene ruotata per il serraggio.
Per i bulloni classe 8.8, se usati come precaricati, si richiede l'uso di una sola rondella sotto la parte (testa o dado) che viene ruotata: smussata se sotto la testa (in accordo a UNI EN 14399-6), piana se sotto il dado (UNI EN 14399-5).
Per i bulloni 10.9, se usati come precaricati, si richiede l'uso di 2 rondelle: una smussata sotto la testa (secondo
UNI EN 14399-6) ed una piana sotto il dado (secondo UNI EN 14399-5).
I bulloni non precaricati devono avere un tratto non filettato di lunghezza tale che le sezioni di taglio (tra un elemento collegato e l'altro) rientrino in tale tratto. L'eventuale uso di bulloni non precaricati con il gambo totalmente filettato deve essere subordinato alla approvazione del Progettista. Deve essere lasciata evidenza di tale approvazione. La lunghezza del gambo di tali bulloni dovrà consentire che, dopo il serraggio, rimanga almeno un passo del filetto tra la fine del gambo e la faccia del dado.

13.4.2 SERRAGGIO DEI BULLONI PRECARICATI

Il serraggio dei bulloni precaricati deve generare nel gambo una forza di precarico $F_{pC,}$ pari a:

$$F_{p\,C,=}\ 0{,}7^{*}\ f_{ub}\ ^{*}\ A_{s}$$

Dove f_{ub} è la tensione nominale di rottura dei bulloni ed A_s è l'area netta del gambo.

Per generare tale precarico deve essere applicata una coppia di serraggio M_r pari a:

$$M_r = k * d * F_{p\,C,}$$

Dove *d* è il diametro nominale del gambo e *k* è il *coefficiente di rendimento di coppia* che deve essere determinato sperimentalmente dal Produttore e indicato sulla confezione dei bulloni.
In accordo alla UNI EN 14399-1 il Produttore può indicare il coefficiente *k* secondo uno dei tre metodi seguenti:

K0: nessuna indicazione per il valore *k*;
K1: indicato campo di variabilità di *k* da un minimo ad un massimo (deve es sere: 0,10 ≤ *k* ≤ 0,16); K2: indicato valor medio k_m più coefficiente di variazione V_k (deve essere: 0,10 ≤ k_m ≤ 0,23; V_k ≤ 0,10),

La modalità K0 non è ammessa con i bulloni HR ed HV, a meno che non vengano impiegati con rondelle ad indicazione di carico (DTI), secondo UNI EN 14399-9.

Nelle tabelle seguenti sono riportati, per i bulloni di classe 8.8 e 10.9, per i diametri da 12 a 36 mm e per i valori di *k* da 0,10 a 0,16, i valori della coppia di serraggio M_r da applicare.

Coppie di serraggio per bulloni 8.8 UNI EN 14399 [Nm]

Bulloni 8.8			k			
Diam.	A_s[mm^2]	$F_{p,C}$[kN]	0,10	0,12	0,14	0,16
12	84,3	47,2	56,6	68,0	79,3	90,6
14	115	64,4	90,2	108,2	126,2	144,3
16	157	87,9	140,7	168,8	196,9	225,1
18	192	107,5	193,5	232,2	271,0	309,7
20	245	137,2	274,4	329,3	384,2	439,0
22	303	169,7	373,3	448,0	522,6	597,3
24	353	197,7	474,4	569,3	664,2	759,1
27	459	257,0	694,0	832,8	971,6	1110,4
30	561	314,2	942,5	1131,0	1319,5	1508,0
36	817	457,5	1647,1	1976,5	2305,9	2635,3

Coppie di serraggio per bulloni 10.9 UNI EN 14399 [Nm]

Bulloni 10.9			k			
Diam.	A_s[mm^2]	$F_{p,C}$[kN]	0,10	0,12	0,14	0,16
12	84,3	59,0	70,8	85,0	99,1	113,3

14	115	80,5	112,7	135,2	157,8	180,3
16	157	109,9	175,8	211,0	246,2	281,3
18	192	134,4	241,9	290,3	338,7	387,1
20	245	171,5	343,0	411,6	480,2	548,8
22	303	212,1	466,6	559,9	653,3	746,6
24	353	247,1	593,0	711,6	830,3	948,9
27	459	321,3	867,5	1041,0	1214,5	1388,0
30	561	392,7	1178,1	1413,7	1649,3	1885,0
36	817	571,9	2058,8	2470,6	2882,4	3294,1

Possono essere applicati i seguenti metodi di serraggio:

- *Metodo della coppia* (da usare quando il coefficiente *k* è fornito in modalità K2): si serrano con chiave dinamometrica tutti i bulloni di una connessione a circa 0,75 M_r, poi in un secondo passo a 1,1 M_r. Nel calcolare M_r si applica il valor medio del coefficiente *k* fornito.
-
- *Metodo combinato* (da usare quando il coefficiente *k* è fornito in modalità K1 o K2): si serrano con chiave dinamometrica tutti i bulloni di una connessione a circa 0,75 M_r, poi si impone una rotazione al dado che, a seconda degli spessori serrati dal bullone, vale:

60° per $t < 2d$

90° per $2d \leq t < 6d$

120° per $6d \leq t < 10d$

Dove *t* è la somma degli spessori da serrare, comprese le rondelle.

Se è disponibile una procedura del Produttore relativa al serraggio dei bulloni e/o ai controlli da effettuare durante e dopo il serraggio, essa dovrà essere applicata.

- *Metodo dell'indicatore diretto della pretensione DTI* (da usare quando il coefficiente *k* è fornito in modalità K0, K1 o K2), consistente nell'uso di speciali rondelle comprimibili secondo UNI EN 143999, e in accordo a quanto prescritto nell'Appendice J della UNI EN 1090-2, e/o in conformità alle prescrizioni del Produttore.
-
- *Metodo HRC*, da usare con bulloneria HRC secondo UNI EN 14399-10, in accordo al §8.5.5 delle UNI EN 1090-2 e/o in conformità alle prescrizioni del Produttore.

Le chiavi dinamometriche usate per il serraggio dei bulloni precaricati devono avere una precisione di ±4% con il metodo della coppia e di ±10% con il metodo combinato, secondo UNI EN ISO 6789, e devono essere sottoposte a taratura in accordo a quanto prescritto dalla norma citata. L'Appaltatore deve consegnare al Direttore dei Lavori il certificato attestante l'avvenuta taratura.

Coefficienti d'attrito μ in funzione del trattamento superficiale

Trattamento superficiale	μ
Superfici sabbiate, esenti da qualsiasi incrostazione di ruggine, non pitturate	0,50
Superfici sabbiate con applicazione a spruzzo di *primer* a base di alluminio o zinco	0,40
Superfici pulite con spazzolatura a filo o con pulitura a fiamma, con rimozione di tutta la ruggine libera	0,30
Superfici non trattate	0,20

Le superfici di contatto per unioni ad attrito devono essere prive di sostanze quali olio, pittura, sporco che possano ridurre il coefficiente di attrito. Il coefficiente d'attrito μ da assumere sarà conforme ai valori riportati in tabella.

Il Progettista deve fornire all'Appaltatore i valori dei coefficienti d'attrito che ha usato nel calcolo delle connessioni ad attrito, se presenti. L'Appaltatore deve preparare le superfici in modo da poter raggiungere valori non minori di quelli richiesti.

L'adozione di giunzioni ad attrito per connettere elementi zincati a caldo non è in genere ammessa.

Se comunque, in condizioni particolari e per espressa indicazione da parte del Progettista, si adottano giunzioni ad attrito con elementi zincati, occorre trattare le superfici zincate in modo opportuno, mediante spazzolatura o leggera sabbiatura per rimuovere lo strato superficiale di zinco puro (zincatura lucida) ed esporre gli strati di lega zinco-ferro sottostanti. E' altresì necessario procedere alla determinazione sperimentale del coefficiente di attrito, in accordo all'Annex G della norma UNI EN 1090-2. Il Progettista dovrà verificare le connessioni usando un coefficiente d'attrito non superiore a quello determinato sperimentalmente.

13.4.3 SERRAGGIO DEI BULLONI NON PRECARICATI

Prima dell'inizio delle operazioni di serraggio tutte le connessioni devono essere sottoposte a controllo visivo.

I bulloni non precaricati devono essere avvitati fino a portare le parti che costituiscono il giunto a pieno contatto. Quindi i bulloni devono essere serrati con la normale forza che un uomo riesce ad

applicare usando una chiave senza prolunga. Speciale cura deve essere posta nel serraggio dei bulloni di basso diametro per evitare il raggiungimento della tensione di snervamento.

In alternativa i bulloni non precaricati soggetti a trazione o solo taglio possono essere serrati applicando le coppie di cui alle tabelle seguenti.

Tali coppie sono state calcolate con un coefficiente k = 0,20. Se per i bulloni di classe 8.8 è specificato un valore di k diverso, si dovranno calcolare gli opportuni valori.
Tali coppie sono da applicarsi per bulloni bruniti. Per bulloni zincati i valori vanno ridotti del 25%.

Coppie di serraggio per bulloni non precaricati soggetti a trazione [Nm]

Diametro [mm]	A_s [mm^2]	Classe bullone					
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8
12	84.3	39	45	48	57	68	91
14	115	62	72	77	90	108	144
16	157	96	113	121	141	169	225
18	192	133	155	166	194	232	310
20	245	188	220	235	274	329	439
22	303	256	299	320	373	448	597
24	353	325	380	407	474	569	759
27	459	476	555	595	694	833	1110
30	561	646	754	808	943	1131	1508
36	817	1130	1318	1412	1647	1976	2635

Coppie di serraggio per bulloni non precaricati soggetti solo a taglio [Nm]

Diametro [mm]	A_s [mm^2]	Classe bullone					
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8
12	84.3	31	36	39	45	54	73
14	115	50	58	62	72	86	115
16	157	77	90	97	113	135	180
18	192	106	124	133	155	186	248
20	245	150	176	188	220	263	351
22	303	205	239	256	298	358	478
24	353	260	304	325	379	455	607
27	459	381	444	476	555	666	888
30	561	517	603	646	754	905	1206
36	817	904	1054	1130	1318	1581	2108

13.4.4 CONTROLLO DEL SERRAGGIO DEI BULLONI PRECARICATI

Per le unioni ad attrito in classe di esecuzione EXC2, EXC3 ed EXC4, devono essere svolti controlli durante e dopo il serraggio dei giunti, secondo quanto prescritto nella tabella sottostante.

Prescrizioni per il controllo del serraggio dei bulloni precaricati

FASE	ESTENSIONE	AZIONE
Ispezione delle superfici di contatto	100% per tutte le classi EXC	Controllo visivo
Connessioni prima del serraggio	100% per tutte le classi EXC	Controllo visivo – Eventuali aggiustaggi mediante spessoramento
	EXC2, EXC3 ed EXC4	Controllo dei certificati di taratura delle chiavi dinamometriche
Metodo della coppia – 2. fase	EXC2 : 5% EXC3, EXC4: 10%	Applicazione con chiave dinamometrica di 1,05 M_r e verifica che ci sia un inizio di rotazione; se rotazione > 15° il bullone deve essere serrato ancora
Metodo combinato – 1. fase	EXC2 : --- EXC3, EXC4: 5%	Applicazione con chiave dinamometrica di 0,75 M_r e verifica che ci sia un inizio di rotazione; se rotazione > 15° il bullone deve essere serrato ancora
Metodo combinato – 2. fase	EXC2 : 5% EXC3, EXC4: 10%	Se l'angolo di rotazione è sotto il valore specificato di più di 15°, correggere l'angolo; se l'angolo di rotazione è sopra il valore specificato di più di 30°, sostituire il bullone.

I controlli sul serraggio vanno eseguiti secondo il metodo sequenziale illustrato in tabella impiegando il diagramma tipo A per le classi di esecuzione EXC2 ed EXC3, e il diagramma tipo B per la classe di esecuzione EXC4.

Si riporta di seguito a titolo esemplificativo un esempio d'uso del diagramma d'ispezione tipo A.

a) Linea punteggiata: il controllo dei primi 3 bulloni ha dato esito positivo, il 4° negativo, il 5°, 6° e 7° ancora positivo, il controllo è continuato dall'8° al 14° bullone con esito positivo, finché la linea punteggiata ha incrociato la linea di confine verticale. Il risultato globale è: accettazione.
b) Linea tratteggiata: il primo bullone è risultato positivo, il 2° negativo, il 3°, 4° e 5° positivi, il 6° negativo, dal 7° all'11° positivi, il 12° negativo. La linea tratteggiata ha intersecato il confine nella zona di rigetto, perciò il risultato globale è: rigetto.

Diagrammi d'ispezione sequenziale per il controllo del serraggio dei bulloni pretesi

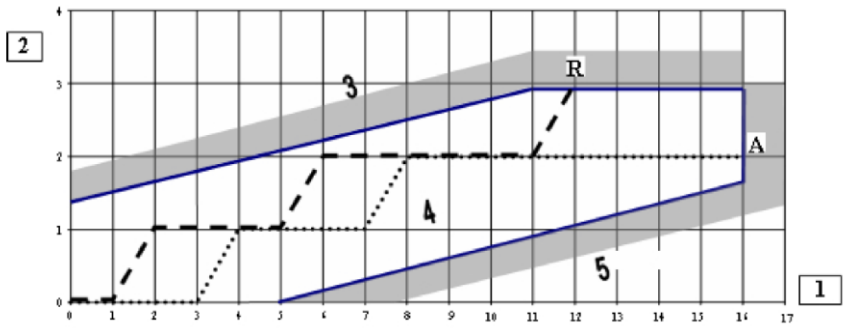


Diagramma d'ispezione sequenziale tipo A
5: zona di accettabilità; 3: zona di rigetto; 4: zona di indecisione
asse 1: numero di bulloni controllati; asse 2: numero di bulloni non accettabili
n.ro bulloni da controllare: min 5, max 16

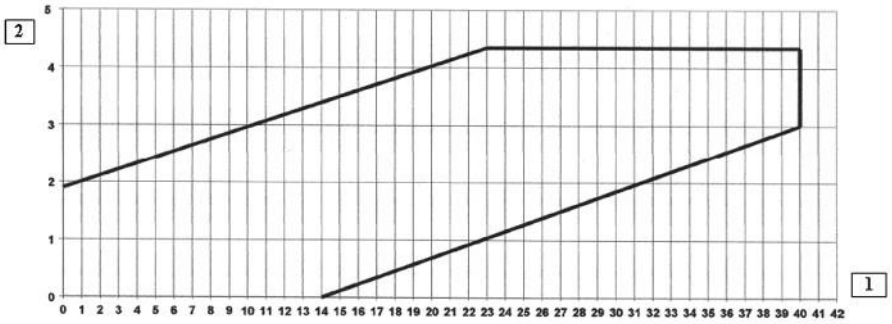


Diagramma d'ispezione sequenziale tipo B
N.ro bulloni da controllare: min 14, max 40

13.5 TOLLERANZE DI FABBRICAZIONE

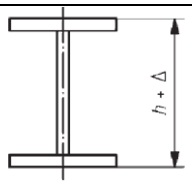
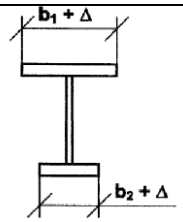
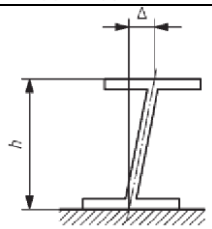
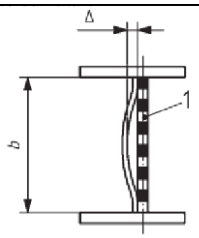
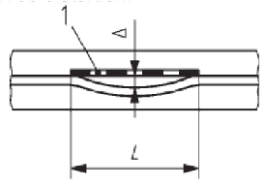
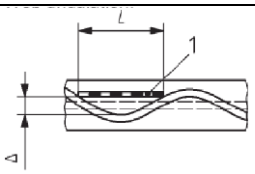
Le tolleranze di fabbricazione definite “essenziali” di cui alla UNI EN 1090-2, §11.1 e tabelle D.1.1 – D.1.10, sono quelle il cui mancato rispetto può alterare alcune ipotesi sulle quali le strutture sono state calcolate.

Esse devono essere in ogni caso rispettate nel corso del processo di fabbricazione. Per i componenti per i quali risultasse il mancato rispetto di una o più di tali limiti, dovrà essere emessa una azione di non conformità ed esaminate le opportune azioni correttive da intraprendere, che potrebbero consistere anche soltanto in un ricalcolo dell’elemento strutturale interessato, che dimostri, nonostante le non conformità geometriche, comunque il rispetto dei requisiti di stabilità e resistenza stabiliti dalle norme. Delle non conformità e della azione correttiva adottata dovrà essere data comunicazione al Committente e al Direttore dei Lavori.

Le tolleranze di fabbricazione “funzionali” di cui alla UNI EN 1090-2 tabelle D.2.1 – D.2.13 sono quelle che attengono ai problemi di compatibilità con altri materiali, di estetica, etc. le cui classi di adozione sono definite nel par. 1 del presente capitolato (Oggetto dell’Appalto).

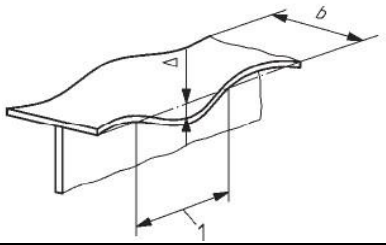
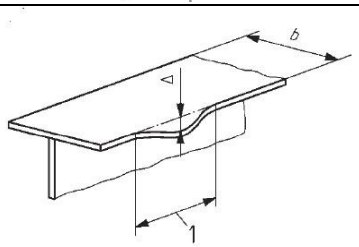
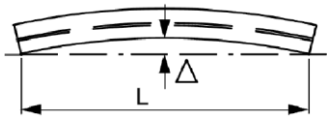
Nelle tabelle seguenti vengono riportate le principali tolleranze di fabbricazione, sia essenziali che funzionali, da rispettare.

Profili composti saldati – Tolleranze di fabbricazione essenziali

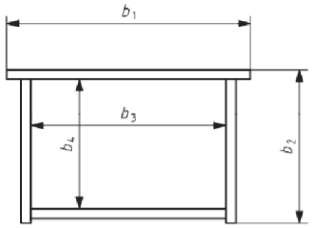
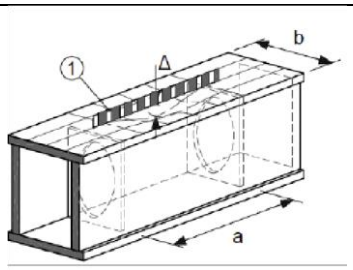
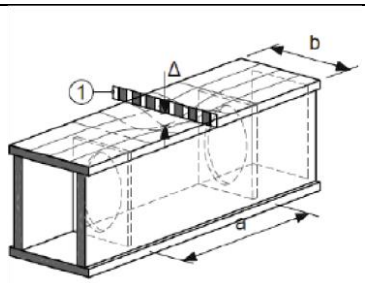
N.	Descrizione		Tolleranza ammessa
1		Altezza globale *h*	$\Delta = -\frac{h}{50}$ nessun valore positivo
2		Larghezza delle flange (*b*= b_1 o b_2)	$\Delta = -\frac{b}{100}$ nessun valore positivo
3		Verticalità dell'anima agli appoggi, per componenti senza irrigidimenti agli appoggi	$\Delta = \pm\frac{h}{200}$ $\lvert\Delta\rvert = t_w$ (*) (t_w = spessore anima)
4		Deviazione Δ sull'altezza dell'anima *b*	$\Delta = \pm\frac{b}{200}$ se $b/t_w \le 80$ $\Delta = \pm b^2/(16000 t_w)$ se $80 \le b/t_w \le 200$ $\Delta = \pm b/80$ se $b/t_w > 200$ $\lvert\Delta\rvert = t_w$
5		Deviazione Δ sulla lunghezza di misura *L* uguale all'altezza dell'anima *b* (distorsione dell'anima)	$\Delta = \pm\frac{b}{100}$ $\lvert\Delta\rvert = t_w$
6		Deviazione Δ sulla lunghezza di misura *L* uguale all'altezza dell'anima *b* (ondulazione dell'anima)	$\Delta = \pm\frac{b}{100}$ $\lvert\Delta\rvert = t_w$

(*) (Nota generale) Una espressione del tipo: "$\Delta = \pm h/200$; $|\Delta| = t_w$" significa: il maggiore tra i 2 valori calcolabili per Δ, $h/200$ oppure t_w, è accettabile.

Flange di profili composti saldati – tolleranze di fabbricazione essenziali

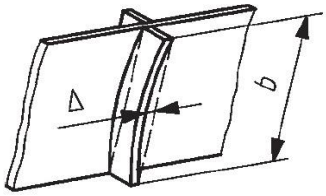
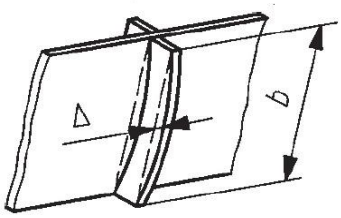
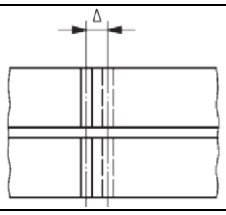
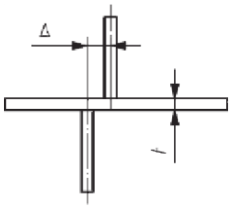
N.	Descrizione		Tolleranza ammessa
1		Deviazione Δ sulla lunghezza di misura 1 uguale alla larghezza della flangia *b* (ondulazione della flangia)	$\Delta = \pm\frac{b}{150}$ se $b/t \le 20$ $\Delta = \pm b^2/(3000t)$ se $b/t > 20$ t = spessore flangia
2		Deviazione Δ sulla lunghezza di misura 1 uguale alla larghezza della flangia *b* (ondulazione della flangia)	$\Delta = \pm\frac{b}{150}$ se $b/t \le 20$ $\Delta = \pm b^2/(3000t)$ se $b/t > 20$ t = spessore flangia
3		Deviazione Δ delle singole flange dalla rettilineità	$\Delta = \pm\frac{L}{750}$

Flange di profili scatolati saldati – tolleranze di fabbricazione essenziali

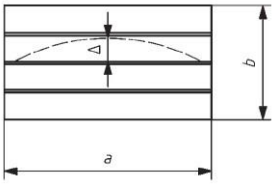
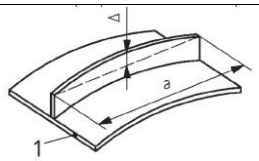
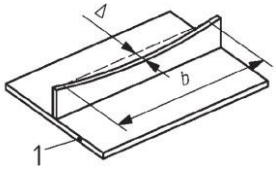
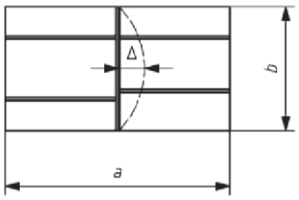
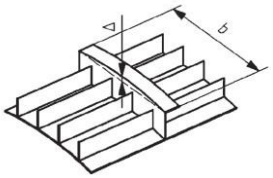
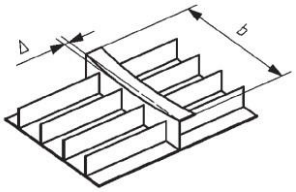
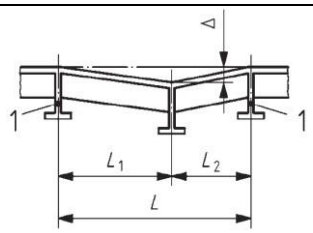
N.	Descrizione		Tolleranza ammessa
1		Dimensioni interne od esterne	$\Delta = -\frac{b_i}{100}$ i=1,2,3,4 nessun valore positivo
2		Imperfezioni fuori dal piano dei piatti, tra anime o irrigidenti, caso generale: Distorsione Δ perpendicolare al piano del piatto	$a \le 2b$: $\Delta = \pm\frac{a}{250}$ $a > 2b$: $\Delta = \pm\frac{b}{125}$
3		Imperfezioni fuori dal piano dei piatti, tra anime o irrigidenti, caso speciale con compressione in direz. ortogonale: Distorsione Δ perpendicolare al piano del piatto	$b \le 2a$: $\Delta = \pm\frac{b}{250}$ $b > 2a$: $\Delta = \pm\frac{a}{125}$

Irrigidimenti d'anima di profili composti o scatolati saldati – tolleranze di fabbricazione essenziali

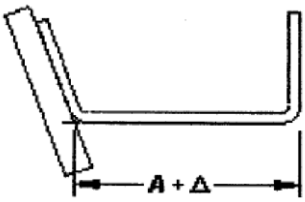
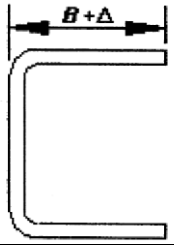
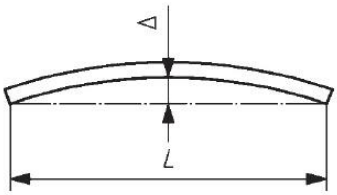
N.	Descrizione	Tolleranza ammessa

1		Deviazione Δ sulla rettilineità nel piano dell'anima	$\Delta = \pm\frac{b}{250}$ $\lvert\Delta\rvert = 4\ \text{mm}$
2		Deviazione Δ dalla rettilineità in direzione ortogonale al piano dell'anima	$\Delta = \pm\frac{b}{500}$ $\lvert\Delta\rvert = 4\ \text{mm}$
3		Distanza di un irrigidimento dell'anima dalla posizione teorica, posiz. generica	$\Delta = \pm 5\ \text{mm}$
4		Distanza di un irrigidimento dell'anima dalla posizione teorica, agli appoggi	$\Delta = \pm 3\ \text{mm}$
5		Eccentricità tra una coppia di irrigidimenti, posiz. qualsiasi	$\Delta = \pm\frac{t}{2}$
6		Eccentricità tra una coppia di irrigidimenti, agli appoggi	$\Delta = \pm\frac{t}{3}$

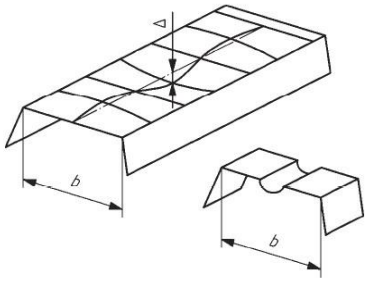
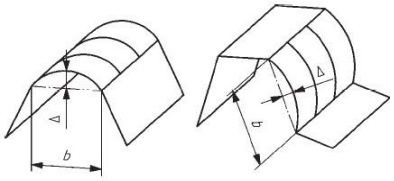
Piastre nervate – tolleranze di fabbricazione essenziali

N.	Descrizione		Tolleranza ammessa
1	Rettilineità degli irrigidimenti: irrigid. long. in piastre irrigidite longitudinalmente 		Deviazione Δ perpendicolare alla piastra: $\Delta = \pm a/400$
2			Deviazione Δ parallela alla piastra, su una lungh. di misura uguale alla larghezza b: $\Delta = \pm b/400$
3	Rettilineità degli irrigidimenti: irrigid. trasv. in piastre irrigidite longitudinalmente e trasversalmente 		Deviazione Δ perpendicolare alla piastra: Il minore tra: $\Delta = \pm a/400$; $\Delta = \pm b/400$
4			Deviazione Δ parallela alla piastra: $\Delta = \pm b/400$
5		Differenza di quota tra irrigidenti trasversali adiacenti	$\Delta = \pm L/400$

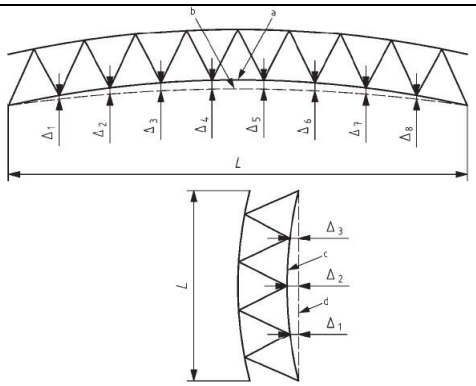
Profili piegati a freddo – tolleranze di fabbricazione essenziali

N.	Descrizione		Tolleranza ammessa
1		Larghezza A tra due piegature	$\Delta = -\frac{A}{50}$ nessun valore positivo
2		Larghezza B tra una piegatura ed un bordo libero	$\Delta = -\frac{B}{80}$ nessun valore positivo
3		Deviazione Δ dalla rettilineità	$\Delta = \pm\frac{L}{750}$

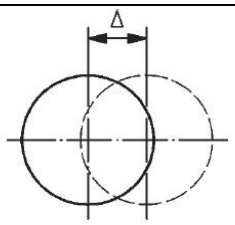
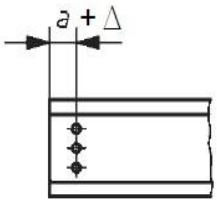
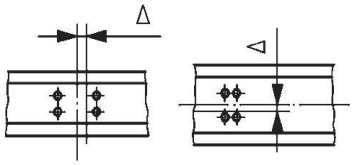
Lamiere piegate a freddo – tolleranze di fabbricazione essenziali

N.	Descrizione		Tolleranza ammessa
1		Planarità di flange o anime irrigidite o non irrigidite: Deviazione Δ dalla planarità	$\Delta = \pm\frac{b}{50}$
2		Curvatura di flange o anime: Deviazione Δ dalla superficie teorica	$\Delta = \pm\frac{b}{50}$

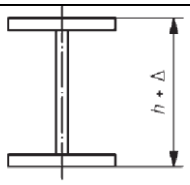
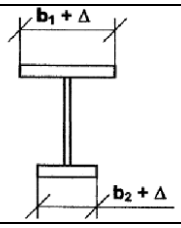
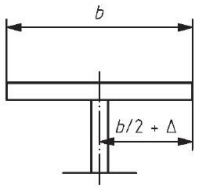
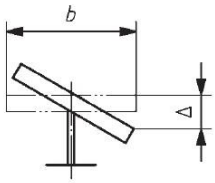
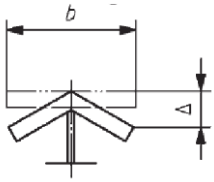
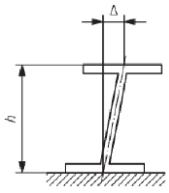
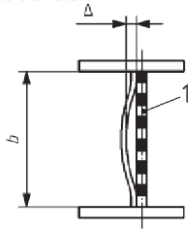
Strutture tralicciate – tolleranze di fabbricazione essenziali

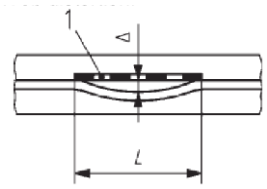
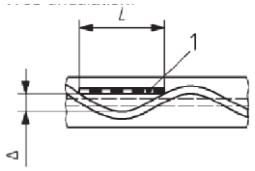
N.	Descrizione		Tolleranza ammessa
1		Scostamento Δ_i di ciascun nodo dalla posizione teorica lungo una linea retta o lungo il profilo di premonta, se previsto, misurato con struttura adagiata in piano	$\Delta_i = \pm \frac{L}{500}$ $\lvert\Delta_i\rvert$ = 12 mm il valore maggiore dei due

Forature – tolleranze di fabbricazione essenziali

N.	Descrizione		Tolleranza ammessa
1		Deviazione Δ dell'asse di un singolo foro dalla posizione teorica all'interno di un gruppo di fori	$\Delta = \pm 2$ mm
2		Variazione Δ della distanza *a* di un foro da un bordo libero	Δ = - 0 mm (Nessun valore positivo prescritto)
3		Deviazione Δ di un gruppo di fori dalla posizione teorica	$\Delta = \pm 2$ mm

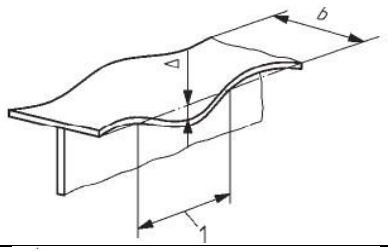
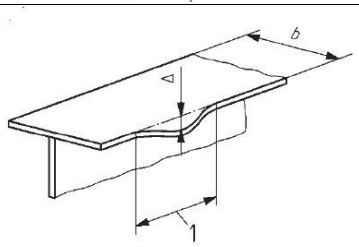
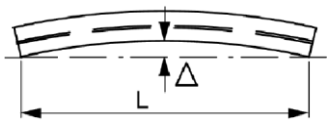
Profili composti saldati – tolleranze di fabbricazione funzionali

N.	Descrizione		Tolleranza ammessa	
			Classe 1	Classe 2
1		Altezza globale *h*: *h* ≤ 900 mm: 900 < *h* ≤ 1800 mm: *h* > 1800 mm:	Δ = ± 3 mm Δ = ± h / 300 Δ = ± 6 mm	Δ = ± 2 mm Δ = ± h / 450 Δ = ± 4 mm
2		Larghezza delle flange (*b*= b_1 o b_2)	Δ = + b / 100 |Δ| = 3 mm	Δ = + b / 100 |Δ| = 2 mm
3		Eccentricità dell'anima: - in generale: - flangia in contatto con appoggi strutturali:	Δ = ± 5 mm Δ = ± 3 mm	Δ = ± 4 mm Δ = ± 2 mm
4		Non perpendicolarità flangia-anima: - in generale: - flangia in contatto con appoggi strutturali:	Δ = ± b / 100 |Δ| = 5 mm Δ = ± b / 400	Δ = ± b / 100 |Δ| = 3 mm Δ = ± b / 400
5		Fuori piano flangia: - in generale: - flangia in contatto con appoggi strutturali:	Δ = ± b / 150 |Δ| = 3 mm Δ = ± b / 400	Δ = ± b / 150 |Δ| = 2 mm Δ = ± b / 400
6		Verticalità dell'anima agli appoggi, per componenti senza irrigidimenti agli appoggi	Δ = ± b / 300 |Δ| = 3 mm	Δ = ± b / 500 |Δ| = 2 mm
7		Deviazione Δ sull'altezza dell'anima *b* (*)	Δ = ± b / 100 |Δ| = 5 mm	Δ = ± b / 150 |Δ| = 3 mm

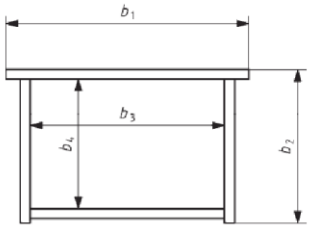
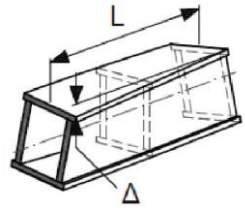
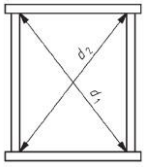
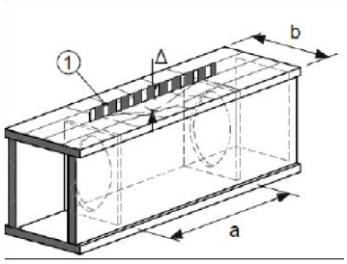
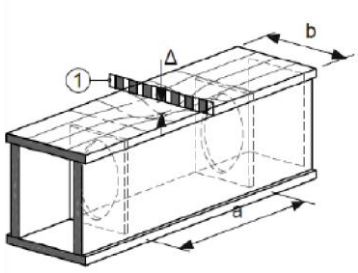
8		Deviazione Δ sulla lunghezza di misura *L* uguale all'altezza dell'anima *b* (distorsione dell'anima) (*)	Δ = ± b / 100 |Δ| = 5 mm	Δ = ± b / 150 |Δ| = 3 mm
9		Deviazione Δ sulla lunghezza di misura *L* uguale all'altezza dell'anima *b* (ondulazione dell'anima) (*)	Δ = ± b / 100 |Δ| = 5 mm	Δ = ± b / 150 |Δ| = 3 mm

(*) Valori validi anche per anime di profili scatolari

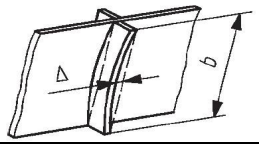
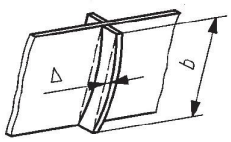
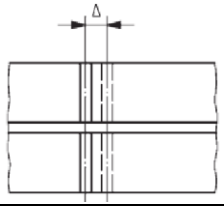
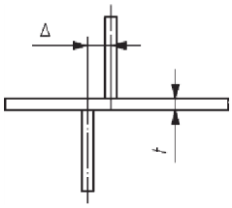
Flange di profili composti saldati – tolleranze di fabbricazione funzionali

N.	Descrizione		Tolleranza ammessa	
			Classe 1	Classe 2
1		Deviazione Δ sulla lunghezza di misura 1 uguale alla larghezza della flangia *b* (ondulazione della flangia)	$\Delta = \pm\frac{b}{100}$	$\Delta = \pm\frac{b}{150}$
2		Deviazione Δ sulla lunghezza di misura 1 uguale alla larghezza della flangia *b* (ondulazione della flangia)	$\Delta = \pm\frac{b}{100}$	$\Delta = \pm\frac{b}{150}$
3		Deviazione Δ delle singole flange dalla rettilineità	$\Delta = \pm\frac{L}{750}$	$\Delta = \pm\frac{L}{1000}$

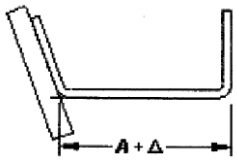
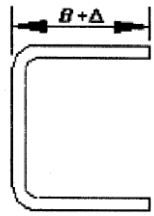
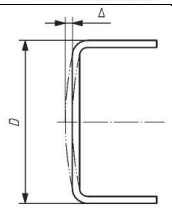
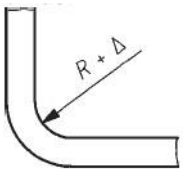
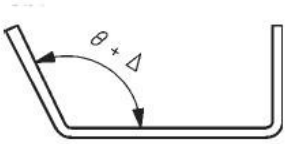
Profili scatolati saldati – tolleranze di fabbricazione funzionali

N.	Descrizione		Tolleranza ammessa	
			Classe 1	Classe 2
1		Dimensioni interne od esterne: $b_i \leq 900$ mm: $900 < b_i \leq 1800$ mm: $b_i > 1800$ mm:	 $\Delta = \pm 3$ mm $\Delta = \pm b_i / 300$ $\Delta = \pm 6$ mm	 $\Delta = \pm 2$ mm $\Delta = \pm b_i / 450$ $\Delta = \pm 4$ mm
2		Torsione: Deviazione globale Δ sulla lunghezza L	$\Delta = \pm \frac{L}{700}$ $\lvert\Delta\rvert \geq 4$ mm e $\lvert\Delta\rvert \leq 10$ mm	$\Delta = \pm \frac{L}{1000}$ $\lvert\Delta\rvert \geq 3$ mm e $\lvert\Delta\rvert \leq 8$ mm
3		Differenza Δ tra le dimensioni delle diagonali nelle sezioni diaframmate: $\Delta = \lvert d_1 - d_2 \rvert$	$\Delta = \frac{\lvert d_1 + d_2 \rvert}{400}$ $\Delta \geq 6$ mm	$\Delta = \frac{\lvert d_1 + d_2 \rvert}{600}$ $\Delta \geq 4$ mm
4		Imperfezioni fuori dal piano dei piatti, tra anime o irrigidenti, caso generale: Distorsione Δ perpendicolare al piano del piatto	$a \leq 2b$: $\Delta = \pm a / 250$ $a > 2b$: $\Delta = \pm b / 125$	$a \leq 2b$: $\Delta = \pm a / 250$ $a > 2b$: $\Delta = \pm b / 125$
5		Imperfezioni fuori dal piano dei piatti, tra anime o irrigidenti, caso speciale con compressione in direz. ortogonale: Distorsione Δ perpendicolare al piano del piatto	$b \leq 2a$: $\Delta = \pm b / 250$ $b > 2a$: $\Delta = \pm a / 125$	$b \leq 2a$: $\Delta = \pm b / 250$ $b > 2a$: $\Delta = \pm a / 125$

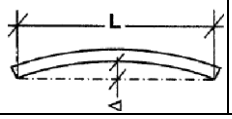
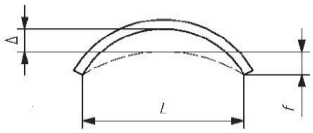
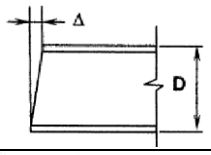
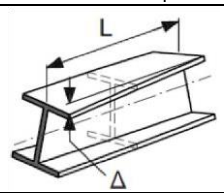
Irrigidimenti d'anima di profili composti o scatolari saldati – tolleranze di fabbricazione funzionali

N.	Descrizione		Tolleranza ammessa	
			Classe 1	Classe 2
1		Deviazione Δ sulla rettilineità nel piano dell'anima	$\Delta = \pm\frac{b}{250}$ $\lvert\Delta\rvert = 4$ mm	$\Delta = \pm\frac{b}{375}$ $\lvert\Delta\rvert = 2$ mm
2		Deviazione Δ dalla rettilineità in direzione ortogonale al piano dell'anima	$\Delta = \pm\frac{b}{500}$ ma $\lvert\Delta\rvert = 4$ mm	$\Delta = \pm\frac{b}{750}$ ma $\lvert\Delta\rvert = 2$ mm
3		Distanza di un irrigidimento dell'anima dalla posizione teorica, posiz. generica	$\Delta = \pm 5$ mm	$\Delta = \pm 3$ mm
4		Distanza di un irrigidimento dell'anima dalla posizione teorica, agli appoggi	$\Delta = \pm 3$ mm	$\Delta = \pm 2$ mm
5		Eccentricità tra una coppia di irrigidimenti, posiz. qualsiasi	$\Delta = \pm\frac{t}{2}$	$\Delta = \pm\frac{t}{3}$
6		Eccentricità tra una coppia di irrigidimenti, agli appoggi	$\Delta = \pm\frac{t}{3}$	$\Delta = \pm\frac{t}{4}$

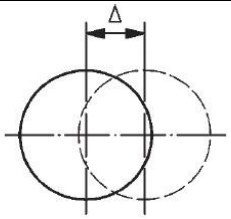
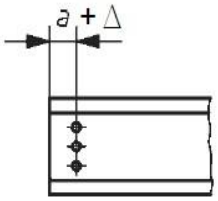
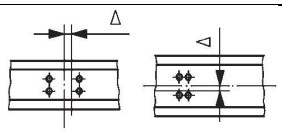
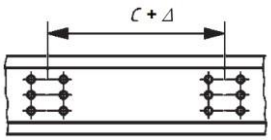
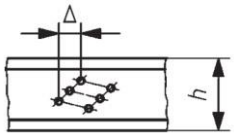
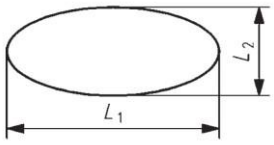
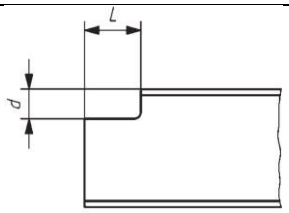
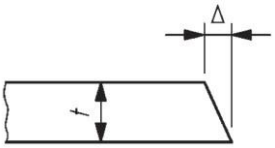
Profili piegati a freddo – tolleranze di fabbricazione funzionali

N.	Descrizione		Tolleranza ammessa	
			Classe 1	Classe 2
1		Larghezza A tra due piegature: *t* < 3 mm; *L* < 7 m: *t* < 3 mm; *L* ≥ 7 m: *t* ≥ 3 mm; *L* < 7 m: *t* ≥ 3 mm; *L* ≥ 7 m:	Δ = ± 3 mm Δ = -3/+5 mm Δ = ± 5 mm Δ = -5/+9 mm	Δ = ± 2 mm Δ = -2/+4 mm Δ = ± 3 mm Δ = -3/+6 mm
2		Larghezza B tra una piegatura ed un bordo libero - bordo laminato: *t* < 3 mm: *t* ≥ 3 mm: - bordo tagliato: *t* < 3 mm: *t* ≥ 3 mm:	Δ = -3/+6 mm Δ = -5/+7 mm Δ = -2/+5 mm Δ = -3/+6 mm	Δ = -2/+4 mm Δ = -3/+5 mm Δ = -1/+3 mm Δ = -2/+4 mm
3		Convessità o concavità	Δ = ± *D*/50	Δ = ± *D*/100
4		Raggio interno di piegatura *R*	Δ = ± 2 mm	Δ = ± 1 mm
5		Angolo *θ* tra componenti adiacenti	Δ = ± 3°	Δ = ± 2°

Componenti lavorati – tolleranze di fabbricazione funzionali

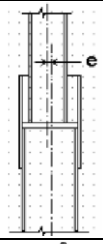
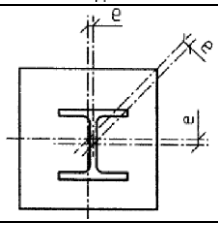
N.	Descrizione		Tolleranza ammessa	
			Classe 1	Classe 2
1	Lunghezza dei profilati *L* caso generale	Lunghezza *L* misurata includendo lo spessore di eventuali piastre saldate alle estremità	$\Delta = \pm\left(\frac{L}{5000} + 2\right)$ mm	$\Delta = \pm\left(\frac{L}{10000} + 2\right)$ mm
2	Lunghezza dei profilati *L* superfici spianate a contatto		$\Delta \pm 1$ mm	$\Delta \pm 1$ mm
3		(Deviazione dalla rettilineità di un profilato, laminato o saldato, entrambi gli assi)	$\Delta = \pm\frac{L}{750}$ $\lvert\Delta\rvert = 5$ mm	$\Delta = \pm\frac{L}{750}$ $\lvert\Delta\rvert = 3$ mm
4	 Elementi curvi o calandrati		$\Delta = \pm\frac{L}{500}$ $\lvert\Delta\rvert = 6$ mm	$\Delta = \pm\frac{L}{1000}$ $\lvert\Delta\rvert = 4$ mm
5	Superficie finita per appoggio a contatto. Scostamento Δ max dalla sup. piana		$\Delta \pm 0,5$ mm	$\Delta \pm 0,25$ mm
6		Ortogonalità sup. di estremità	sup. a contatto: $\Delta = \pm D / 1000$ sup. non a contatto: $\Delta = \pm D / 300$ Se l'elemento contiguo dista > 20 mm: $\Delta = \pm D / 100$	sup. a contatto: $\Delta = \pm D / 1000$ sup. non a contatto: $\Delta = \pm D / 300$ ma $\lvert\Delta\rvert \leq 10$ mm
7		Torsione. Deviazione globale Δ sulla lunghezza *L*	$\Delta = \pm\frac{L}{700}$ 4 mm ≤ $\lvert\Delta\rvert$ ≤ 20 mm	$\Delta = \pm\frac{L}{1000}$ 3 mm ≤ $\lvert\Delta\rvert$ ≤ 15 mm

Forature, spallature, tagli – tolleranze di fabbricazione funzionali

N.	Descrizione		Tolleranza ammessa	
			Classe 1	Classe 2
1		Scostamento Δ dell'asse di un singolo foro dalla posizione teorica all'interno di un gruppo di fori	$\Delta \pm 2$ mm (*)	$\Delta \pm 1$ mm
2		Variazione Δ della distanza *a* di un foro da un bordo libero	Δ = - 0 mm Δ = + 3 mm(*)	Δ = - 0 mm Δ = + 2 mm(*)
3		Scostamento Δ di un gruppo di fori dalla posizione teorica	$\Delta \pm 2$ mm (*)	$\Delta \pm 1$ mm
4		Scostamento Δ della spaziatura c tra i baricentri di gruppi di fori	Δ = ± 5 mm(**) caso generale Δ = ± 2 mm(*) stesso elem. connesso ai 2 gruppi di bulloni	Δ = ± 2 mm caso generale Δ = ± 1 mm stesso elem. con- nesso ai 2 gruppi di bulloni
5		Rotazione di un gruppo di fori: *h* ≤ 1000 mm *h* > 1000 mm	Δ = ± 2 mm Δ = ± 4 mm	Δ = ± 1 mm Δ = ± 2 mm
6		Ovalizzazione dei fori □□ □L $L_{1\ 2}$	Δ = ± 1 mm	Δ = ± 0,5 mm
7		Spallature Scostamento Δ della misura in altezza *d* o in lunghezza *L*	- Δ = 0 mm + Δ ≤ 3 mm	- Δ = 0 mm + Δ ≤ 2 mm
8		Scostamento Δ dai 90° di un taglio di bordo	Δ = ± 0,1*t*	Δ = ± 0,05*t*

NOTE:
(*) Valori da adottare se si usano i giochi foro-bullone della Tabella 9.6.1 (conforme a UNI EN 1090). Se si usano invece i valori delle NTC usare il valore: $\Delta = \pm 1$ mm;
(**) Valori da adottare se si usano i giochi foro-bullone della Tabella 9.6.1 (conforme a UNI EN 1090). Se si usano invece i valori delle NTC usare il valore: $\Delta = \pm 2$ mm;

Giunti di colonne e piastre di base – tolleranze di fabbricazione funzionali

N.	Descrizione		Tolleranza ammessa	
			Classe 1	Classe 2
1		Disallineamento dell'asse delle colonne in un giunto	e = ± 5 mm	e = ± 3 mm
2		disallineamento della colonna rispetto alla piastra di base	e = ± 5 mm	e = ± 3 mm

13.6 MONTAGGIO

L'Appaltatore deve organizzare il proprio cantiere in modo da soddisfare i requisiti tecnici che garantiscono la sicurezza dei lavori, mostrando di aver esaminato e preso in considerazione almeno i seguenti punti, se pertinenti:

a) impiego dei mezzi di sollevamento e loro manutenzione;
b) viabilità interna e di accesso;
c) condizioni del terreno influenzanti la sicurezza dei lavori;
d) possibili cedimenti dei supporti di montaggio delle strutture;
e) conoscenza dettagliata degli *underground*, dei cavi sospesi e degli eventuali ostacoli;
f) limitazioni dimensionali e di peso dei componenti da spedire in cantiere;
g) condizioni ambientali del sito;
h) strutture adiacenti influenzanti il montaggio;
i) procedure di cooperazione con altri Appaltatori agenti nel sito;
j) disponibilità di utenze;
k) carichi massimi di stoccaggio e di montaggio ammessi sulle strutture;
l) controllo del getto di calcestruzzo per strutture composte.

L'Appaltatore deve redigere per ogni opera un opportuno Metodo di Montaggio, tenendo in conto la tipologia del progetto quale appare dai documenti progettuali e le eventuali prescrizioni ivi contenute, affinché le attività di montaggio siano svolte in totale sicurezza ed al fine di raggiungere il livello di qualità stabilito per l'opera nei tempi stabiliti dal programma temporale.
Tali procedure devono essere consegnate al Direttore dei Lavori per approvazione, prima dell'inizio di ogni attività di montaggio. Il Direttore dei Lavori, prima di dare la propria approvazione, deve richiedere l'esame del Metodo di Montaggio da parte del Progettista ed ottenere la sua approvazione scritta, al fine di certificare che il metodo di montaggio previsto dall'Appaltatore non sia in contrasto con i requisiti e le ipotesi progettuali e non ne diminuisca il livello di sicurezza.

Le attività di montaggio di un'opera non possono iniziare prima che il relativo Metodo di Montaggio sia stato approvato dal Direttore dei Lavori.

Nel Metodo di Montaggio devono essere inclusi, se pertinenti, i seguenti punti:

- Posizione e tipologia delle connessioni delle strutture da effettuare in opera;
- Pesi e dimensioni massime degli elementi da montare;
- Sequenze di montaggio;
- Stabilità dell'opera in fase di montaggio. A tale scopo l'Appaltatore deve rendere noto al Progettista la posizione nella struttura di controventature temporanee, impalcati metallici o altri ritegni che sono necessari per garantire la stabilità di ogni singolo elemento o dell'intera struttura e che devono essere in ogni caso previsti nelle posizioni minime indicate nelle tavole di progetto;
- Condizioni per la rimozione delle controventature provvisorie di montaggio;
- Qualsiasi circostanza che possa causare rischi durante le fasi di montaggio;

- Metodi previsti per l'allineamento delle strutture e per l'inghisaggio delle stesse;
- Risultati da eventuali attività di premontaggio;
- Vincoli provvisori da imporre per assicurare la stabilità prima delle operazioni di saldatura in opera e per tenere sotto controllo eventuali deformazioni locali;
- Apparecchiature di sollevamento necessarie;
- Necessità di marcare pesi e baricentri per pezzi pesanti e/o irregolari;
- Relazione tra pesi da sollevare e raggio d'azione dei mezzi di sollevamento impiegati;
- Identificazione delle azioni di ribaltamento causate dal vento durante le fasi di montaggio, ed indicazione del metodo per contrastarle;
- Metodi per far fronte ai rischi per la sicurezza;
- Realizzazione di aree di lavoro sicure e di mezzi sicuri di accesso ad esse;
- Devono essere pianificate sequenze di fissaggio di lamiere grecate per solette composte acciaiocalcestruzzo tali da garantire che le lamiere siano adeguatamente supportate dalle travi prima del fissaggio, e che siano fissate alle strutture prima di essere impiegate come mezzo di accesso ad altre aree di lavoro;
- Le lamiere grecate non devono essere usate come mezzo di accesso per la saldatura di piolature, se non precedentemente fissate alle strutture;
- Sequenze di posa in opera e metodi per assicurare e sigillare casserature, prima di impiegarle come mezzo di accesso per altre operazioni di costruzione.

L'Appaltatore deve predisporre disegni di montaggio che fanno parte integrante del Metodo di Montaggio. Essi devono contenere le seguenti informazioni:

- piante ed elevazioni in una scala tale che tutte le marche di montaggio dei singoli componenti siano
- visibili;
- assi delle strutture, la posizione degli appoggi e l'assemblaggio dei componenti insieme alle tolleranze di montaggio ammesse;
- le piante delle fondazioni devono mostrare l'orientamento delle basi delle colonne e di altre strutture in contatto diretto con le fondazioni, la quota delle fondazioni e la quota d'imposta delle strutture, il giusto livello di dettaglio per la posa in opera dei tirafondi, il metodo di supporto provvisorio previsto durante il montaggio e l'inghisaggio previsto;
- le eventuali opere provvisionali necessarie per il montaggio;
- i pesi dei componenti maggiori di 5 ton e la posizione dei baricentri dei componenti molto irregolari.

I componenti devono essere movimentati e accuratamente stoccati in modo da minimizzare il rischio di abrasioni o danni alle superfici.

Gli elementi per le connessioni e gli elementi metallici di piccole dimensioni devono essere immagazzinati in spazi chiusi e asciutti.

Ogni danno alla struttura metallica durante la fase di scarico, trasporto, stoccaggio o messa in opera deve essere riparato in modo tale da rispettare i limiti di lavorazione indicati in questo CT. Per le

classi di esecuzione EXC2, EXC3 ed EXC4 deve essere preparata una procedura riguardo ai metodi di riparazione da adottare.

Le parti connesse dalle bullonature devono essere a stretto contatto. Qualora vi sia uno spazio tra gli elementi che possa compromettere l'integrità della connessione, esso deve essere colmato mediante l'inserimento di opportuni spessori. Se la mancanza di corrispondenza delle connessioni non può essere risolta con l'uso di spessoramenti, i pezzi devono essere modificati in modo opportuno, garantendo che le prestazioni strutturali non subiscano penalizzazioni in fase di montaggio e in fase di esercizio.

Se durante il montaggio si rileva un disallineamento dei fori, si può ricorrere all'alesaggio dei fori stessi purché il diametro finale dei fori rientri nei limiti stabiliti per la categoria dei "fori maggiorati" (vedi tabelle seguenti), e solo dopo avere richiesto ed ottenuto il parere favorevole del Progettista, di cui deve restare evidenza.

Per consentire un appropriato allineamento e livellamento della struttura sulle fondazioni, possono essere utilizzati spessori in acciaio, purché presentino superfici piane ed adeguata resistenza alla deformazione. Se essi vengono lasciati in opera durante l'inghisaggio, la malta deve ricoprirli totalmente per almeno 25 mm in ogni direzione.

Se la messa in bolla della base delle colonne avviene mediante dadi di livellamento posti sotto le piastre di base, questi possono essere lasciati in posizione a meno che non sia specificato diversamente. I dadi devono essere scelti in modo da assicurare che siano adatti a mantenere la stabilità della struttura senza mettere a repentaglio la prestazione dei bulloni di ancoraggio.

L'inghisaggio della base delle colonne non deve essere effettuato fin tanto che una sufficiente parte della struttura non sia stata allineata, messa a livello o a piombo e adeguatamente controventata.

Immediatamente prima del getto della malta di riempimento, lo spazio sotto la base delle colonne deve essere pulito e liberato da ogni elemento estraneo.

I materiali per l'inghisaggio devono essere previsti come specificato al relativo paragrafo.

Il materiale d'inghisaggio deve essere posto in opera in modo da non lasciare vuoti o vespai. A tale scopo opportuni fori di sfiato devono essere predisposti nelle piastre di base.

I fori nelle piastre di base delle colonne per i tirafondi possono avere un diametro maggiorato in modo tale da consentire aggiustamenti. In tal caso è necessario l'uso di rondelle di grosso spessore da porre tra i dadi e la piastra di base.

L'Appaltatore deve progettare e prevedere i ritegni e le controventature provvisorie.

L'Appaltatore deve assicurare che nessuna parte della struttura venga permanentemente danneggiata dall'accumulo dei materiali o dai carichi dovuti alle fasi di montaggio degli elementi.

Ogni parte della struttura deve essere allineata appena possibile, dopo che è stata messa in opera. Non devono essere realizzate connessioni permanenti fra i diversi componenti finché sufficienti parti della struttura non siano state allineate, messe a livello, a piombo e connesse temporaneamente per garantire che questi componenti non subiscano spostamenti durante le successive fasi di montaggio o allineamento del resto della struttura.

13.6.1 VERIFICA DELLE STRUTTURE MURARIE

L'Appaltatore è obbligato a controllare il fabbisogno dei vari manufatti, rilevando in posto il tipo, la quantità e le misure esatte degli stessi. Dovrà altresì verificare l'esatta corrispondenza plano-altimetrica e dimensionale tra strutture metalliche e strutture murarie, ciò in special modo quando i lavori in metallo fossero stati appaltati in forma scorporata.
Delle discordanze riscontrate in sede di controllo dovrà esserne dato tempestivo avviso alla Direzione Lavori per i necessari provvedimenti di competenza.

13.6.2 COLLOCAMENTO E MONTAGGIO IN OPERA – ONERI CONNESSI

L'Appaltatore dovrà far tracciare od eseguire direttamente, sotto la propria responsabilità, tutti gli incassi, i tagli, le incamerazioni, ecc. occorrenti per il collocamento in opera dei manufatti metallici; le incamerazioni ed i fori dovranno essere svasati in profondità e, prima che venga eseguita la sigillatura dovranno essere accuratamente ripuliti ed eventualmente bagnati.
Nel collocamento in opera dei manufatti le zanche, staffe, e qualunque altra parte destinata ad essere incamerata nelle strutture murarie, dovranno essere murate a cemento o con malta o con betoncini a ritiro controllato se cadenti entro murature o simili, mentre saranno fissate con piombo fuso o con malte epossidiche se cadenti entro pietre, marmi o simili. Saranno altresì compresi ogni onere relativo ad interventi di inghisaggio, tassellatura, incollaggio, ecc., con conseguenti livellamenti e regolazioni;
Gli elementi strutturali interessati da ancoraggi nelle murature dovranno essere solidamente assicurati nell'esatta posizione prevista, con idonei sostegni ed armature provvisionali, in modo da

evitare qualsiasi movimento sino a che le relative sigillature non abbiano raggiunto la necessaria presa.

I manufatti per i quali siano previsti movimenti di scorrimento o di rotazione dovranno poter compiere tali movimenti, a collocazione avvenuta, senza impedimenti od imperfezioni di sorta.

Nel collocamento in opera dei manufatti e nel montaggio delle strutture sono compresi tutti gli oneri connessi a tali operazioni quali ad esempio ogni operazione di movimento e stoccaggio (carichi, trasporti, scarichi, ricarichi, sollevamenti, ecc.) ogni opera provvisionale, di protezione e mezzo d'opera occorrenti, l'impiego di ogni tipo di mano d'opera (anche specializzata), ogni lavorazione di preparazione e di ripristino sulle opere e strutture murarie, le ferramenta accessorie e quant'altro possa occorrere per dare le opere perfettamente finite e rifinite.

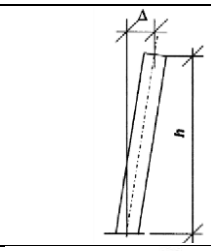
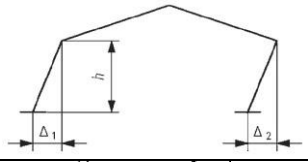
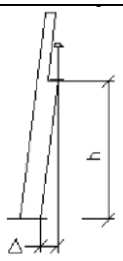
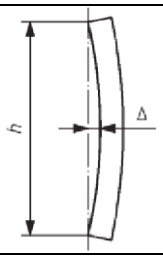
13.7 TOLLERANZE DI MONTAGGIO

Le tolleranze di montaggio definite “essenziali” di cui alla UNI EN 1090-2 §11.1 sono quelle il cui mancato rispetto può pregiudicare la stabilità e/o la resistenza delle strutture. Esse devono essere in ogni caso rispettate nel corso del montaggio. Per i componenti per i quali risultasse il mancato rispetto di una o più di tali limiti, dovrà essere informato il Direttore dei Lavori e dovrà emessa una azione di non conformità ed esaminate le opportune azioni correttive da intraprendere.

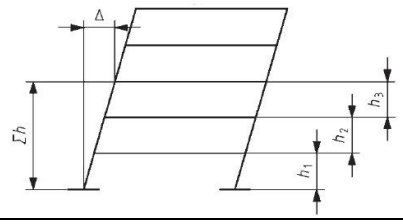
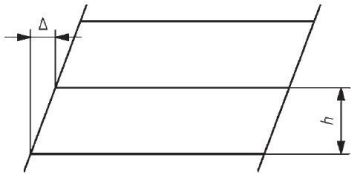
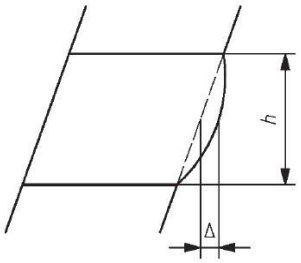
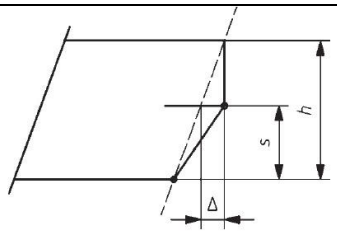
Le tolleranze di montaggio “funzionali” di cui alla UNI EN 1090-2 §11.1 sono quelle che attengono ai problemi di compatibilità con altri materiali, di estetica, di compatibilità con macchinari (es. carroponti) o apparecchiature, etc. Esse sono distinte in due classi, 1 e 2, con prescrizioni più restrittive passando dalla prima alla seconda. Il livello di tolleranze adottato è indicato al par.1 delle presenti specifiche.

Nelle tabelle seguenti vengono riportate le principali tolleranze di montaggio, sia essenziali che funzionali, da rispettare.

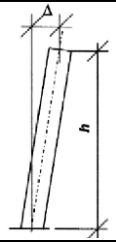
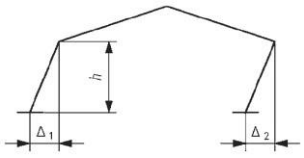
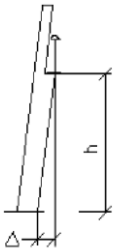
Colonne di edifici monopiano– tolleranze di montaggio essenziali

N.	Descrizione		Tolleranza ammessa
1		Inclinazione globale sull’altezza *h*	$\Delta = \pm \frac{h}{300}$
2		Inclinazione media delle colonne dello stesso portale Per due colonne: □□ □ □□□ $_{1}$ $_{2}$□/2	$\Delta = \pm \frac{h}{500}$
3		Inclinazione dalla quota d’imposta al piano di appoggio della via di corsa del carroponte	$\Delta = \pm \frac{h}{1000}$
4		Rettilineità della colonna di un edificio monopiano	$\Delta = \pm \frac{h}{750}$

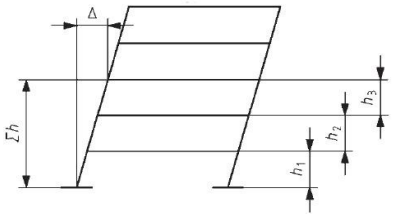
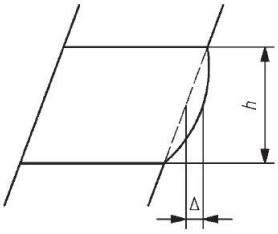
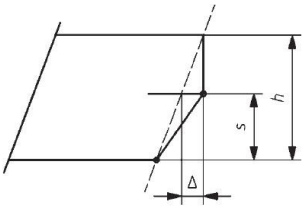
Colonne di edifici multipiano– tolleranze di montaggio essenziali

N.	Descrizione		Tolleranza ammessa
1		Scostamento dalla verticale della posizione di una colonna di qualsiasi livello rispetto alla quota d'imposta	$\Delta = \pm \frac{\sum_i h_i}{300 \cdot \sqrt{n}}$ (n=numero piani)
2		Scostamento dalla verticale della posizione di una colonna di qualsiasi livello rispetto alla sua posizione al piano inferiore	$\Delta = \pm \frac{h}{500}$
3		Scostamento dell'asse reale di una colonna rispetto alla retta congiungente le sezioni di estremità	$\Delta = \pm \frac{h}{750}$
4		Scostamento del giunto di una colonna rispetto alla retta congiungente le sezioni di estremità	$\Delta = \pm \frac{h}{750}$ $s \le h/2$

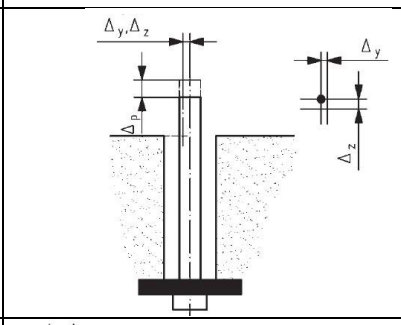
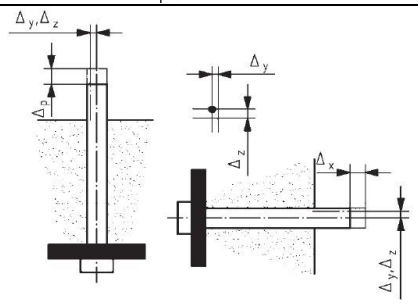
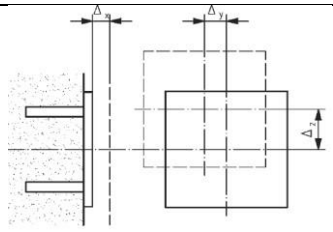
Colonne di edifici monopiano - tolleranze di montaggio funzionali

N.	Descrizione		Tolleranza ammessa	
			Classe 1	Classe 2
1		Inclinazione globale sull'altezza *h*	$\Delta = \pm h / 600$ o 5 mm il maggiore dei 2, ma non più di 25 mm	$\Delta = \pm h / 1000$ o 5 mm il maggiore dei 2, ma non più di 25 mm
2		Inclinazione media delle colonne dello stesso portale Per due colonne: □□ □ □□□ $_1$ $_2$□/2	$\Delta = \pm \frac{h}{600}$	$\Delta = \pm \frac{h}{1000}$
3		Inclinazione dalla quota d'imposta al piano di appoggio della via di corsa del carroponte	$\Delta = \pm h / 1000$ o 5 mm il maggiore dei 2, ma non più di 25 mm	$\Delta = \pm h / 1000$ o 5 mm il maggiore dei 2,23 ma non più di 15 mm

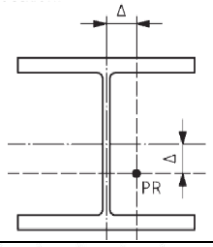
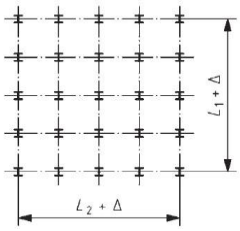
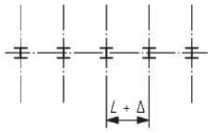
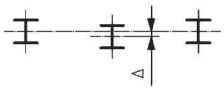
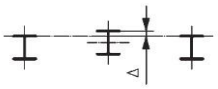
Colonne di edifici multipiano - tolleranze di montaggio funzionali

N.	Descrizione		Tolleranza ammessa	
			Classe 1	Classe 2
1		Scostamento dalla verticale della posizione di una colonna di qualsiasi livello rispetto alla quota d'imposta	$\Delta = \pm \frac{\sum_i h_i}{300 \cdot \sqrt{n}}$ (*n*=numero piani)	$\Delta = \pm \frac{\sum_i h_i}{500 \cdot \sqrt{n}}$ (*n*=numero piani)
2		Scostamento dalla verticale della posizione di una colonna di qualsiasi livello rispetto alla sua posizione al piano inferiore	Δ = ± *h*/500	Δ = ± *h*/1000
3		Scostamento dell'asse reale di una colonna rispetto alla retta congiungente le sezioni di estremità	Δ = ± *h*/750	Δ = ± *h*/1000
4		Scostamento del giunto di una colonna rispetto alla retta congiungente le sezioni di estremità	Δ = ± h/750 s ≤ *h*/2	Δ = ± h/1000 s ≤ *h*/2

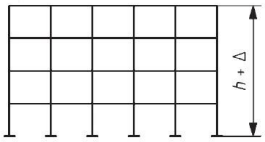
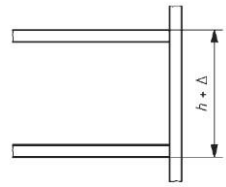
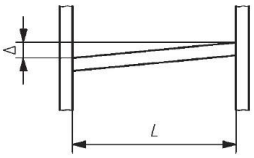
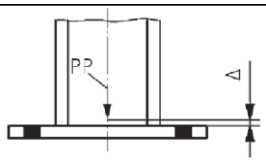
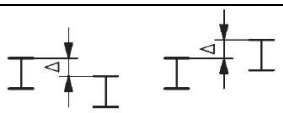
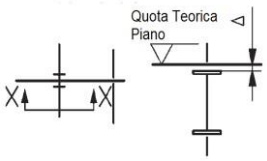
Posizione dei tirafondi ed inserti - tolleranze di montaggio funzionali

N.	Descrizione		Tolleranza ammessa
1		Tirafondi con possibilità di aggiustaggio	Δ_y, Δ_z = ± 10 mm -5 mm ≤ Δ_p ≤ 25 mm
2		Tirafondi senza possibilità di aggiustaggio	Δ_y, Δ_z = ± 3 mm -5 mm ≤ Δ_p ≤ 45 mm -5 mm ≤ Δ_x ≤ 45 mm
3		Piastra di ancoraggio annegata nel calcestruzzo	Δ_x, Δ_y, Δ_z = ± 10 mm

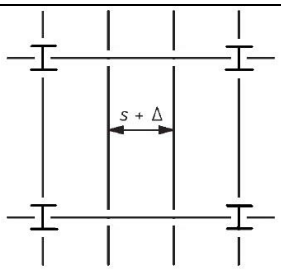
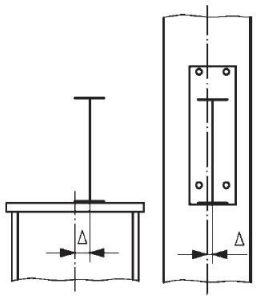
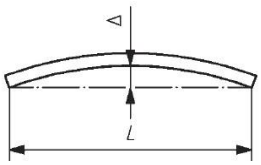
Posizione colonne - tolleranze di montaggio funzionali

N.	Descrizione		Tolleranza ammessa	
			Classe 1	Classe 2
1		Posizionamento dell'asse delle colonne rispetto al teorico	Δ = ± 10 mm	Δ = ± 5 mm
2		Dimensione globale in pianta di un edificio: $L_i \leq 30$ m 30 m < L_i < 250 m $L_i \geq 250$ m	Δ = ± 20 mm Δ = ±0,25(L_i+50)mm Δ = 0,1(L_i+500)mm (L_i in metri)	Δ = ± 16 mm Δ = ±0,2(L_i+50) mm Δ = ±0,1(L_i+350) mm (L_i in metri)
3		Distanza tra gli assi di colonne adiacenti: $L \leq 5$ m $L > 5$ m	Δ = ± 10 mm Δ = ± 0,2(L+45) mm (L in metri)	Δ = ± 7 mm Δ = ± 0,2(L+30) mm (L in metri)
4		Posizione dell'asse delle colonne rispetto all'allineamento	Δ = ± 10 mm	Δ = ± 7 mm
5		Posizione del filo del muro perimetrale rispetto alla linea che congiunge gli estradossi delle colonne	Δ = ± 10 mm	Δ = ± 7 mm

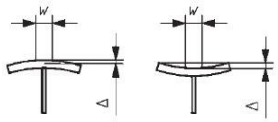
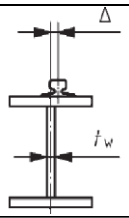
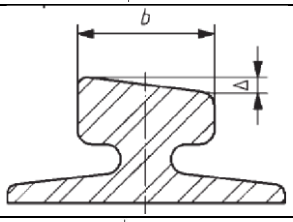
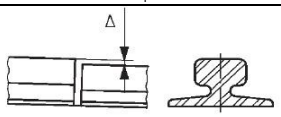
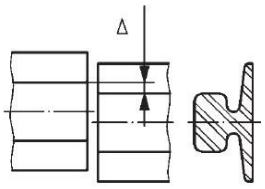
Edifici - tolleranze di montaggio funzionali

N.	Descrizione		Tolleranza ammessa	
			Classe 1	Classe 2
1		Altezza globale rispetto q. d'imposta: *h* ≤ 20 m 20 < *h* < 100 m \1*h* ≥ 100 m	Δ = ± 20 mm Δ = ±0,5(*h*+20) mm Δ = ±0,2(*h*+200) mm (*h* in metri)	Δ = ± 10 mm Δ = ±0,25(*h*+20) mm Δ = ±0,1(*h*+200) mm (*h* in metri)
2		Altezza tra livelli adiacenti	Δ = ± 10 mm	Δ = ± 5 mm
3		Elevazione relativa all'altro estremo di una trave	Δ = ± *L* / 500 ma |Δ| ≤ 10 mm	Δ = ± *L* / 1000 ma |Δ| ≤ 5 mm
4		Eccentricità non voluta *e* in un giunto di colonna	*e* = ± 5 mm	*e* = ± 3 mm
5		Livello dell'estradosso della piastra di base, rispetto al teorico	Δ = ± 5 mm	Δ = ± 5 mm
6		Elevazione di travi adiacenti	Δ = ± 10 mm	Δ = ± 5 mm
7		Elevazione di una trave all'attacco nella colonna, rispetto al livello teorico di piano	Δ = ± 10 mm	Δ = ± 5 mm

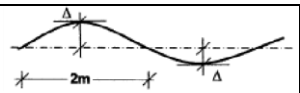
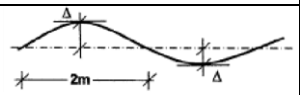
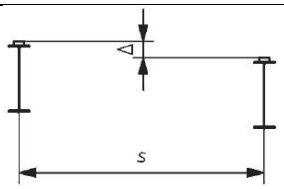
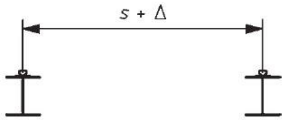
Travi di edifici - tolleranze di montaggio funzionali

N.	Descrizione		Tolleranza ammessa	
			Classe 1	Classe 2
1		Scostamento Δ dalla distanza teorica *s* tra travi adiacenti	Δ = ± 10 mm	Δ = ± 5 mm
2		Scostamento Δ dall'asse teorico di una connessione trave-colonna, misurata relativamente alla colonna	Δ = ± 5 mm	Δ = ± 3 mm
3		Scostamento Δ dalla rettilineità di una trave o mensola di lunghezza *L*, in opera	Δ = ± *L* / 500	Δ = ± *L* / 1000

Vie di corsa dei carroponti - tolleranze di costruzione e montaggio funzionali

N.	Descrizione		Tolleranza ammessa	
			Classe 1	Classe 2
1		Fuori piano dell'estradosso di una via di corsa su una larghezza *w* uguale alla larghezza della rotaia più 10 mm per parte	Δ = ± 1 mm	Δ = ± 1 mm
2		Eccentricità dell'asse della rotaia rispetto all'asse dell'anima: t_w ≤ 10 mm: t_w > 10 mm:	Δ = ± 5 mm Δ = ± 0,5 t_w	Δ = ± 5 mm Δ = ± 0,5 t_w
3		Inclinazione della rotaia rispetto al piano orizzontale	Δ ≤ ± *b* / 333	Δ ≤ ± *b* / 333
4		Disallineamento verticale tra rotaie in prossimità del giunto	Δ = ± 1 mm	Δ = ± 0,5 mm
5		Disallineamento orizzontale tra rotaie in prossimità del giunto	Δ = ± 1 mm	Δ = ± 0,5 mm

Vie di corsa dei carroponti - tolleranze di montaggio funzionali

N.	Descrizione		Tolleranza ammessa	
			Classe 1	Classe 2
1	Posizionamento in piano rispetto all'asse teorico		Δ = ± 10 mm	Δ = ± 5 mm
2		Rettilineità in orizz. su 2 m	Δ = ± 1 mm	Δ = ± 1 mm
3	Quota della rotaia	Rispetto al livello teorico	Δ = ± 10 mm	Δ = ± 10 mm
4		Sulla luce *L* di una via di corsa	Δ = ± *L* / 1000	Δ = ± *L* / 1000
5		Quota della rotaia su 2 m	Δ = ± 2 mm	Δ = ± 2 mm
6		Differenza di livello tra le 2 rotaie con scartamento *s*	Δ = ± *s* / 2000 ma Δ ≤ 10 mm	Δ = ± *s* / 2000 ma Δ ≤ 10 mm
7		Variazione dello scartamento: s ≤ 15 m: s > 15 m:	Δ = ± 3 mm Δ = 3 + 0,25×(s-15) mm (*s* in metri)	Δ = ± 3 mm Δ = 3 + 0,25×(*s*-15) mm (*s* in metri)

13.8 TRASPORTO

Tutto il materiale lavorato e le parti premontate devono essere adeguatamente conservati per proteggerli dalla corrosione e dai danneggiamenti accidentali.

Tutte le parti pronte per la spedizione devono essere sottoposte ad accurati controlli visivi e dimensionali.

I numeri di posizione ed i pesi devono comparire sulle bolle di consegna per la spedizione.

Durante il trasporto i materiali devono essere protetti con opportuni materiali al fine di prevenire danneggiamenti.

13.9 STOCCAGGIO

L'Appaltatore deve dare la disponibilità di idonee aree di stoccaggio in officina per le strutture pronte per il trasporto, nell'eventualità di non disporre di aree libere per lo stoccaggio in cantiere.

L'Appaltatore deve consegnare un report alla DL indicando le opportune istruzioni operative che egli intende applicare per preservare i materiali stoccati in cantiere da corrosione, deterioramento, danni accidentali, etc., prima di iniziare il montaggio.

13.10 TRATTAMENTI PROTETTIVI

13.10.1 GENERALITÀ

I trattamenti protettivi superficiali saranno realizzati, di norma, con zincatura a caldo o mediante verniciatura, o infine con zincatura e successiva verniciatura (sistema duplex).

L'Appaltatore, in base alle indicazioni fornite dal progettista al par. 1 circa le condizioni ambientali dell'opera, la durata di essa prevista e la durata richiesta del periodo di tempo tra la costruzione e la prima manutenzione del trattamento protettivo, nonché in base alla eventuale preferenza espressa dal Committente per una modalità di protezione (zincatura o verniciatura), dovrà individuare un idoneo ciclo di protezione superficiale che soddisfi ai suddetti requisiti.

Nel caso di impiego di acciai con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica secondo UNI EN 10025-5, dovrà essere valutato se le condizioni ambientali di impiego richiedono l'adozione di un trattamento protettivo superficiale.

La descrizione del ciclo di trattamento superficiale adottato con l'evidenza della sua rispondenza ai requisiti di cui sopra, nonché il piano di manutenzione ad esso associato, dovranno essere riportati in un apposito documento, da consegnare al Committente e al Direttore dei Lavori.

Le condizioni ambientali dell'opera devono essere caratterizzate mediante la classe di corrosività, che può essere determinata, in conformità alla UNI EN ISO 12944-2, con i criteri della Tabella (verniciatura), e in conformità alla UNI EN ISO 14713-1, con i criteri di Tabella (zincatura).

Tabella A - Classi di corrosività secondo UNI EN ISO 12944-2 (verniciatura)

Classi di corrosività	Perdita di massa per u. di superficie, perdita di spessore (dopo il primo anno di esposizione)				Esempi di ambienti tipici in un clima temperato (a scopo informativo)	
	Acciaio a basso tenore di carbonio		Zinco			
	Perdita di massa [g/m^2]	Perdita di spessore [µm]	Perdita di massa [g/m^2]	Perdita di spessore [µm]	All'esterno	All'interno
C1 molto bassa	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1	-	Edifici riscaldati con atmosfera pulita (negozi, uffici, scuole, alberghi)
C2 bassa	da 10 a 200	da 1,3 a 25	da 0,7 a 5	da 0,1 a 0,7	Ambienti con basso livello d'inquinamento. Soprattutto aree naturali.	Edifici non riscaldati dove può verificarsi condensa (depositi, locali sportivi)
C3 media	da 200 a 400	da 25 a 50	da 5 a 15	da 0,7 a 2,1	Ambienti urbani e industriali, modesto inquinamento da anidride solforosa. Zone costiere con bassa salinità.	Locali di produzione con alta umidità ed un certo inquinamento atmosferico (industrie alimentari, lavanderie, birrerie, caseifici)
C4 alta	da 400 a 650	da 50 a 80	da 15 a 30	da 2,1 a 4,2	Aree industriali e zone costiere con moderata salinità.	Impianti chimici, piscine, cantieri costieri per imbarcazioni.
C5-I molto alta (industriale)	da 650 a 1500	da 80 a 200	da 30 a 60	da 4,2 a 8,4	Aree industriali con alta umidità ed atmosfera aggressiva.	Edifici o aree con condensa quasi permanente e con alto inquinamento.
C5-M molto alta (marina)	da 650 a 1500	da 80 a 200	da 30 a 60	da 4,2 a 8,4	Zone costiere e *offshore* con alta salinità.	Edifici o aree con condensa quasi permanente e con alto inquinamento.

Tabella B - Classi di corrosività secondo UNI EN ISO 14713-1 (zincatura)

Classi di corrosività (*)	Esempi di ambiente tipico	
	All'interno	All'esterno
C1 (molto bassa) r ≤ 0,1 µm	Ambienti riscaldati con umidità relativa bassa ed inquinamento trascurabile (uffici, scuole, musei)	Zone asciutte o fredde, ambiente atmosferico con inquinamento molto basso e peridi di umidità molto brevi (zone desertiche)
C2 (bassa) 0,1 < r ≤ 0,7 µm	Ambienti non riscaldati con temperatura e umidità relativa variabili. Bassa frequenza di condense e basso inquinamento (capannoni di stoccaggio, impianti sportivi)	Zone temperate con bassi valori d'inquinamento (SO_2 < 5 µg/m^3) (zone rurali, paesi o piccole città dell'entroterra)
C3 (media) 0,7 < r ≤ 2 µm	Ambienti con moderata presenza di condense e di inquinamento da processi produttivi leggeri (impianti alimentari, lavanderie, impianti per la produzione di birra, caseifici)	Zone temperate con valori d'inquinamento medi (SO_2 tra 5 e 30 µg/m^3, oppure media presenza di cloruri) (aree urbane, aree costiere con bassa deposizione di cloruri)
C4 (alta) 2 < r ≤ 4 µm	Ambienti con condense frequenti ed alto livello d'inquinamento da processi industriali (impianti industriali, piscine)	Zone temperate con valori d'inquinamento alti (SO_2 tra 30 e 90 µg/m^3, alto livello di cloruri) (aree urbane molto inquinate, aree industriali, aree limitrofe alla costa con significativa deposizione di cloruri)
C5 (molto alta) 4 < r ≤ 8 µm	Ambienti con condense frequentissime e/o alto livello d'inquinamento da processi industriali (miniere, caverne per scopi industriali, capannoni non ventilati in zone subtropicali e tropicali)	Zone temperate e subtropicali con valori d'inquinamento molto alti (SO_2 tra 90 e 250 µg/m^3, altissimo livello di cloruri) (aree con industrializzazione pesante, costruzioni lungo la costa)
CX (estrema) 8 < r ≤ 25 µm	Ambienti con condense quasi permanenti o lunghi periodi di esposizione agli effetti di umidità alta, e/o con alto inquinamento da processi produttivi (capannoni non ventilati in zone subtropicali e tropicali con penetrazione dall'esterno di agenti inquinanti)	Zone subtropicali e tropicali con valori d'inquinamento estremi (SO_2 > 250 µg/m^3, altissimo livello di cloruri) (aree con industrializzazione pesante, costruzioni lungo la costa e costruzioni *offshore*)
(*)Perdita di spessore di zinco *r* dopo il primo anno di esposizione.		

13.11 ZINCATURA A CALDO

La protezione mediante zincatura a caldo dei materiali deve essere conforme alla norma UNI-EN ISO 1461:2009 e UNI EN ISO 14713:2010 parti 1 e 2.

L'Appaltatore deve fornire al Progettista le opportune informazioni relative al processo di zincatura (dimensioni delle vasche, etc.) affinché il Progettista possa fissare le dimensioni massime per gli elementi, sciolti o composti mediante saldatura, da zincare.

Ai fini della zincatura, di norma dovranno essere evitati elementi composti con saldatura che presentino marcate dissimmetrie sia nella geometria che nella disposizione ed estensione delle saldature, o che presentino spessori troppo diversi negli elementi semplici che li compongono, con rapporto tra lo spessore maggiore e quello minore comunque non superiore a 5. Devono essere evitate ampie superfici piane, ricavate da lamiere di esiguo spessore, non opportunamente irrigidite.

Al fine di ottenere una zincatura più uniforme possibile, è sconsigliabile zincare elementi composti mediante saldatura formati da elementi sciolti con caratteristiche chimiche dell'acciaio sensibilmente diverse.

Le saldature di elementi strutturali da sottoporre a zincatura devono presentarsi prive di soffiature o porosità. Eventuali scorie vanno accuratamente rimosse prima della zincatura. È vietato l'uso di vernici antispruzzo durante le operazioni di saldatura.

Sono di norma vietate lavorazioni di piegatura e formatura meccanica di pezzi zincati a caldo.

Se si eseguono operazioni di taglio e/o foratura di pezzi già zincati, occorre procedere al ripristino della zincatura lungo la superficie del taglio e/o foro.

Per gli elementi composti da elementi sciolti assemblati mediante saldatura, è opportuno prevedere coppie di fori di sfiato, di diametro non minore di 10 mm, posti principalmente nelle zone del manufatto ove sono più probabili gli accumuli del bagno di zincatura.

Le costolature di rinforzo di profili aperti ad U ed H devono essere opportunamente forate, o avere uno spigolo smussato, in modo da consentire il passaggio dello zinco ed evitare accumuli o formazione di bolle d'aria. Il diametro minimo dei fori deve essere orientativamente come da tabella seguente. Le piastre di base e/o di estremità di profili aperti devono essere opportunamente forate.

Dimensione orientativa fori di drenaggio per profili aperti

Dimensione caratteristica [mm]	Diametro minimo foro [mm]
< 25	10
25 – 50	12
50 – 100	16
100 – 150	20
> 150	25

Gli elementi tubolari devono essere muniti di adeguati fori, o intagli a V, di drenaggio per l'afflusso ed il deflusso dello zinco, posti il più possibile vicino possibile ai nodi di estremità degli elementi. L'area di tali forature non deve essere inferiore orientativamente al 25% della sezione del tubolare, e comunque il diametro non deve essere inferiore a 10 mm. Tutte le forature devono essere visibili ed ispezionabili. Le piastre di estremità devono essere forate. Il Progettista dovrà indicare la posizione e la dimensione delle forature nei disegni, in modo da non ridurre la resistenza degli elementi.

Le diaframmature interne ai profili scatolati, se presenti, devono essere dotate di fori o di smussi ai quattro spigoli, per consentire il deflusso del bagno di zinco. L'estensione della superficie forata deve essere orientativamente calcolata come da tabella sottostante.

Dimensione orientativa forature elementi scatolari

Base + altezza della sezione trasversale [mm]	Area del foro [% area trasversale]
< 200	100%
200 – 400	40%
400 – 600	30%
> 600	25%

L'esecuzione dei fori o intagli di sfiato e drenaggio deve avvenire previa approvazione da parte del Progettista. Se si ravvisasse da parte dello Zincatore la necessità di nuove forature prima di procedere alle operazioni di zincaggio, deve essere chiesta l'approvazione preventiva dell'Appaltatore e, per suo tramite, del Progettista.

Nel caso di superfici a contatto, la saldatura deve essere continua su tutto il perimetro delle aree a contatto, per evitare il ristagno all'interno dei liquidi di decappaggio e flussaggio usati durante il processo di zincatura. È comunque consigliabile praticare un foro di sfiato di diametro non minore di 10 mm.

Per quanto qui non espressamente specificato, al fine di progettare gli elementi strutturali in modo compatibile con le esigenze della zincatura, si dovranno seguire le indicazioni riportate nell'Appendice A della norma UNI EN ISO 14713 parte 2.

L'Appaltatore deve esaminare il progetto al fine di determinare se esso possiede i requisiti necessari per una corretta applicazione della protezione mediante zincatura. Se l'Appaltatore ritiene che debbano essere apportate delle modifiche ad alcuni dettagli costruttivi per raggiungere tale scopo, deve svilupparli e sottoporli all'approvazione del Progettista.

L'Appaltatore deve curare che l'assemblaggio degli elementi da zincare avvenga senza apprezzabili forzature.

Se sono previste superfici/zone da non zincare in un elemento da sottoporre a zincatura, l'Appaltatore deve provvedere con idoneo mezzo a proteggere tali superfici/zone.

Le superfici degli elementi da zincare devono risultare perfettamente pulite, esenti da ossidi, grassi ed altri contaminanti. Essi non devono presentare macchie di vernici non idrosolubili o etichette autoadesive.

Il materiale zincato può essere sottoposto a trattamento di passivazione chimica in zincheria, se ritenuto necessario per incrementare la già notevole resistenza alla corrosione. Alcuni prodotti passivanti possono anche migliorare l'aderenza di successive applicazioni di vernici sul materiale zincato. Se si richiede la passivazione occorre, come richiesto dalla norma ISO 1461, avvertire lo zincatore se si vuole successivamente applicare una vernice.

Lo spessore minimo del rivestimento di zinco deve essere in conformità a quanto riportato in tabella. L'Appaltatore, in base alle indicazioni fornite dal Committente circa le condizioni ambientali dell'opera, la sua durata prevista e la durata richiesta del periodo di tempo tra la costruzione e la prima manutenzione del trattamento protettivo, può fissare in accordo con la Zincheria spessori maggiori, con riferimento alle indicazioni della UNI EN ISO 14713-1. Di tali scelte dovrà essere data evidenza, come detto al §13.10.1. Di norma sono da evitare spessori di zincatura maggiori di 250-300 µm, per evitare il rischio di distacco parziale del rivestimento in seguito ad urti accidentali. Una indicazione delle durate in anni in rapporto agli spessori della zincatura ed alle classi di corrosività la si trova nella tabella seguente.

Spessori minimi di zinco

Spessore acciaio [mm]	Spessore rivestimento [µm]
< 1,5	45
1,5 – 3	55
3 – 6	70
> 6	85

Durata indicativa sino alla prima manutenzione della zincatura in funzione delle classi di corrosività (da UNI EN ISO 14713-1)

Componente	Norma	spessore min. [µm]	Classe di corrosività e classe di durabilità (VL, L, M, H e VH) (*)							
			C3		C4		C5		CX	
Profilati e lamiere zincati a caldo	UNI EN ISO 1461	85	40/>100	VH	20/40	VH	10/20	H	3/10	M
		140	67/>100	VH	33/67	VH	17/33	VH	6/17	H

		200	95/>100	VH	48/95	VH	24/48	VH	8/24	H
Nastri e lamiere di acciaio rivestiti per immersione a caldo in continuo per formatura a freddo	UNI EN 10346	20	10/29	H	5/10	M	2/5	L	1/2	VL
		42	20/60	VH	10/20	H	5/10	M	2/5	L
Profili tubolari zincati a caldo	UNI EN 10240	55	26/79	VH	13/26	H	7/13	H	2/7	L
(*) VL=molto bassa, L=bassa, M=media, H=alta, VH=molto alta										

I pezzi zincati devono essere ispezionati per individuare eventuali difetti della zincatura che devono essere opportunamente eliminati. L'estensione massima delle zone che presentano difetti non può superare i limiti indicati dalla norma UNI EN ISO 1461. In particolare le aree non rivestite da zincatura non devono superare lo 0,5% della superficie dell'elemento, ed ogni area non rivestita da riparare non deve essere maggiore di 10 cm^2. Le riparazioni devono essere effettuate impiegando zincanti inorganici o con matrici organiche a pennello o spruzzo, spray a base di polvere di zinco o metallizzazione termica secondo UNI EN ISO 2063:2005. Lo spessore del rivestimento delle zone riparate deve essere di almeno 100 µm. Se vengono superati i valori di difettosità stabilito dalla norma succitata, l'elemento deve essere sottoposto di nuovo al procedimento di zincatura.

Per lo stoccaggio degli elementi zincati in attesa di trasporto e/o montaggio devono essere prese le opportune precauzioni per evitare la formazione di "ruggine bianca". In particolare lo stoccaggio dovrà avvenire in luogo asciutto, inserendo distanziali tra gli strati di materiale per favorire la circolazione d'aria, ed evitando di ricoprire le cataste con teli di materiale plastico che potrebbero causare condensa di vapore acqueo. Se si impiegano profilati pre-zincati da sottoporre a successive lavorazioni quali taglio, piegatura, serraggio, saldatura, etc., cura deve essere posta nel non danneggiare la zincatura. In caso di danneggiamento, il ripristino della zincatura va effettuato preferibilmente mediante metallizzazione termica o, in alternativa, mediante l'applicazione di idonee vernici che contengano almeno il 90% di zinco nel pigmento e realizzando rivestimenti di spessore non superiore a 100 micron.

Di norma si deve evitare la saldatura per elementi pre-zincati. Ove fosse necessario, si devono qualificare delle opportune procedure di saldatura per tale scopo. Al termine della saldatura, la zincatura dovrà essere ripristinata mediante vernici con almeno il 90% di zinco nel pigmento, riporto di zinco o metallizzazione a spruzzo.

I bulloni di classe 10.9 non devono essere zincati a caldo.

Per i bulloni di classe inferiore è ammessa la zincatura a caldo, preferibilmente seguita dalla centrifugazione, in accordo alla UNI EN ISO 10684:2005. I dadi devono essere filettati dopo la zincatura.

L'accettazione della zincatura di un manufatto prevede la valutazione dell'aspetto del prodotto rivestito e la valutazione dello spessore secondo UNI EN ISO 1461.

13.12 VERNICIATURA

13.12.1 GENERALITÀ

I trattamenti protettivi devono essere conformi alle prescrizioni della norma UNI UN ISO 12944 nelle sue varie parti.

Il relazione alla classe di corrosione e classe di durabilità secondo UNI UN ISO 12944-1 definiti al par. 1 vengono proposti a titolo indicativo i seguenti cicli:

- superfici in acciaio al carbonio in ambiente classificato C3 (urbano e industriale con modesto inquinamento) (ciclo 1);
- superfici in acciaio al carbonio in ambiente classificato C3 con protezione al fuoco (ciclo 2).

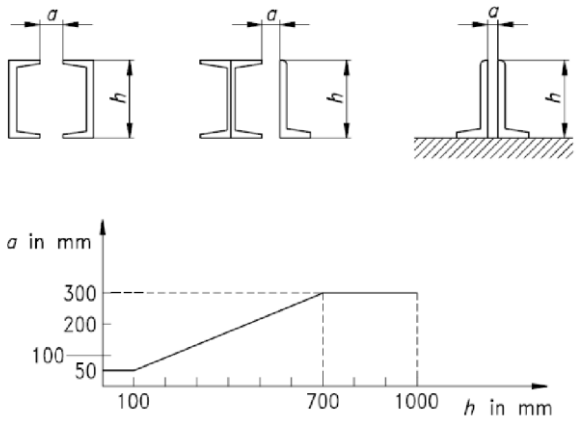
Le relative preparazioni delle superfici sono descritte nei paragrafi successivi.

La scelta dei cicli riveste un carattere generale. Eventuali condizioni particolari richiedono una più specifica valutazione al fine della individuazione del ciclo più adatto all'opera in oggetto.

Il ciclo di verniciatura dovrà essere progettato dall'Appaltatore e comunque sottoposto per approvazione e verifica alla DL.

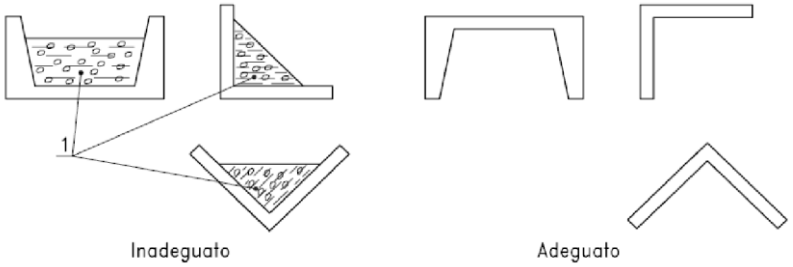
13.12.2 SCELTA DEI DETTAGLI COSTRUTTIVI

I dettagli costruttivi adottati devono essere tali da rendere più affidabile e durevole la applicazione del ciclo di pitturazione. A tal proposito si può fare riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN ISO 12944-3. Si raccomanda di limitare il più possibile le irregolarità: sovrapposizioni, angoli, spigoli. Si raccomanda di effettuare saldature a tratti solo dove il rischio di corrosione è trascurabile, di progettare garantendo l'accesso facile all'elemento strutturale per l'applicazione, il controllo e la manutenzione della verniciatura. Si raccomanda di dimensionare le aperture nelle strutture scatolate in modo da consentire il passaggio sicuro dell'operatore con le sue attrezzature. Si raccomanda di evitare di impiegare elementi con superfici troppo ravvicinate entro le quali risulterebbe difficile applicare la pitturazione, attenendosi alle indicazioni sotto raffigurate.



Distanza minima fra le sezioni secondo UNI EN ISO 12944-3

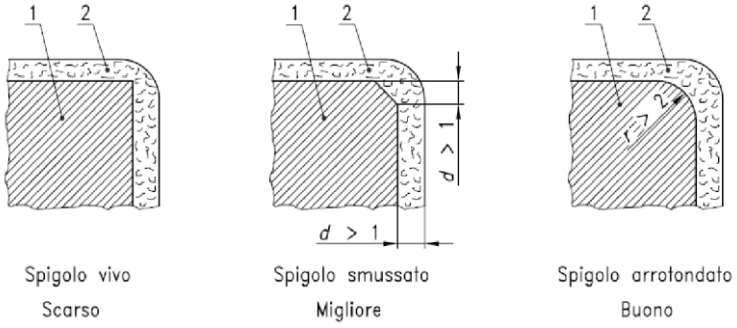
Si devono evitare quelle configurazioni che consentono il ristagno dell'acqua o della polvere, che col tempo deteriorerebbero la superficie aumentando così il rischio di corrosione.



Disposizioni per evitare il ristagno di polveri o acqua secondo UNI EN ISO 12944-3

Si raccomandano poi spigoli arrotondati, per poter applicare il rivestimento protettivo in modo uniforme, ed avere uno spessore adeguato sugli spigoli vivi che sono esposti a danneggiamenti e che, ove possibile, sarebbe opportuno smussare.

Le parti scatolate aperte devono essere dotate di fori di drenaggio, quelle chiuse devono essere sigillate con saldature in modo da renderle impermeabili.



13.12.3 PREPARAZIONE DELL'ACCIAIO

La preparazione degli elementi in acciaio da verniciare, volta a rimuovere i difetti superficiali delle varie aree (saldature, fori, bordi, superfici, etc.) degli elementi strutturali, deve avvenire scegliendo l'opportuno *preparation grade* di cui alla norma UNI EN ISO 8501-3, in funzione della vita attesa per il ciclo di protezione e della categoria di corrosività, come prescritto nella tabella seguente.

Preparation grade (secondo UNI EN 1090-2)

Vita attesa per il ciclo di protezione	Categoria di corrosività	Preparation grade
> 15 anni	C1	P1
	da C2 a C3	P2
	superiore a C3	P2 (o P3 se richiesto)
da 5 a 15 anni	da C1 a C3	P1
	superiore a C3	P2
< 5 anni	da C1 a C4	P1
	C5 - Im	P2

13.12.4 PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI

La preparazione delle superfici da verniciare, al fine di rimuovere ruggine ed ogni impurità e di raggiungere l'adeguata rugosità, deve essere in accordo alla EN ISO 12944-4 e EN ISO 8501. Vanno eseguiti test durante le operazioni di sabbiatura per verificare il raggiungimento del grado di rugosità richiesto. Le misure della rugosità devono essere eseguite in accordo alla EN ISO 8503-1 e EN ISO 8503-2. La norma EN ISO 8501-1 fornisce degli esempi fotografici del grado di finitura delle superfici da raggiungere.

Prima della preparazione mediante spazzolatura o sabbiatura, la superficie degli elementi da trattare deve essere sgrassata e liberata dai residui di saldatura.

Spazzolatura
Tale preparazione deve essere eseguita su superfici grezze non pitturate nelle condizioni B, C, D della norma ISO 8501-1.
Le operazioni di pulizia devono essere eseguite con l'impiego di spazzole di fibra rigida adatta al supporto e/o di attrezzi ad impatto, e/o di mole meccaniche, azionati a motore. Al termine delle operazioni, l'aspetto delle superfici deve corrispondere al rispettivo grado St3 della norma ISO 8501-1.

Sabbiatura commerciale
Tale preparazione deve essere eseguita su superfici grezze non pitturate nelle condizioni iniziali B, C, D della norma ISO 8501-1. Al termine delle operazioni l'aspetto della superficie deve corrispondere, a seconda della condizione iniziale B, C, D al rispettivo grado Sa2 delle norme ISO 8501-1.
Il profilo di ancoraggio dovrà essere all'interno dei valori previsti dal tipo di *primer* impiegato e comunque di tipo medium, tra 30 e 45 □m, secondo ISO 8503.

Sabbiatura a metallo quasi bianco
Tale preparazione deve essere eseguita su superfici grezze non pitturate nella condizione iniziale A, B, C, D della norma ISO 8501-1. Al termine delle operazioni l'aspetto della superficie deve corrispondere, a seconda della condizione iniziale (A, B, C, D) al rispettivo grado Sa2½ della norma ISO 8501-1.
Il profilo di ancoraggio dovrà essere all'interno dei valori previsti dal tipo di *primer* impiegato e comunque di tipo medium, tra 40 e 60 µm, secondo ISO 8503.

Spazzolatura meccanica
Tale preparazione deve essere eseguita in opera su strutture già pitturate che presentino grado di arrugginimento Ri 1÷4 della norma EN ISO 4628-3, danneggiamenti al film dovuti, per esempio, ad abrasioni, saldature, od altre cause imputabili alle operazioni di montaggio e/o piccole zone rimaste grezze. Le operazioni da eseguire consistono:

- nell'accurata raschiatura, prevedendo eventuale picchiettatura, fino alla completa eliminazione di tutta la pittura danneggiata e/o in fase di distacco e la successiva spazzolatura al grado St3 della norma ISO 8501-1 per eliminare la ruggine;
- nell'accurata raschiatura e spazzolatura al grado St3 della norma ISO 8501-1, delle superfici grezze; nello sgrassaggio e nell'accurata spolveratura e pulizia di tutta la superficie, con rimozione delle sostanze solubili in acqua, quali sali, salsedine, depositi incoerenti non aderenti, come polveri, fanghi, ecc.

13.12.5 CICLI DI PITTURAZIONE

I cicli di pitturazione devono essere sviluppati in accordo alla norma EN ISO 12944-5 e devono essere individuati per il caso specifico.
In assenza di indicazioni specifiche negli elaborati di progetto, si potranno adottare i sotto indicati cicli di pitturazione in relazione alle classi di corrosività del sito di realizzazione dell'opera.

Ciclo 1 - (ambiente classificato C3: urbano e industriale con modesto inquinamento)

Denominazione:	Poliuretanico alifatico.
Campo di applicazione:	Per superfici in acciaio al carbonio in ambiente classificato C3 secondo UNI ISO 12944-5.

Preparaz. delle superfici:	Sabbiatura a metallo quasi bianco Sa2-1/2.
1a mano - *primer*:	Zincante epossidico organico, sp. 60 micron.
2a mano - intermedio (1):	Bicomponente epossidico, sp. 90 micron.
3a mano - finitura (1):	Poliuretanica bicomponente acrilico, sp. 50 micron.

Nota: Gli spessori sopra indicati sono da intendersi come “spessori minimi a film secco”.
(1) Da applicare in officina. Per i tempi di sopravverniciabilità della mano intermedia attenersi alla scheda tecnica del produttore.

Ciclo 2 (ambiente classificato C3: urbano e industriale con modesto inquinamento e protezione al fuoco)

Denominazione:	Ciclo resistente al fuoco con vernici intumescenti ed ignifughe.
Campo di applicazione:	Per la protezione dal fuoco di strutture metalliche.

Preparaz. delle superfici:	Sabbiatura a metallo quasi bianco Sa2-1/2.
1a mano - *primer*:	Zincante epossidico organico, sp. 60 micron.
2a mano - *tie-coat (1)*:	Bicomponente epossidico, sp. 90 micron.
3a mano:	Vernice intumescente, sp. (vedi nota 2).
4a mano – finitura *(1):*	Poliuretanica bicomponente acrilico, sp. 50 micron.

Note:
Gli spessori sopra indicati sono da intendersi come “spessori minimi a film secco”.
(1) Da applicare in officina. Per i tempi di sopravverniciabilità della mano intermedia attenersi alla scheda tecnica del produttore.
(2) Lo spessore della vernice intumescente dovrà essere definito in funzione del tipo e delle dimensioni di ogni singolo profilo (fattore di massività), della sollecitazione specifica e della resistenza al fuoco R richiesta..

13.12.6 CONTROLLI ED ACCETTABILITÀ DEI CICLI DI PITTURAZIONE

La pitturazione deve essere eseguita in accordo alla norma EN ISO 12944-7.

Il grado di pulizia prescritto per le superfici da verniciare va controllato secondo EN ISO 8501, ed il grado di rugosità prescritto, secondo EN ISO 8503-2.

Il controllo dello spessore di ogni strato (film secco) va eseguito secondo ISO 19840.

Va eseguita una ispezione visiva per controllare che la verniciatura risponda alle caratteristiche prescritte, secondo la UNI EN ISO 12944-7. La eventuale individuazione di aree di riferimento per il controllo della verniciatura secondo la norma citata va fatto solo per le classi di corrosione da C3 a C5.

13.13 PROTEZIONE INTUMESCENTE

13.13.1 VERNICI INTUMESCENTI

Ove richiesto nei documenti di progetto saranno applicate in opera sullo strato di protezione anticorrosiva vernici intumescenti atte ad assicurare la resistenza richiesta all'incendio. L'Appaltatore dovrà sottoporre alla DL la scheda tecnica del prodotto che intende impiegare. Lo spessore del rivestimento sarà tale da garantire in ogni punto la resistenza l'incendio di progetto richiesta.

L'Appaltatore dovrà produrre alla DL una relazione di calcolo degli spessori di rivestimento in cui siano verificati i requisiti di protezione al fuoco richiesti, per approvazione preventiva all'applicazione. Tale relazione sarà redatta ai sensi della normativa vigente in materia a firma di un professionista abilitato.

Il ciclo di applicazione, le preparazioni e le condizioni di lavorazione saranno specificate dal fornitore del prodotto, che dovrà essere corredato dai relativi certificati di prova.

Per superfici zincate a caldo si richiede l'applicazione di uno strato di fondo di adesione (primer) per garantire una migliore presa della vernice intumescente.

13.13.2 INTONACI INTUMESCENTI

Ove richiesto nei documenti di progetto saranno applicate in opera sullo strato di protezione anticorrosiva intonachi intumescenti atti ad assicurare la resistenza richiesta all'incendio. L'Appaltatore dovrà sottoporre alla DL la scheda tecnica del prodotto che intende impiegare. Lo spessore del rivestimento sarà tale da garantire in ogni punto la resistenza l'incendiò di progetto richiesta.

L'Appaltatore dovrà produrre alla DL una relazione di calcolo degli spessori di rivestimento in cui siano verificati i requisiti di protezione al fuoco richiesti, per approvazione preventiva all'applicazione. Tale relazione sarà redatta ai sensi della normativa vigente in materia a firma di un professionista abilitato.

Il ciclo di applicazione, le preparazioni e le condizioni di lavorazione saranno specificate dal fornitore del prodotto, che dovrà essere corredato dai relativi certificati di prova.

Per superfici zincate a caldo si richiede l'applicazione di uno strato di fondo di adesione (primer) per garantire una migliore presa dell'intonaco intumescente.

13.14 GESTIONE DELLA QUALITÀ

13.14.1 DOCUMENTAZIONE RELATIVA ALLA QUALITÀ

L'Appaltatore deve mantenere e predisporre un sistema di gestione della qualità per assicurare che le procedure di progetto, di realizzazione dei dettagli costruttivi, di acquisto, di fabbricazione, di messa in opera e di predisposizione dei trattamenti protettivi per i componenti strutturali e per l'intera struttura, possano dar luogo ad un prodotto conforme ai requisiti delle presenti specifiche tecniche e della UNI EN 1090-2 in funzione della classe di esecuzione scelta.
L'Appaltatore deve predisporre e mantenere, per le strutture in classe di esecuzione EXC2-3-4, tutta la documentazione d'obbligo richiamata al §11.3 delle NTC, e comunque la seguente documentazione:

- Organigramma della società con individuazione dei ruoli di responsabilità relativi alle attività di produzione;
- Procedure ed istruzioni operative da applicare nelle lavorazioni (WPS-Welding Procedure Specifications, Procedura d'Ispezione per mezzo di Liquidi Penetranti, Procedura di Controllo delle Unioni Bullonate, Procedura per il Ripristino delle Verniciature, etc.);
- Piano specifico di controlli sulle lavorazioni (Piano di Controllo della Qualità, Piano della Saldatura, Welding Book);
- Documentazione per garantire la rintracciabilità (Ove richiesta);
- Documentazione di Controllo produzione in fabbrica (FPC);
- Dichiarazione di prestazione (DOP) e marcatura CE delle componenti;
- Procedura per la gestione delle modifiche in corso d'opera; - Procedura per la gestione delle non conformità.

13.14.2 PIANO DELLA QUALITÀ

L'Appaltatore deve predisporre e mantenere un adeguato Piano della Qualità per l'esecuzione delle sue attività. Esso deve contenere informazioni riguardo:

- Organigramma della società con individuazione dei ruoli di responsabilità relativi alle attività di produzione;

- Organizzazione della attività di controllo della produzione, con individuazione dei controlli da eseguire, individuazione delle responsabilità per le varie attività, e modalità di archiviazione e di consultazione dei risultati dei controlli;
- Individuazione della documentazione disponibile relativa alla qualità di cui al paragrafo precedente.

13.15 NORME DI MISURAZIONE

13.15.1 ONERI COMPRESI NEI PREZZI

Le voci di lavorazioni elencate nei documenti economici facenti parte della documentazione di appalto intendono compensati anche gli oneri derivanti all'Appaltatore dall'operare in ottemperanza alle specifiche prescrizioni tecniche stabilite nel presente docuemnto, e gli oneri particolari precisati nel seguito, ove esistenti, con le sole esclusioni esplicitamente indicate; tali precisazioni si intendono esplicative e non limitative. Pertanto, anche se non espressamente indicato, nelle varie categorie di lavoro si intende compreso anche tutto quanto necessario per realizzare in modo finito e completo quanto è oggetto dell'Appalto. Ove non diversamente indicato, i prezzi si intendono per lavorazioni eseguite a qualsiasi quota. Gli oneri derivanti dalla progettazione affidata all'Appaltatore, quelli derivanti dall'applicazione del Sistema di Qualità, quelli derivanti dall'esecuzione dei controlli durante le fasi di montaggio e la documentazione certificativa di avvenuta controllo, sono a cura e spese dell'Appaltatore e s'intendono compresi nei prezzi definiti in fase d'ordine.

13.15.2 BULLONI D'ANCORAGGIO

Sono compresi i sotto riportati elementi complementari:

- le parti accessorie dei bulloni risultanti dal progetto;
- le maschere di montaggio;
- le carpenterie metalliche, le armature aggiuntive per il posizionamento e supporto dei bulloni e delle maschere di montaggio.

La contabilizzazione verrà effettuata applicando i prezzi unitari definiti alla somma teorica dei pesi reali dei bulloni e degli elementi complementari sopra definiti, risultanti dai computi metrici derivati dai disegni costruttivi d'officina.

13.15.3 STRUTTURE IN ACCIAIO

Le strutture in acciaio, ai fini della contabilizzazione, possono essere suddivise nelle categorie di seguito elencate:

- carpenterie normali, comprendenti tutti gli elementi strutturali sia principali che secondari;
- carpenterie complementari, comprendenti:
- scale a rampe e/o pioli complete di gabbia di protezione;
- ringhiere e parapetti completi di parapiede;
- profilati di protezione;

- inserti di carpenteria da inserire in strutture in c.a.;
- simulacri d'ingombro;
- dime e manicotti;
- rete elettrosaldata per getto solai;
- carpenterie aggiuntive, comprendenti elementi di rinforzo per strutture esistenti, e/o elementi strutturali da porre in opera in strutture esistenti (se il montaggio è compreso nella fornitura).

La contabilizzazione verrà effettuata applicando i prezzi unitari definiti ai pesi teorici risultanti dai computi metrici ricavati dai disegni costruttivi, sulla base del peso specifico di 7,85 t/m^3. Nelle valutazioni di peso restano escluse le incidenze delle tolleranze di laminazione e dei materiali di saldatura, oneri che devono essere preventivamente incorporati nei prezzi unitari di contabilizzazione delle carpenterie. E' compreso invece il peso delle bullonature.

13.15.4 LAMIERE GRECATE, LAMIERE STIRATE O BUGNATE

Sono compresi i sotto riportati elementi complementari:

- i materiali di montaggio;
- i connettori di ancoraggio;
- le bordature, i piatti di rinforzo e gli elementi di raccordo.

La contabilizzazione verrà effettuata applicando i prezzi unitari definiti ai pesi teorici risultanti dai computi metrici ricavati dai disegni costruttivi. Nelle valutazioni di peso restano escluse le incidenze relative agli elementi complementari, oneri che devono essere preventivamente incorporati nel prezzo unitario di contabilizzazione.

13.15.5 GRIGLIATI

Sono compresi i sotto riportati elementi complementari: - le staffe di fissaggio;

- la bulloneria.

La contabilizzazione verrà effettuata applicando il prezzo unitario definito riferito alla quantità e/o al peso dei pannelli, determinato per via analitica, escludendo gli elementi complementari, la cui incidenza deve essere preventivamente incorporata nel prezzo unitario di contabilizzazione.

13.15.6 CICLI DI PITTURAZIONE

La preparazione delle superfici e l'applicazione dei cicli sono contabilizzati separatamente.

Misurazione:
I prezzi di elenco relativi alle preparazioni ed all'applicazione dei cicli, distinti in base al tipo di trattamento e in base alle condizioni operative quali: esecuzione fuori cantiere; esecuzione a piè d'opera; esecuzione in opera sia su superfici esposte che su superfici interne (serbatoi chiusi, strutture scatolari e simili), sono applicati alle quantità ricavate come più avanti indicato. I prezzi relativi alle mani singole, distinti come detto per i cicli completi, sono applicati, in sostituzione dei prezzi relativi ai cicli completi, alle quantità ricavate come più avanti indicato, solo quando sono richieste dal Committente applicazioni non complete od applicazioni di mani aggiuntive ovvero quando è richiesta l'applicazione delle mani di cicli completi in condizioni operative diverse (esempio: prime mani fuori cantiere e mani a finire a piè d'opera od in opera). Quando le condizioni operative dipendono dalla scelta dell'Appaltatore, si applicano i prezzi relativi alle condizioni operative meno onerose e più economiche.

Superfici in genere.
Salvo quanto esplicitamente indicato in seguito, i prezzi di elenco sono applicati alle quantità corrispondenti alle superfici effettive ricavate da misurazioni eseguite con metodo geometrico; non sono comunque detratti i vani inferiori a 0,2 m^2.

Strutture portanti metalliche.
Le superfici delle strutture portanti sono misurate senza eseguire detrazioni né per tagli né per incastri fra le strutture e senza tener conto in alcun modo delle sporgenze dei bulloni. I ferri piatti e/o profilati uniti tra di loro, costituenti prolungamento di trave, vengono conteggiati considerando lo sviluppo della trave prolungata. Per i fazzoletti, mensole di lamiera, piastre, coste, ecc., chiamata *S* l'area totale di una faccia, la contabilizzazione delle loro parti pitturate é così effettuata:

- *S* inferiore o uguale a 0,1 m^2 = non sono contabilizzate in alcun modo;
- *S* maggiore di 0,1 m^2 = si contabilizzano le superfici effettivamente verniciate.

Lamiere striate.
I prezzi d'elenco sono applicati alle quantità corrispondenti alla superficie delle lamiere considerate come lisce.

Grigliati.
I prezzi d'elenco sono applicati alla superficie coperta dal grigliato, moltiplicata per un coefficiente maggiorativo stabilito come segue, con riferimento all'interasse degli elementi: - per interassi minori o uguali a 30 mm: coefficiente pari a 2,0; - per interassi maggiori di 30 mm: coefficiente pari a 1,5.

Lamiere grecate.
I prezzi d'elenco sono applicati alla superficie misurata in proiezione normale al piano di posa, moltiplicata per un coefficiente maggiorativo che tenga conto dell'effettivo sviluppo della lamiera.

Per le lamiere grecate appoggiate su altre strutture da pitturare (solai) nessuna detrazione va eseguita per le parti a contatto sia della lamiera che della parte superiore delle travi.

Inferriate, cancelli, parapetti e paraschiena.
I prezzi d'elenco sono applicati alle quantità ottenute misurando, da una sola parte, la superficie in vista, vuoto per pieno, dopo la posa. Per i parapetti viene considerata quale altezza quella riferita al piano di calpestio, senza tener conto di eventuali prolungamenti od attacchi. I supporti di sostegno per eventuali fili spinati (non pitturati) su inferriate vanno conteggiati separatamente e per la parte eccedente l'altezza dell'inferriata stessa.

Oneri particolari:

- i teli di protezione;
- l'esecuzione di profilatura in colori diversi;
- il completamento dei cicli in tempi successivi.

14 MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE OPERE IN C.A.

Si dovranno rispettare le prescrizioni riportare sui disegni. In particolare, in funzione dell'elemento strutturale si troverà specificato sui disegni quanto segue:

- Classe di resistenza a compressione minima,
- Classe di esposizione ambientale,
- Classe di consistenza al getto,
- Diametro massimo dell'aggregato.

Il rapporto acqua/cemento massimo in funzione della classe di esposizione e di resistenza dovrà rispettare quanto indicato sulla norma UNI 11104.

14.1 NORME DI RIFERIMENTO

- Legge 5 Novembre 1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"
- Legge 2 Febbraio 1974 n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"
- D.M. 17.01.2018 - Norme tecniche per le costruzioni
- Circolare Ministero Infrastrutture 09.02.2009 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14.01.2008
- UNI EN 1992-1-1: 2005 Eurocodice 2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1994-1-1: 2005 Eurocodice 4: Progettazione delle strutture composte acciaio- calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- Decreto del 31/07/2012: "Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici".

14.2 POSA IN OPERA DEL CONGLOMERATO

14.2.1 CONTROLLO E PULIZIA DEI CASSERI E DELL'ARMATURA

Prima che venga effettuato il getto di conglomerato l'Appaltatore dovrà controllare il perfetto posizionamento dei casseri, le condizioni di stabilità, nonché la pulizia delle pareti interne (assenza di detriti od acqua stagnante). Le casseforme in legname dovranno essere bagnate, quelle in pannellature metalliche trattate con prodotto disarmante. L'Appaltatore dovrà inoltre verificare che tutte le gabbie di armatura siano dotate di idonei distanziatori dal cassero, in plastica o preferibilmente in calcestruzzo, per garantire i richiesti copriferri di progetto. Inoltre, dovrà assicurare

un adeguato sostegno delle armature superiori, mediante integrazione di eventuali specifiche staffe sagomate allo scopo.
Prima dell'esecuzione di ogni getto, dovrà informare la D.L. al fine di consentire il controllo della disposizione dell'armatura, le condizioni della stessa e lo stato delle superfici interne delle casseforme.

14.3 GETTO DEL CONGLOMERATO

Il trasporto del calcestruzzo deve essere effettuato in modo da evitare contaminazioni, separazioni o perdita degli inerti e prematuro inizio di presa.
Prima del getto dovranno essere sempre controllati tutti i disegni strutturali, architettonici e impiantistici per la verifica di congruenza e per il corretto posizionamento dei fori, passaggi, inserti di ogni tipo. Le armature, nonché tutti gli accessori di ripresa e gli inserti dovranno risultare correttamente posizionati; tutte le dimensioni plano altimetriche dell'opera finita, riportate nei disegni dovranno essere rispettate e, a tal fine, il costruttore dovrà provvedere e prevenire anticipatamente eventuali assestamenti o movimenti di casseri e sostegni durante il getto.
Il getto del conglomerato dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.
Il getto sarà eseguito a strati di limitato spessore e sarà convenientemente vibrato; il conglomerato inoltre dovrà essere posto in opera per strati disposti normalmente agli sforzi dai quali la struttura in esecuzione verrà sollecitata.
La pigiatura dovrà essere effettuata normalmente agli strati; sarà effettuata con la massima cura e proseguita fino all'eliminazione di ogni zona di vuoto e fino alla comparsa, in superficie del getto, di un velo di acqua.
Il getto deve essere eseguito con operazione continua fino ai giunti di ripresa e con altezza di caduta mai superiore ai 50 cm.
Nel getto di solette in presenza di blocchi di alleggerimento, questo dovrà essere a cellula chiusa non assorbente acqua, per evitare di alterare il corretto rapporto acqua/cemento dell'impasto.
Per il getto di pilastri dovrà essere utilizzata una tramoggia con tubo-getto, al fine di evitare la segregazione degli inerti sul fondo.

14.3.1 RIPRESA DI GETTO

Affinché il getto sia considerato monolitico, il tempo intercorso tra la posa in opera di uno strato orizzontale ed il ricoprimento con lo strato successivo non dovrà superare il numero di ore che la seguente tabella indica in funzione della temperatura ambiente.

Temperatura (°C)	**5**	**10**	**15**	**20**	**25**	**30**	**35**
Tempo (h)	**6.00**	**4.30**	**3.75**	**3.00**	**2.30**	**2.15**	**2.00**

Tabella 21: Tempo massimo per interruzione delò getto in funzione delle temperature

Nel caso che l'interruzione superasse il tempo suddetto e non fosse stato impiegato un additivo ritardante, si dovrà stendere sulla superficie di ripresa uno strato di malta cementizia dosato a 600 kg di cemento, dello spessore di 1 / 2 cm, o in alternativa si dovrà ricorrere a idonei primer da sottoporre all'approvazione della D.L.

Per riprese eccedenti il doppio dei tempi segnati nella precedente tabella si dovrà lavare la superficie di ripresa con acqua e sabbia in pressione ovvero, ove si richiedano anche caratteristiche di impermeabilità, si dovrà ricorrere all'impiego di malte speciali brevettate.

La posizione dei giunti di costruzione e delle riprese di getto deve essere preventivamente approvata dalla Committente e dalla D.L.; in particolare, è fatto esplicito obbligo all'Appaltatore di non effettuare riprese di getto in strutture che devono garantire un comportamento perfettamente monolitico.

In particolare, alcuni getti di solai e muri dovranno seguire le indicazioni presenti nella relazione tecnico descrittiva allegata al presente o nei disegni di progetto; tali prescrizioni sono essenziali al fine di rispettare il comportamento statico dell'elemento dei vari elementi.

Il getto delle solette a sbalzo dovrà essere sempre eseguito contemporaneamente a quello della soletta retrostante.

Se il getto deve essere effettuato contro parte esistente, quest'ultima deve essere ravvivata e devono essere applicati appositi additivi per la ripresa e approvati dalla Direzione Lavori.

I campi di getto dovranno avere un'estensione massima pari a circa 300mq.

Prevedere giunti di costruzione realizzati mediante elementi preforati in acciaio inox a forma lineare.

14.3.2 GIUNTI DI DILATAZIONE

I giunti di dilatazione devono essere eseguiti e localizzati come indicato in progetto.

La superficie del calcestruzzo in corrispondenza dei giunti deve essere resa regolare, in modo da permettere un interspazio costante, uniforme e pulito per tutta l'estensione dei giunti stessi.

14.3.3 VIBRAZIONE DEL CONGLOMERATO

Tutti i getti, ad eccezione del magro, dovranno essere vibrati. La vibrazione dovrà essere eseguita secondo le prescrizioni e con le modalità concordate con la Direzione.
I vibratori potranno essere interni (per vibratori a lamiera o ad ago), ovvero esterni, da applicarsi alla superficie libera del getto.
La vibrazione superficiale verrà di regola applicata alle solette di piccolo e medio spessore (max 20 cm.). La vibrazione interna verrà eseguita immergendo verticalmente il vibratore ai punti distanti tra loro 40 * 80 cm (in rapporto al raggio di azione del vibratore), ad una profondità non superiore a 40 cm (interessando comunque la parte superficiale del getto precedente per circa 10 cm) e ritirando lo stesso lentamente a vibrazione ultimata in modo da non lasciare fori od impronte nel conglomerato.
I vibratori ad immersione dovranno avere elevata frequenza: da 6.000 a 12.000 cicli al minuto per il cemento armato normale ad oltre 12.000 e fino a 22.000 per il precompresso.
La vibrazione dovrà essere proseguita con uniformità fino ad interessare tutta la massa del getto; sarà sospesa all'apparizione in superficie di un lieve strato di malta umida.
Qualora la vibrazione producesse nel conglomerato la separazione dei componenti, lo "slump" dello stesso dovrà essere convenientemente ridotto.

14.3.4 TEMPERATURA DEL CONGLOMERATO

La temperatura del conglomerato, in fase di confezione e di getto, dovrà il più possibile avvicinarsi al valore ottimale di 15,5 °C.
Ove pertanto la temperatura ambiente o degli aggregati risultasse diversa da tale valore, verranno prese le opportune precauzioni in accordo con la Direzione.

14.3.5 GETTO NELLA STAGIONE FREDDA

Nei periodi invernali si dovrà particolarmente curare che non si formino blocchi di inerti agglomerati con ghiaccio, né che avvengano formazioni di ghiaccio sulle superfici interessate dal getto né sulle armature o nelle casseforme. A tale scopo si dovranno predisporre opportune protezioni che potranno comprendere anche il riscaldamento degli inerti e l'impiego di riscaldatori a vapore prima dell'inizio del getto.

La temperatura dell'impasto, all'atto della posa in opera, non dovrà in nessun caso essere inferiore a 13°C per getti di spessore minore di 20 cm e di 10°C negli altri casi.

Nel caso si ricorresse al riscaldamento dell'acqua d'impasto, dovrà evitarsi che la stessa venga a contatto diretto con il cemento qualora la sua temperatura fosse superiore a 40°C; per temperature superiori si adotterà la precauzione di immettere nella betoniera dapprima la sola acqua con gli inerti e di aggiungere poi il cemento quando la temperatura della miscela sarà scesa sotto i 40°C.

Nei periodi freddi, e comunque su prescrizione della Direzione Lavori, sarà consigliabile l'uso di acceleranti invernali (antigelo) ed eventualmente di additivi aeranti in modo da ottenere un inglobamento di aria del 3÷5%.

Dovrà curarsi in ogni caso che la temperatura del getto non scenda al disotto di 5°C per non meno di giorni 4 nelle strutture sottili e per non meno di 3 giorni nelle strutture di medio e grosso spessore.

In particolare dovranno essere protetti i getti di modesto spessore superficiale, quali ad esempio le solette, con teli di polietilene e lastre termocoibenti.

14.3.6 GETTO NELLA STAGIONE CALDA

Durante la stagione calda bisognerà particolarmente curare che la temperatura dell'impasto non superi i 30°C. Bisognerà a questo scopo impedire l'eccessivo riscaldamento degli aggregati, sia proteggendo opportunamente i depositi, sia mantenendo continuamente umidi gli inerti.

Qualora la temperatura dell'impasto non potesse venire mantenuta sotto i 30°C, i getti dovranno essere sospesi a meno che non venisse aggiunto agli impasti un efficace additivo plastificante - ritardante.

Durante la stagione calda verrà eseguito un controllo più frequentemente delle consistenza, la stagionatura inoltre dovrà essere effettuata in ambiente tenuto continuamente umido e protetto dal sovrariscaldamento.

In luogo delle bagnature, le superfici dei getti potranno essere trattate con speciali vernici antievaporanti o riparate con teli di polietilene.

14.3.7 PROTEZIONE ED INUMIDIMENTO

Il conglomerato appena gettato dovrà essere sufficientemente protetto dalla pioggia, dal sole, dalla neve e da qualsiasi azione meccanica, per non meno di una settimana. Per lo stesso periodo dovrà essere mantenuto umido a meno che non si impedisca all'acqua di impasto di evaporare proteggendo le superfici mediante fogli di plastica e con speciali pellicole antievaporanti (prodotti di curing) date a spruzzo.
Tale provvedimento dovrà essere tassativamente adottato se si constaterà che la bagnatura provoca efflorescenze superficiali.

14.3.8 MATURAZIONE A VAPORE

Nel caso venisse autorizzata la maturazione a vapore del conglomerato, dovranno essere rispettate le seguenti modalità:
a) Si dovrà adottare una prestagionatura non inferiore alle 3 ore, alla temperatura massima di 30°C.
b) Le fasi di riscaldamento e raffreddamento non dovranno avere gradienti di temperatura superiori a 15°C/ora.
c) La temperatura massima dell'ambiente di stagionatura non dovrà superare gli 80°C.

14.4 CASSEFORME - ARMATURA

14.4.1 CASSEFORME

Le casseforme e le relative armature di sostegno dovranno essere sufficientemente rigide per resistere, senza apprezzabili deformazioni, al peso proprio della costruzione, ai carichi accidentali di lavoro ed alla vibrazione o battitura del conglomerato.
Ove necessario la tenuta deve essere assicurata con l'adozione di listelli, con stuccature e rabbocchi esterni, specialmente nei punti di ripresa a spicco da strutture già eseguite. La responsabilità della corretta costruzione dei casseri e della idoneità statica delle eventuali strutture di sostegno degli stessi sono totalmente a carico dell'Appaltatore.
Nei casseri dovranno essere predisposte le forme per tutte le forature previste nei disegni delle strutture e degli impianti nonché le predisposizioni per il fissaggio dei profili di ogni tipo e per le piastre di ancoraggio.
Le superfici interne delle casseforme dovranno presentarsi lisce, pulite e senza incrostazioni di sorta; il potere assorbente delle stesse dovrà essere uniforme e non superiore a 1 g/m²h (misurato sotto battente d'acqua di 12 mm) salvo diversa prescrizione.
Sarà ammesso l'uso di disarmanti; questi però non dovranno macchiare o danneggiare le superfici del conglomerato.

I giunti nelle casseforme saranno eseguiti in modo da evitare sbrodolamenti, non soltanto tra i singoli elementi che costituiscono i pannelli, ma anche attraverso le giunzioni verticali e orizzontali dei pannelli stessi. Si dovranno evitare perdite di boiacca.
Nei casseri dei pilastri si lascerà uno sportello al piede per consentire la pulizia alla base che assicuri un'efficace ripresa e continuità del getto.
Per casseforme in legno, l'Appaltatore dovrà attenersi alle seguenti particolari prescrizioni:

- non alternare fra loro, in uno stesso getto, tavole nuove e tavole precedentemente utilizzate, tenuto conto del diverso grado di assorbimento;
- bagnare le casseforme prima del getto al fine di evitare la contrazione delle stesse a seguito del riscaldamento prodotto dall'idratazione del cemento;
- ribattere e stuccare le teste dei chiodi di assemblaggio delle tavole affinché non vengano a contatto col calcestruzzo in fase di getto.

14.4.1.1 GENERALITÀ PER LA FINITURA

Il segno di eventuali riprese di getto deve essere evitato fissando sulle casseforme dei regoli in legno triangolari che marchino la linea di separazione dei due getti successivi.
Gli spigoli devono essere smussati.
Le casseforme utilizzate nelle murature dei corpi scala/ascensore devono essere regolari e non deformate, disposte a moduli costanti, con le giunzioni uniformemente sfalsate, evitando le ricorrenze verticali.
Ove necessario la tenuta tra pannello e pannello deve essere assicurata da mastici o guarnizioni.
Le zone di contatto tra strutture verticali e orizzontali e le zone in cui, per ottenere particolari effetti estetici, sia richiesta una diversa sistemazione delle tavole o pannellature, devono essere separate da scuretti, ottenuti mediante regoli applicati alle casseforme.
Lo stesso dicasi per ribassini di gocciolatoi.

14.4.1.2 GENERALITÀ PER LA FINITURA DI SUPERFICI FACCIA A VISTA

Il presente paragrafo riporta le indicazioni per l'esecuzione di tutte le opere in c.a., sia interne che esterne, che presentino una finitura superficiale a vista.
La superficie del calcestruzzo di elementi in c.a. con finitura superficiale a vista dovrà riportare l'impronta di cassero realizzato con pannelli in compensato multistrato rivestiti con film protettivo (lunghezza e altezza) variabili, posate secondo una sequenza definita.
La scelta della disposizione finale dei pannelli sarà condotta dalla DL successivamente alla produzione e presa visione da parte della DL stessa di specifiche campionature.

Particolare cura dovrà essere riposta nel posizionamento dei giunti (giunti sia orizzontali che verticali) tra casseri, che per le superfici a vista dovrà essere coordinato e condiviso con la DL, previa produzione di elaborati grafici da sottoporre all'approvazione della DL stessa.
Le modalità esecutive ed i materiali impiegati dovranno rispondere ai requisiti riportati di seguito, fermo restando l'obbligo di condividere preventivamente ogni scelta con la DL, prestando particolare attenzione nei confronti di ogni dettaglio costruttivo che abbia ricadute sulla resa finale della superficie del getto, avendone precedentemente selezionato le qualità sulla base di campionature ed elaborati prodotti con la finalità di riprodurre e riassumere le caratteristiche finali quali geometria, tonalità e dettagli di accostamento/fissaggio del manto.

14.4.1.3 DISARMO

Tempi e modalità della fase di disarmo dovranno essere commisurate ed adeguate alla resa finale della superficie finita.
Le modalità di impiego ed il tipo di disarmanti utilizzati dovranno essere valutati in funzione delle ricadute sull'aspetto finale della superficie, quali tonalità del calcestruzzo, porosità della superficie ecc.

14.4.1.4 MESSA IN OPERA

Le casseforme dovranno essere dimensionate e montate in opera in modo da sopportare la combinazione più sfavorevole di:

- peso totale di casseforme, armatura e cls;
- carichi di lavoro, compresi gli effetti dinamici della posa e della compattazione del calcestruzzo e del traffico di personale e mezzi d'opera;
- carichi di vento e neve.

Le casseforme di elementi inflessi saranno montate in opera con le controfrecce che dovrà precisare la D.L.

14.4.2 ARMATURE

Dovranno rispondere alle prescrizioni di cui alla norma NTC 2018 riportante le "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche".

Le barre dovranno essere immagazzinate sollevate dal suolo, evitando che vengano imbrattate da altre sostanze. Gli acciai dovranno essere esenti da difetti tali da pregiudicarne l'impiego, quali incisioni, ossidazioni, corrosioni, lesioni, untuosità ed in genere ricopertura da sostanze che possano ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato.

Nella lavorazione e posa delle barre d'armatura si dovranno rispettare le disposizioni del citato D.M. E' tassativamente vietato piegare a caldo le barre; la piegatura dovrà essere eseguita impiegando piegatrici meccaniche.

È obbligatorio il posizionamento di distanziatori per evitare l'affioramento delle armature sulle superfici dei getti; per i solai resistenti al fuoco i distanziatori dovranno essere in calcestruzzo. La distanza delle armature dalle pareti e quella tra le barre dovranno rispettare i copriferri indicati sui disegni, e, in difetto, le norme relative al calcestruzzo armato ordinario.

Le armature disposte su facce contrapposte, ad esempio le armature al lembo inferiore e superiore delle piastre, dovranno essere opportunamente distanziate mediante l'ausilio di apposite armature di costruzione; tali armature aggiuntive dovranno garantire il rispetto della distanza di progetto tra le maglie di conseguenza dovranno garantire il rispetto del copri ferro superiore. Ove tali armature non siano esplicitate nella documentazione di progetto è comunque onere dell'appaltatore prevederne la fornitura e la posa in opera.

14.4.2.1 ARMATURA A PUNZONAMENTO

Trattasi di tondi a doppio chiodo di acciaio B450C (NTC 2018) o BST500 (DIN 488) o spilli in acciaio B450C (NTC2018) usati come rinforzo per taglio e punzonamento. Vengono inseriti dall'alto dopo la messa in opera del livello inferiore e superiore d'armatura. Il sistema a doppio chiodo è composto da due/tre tondi con passo adattabile in funzione delle esigenze statiche. Il sistema a spilli è costituito da barre di armatura opportunamente sagomate e inserite all'interno della soletta nel numero e passo descritto negli elaborati di progetto.

14.4.2.2 SISTEMI DI RIPRESA AVVITABILI

Trattasi di agganci di ripresa avvitabili con boccole con trasmissione totale delle forze sollecitanti, adatti per carichi statici e dinamici. L'aggancio è realizzato con acciaio B450C (NTC 2018) o BST 500 (DIN 488).

14.4.2.3 CONNETTORI A TAGLIO A SPINOTTO

Trattasi di connettori a taglio a doppio spinotto. Lo spinotto scorre longitudinalmente dentro il manicotto, permettendo movimenti unidirezionali ortogonali all'asse dello spinotto. Da impiegarsi per la realizzazione di giunti. Sono realizzati in acciaio Inox duplex (EN 1.4462 e EN1.4301) o materiali equivalenti per garantire un'elevata resistenza alla corrosione. L'istallazione avviene inchiodando il connettore al cassero.

14.4.2.4 CHIODI "NELSON" O SIMILARI

Trattasi di elementi per l'ancoraggio al calcestruzzo di piastre o profilati e sono costituiti da tondini in acciaio con estremità ricurva o ricalcata con espansione alla sommità; è caratteristica la muffola alla base che protegge la saldatura che avviene per contatto e fusione della base, senza apporto di materiale, secondo il procedimento brevettato.
Materiali secondo indicazioni tavole di progetto e computo.

14.4.2.5 CASSETTE DI RIPRESA

Le cassette, impiegate prevalentemente nei setti, sono costituite da elementi scatolari in lamiera d'acciaio che lasciano fuoriuscire dal lato posteriore barre d'acciaio nervato che risultano quindi annegate nel getto. Il lato anteriore è protetto da coperchio in materia plastica da rimuovere dopo il getto così da consentire il raddrizzamento della parte anteriore delle barre per conseguire la sovrapposizione con le armature del getto delle solette. Le parti in lamiera d'acciaio devono essere protette con antiruggine di tipo epossidico con spessore minimo 60 micron.
Materiali secondo indicazioni tavole di progetto e computo.

14.4.3 DISARMO DEI GETTI DI CONGLOMERATO

Il disarmo dovrà avvenire per gradi, in modo da evitare azioni dinamiche e non prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo; l'autorizzazione verrà data in ogni caso dalla Direzione Lavori.
Il disarmo delle superfici laterali dei getti dovrà avvenire quando il conglomerato avrà raggiunto una resistenza non inferiore a 0,20 Rck e comunque superiore a 5 N/mm² (50 kgf/cm²).

In assenza di specifici accertamenti della resistenza del conglomerato ed in normali condizioni esecutive ed ambientali di getto e di maturazione, dovranno essere osservati i tempi minimi di disarmo di cui alla tabella seguente:

TIPI DI ARMATURA	Cemento normale	Cemento ad alta resistenza
Sponde dei casseri di travi e pilastri	3 gg	2 gg
Armature di solette di luce modesta	10 gg	4 gg
Puntelli e centine di travi, archi e volte ecc.	24 gg	12 gg
Strutture a sbalzo	28 gg	14 gg

Tabella 22: Getti di conglomerato cementizio armato - Tempi minimi di disarmo

Durante la stagione fredda il tempo per lo scasseramento delle strutture dovrà essere convenientemente protratto onde tener conto del maggior periodo occorrente al raggiungimento delle resistenze necessarie.

Subito dopo il disarmo si dovrà provvedere all'occlusione di eventuali fori con malta a ritiro controllato, nonché alla regolarizzazione delle superfici con malta cementizia dosata a 600 kg di cemento.
Si dovrà provvedere quindi alle operazioni di bagnatura delle superfici, ove tale operazione desse luogo ad efflorescenze superficiali, la bagnatura sarà sostituita con l'impiego di pellicole protettive antievaporanti.

14.4.4 TOLLERANZE

Di seguito si riportano le tolleranze limite ammissibili alle quali riferire ogni controllo geometrico relativamente agli elementi strutturali rispetto agli elaborati grafici di progetto:

- Tolleranza dimensionale
  dimensioni/spessori degli elementi ± 5mm
- Tolleranza planimetrica
  posizionamento elementi in pianta ± 10mm
- Tolleranza sulla verticalità ± 10mm
- Tolleranze altimetriche
  scostamento rispetto al piano di riferimento ± 10mm
  variazione altezza di interpiano ± 10mm
  deviazione di planarità tra vertici di un piano distanti L L/100 (non > 10mm)

14.5 SISTEMA DI TENUTA IDRAULICA

14.5.1 CANALI DI RIPRESA, WATERSTOP E MANICOTTI

Il trattamento ai fini della tenuta idraulica dei punti di discontinuità della struttura, quali le riprese di getto, i giunti di dilatazione ed il passaggio di tubazioni passanti in direzione perpendicolare rispetto alle superfici di platea e pareti, avviene mediante la posa di profili, quali canali di ripresa, waterstop iniettabili e manicotti, che sono poi oggetto di successiva iniezione.

14.5.2 CANALI DI RIPRESA

I canali di ripresa, vengono fissati tramite tassellatura o inchiodatura in mezzo ai ferri di chiamata per tratte con continuità non superiore a 6 metri; i punti di discontinuità tra una tratta e l'altra sono necessari affinché l'attività di successiva iniezione vada a buon fine in quanto la creazione di percorsi iniettabili con continuità superiore comporterebbe una minore messa in pressione del sistema, pena una debole impermeabilizzazione del giunto; del resto, la distanza (non superiore ai 5 cm) tra l'inizio e la fine di un canale di iniezione è invece di entità tale che l'impermeabilizzazione in questi punti avviene per la semplice fuoriuscita in pressione della resina dai terminali degli stessi profili.

14.5.3 WATERSTOP PER GIUNTI DI DILATAZIONE E PER GIUNTI DI LAVORO

I waterstop iniettabili permettono la gestione ai fini della tenuta idraulica sia dei tradizionali giunti strutturali di dilatazione che di quelli di lavoro; la particolarità di questi specifici profili, al fine di creare un ulteriore sbarramento all'acqua che dall'esterno potrebbe anche aggirare l'ala del waterstop stesso (per quanto dotata di nervature ammorsate in getto), è quella che sono presenti sulle sue estremità delle microtubazioni forate diametro 12 mm che permettono la diffusione della resina iniettata in pressione impedendo il rischio di infiltrazione sopra citato.

14.5.3.1 MANICOTTI

I manicotti sono profili in gomma schiuma che, tramite nastro adesivo telato, vengono, preliminarmente al getto, fissati direttamente alle tubazioni da trattare; la dimensione e la conformazione delle celle che costituiscono la spugna del manicotto sono in grado di impedire la penetrazione della boiacca cementizia durante il getto, ma permettono la diffusione capillare della resina durante la successiva iniezione.

14.5.4 SIGILLATURA FORI CASSERO

Nel caso che vengano gettati muri a doppia casseratura, la sigillatura dei fori di alloggiamento dei tiranti dei casseri avverrà in uno dei due modi sotto elencati:

- mediante la posa di pezza in PVC 100x100 mm incollata con resina epossidica sul lato contro terra/acqua della parete in fase post-getto;
- mediante, in fase pre-getto, la posa di distanziatori dotati di nervature di intercettazione acqua e, in fase post-getto, l'inserimento di tappi tronco-conici in gomma piena sul lato contro terra/acqua.

14.5.5 RESINA IMPERMEABILIZZANTE

A maturazione ultimata del calcestruzzo, la sigillatura di fessure, di giunti di ripresa ed in ogni altro punto di discontinuità preliminarmente previsto e gestito tramite la posa di elementi di fessurazione, di canali di ripresa, di waterstop iniettabili e di manicotti avviene mediante l'iniezione ad alta pressione di resina acrilica bicomponente elastica.

La resina deve essere compatibile con l'ambiente e con tutti i manti impermeabilizzanti. Deve presentare un'elevata resistenza chimica e risultare idonea anche per le classi di esposizione più aggressive; manifestare un ottimo comportamento al fuoco, non essere combustibile e, se sottoposta per un tempo prolungato alle fiamme, non sviluppare gas nocivi. Al momento dell'iniezione, la resina deve avere la stessa viscosità dell'acqua, permettendo la completa saturazione di fessure, giunti di ripresa e nidi di ghiaia. In pochi istanti poi, catalizzandosi, si espande sigillando per pressione i vuoti presenti nel calcestruzzo; a fronte di eventuali movimenti della fessura dell'ordine di qualche decimo di millimetro, la resina si espande ulteriormente, permettendo di fatto, l'autoriparazione dell'impermeabilizzazione. Questa proprietà di rigonfiamento reattivo e reversibile deve rimanere costante nel tempo e permettere alla resina di adattarsi ad eventuali movimenti di parziale apertura e chiusura della fessura, mantenendo inalterata nel tempo l'efficacia dell'intervento.

Agendo per pressione e non per adesione:

- l'efficacia della sigillatura è indipendente dallo stato delle pareti della fessura e dall'eventuale presenza di oli o carburi non rendendo quindi necessarie attività di pulizia con conseguente risparmio di tempo e denaro;
- un eventuale intervento successivo di manutenzione (ri-iniezione) è possibile.

L'iniezione ad alta pressione unitamente alla bassa viscosità della resina, consente che questa possa effettivamente sigillare, per tutto lo spessore della parete, la fessura passante: pertanto oltre

al ripristino puntuale dell'impermeabilità del manufatto, si impedisce, avendo un ph tra 9 e 11, da un lato che le armature metalliche possano subire fenomeni di corrosione e, dall'altro, che venga pregiudicata la durabilità del conglomerato cementizio.

14.6 OPERE MURARIE

14.6.1 GENERALITÀ

Per il dimensionamento delle murature portanti per le zone non sismiche si deve far riferimento alle "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento" (D.M. 20/11/87).
Nelle zone sismiche si utilizzano le "Norme tecniche per le costruzioni" (D.M. 17/01/2018).

14.6.2 MURATURE PORTANTI NON ARMATE

- Semplici:

Spessore dei blocchi di comune utilizzo: 20/25/30 cm
Lo spessore è legato al coefficiente di snellezza che non deve risultare superiore a 20:

$h_o/t < 20$

h_o = lunghezza libera di inflessione del muro;

t = spessore del muro

- Doppie:

Spessori dei blocchi di comune utilizzo:

- parete portante 20/25/30 cm
- parete non portante 7/8/12/15 cm

14.6.3 MURATURE PORTANTI ARMATE

La muratura armata è una struttura composita costituita da blocchi posati a malta e da opportuni rinforzi in calcestruzzo gettato nel corpo della muratura stessa, armati con barre o tralicci d'acciaio. La muratura armata staticamente deve avere un comportamento omogeneo impegnando contemporaneamente muro e rinforzi.

14.6.4 MURATURE NON PORTANTI

Per tamponamenti e divisori possono essere utilizzati, a seconda della destinazione d'uso degli edifici, murature semplici o doppie:
Muratura di tamponamento: spessore dei blocchi di comune utilizzo: 20/25/30 cm
Muratura divisoria: spessore dei blocchi di comune utilizzo: 8/12/15/20/25/30 cm.

Muratura doppia di tamponamento o divisoria: spessore dei blocchi di comune utilizzo: 8/12/15 cm

14.6.5 MURATURE RINFORZATE

Negli edifici è spesso necessario tamponare strutture in c.a. o in acciaio, con specchiature di notevoli dimensioni per le quali il ricorso alla muratura tradizionale non è sufficiente a garantire la stabilità dell'opera alle azioni orizzontali. Il sistema costruttivo in blocchi consente di ricorrere ad una serie di rinforzi che rendono il comportamento del muro simile a quello di una piastra verticale vincolata in vari modi.

Tali rinforzi sono:

- L'armatura orizzontale posta nei giunti di malta, la correa di coronamento in c.a. gettata in blocchi speciali ad U (utili anche per la creazione di architravi, o per la realizzazione di irrigidimenti orizzontali intermedi).
- Le nervature verticali in c.a. gettato nelle cavità passanti dei blocchi, ed armate con semplici tondini opportunamente posizionati.
- Nelle zone sismiche occorre seguire il D.M. 24.01.86 ed in particolare il punto C.6.5. che prevede nelle murature divisorie interne, collegamenti alla struttura superiore ed inferiore a mezzo di nervature verticali per altezze superiori a 4 m e superfici eccedenti 20 mq. Analogo collegamento è previsto nei tamponamenti esterni per altezze superiori a 3,5 m e superfici eccedenti i 15 mq.

Nelle zone con S > 9 tutte le aperture devono essere intelaiate e alcuni elementi costituenti il reticolo vengono prolungati sino a collegarsi con la struttura portante. In merito all'irrigidimento di murature di tamponamento realizzate in blocchi facciavista sono stati sviluppati alcuni procedimenti di calcolo, avvalendosi anche del metodo degli elementi finiti.

14.6.5.1 GIUNTI ORIZZONTALI E VERTICALI

Nelle murature non devono esistere discontinuità fra i giunti di malta orizzontali e verticali; nei tamponamenti esterni, tali giunti devono assicurare l'idrorepellenza ottenibile mediante la composizione di malte appositamente additivate.

Lo spessore dei giunti di malta deve essere di circa 1 cm.

Stilatura:

Il profilo del giunto deve essere realizzato in maniera tale da consentire il più rapido allontanamento dell'acqua piovana ed evitare il rischio di ristagno della stessa.

In particolare, il giunto può essere realizzato ad angolo ottenibile con ferro a sezione triangolare o concavo-tondi

14.6.5.2 GIUNTI DI DILATAZIONE

I giunti di dilatazione vanno previsti ed eseguiti nel modo corrente fra corpi di fabbrica ad intervalli da 20 a 35 m in funzione delle condizioni termoigrometriche ambientali.

14.6.5.3 GIUNTI DI CONTROLLO

Sono necessari per i movimenti dimensionali originati da variazioni di temperatura e di umidità e per i movimenti trasmessi alle murature da altre parti della struttura edilizia (assestamenti, ecc.).
I vincoli strutturali, inoltre, (solai, travi, pilastri, ecc.) impediscono il libero movimento delle murature. Si originano così sollecitazioni all'interno del muro che possono, a volte, dar vita a cavillature che, pur non pregiudicando la stabilità dell'edificio, costituiscono inconvenienti estetici e funzionali (tenuta all'acqua).
Al fine di contenere e controllare gli effetti dei movimenti dimensionali occorre prevedere l'esecuzione di una serie di particolari costruttivi fra i quali i giunti di controllo (interruzione continue della sezione verticale del muro).

14.6.5.4 ESECUZIONE DEI GIUNTI

La distanza fra i giunti è funzione dello spessore del muro e dei valori di ritiro dei materiali posti in opera. La tenuta all'acqua ed all'aria si ottiene sigillando con elastomeri siliconici dopo aver inserito materiali elastici di riempimento.
La stabilità della parete in corrispondenza del giunto va assicurata mediante l'inserimento di spezzoni metallici annegati nei giunti di malta orizzontali e/o da nervature verticali gettate nella cavità dei blocchi adiacenti.

14.6.6 RACCOMANDAZIONI PER LA POSA

14.6.6.1 MODALITÀ OPERATIVE

In particolare, salvo diverse e/o aggiuntive prescrizioni della D.L.:

- Il materiale va depositato in luogo asciutto e protetto dalle intemperie e dalle imbrattature con teli, e isolato da terreni inquinanti;
- il trasporto, lo scarico e la movimentazione in cantiere vanno eseguite con la massima cura per evitare sbeccature;
- non si deve bagnare il blocco prima di posarlo;
- i blocchi vanno posati con il fondo chiuso rivolto verso l'alto per facilitare la stesa della malta e la trasmissione dei carichi. Per pareti esterne e spessori superiori a 20 cm è bene che i giunti orizzontali siano interrotti al centro da una camera d'aria. I giunti verticali possono

essere sfalsati o allineati (“a sorella”). In quest’ultimo caso è necessario il rinforzo con traliccio metallico;
- la muratura in corso di esecuzione deve essere protetta anche con teli onde evitare l’imbrattatura da getti in cls e la percolazione dell’acqua meteorica attraverso la malta col rischio di formazione di efflorescenze.
- Al fine di evitare possibili strisciate di tonalità differenti, i blocchi vanno messi in opera prelevandoli da pacchi diversi, assicurando così la massima omogeneità di colorazione della parete.

14.6.6.2 MALTA PRONTA COLORATA

Malta Pronta Colorata premiscelata a base di inerti selezionati, leganti idraulici, additivi specifici, ossidi coloranti e idonei impermeabilizzanti, per la muratura in blocchi facciavista.

14.6.6.3 MALTE DI POSA TRADIZIONALI

Le malte per la stesura del blocco facciavista possono essere a base di inerti naturali o inerti leggeri. In generale per il dosaggio del legante si consiglia:

- per blocchi facciavista in muratura portante (Malta tipo M3 D.M. 20.11.87):
  cemento 300 Kg
  Calce idraulica 300 Kg
  Sabbia 1 m^3
- per blocchi facciavista in murature di tamponamento e divisorie:
  cemento 100 Kg
  Calce idraulica 400 Kg
  Sabbia 1 m^3

14.6.6.4 TENUTA ALL’ACQUA DELLE MURATURE

Nel caso di esposizione alle intemperie la malta deve essere additivata con idrofugo in modo che tutta la parete sia resa idrorepellente.
Tali prodotti, forniti in forma liquida o in polvere vanno sciolti in percentuale dell’1,5% rispetto al legante (cemento + calce), nell’acqua di impasto introdotta nella betoniera. Sono idonei pure prodotti siliconici o siliconi.

14.6.6.5 PULITURA DELLE SUPERFICI

A muratura finita e perfettamente asciutta occorre procedere alla pulitura della superficie stessa con una soluzione di acido cloridrico in acqua secondo le seguenti quantità:

- 1 parte acido cloridrico

- 10 parti d'acqua

Dopo aver spazzolato energicamente la superficie con la soluzione, la stessa deve essere risciacquata abbondantemente. A seconda dei casi è necessario ripetere l'operazione.

L'uso di dosi eccessive o prodotti non idonei può diminuire la idrorepellenza della parte superficiale dei blocchi.

14.7 SOLAIO IN C.A. E COLLABORANTI

14.7.1 DISPOSIZIONI NORMATIVE

Nell'esecuzione dei solai in argomento dovrà essere rispettato quanto prescritto all'Allegato 1 delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in conglomerato cementizio armato normale e precompresso" emanate con D.M. 17 gennaio 2018; dovranno altresì essere rispettate le norme di cui all'**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** del presente C apitolato.

I solai possono essere così classificati:

1) Solai in getto pieno: in cemento armato o in cemento armato precompresso;
2) Solai in c.a. e blocchi interposti di alleggerimento, collaboranti e non;
3) Solai realizzati dall'associazione di elementi in c.a. e c.a.p. prefabbricati con unioni e/o getti di completamento.

14.7.2 CALCOLO STATICO – CARICHI

Il calcolo dei solai dovrà essere eseguito considerando il sistema statico (se non isolato) continuo nelle condizioni di carico più sfavorevoli, in ogni caso in mezzeria verranno considerati, per la verifica, momenti flettenti non inferiori a $1/12\ pl^2$.

I carichi saranno quelli relativi al peso proprio, al peso delle strutture fisse, nonché al peso dei carichi permanenti ed accidentali.

14.7.3 SOLAI IN CEMENTO

Per tali solai si richiamano tutte le norme e le prescrizioni per l'esecuzione delle opere in cemento armato del presente Capitolato.

In particolare, si precisa che ove le solette non fossero calcolate come piastre, oltre all'armatura principale dovrà essere adottata un'armatura secondaria di ripartizione, disposta ortogonalmente.

In ogni caso l'armatura più debole, conteggiata sommando le sezioni disposte ai due lembi, non dovrà essere inferiore al 20% di quella principale corrispondente.

14.8 GIUNTI STRUTTURALI

I giunti devono garantire le prestazioni ad essi richieste per gli spostamenti massimi determinati dalle analisi sismiche e dalle azioni termiche, come da indicazioni NTC 2018, Cap. 7.2.1. In particolare, non devono avvenire rotture totali e/o parziali che ne riducano le prestazioni di normale esercizio.

In ogni caso i dispositivi devono essere facilmente ispezionabili e sostituibili.

Oltre alla prestazione sismica i giunti non devono rappresentare punti "deboli" della struttura. Ad essi è richiesta la continuità di prestazione del componente strutturale in cui sono inseriti. In particolare,

gli elementi di collegamento degli impalcati devono garantire le prestazioni statiche e di resistenza al fuoco “dell’area di carico” di cui fanno parte.

14.9 DURABILITA’ E SCELTA DEI MATERIALI

Le scelte dei materiali strutturali, di eventuali additivi, cicli protettivi o sistemi di protezione dal degrado, nonché la definizione delle più opportune schematizzazioni strutturali, delle metodologie costruttive e dei sistemi di controllo delle fasi esecutive dovranno essere definite dall’Appaltatore in ambito di progetto definitivo ed esecutivo per l’ottenimento della vita nominale di servizio richiesta per i manufatti in oggetto.

14.9.1 DURABILITA’ DELLE STRUTTURE

Si definisce **vita nominale di un’opera strutturale V_N** il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata La vita nominale rappresenta il periodo di tempo in cui essa sarà in grado di mantenere i requisiti previsti di sicurezza, stabilità, funzionalità, senza richiedere costi di manutenzione che non siano abitualmente inclusi in quelli di una gestione ordinaria dell’immobile.
Tali costi andranno individuati ed esplicitati dall’Appaltatore nel corso della redazione dei fascicoli di manutenzione degli immobili.
In base alla definizione sopra riportata la vita nominale minima richiesta dal D.M. 17 Gennaio 2018, la vita nominale considerata per le opere in oggetto è la seguente:

	TIPI DI COSTRUZIONI	Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

In ambito progettuale, quindi, le scelte di cui sopra andranno valutate anche in relazione al valore di vita di servizio indicato, sulla base di standard riconosciuti a livello italiano od europeo, o in base a valutazioni analitiche dei processi di degrado ipotizzabili.

15 MONITORAGGIO DELLE STRUTTURE

L'Appaltatore in accordo con il progettista del "Progetto Esecutivo" e la DL dovrà progettare e realizzare un Sistema di monitoraggio della costruzione.
Il monitoraggio dell'opera è finalizzato al controllo topografico/geometrico delle strutture.
Il monitoraggio dovrà essere implementato fin dalle prime fasi di esecuzione dei lavori.

15.1 GENERALITA'

Il monitoraggio consiste nell'installazione di un'appropriata strumentazione e nella misura di grandezze fisiche significative – quali spostamenti, tensioni, forze e pressioni interstiziali prima, durante e dopo la costruzione del manufatto.
Gli obiettivi del monitoraggio sono volti a verificare durante tutta la durata dei lavori la corrispondenza tra le ipotesi progettuali e i comportamenti osservati nonché il controllo della funzionalità dei manufatti nel tempo.

Tutti gli strumenti di misura saranno provvisti di certificato del produttore e del certificato di calibrazione. Prima dell'installazione di qualsiasi strumento l'Appaltatore si accerterà dell'effettivo funzionamento dell'apparecchiatura. Al termine dell'installazione, si procederà al controllo del funzionamento e alla prima lettura.
Per determinare le letture di riferimento, il monitoraggio da effettuare prima dell'inizio dei lavori di costruzione si protrarrà per un periodo di tempo e avrà una frequenza tale da consentire di stabilire la variazione nelle letture di riferimento dovuta agli effetti giornalieri o stagionali.
Per tutti i punti oggetto del monitoraggio, le letture saranno rilevate con cadenza opportunamente stabilita in base al programma dei lavori e concordata con la DL. Le frequenze di monitoraggio, specificate nei paragrafi sottostanti potranno essere aumentate o diminuite di comune accordo con la DL in funzione delle operazioni di lavoro ed in base alle variazioni osservate tra misure consecutive.
I risultati dovranno essere presentati sotto forma di grafici e planimetrie e dovranno consentire la correlazione con le date significative di tutte le attività svolte in prossimità dei vari punti di monitoraggio. I risultati saranno presentati in cartaceo e in digitale in formato Microsoft Excel o in un altro formato concordato con la DL e saranno anche messi a disposizione dall'Appaltatore tramite un sito ftp.
L'Appaltatore dovrà proporre i sistemi di monitoraggio e le posizioni dei punti di monitoraggio e presentare un disegno nel quale si mostrino tali sistemi e la loro posizione affinché vengano approvati dalla DL, sentiti i progettisti.

Più in particolare, oggetto del monitoraggio sono:

- fondazione: I cedimenti assoluti e differenziali delle fondazioni sotto i carichi di esercizio durante e dopo la costruzione e il livello di falda;
- elevazione: gli spostamenti assoluti e differenziali dei solai sotto i carichi di esercizio durante e dopo la costruzione.

Spetta all'Appaltatore l'onere dell'approvvigionamento della strumentazione, della sua installazione e delle periodiche letture.

15.2 SEQUENZA DI COSTRUZIONE

Poiché la strumentazione è ubicata al di sotto o all'interno dei principali elementi strutturali, la sua installazione deve essere coordinata con la sequenza di costruzione e deve essere presa in considerazione in fase di redazione del programma dei lavori.
La sua esatta collocazione sarà discussa tra l'Appaltatore e la DL, sentito il progettista delle strutture ed il progettista degli impianti, in maniera tale da non interferire con le opere in elevazione né con gli schemi impiantistici e permettere agevole accessibilità.

15.3 QUALIFICHE E COMPETENZE DEL PERSONALE ADDETTO AL MONITORAGGIO

15.3.1 RESPONSABILE DELLA STRUMENTAZIONE

Il personale responsabile per l'installazione delle attrezzature di monitoraggio dovrà comprendere un ingegnere esperto di strumentazione strutturale e geotecnica assistito da un numero appropriato di tecnici. Il responsabile della strumentazione avrà i seguenti compiti:

- Pianificazione e supervisione dell'installazione delle attrezzature;
- Stesura di rapporti d'installazione della strumentazione;
- Coordinamento e supervisione dei tecnici addetti alla strumentazione;
- Selezione e verifica degli strumenti di misurazione, conferma della corretta installazione e funzionamento, fornitura dei dati sulle relative tolleranze.

15.3.2 REQUISITI DELLA STRUMENTAZIONE

Tutti i dispositivi per il monitoraggio dovranno essere prodotti da aziende con provata esperienza nel settore del monitoraggio, della strumentazione geotecnica e della deformazione delle strutture. I materiali costitutivi saranno della migliore qualità e dovranno avere una buona resistenza alla corrosione e alla vibrazione. L'accuratezza e la precisione dell'apparecchiatura non dovranno essere

affette dai cambiamenti della temperatura, dell'umidità, dalle correnti vaganti o da altre circostanze. I certificati di calibratura, ove richiesti, saranno forniti da un'azienda indipendente, riconosciuta e certificata.

La casa produttrice dello strumento fornirà le illustrazioni riguardanti le caratteristiche principali, le modalità d'uso, l'intervallo di misurazione e i gradi di precisione dell'apparecchiatura stessa. Tutta la strumentazione usata dovrà essere nuova o in ottimo stato al momento dell'istallazione.

Se richiesto, gli strumenti dovranno essere in grado di essere controllati a distanza tramite unità di lettura portatili. Le unità di lettura e i relativi cavi di alimentazione saranno forniti dall'appaltatore e dovranno essere compatibili con gli strumenti utilizzati per il monitoraggio.

L'impresa installerà l'apparecchiatura conformemente alle raccomandazioni delle aziende produttrici. Se necessario, saranno effettuate delle prove per accertare che il funzionamento dell'apparecchiatura sia soddisfacente in ogni fase dell'installazione.

L'impresa sarà responsabile della registrazione di tutti i certificati di prima calibratura e delle successive ri-calibrature che, se necessario, sarà compiuta dai laboratori competenti e certificati.

15.3.2.1 SISTEMA DI ACQUISIZIONE, MEMORIZZAZIONE E GESTIONE DEI DATI

I sistemi di acquisizione, memorizzazione e gestione dei dati sono strettamente legati alla natura dei dispositivi selezionati e saranno selezionati dall'Appaltatore previo accordo con la DL.

Durante l'intera durata del contratto, l'Appaltatore è responsabile per l'acquisizione, la memorizzazione e l'elaborazione di tutti i dati.

Il sistema proposto e le sue modalità di applicazione devono ricevere l'approvazione del DL. La gestione e la manutenzione del sistema di gestione dei dati sono di competenza dell'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà attribuire ad ogni strumento un codice di identificazione secondo un sistema di codifica concordato con la DL. Tutti gli strumenti installati dovranno essere compatibili, permettere la lettura in remoto dei dati e saranno collegati ad un sistema centralizzato di acquisizione. I dati delle letture dovranno essere conservati in apposito archivio digitale, accessibile in remoto.

15.3.2.2 PROTEZIONE E MANUTENZIONE DELLE ATTREZZATURE

L'Appaltatore dovrà prendere tutte le precauzioni necessarie per proteggere gli strumenti di monitoraggio e mantenerli in buone condizioni durante tutte le fasi di costruzione. Gli strumenti dovranno essere protetti dagli spostamenti dei macchinari da costruzione e dai movimenti degli altri veicoli all'interno del sito. In particolare, le borchie topografiche da installarsi nel terreno o in parti della struttura carrabili saranno protette da apposito coperchio.

Tutte le strumentazioni che dovessero danneggiarsi dovranno essere sostituite entro una settimana.

15.3.2.3 LETTURE ANOMALE

In linea generale, ogniqualvolta si ripeta la misurazione di una serie di grandezze, è buona norma paragonarla alla serie di dati ottenuta in precedenza. Qualora si dovessero presentare letture anomale che denotano differenze dal valore o dalla tendenza prevista, sarà necessario effettuare immediatamente ulteriori letture. Se le letture anomale dovessero permanere, l'Appaltatore del monitoraggio dovrà informare la DL e sarà necessario effettuare delle analisi approfondite per determinarne le cause.

15.4 GESTIONE DEI DATI DEL MONITORAGGIO

15.4.1 REGISTRAZIONE DEI DATI

Al termine di ogni campagna di monitoraggio, l'Appaltatore dovrà riportare le caratteristiche degli strumenti e delle stazioni di monitoraggio in un apposito registro.
I fogli, le tabelle e i grafici relativi ai dati del monitoraggio dovranno contenere almeno le seguenti informazioni:

- Ragione sociale dell'Appaltatore;
- Identificativo del contratto;
- Identificativi dei punti di monitoraggio;
- Identificativo dello strumento per il monitoraggio, numero di serie e modello;
- Nominativi degli addetti alla lettura dello strumento;
- Data di installazione dello strumento;
- Data della lettura iniziale;
- Data e ora della lettura dello strumento;
- Temperatura/condizioni meteorologiche al momento della lettura;
- Stadio di avanzamento delle attività di costruzione, fase degli scavi (profondità raggiunta) e attività in corso.

15.4.2 TEMPISTICA DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

Entro tre giorni dall'esecuzione, le letture iniziali saranno fornite alla DL per approvazione; verranno altresì fornite le foto e le coordinate iniziali di tutti i punti di monitoraggio.
Per le letture successive è onere dell'Appaltatore l'elaborazione e l'aggiornamento di tabelle e grafici che rappresentano in modo chiaro ed esaustivo i risultati dei monitoraggi e il loro andamento nel tempo.
Le letture successive, le tabelle e i relativi grafici dovranno essere inviate alla DL entro due giorni dal completamento di ciascun monitoraggio.

15.4.3 FORMATO DI PRESENTAZIONE DEI DATI

Il formato di presentazione dei dati dovrà rispettare le seguenti prescrizioni generali:

- Tutti i grafici dovranno avere un'unica scala verticale in mm e un'unica scala orizzontale per le date di rilievo, in modo da consentire di confrontarle con facilità;
- In accompagnamento a tutti grafici, per ciascuna data di rilievo, dovrà essere fornita una descrizione dello stato di avanzamento delle opere.
- L'asse cartesiano su cui riportare le date di rilievo evidenzierà le date di completamento delle varie fasi di costruzione (es. indicazione del numero di piani realizzati).

15.4.4 CAPISALDI DI RIFERIMENTO

Tutte le quote devono essere riferite al livello medio del mare o a capisaldi locali da concordare con la DL.

Per tutta la durata dei lavori, l'Appaltatore dovrà porre in opera e preservare almeno due capisaldi esterni al perimetro del sito, in posizioni da concordare con la DL, in modo che ricadano al di fuori delle aree di influenza previste dei lavori.

L'Appaltatore dovrà immediatamente dare notizia della presenza di eventuali lavori di costruzione o di altre cause esterne che potrebbero modificare le coordinate dei capisaldi di riferimento, concordare la posizione di nuovi capisaldi con la DL e completarne lo spostamento entro una settimana dall'approvazione della DL. Qualora tutti i capisaldi di riferimento dovessero risultare danneggiati, l'Appaltatore dovrà sospendere tutte le attività in grado di causare movimenti del terreno, degli edifici e delle infrastrutture esistenti, stabilire nuovi riferimenti ed effettuare nuovamente le letture iniziali di tutti gli strumenti prima di ripristinare le attività di cantiere.

15.4.5 METHOD STATEMENT

L'Appaltatore dovrà fornire al Committente una relazione dettagliata contente tutti i dettagli sulla strumentazione da installare nonché le specifiche tecniche sulla metodologia esecutiva che intenderà seguire per l'installazione degli strumenti. La consegna di questo documento avverrà non meno di 5 settimane prima l'inizio dei lavori.

In particolare, il *method statement* conterrà:

- Dettagli su materiali e apparecchiature da installare, inclusi disegni tecnici prodotti dal fabbricante le apparecchiature, le principali caratteristiche, il modo d'impiego e i dettagli di installazione, le tolleranze di misura e accuratezza, il formato delle misurazioni, limitazioni ambientali e requisiti energetici;
- Metodo di installazione e fissaggio di tutte le apparecchiature;

- Le caratteristiche tecniche delle centraline di acquisizione e delle memorie per l'archiviazione dei dati;
- Un dettagliato programma per l'installazione, il test, la calibrazione, la lettura periodica delle misurazioni e l'acquisizione dei dati, la manutenzione di tutti gli apparecchi installati;
- Una descrizione del formato e dell'indice della relazione di installazione, da emettersi successivamente all'avvenuta installazione delle apparecchiature.

15.4.6 DISPONIBILITÀ ED ACCESSO AL CANTIERE PER ULTERIORI LETTURE

L'Appaltatore dovrà rendersi disponibile a garantire l'accessibilità di tutti i punti di monitoraggio ad un eventuale ente terzo (Comune ed eventuali consulenti incaricati) che possa effettuare una attività di monitoraggio parallela durante e dopo l'esecuzione dei lavori. L'Appaltatore dovrà fornire tutte le informazioni rilevanti in suo possesso al fine di effettuare le letture in modo idoneo, nonché tutte le informazioni relative allo svolgimento delle suddette attività secondo i requisiti di sicurezza.

15.5 AREE DA MONITORARE

Le aree interessate sono le seguenti:

- Fondazione e berlinese di pali, controllo topografico e installazione di capisaldi fissi per rilievi topografici;
- Edifici confinanti su tutto il perimetro, controllo topografico rispetto ai riferimenti assoluti (posizione x, y, z nello spazio);
- Controllo topografico delle strutture in elevazione (nuclei e pilastri), con particolare attenzione al rilievo delle teste dei pilastri rispetto ai riferimenti assoluti (posizione x, y, z nello spazio);
- Monitoraggio ai livelli dei solai delle differenze di quota assoluta tra nuclei e pilastri;
- Controllo topografico del perimetro dei solai rispetto ai riferimenti assoluti (posizione x, y, z nello spazio);
- Controllo topografico delle frecce di solai campione.
- Eventuali altre aree indicate dalla DL.

Si richiede l'implementazione di un sistema di monitoraggio topografico attivo durante tutto lo svolgimento del cantiere in quanto i fenomeni che possono influire sulla reale configurazione geometrica sono:

- Deformazione della fondazione;
- Deformazione delle strutture verticali soggette ad elevati carichi (accorciamento dei pilastri e del nucleo in modo diverso in quanto soggetti a stati tensionali diversi);
- Deformazione dei solai soggetti al peso proprio e alle finiture in corso di realizzazione.

I risultati del monitoraggio dovranno essere utilizzati anche per apportare, ove necessario, gli opportuni aggiustamenti nel tracciamento delle opere in esecuzione ed integrati nella pianificazione del metodo costruttivo, in particolar modo in relazione al tracciamento delle sommità dei pilastri ancora da eseguire.

L'Appaltatore è responsabile della raccolta e organizzazione dei dati di monitoraggio in relazione a cadenza di 15 giorni da sottoporre alla Direzione Lavori e al Committente. Nelle relazioni dovranno essere riportati i dati monitorati, l'interpretazione tecnica della lettura dei dati e dovranno essere segnalate le eventuali anomali riscontrate.

Il progetto di monitoraggio, con l'identificazione degli strumenti impiegati, le modalità e la frequenza delle letture, l'indicazione del referente tecnico responsabile dovrà essere sottoposto alla Direzione Lavori per approvazione.

16 ASPETTI COSTRUTTIVI

16.1 CONTROFRECCIA SOLAI ZONE DI TRASFERIMENTO

Per l'edificio residenziale B i solai da piano primo a piano dodicesimo verranno realizzati con opportuna controfreccia attraverso l'impiego di specifica puntellazione. La controfreccia da applicare a tutti i piani dovrà essere tale da garantire un interpiano costante tra i solai sia in fase di cantiere, durante il getto e la maturazione del calcestruzzo, sia poi in fase di esercizio che a struttura ultimata.

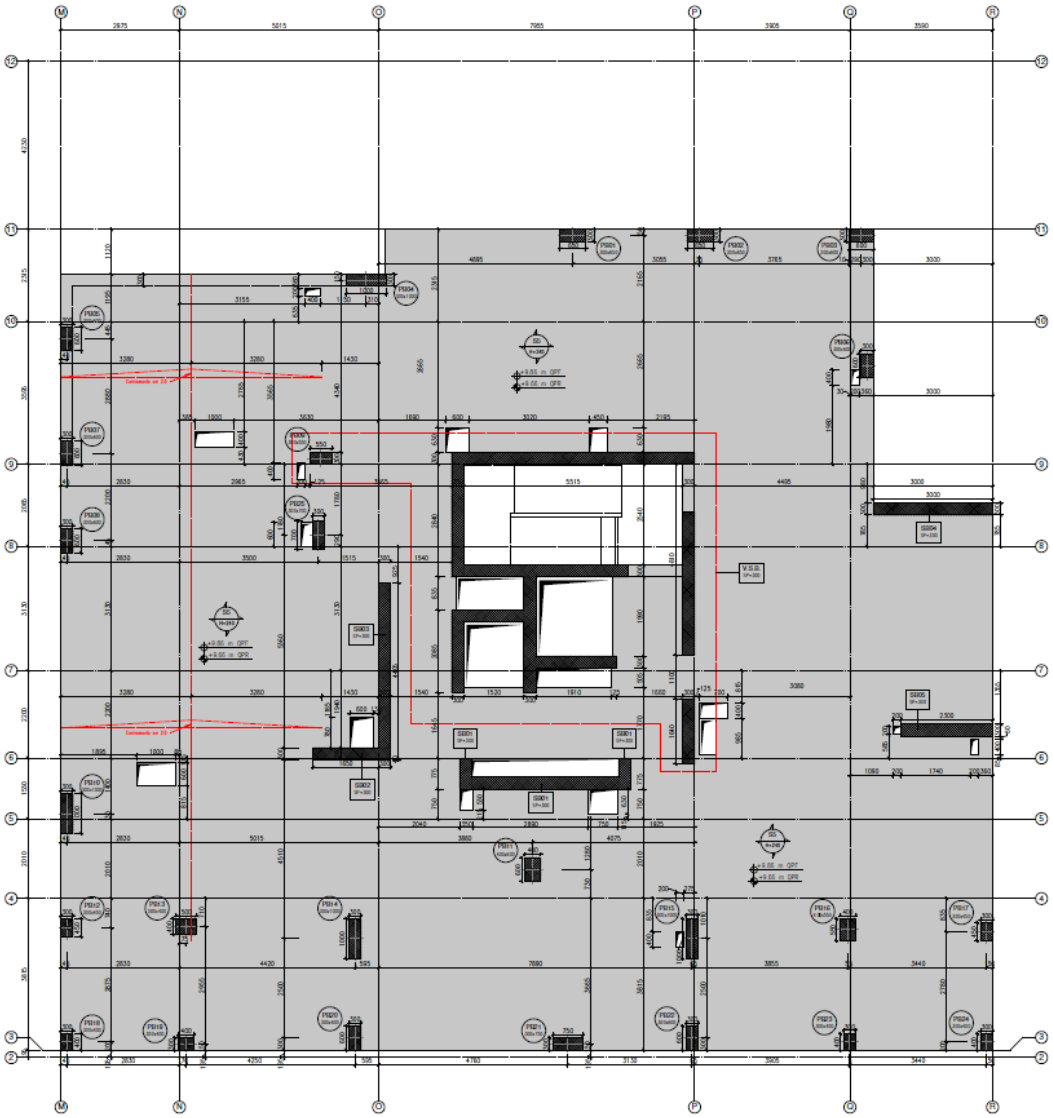


Figura Vista speculare piano tipologico con indicazione monta solaio (disegno non in scala)