



# ROMA

DIPARTIMENTO MOBILITA' E TRASPORTI



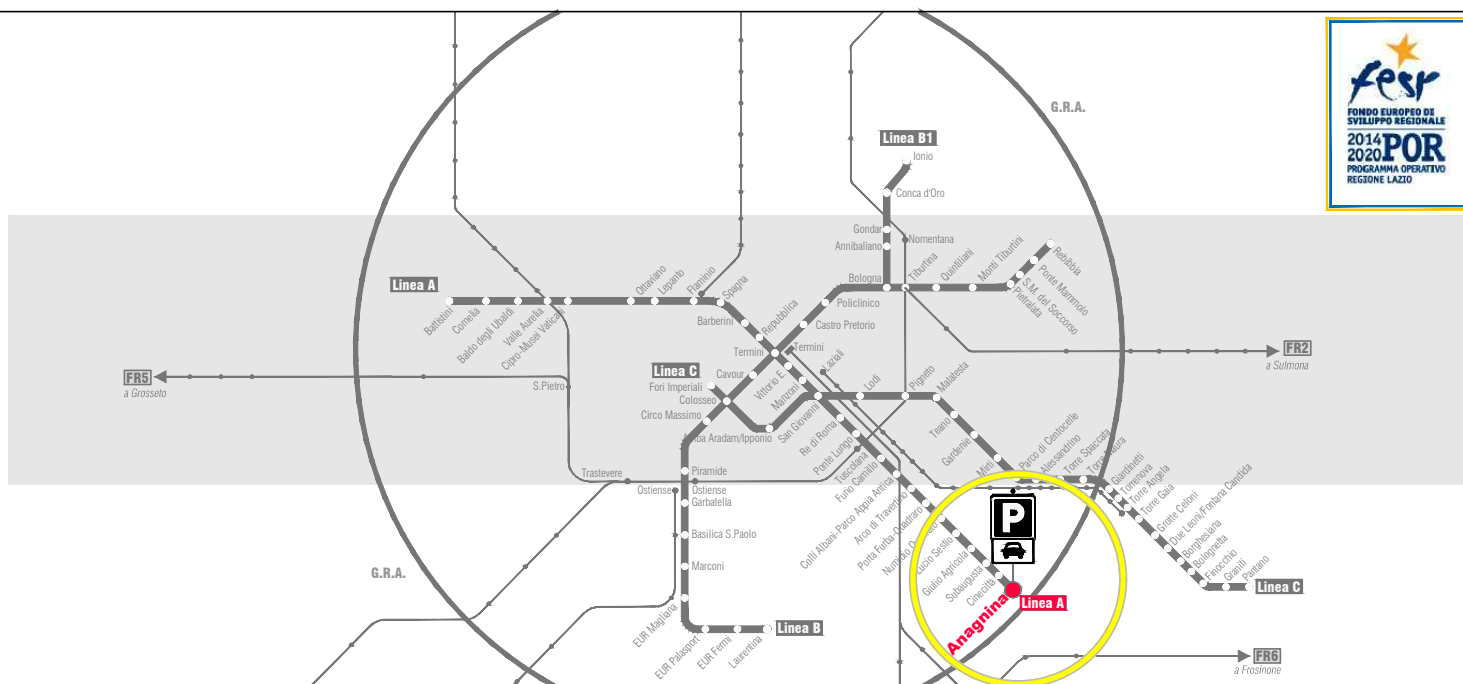
## ROMA METROPOLITANE

DIRETTORE TECNICO:

ing. A. Sciotti

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

arch. D. Sandri



RESPONSABILE DIREZIONE PROGETTAZIONE  
arch. M. Meloni

RESPONSABILE DI PROGETTO  
arch. P. Frabotta

## FESR LAZIO 2014-2020 \_ POR ACCORDO DI PROGRAMMA

### "MOBILITÀ SOSTENIBILE INTEGRATA" PER LA REALIZZAZIONE NODI DI SCAMBIO

### PARCHEGGIO PRESSO LA STAZIONE ANAGNINA LINEA A METROPOLITANA DI ROMA

## PROGETTO DEFINITIVO

### STIME - CRONOPROGRAMMA - SICUREZZA - CAPITOLATI CAPITOLATI

Capitolato Speciale d'appalto - Parte B - Norme tecniche Opere Civili e finiture

rev	data	descrizione	redatto	verificato RP	approvato DP/DT
-	FEBBRAIO 2020	EMISSIONE	ing. F. Feliziani	arch. Paolo Frabotta	arch. M. Meloni / ing. A. Sciotti
A	FEBBRAIO 2020	REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ODI	ing. F. Feliziani	arch. Paolo Frabotta	arch. M. Meloni / ing. A. Sciotti
B					
C					

scala

A4

COMMESSA

P O R P 1 0 2

CODIFICA

tratta	fase	opera	liv	elab	argom	progress	rev
T U	2	P A 1	P	R	H X	0 0 1	A

## INDICE

<b>1</b>	<b>INDICAZIONI GENERALI</b>	<b>11</b>
1.1	PREMESSA .....	11
1.2	OGGETTO DELL'APPALTO.....	11
1.3	LAVORI OPERE CIVILI .....	12
1.3.1	Lavori all'aperto .....	12
1.3.2	Lavori di finitura.....	12
1.4	REQUISITI MINIMI .....	13
1.5	ACCETTAZIONE MATERIALI .....	13
1.5.1	Generalità .....	13
1.5.2	Impiego di materiali con caratteristiche superiori a quelle contrattuali .....	13
1.5.3	Impiego di materiali o componenti di minor pregio .....	13
1.5.4	Norme di riferimento.....	14
<b>2</b>	<b>LAVORI ALL'APERTO – MODALITÀ DI ESECUZIONE E CARATTERISTICHE TECNICHE DEI MANUFATTI E DELLE LAVORAZIONI</b>	<b>15</b>
2.1	MATERIALE E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE .....	15
2.1.1	Identificazione certificazione .....	15
2.1.1.1	PROVE SPERIMENTALI.....	15
2.1.1.2	CERTIFICATO D'ACCETTAZIONE .....	16
2.2	ACCIAIO D'ARMATURA PER C.A. ....	16
2.2.1	Campi di impiego.....	16
2.2.2	Specifiche tecniche .....	16
2.2.2.1	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO .....	16
2.2.2.2	SOGGEZIONI AMBIENTALI .....	16
2.2.2.2.1	<i>Copriferro</i> .....	17
2.2.2.2.2	<i>Tolleranze geometriche</i> .....	18
2.2.2.3	DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ ESECUTIVE .....	18
2.2.2.3.1	<i>Generalità</i> .....	18
2.2.2.3.2	<i>Caratteristiche meccaniche degli acciai</i> .....	18
2.2.2.3.3	<i>Posizionamento delle armature per c.a.</i> .....	18
2.2.2.3.4	<i>Giunzioni per armature ordinarie</i> .....	19
2.2.2.3.5	<i>Manicotti filettati per armature ordinarie</i> .....	19
2.2.2.4	PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE.....	19
2.2.2.4.1	<i>Acciaio in barre ad aderenza migliorata B450C di qualità saldabile</i> .....	19
2.2.2.4.2	<i>Reti in barre da acciaio elettrosaldate</i> .....	20
2.2.2.5	DOCUMENTAZIONE.....	20
2.2.2.5.1	<i>Approvvigionamento dell'acciaio in barre</i> .....	20
2.2.2.5.2	<i>Campioni prelevati</i> .....	20
2.2.2.6	ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE .....	20
2.3	CARPENTERIE METALLICHE.....	20
2.3.1	Campi di impiego.....	20
2.3.2	Specifiche tecniche .....	21

2.3.2.1	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO .....	21
2.3.2.2	SOGGEZIONI AMBIENTALI .....	30
2.3.2.2.1	<i>Tolleranze geometriche</i> .....	30
2.3.2.3	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE.....	30
2.3.2.3.1	<i>materiali</i> .....	30
2.3.2.3.1.1	<i>Profilati e lamiere</i> .....	30
2.3.2.3.1.2	<i>Bulloni non precaricati</i> .....	32
2.3.2.3.1.3	<i>Bulloni precaricati</i> .....	33
2.3.2.3.1.4	<i>Tirafondi</i> .....	33
2.3.2.3.1.5	<i>Lamiere grecate</i> .....	33
2.3.2.3.1.6	<i>Grigliati metallici e lamiere striate o bugnate</i> .....	33
2.3.2.3.1.7	<i>Connettori per il taglio</i> .....	34
2.3.2.3.2	<i>Lavorazioni d'officina</i> .....	34
2.3.2.3.2.1	<i>Identificazione, documenti d'ispezione e tracciabilità dei prodotti</i> .....	34
2.3.2.3.2.2	<i>Marcatura delle strutture</i> .....	35
2.3.2.3.2.3	<i>Movimentazione e stoccaggio</i> .....	35
2.3.2.3.2.4	<i>Taglio</i> .....	36
2.3.2.3.2.5	<i>Formatura</i> .....	36
2.3.2.3.2.6	<i>Forature</i> .....	36
2.3.2.3.2.7	<i>Assemblaggio e premontaggi</i> .....	38
2.3.2.3.3	<i>Saldatura</i> .....	38
2.3.2.3.3.1	<i>Generalità</i> .....	38
2.3.2.3.3.2	<i>Qualifica saldatori</i> .....	39
2.3.2.3.3.3	<i>Preparazione dei lembi</i> .....	39
2.3.2.3.3.4	<i>Materiali di consumo</i> .....	40
2.3.2.3.3.5	<i>Controlli non distruttivi</i> .....	40
2.3.2.3.3.6	<i>Criteri di accettabilità delle saldature</i> .....	42
2.3.2.3.4	<i>Bullonatura</i> .....	42
2.3.2.3.4.1	<i>Generalità</i> .....	42
2.3.2.3.4.2	<i>Serraggio dei bulloni precaricati</i> .....	43
2.3.2.3.4.3	<i>Serraggio dei bulloni non precaricati</i> .....	45
2.3.2.3.4.4	<i>Controllo del serraggio dei bulloni precaricati</i> .....	46
2.3.2.3.5	<i>Tolleranze di fabbricazione</i> .....	48
2.3.2.3.6	<i>Montaggio</i> .....	48
2.3.2.3.7	<i>Tolleranze di montaggio</i> .....	51
2.3.2.3.8	<i>Trasporto</i> .....	51
2.3.2.3.9	<i>Stoccaggio</i> .....	51
2.3.2.3.10	<i>Trattamenti protettivi</i> .....	51
2.3.2.3.10.1	<i>Generalità</i> .....	51
2.3.2.3.10.2	<i>Zincatura a caldo</i> .....	53
2.3.2.3.10.3	<i>Verniciatura</i> .....	57
2.3.2.3.11	<i>Collaudo tecnologico dei materiali</i> .....	62
2.3.2.3.12	<i>Controllo delle saldature</i> .....	62
2.3.2.3.13	<i>Controlli in corso d'opera</i> .....	62
2.3.2.4	DOCUMENTAZIONE.....	63
2.3.2.5	ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE .....	64
2.4	MESSA A TERRA DELLE STRUTTURE METALLICHE .....	65
2.4.1	Campi d'impiego .....	65
2.4.2	Specifiche tecniche .....	65
2.4.2.1	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO .....	65
2.4.2.2	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE.....	65
2.4.2.2.1	<i>Elementi metallici ancorati nel cls</i> .....	65
2.4.2.2.2	<i>Collegamenti equipotenziali</i> .....	65
2.4.2.3	ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE .....	65
2.5	CASSEFORME, ARMATURE DI SOSTEGNO, CENTINATURE E ATTREZZATURE DI COSTRUZIONE.....	66

2.5.1	Campi di impiego.....	66
2.5.2	Specifiche tecniche .....	66
2.5.2.1	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO .....	66
2.5.2.2	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE.....	66
2.5.2.2.1	Generalità.....	66
2.5.2.2.2	Caratteristiche delle casseforme.....	66
2.5.2.2.3	Posa in opera .....	67
2.5.2.2.4	Pulizia e trattamento .....	67
2.5.2.2.5	Giunti e riprese di getto .....	67
2.5.2.2.6	Legature delle casseforme e distanziatori delle armature .....	67
2.5.2.2.7	Disarmo .....	67
2.5.2.3	TOLLERANZE GEOMETRICHE.....	68
2.5.2.4	ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE .....	68
2.6	CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI E ARMATI.....	68
2.6.1	Campi di impiego.....	68
2.6.2	Specifiche tecniche .....	68
2.6.2.1	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO .....	68
2.6.2.2	SOGGEZIONI GEOTECNICHE ED AMBIENTALI .....	69
2.6.2.2.1	Tolleranze geometriche.....	69
2.6.2.3	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE.....	69
2.6.2.3.1	Modalità di produzione.....	69
2.6.2.3.2	Tipi e classi dei conglomerati cementizi.....	69
2.6.2.3.3	Durabilità dei conglomerati cementizi.....	70
2.6.2.3.4	Componenti del conglomerato cementizio.....	71
2.6.2.3.4.1	Impiego materiale riciclato .....	71
2.6.2.3.4.2	Generalità leganti per opere strutturali.....	71
2.6.2.3.4.3	Cemento.....	71
2.6.2.3.4.4	Aggregati.....	72
2.6.2.3.4.5	Sabbia.....	73
2.6.2.3.4.6	Marcatura CE.....	73
2.6.2.3.5	Acqua di impasto .....	73
2.6.2.3.6	Additivi.....	74
2.6.2.3.6.1	Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti.....	74
2.6.2.3.6.2	Additivi ritardanti e acceleranti.....	74
2.6.2.3.6.3	Additivi antigelo.....	75
2.6.2.3.7	Preparazione .....	75
2.6.2.3.8	Trasporto.....	76
2.6.2.3.9	Posa in opera .....	76
2.6.2.3.10	Stagionatura e disarmo .....	78
2.6.2.3.10.1	Prevenzione delle fessure da ritiro plastico.....	78
2.6.2.3.10.2	Disarmo e scasseratura.....	78
2.6.2.3.10.3	Protezione dopo la scasseratura .....	78
2.6.2.3.10.4	Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari .....	79
2.6.2.4	PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE.....	79
2.6.2.4.1	Controlli in corso d'opera .....	79
2.6.2.4.2	Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco. ....	79
2.6.2.4.3	Prove sul conglomerato cementizio indurito .....	80
2.6.2.4.4	Armature per c.a. ....	80
2.6.2.4.5	Resistenza dei conglomerati cementizi .....	80
2.6.2.4.6	Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi.....	81
2.6.2.4.7	Controlli a fine lavoro .....	82
2.6.2.4.8	Metodologia di prova .....	82
2.6.2.4.8.1	Classificazione del conglomerato cementizio in base al valore di permeabilità all'aria espresso in secondi. ....	83
2.6.2.4.9	Resoconto di prova .....	83

2.6.2.5	DOCUMENTAZIONE.....	83
2.6.2.6	ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE.....	83
2.7	DEMOLIZIONI.....	84
2.7.1	Campi di impiego.....	84
2.7.2	Specifiche tecniche .....	84
2.7.2.1	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO .....	84
2.7.2.2	SOGGEZIONI GEOTECNICHE ED AMBIENTALI .....	85
2.7.2.3	TOLLERANZE GEOMETRICHE.....	85
2.7.2.4	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE.....	85
2.7.2.4.1	<i>Generalità.....</i>	85
2.7.2.5	ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE.....	87
2.8	SCAVI E RINTERRI .....	88
2.8.1	Campi di impiego.....	88
2.8.2	Specifiche tecniche .....	88
2.8.2.1	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO .....	88
2.8.2.2	SOGGEZIONI GEOTECNICHE AMBIENTALI .....	88
2.8.2.3	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE.....	89
2.8.2.3.1	<i>Generalità.....</i>	89
2.8.2.3.2	<i>Scavi di sbancamento.....</i>	89
2.8.2.3.3	<i>Scavo di fondazione a sezione obbligata.....</i>	90
2.8.2.3.4	<i>Rinterri.....</i>	91
2.8.2.4	ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE.....	92
2.9	RIFIUTI DERIVANTI DA ATTIVITÀ DI DEMOLIZIONE, COSTRUZIONE E SCAVO.....	93
2.9.1	Campi di impiego.....	93
2.9.2	Specifiche tecniche .....	93
2.9.2.1	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO .....	93
2.9.2.2	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE.....	94
2.9.2.2.1	<i>Generalità.....</i>	94
2.9.2.2.2	<i>Modalità operative gestione rifiuti provenienti da attività di costruzione e demolizione .....</i>	95
2.9.2.2.3	<i>Rifiuti nel cantiere.....</i>	95
2.9.2.2.4	<i>Demolizione selettiva .....</i>	96
2.9.2.2.4.1	<i>Indagine preliminare della struttura da demolire.....</i>	96
2.9.2.2.4.2	<i>Attività preliminari alla demolizione .....</i>	96
2.9.2.2.4.3	<i>Demolizione della struttura.....</i>	96
2.9.2.2.4.4	<i>Presenza di pavimentazioni in asfalto .....</i>	96
2.9.2.2.4.5	<i>Presenza di guaine bituminose e altri materiali di rivestimento e isolanti potenzialmente pericolosi .....</i>	96
2.9.2.2.4.6	<i>Presenza di impianti contenenti PCB (trasformatori, interruttori, ecc.).....</i>	96
2.9.2.2.4.7	<i>Rimozione e avvio a recupero/smaltimento di rifiuti non pericolosi e pericolosi abbandonati presso il sito.....</i>	97
2.9.2.2.4.8	<i>Rimozione e avvio a recupero/smaltimento rifiuti rimossi dalla struttura.....</i>	97
2.9.2.2.4.9	<i>La valorizzazione delle componenti riutilizzabili.....</i>	97
2.9.2.2.4.10	<i>Deposito temporaneo dei rifiuti presso il cantiere .....</i>	97
2.9.2.2.4.11	<i>Analisi dei rifiuti da parte del produttore.....</i>	98
2.9.2.2.5	<i>Terre e rocce da scavo.....</i>	98
2.9.2.2.6	<i>Le diverse gestioni dei materiali di scavo.....</i>	98
2.9.2.3	PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE.....	99
2.9.2.4	ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE.....	99

2.10	RIPRISTINO-ADEGUAMENTO DI ELEMENTI STRUTTURALI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO.....	100
2.10.1	Campi di impiego.....	100
2.10.2	Specifiche tecniche .....	100
2.10.2.1	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO .....	100
2.10.2.2	SOGGEZIONI AMBIENTALI .....	100
2.10.2.3	TOLLERANZE GEOMETRICHE.....	100
2.10.2.4	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE.....	101
2.10.2.4.1	<i>Generalità.....</i>	101
2.10.2.4.2	<i>Modalità di impiego.....</i>	101
2.10.2.4.3	<i>Preparazione delle superfici da ripristinare.....</i>	101
2.10.2.4.4	<i>Trattamento ferri d'armatura.....</i>	102
2.10.2.4.5	<i>Mano di attacco per malte di resine epossidiche o malte cementizie .</i>	102
2.10.2.4.6	<i>Messa in opera delle miscele di ripristino.....</i>	102
2.10.2.4.6.1	<i>Uso di malte e betoncini premiscelati reoplastici a ritiro compensato.....</i>	102
2.10.2.4.6.2	<i>Uso di malta e betoncini premiscelati reoplastici a ritiro compensato fibrorinforzati resistenti ai solfati .....</i>	103
2.10.2.4.7	<i>Conglomerati cementizi a ritiro compensato, ad alta durabilità, confezionati in cantiere.....</i>	104
2.10.2.4.8	<i>Requisiti delle miscele .....</i>	104
2.10.2.4.8.1	<i>Caratteristiche delle fibre di metallo amorfo: .....</i>	104
2.10.2.5	PROVE E CONTROLLI .....	105
2.10.2.6	ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE .....	105
2.11	ANCORAGGI SU CALCESTRUZZO .....	106
2.11.1	Campi di impiego.....	106
2.11.2	Specifiche tecniche .....	106
2.11.2.1	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO .....	106
2.11.2.2	SOGGEZIONI GEOTECNICHE E AMBIENTALI .....	106
2.11.2.3	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE PER ANCORAGGI IN CALCESTRUZZO INDURITO .....	106
2.11.2.4	ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE .....	107
2.12	IMPERMEABILIZZAZIONI .....	108
2.12.1	Generalità .....	108
2.12.1.1	PRIMER BITUMINOSO .....	108
2.12.1.2	REGOLAZIONE DELLE PENDENZE.....	108
2.13	IMPERMEABILIZZAZIONE COPERTURE PIANE .....	108
2.13.1	Campi di impiego.....	108
2.13.2	Specifiche tecniche .....	108
2.13.2.1	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO .....	108
2.13.2.2	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE.....	109
2.13.2.2.1	<i>Generalità.....</i>	109
2.13.2.2.2	<i>Caratteristiche e posa in opera .....</i>	110
2.13.2.3	PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE.....	110
2.13.2.4	ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE .....	110
2.14	IMPERMEABILIZZAZIONE CON MALTE CEMENTIZIE BICOMPONENTI ELASTICHE .....	110
2.14.1	Campi di impiego.....	110
2.14.2	Specifiche tecniche .....	111
2.14.2.1	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO .....	111

2.14.2.2	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE.....	111
2.14.2.2.1	<i>Generalità.....</i>	111
2.14.2.2.2	<i>Caratteristiche e posa in opera .....</i>	111
2.14.2.3	PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE.....	112
2.14.2.4	ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE.....	112
2.15	IMPIANTO SMALTIMENTO ACQUE CHIARE.....	112
2.15.1	Campi di impiego.....	112
2.15.1.1	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO .....	112
2.15.2	Specifiche tecniche .....	113
2.15.2.1	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE.....	113
2.15.2.2	PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE.....	114
2.15.2.3	TUBAZIONI IN PVC RIGIDO .....	114
2.15.2.3.1	<i>Movimentazione ed accatastamento delle tubazioni.....</i>	115
2.15.2.3.2	<i>Scavo per la posa della condotta .....</i>	116
2.15.2.3.3	<i>Posa in opera della tubazione .....</i>	116
2.15.2.3.4	<i>Giunzioni delle tubazioni .....</i>	117
2.15.2.4	POZZETTI E CHIUSINI.....	118
2.15.2.5	CANALETTE DI DRENAGGIO GRIGLIE CONTINUE .....	119
2.15.2.6	CHIUSINI E CADITOIE.....	120
2.15.2.7	PROVA IDRAULICA DELLA CONDOTTA IN PVC PER FOGNATURA.....	120
2.15.2.8	ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE .....	121
2.16	PAVIMENTAZIONI STRADALI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO .....	122
2.16.1	Campi di impiego.....	122
2.16.2	Specifiche tecniche .....	122
2.16.2.1	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO .....	122
2.16.2.2	SOGGEZIONI GEOTECNICHE ED AMBIENTALI .....	122
2.16.2.2.1.1	<i>Requisiti geotecnici del sottofondo stradale .....</i>	122
2.16.2.3	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE.....	122
2.16.2.4	PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE.....	122
2.16.2.5	ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE .....	123
2.16.3	Demolizione di pavimentazione esistente .....	123
2.16.4	Materiali.....	124
2.16.4.1	INERTI.....	124
2.16.4.2	CONGLOMERATI BITUMINOSI.....	125
2.16.4.2.1	<i>Leganti bituminosi. ....</i>	125
2.16.4.2.2	<i>Mani di attacco .....</i>	125
2.16.4.2.3	<i>Posa in opera dei conglomerati bituminosi .....</i>	125
2.16.4.2.4	<i>Compattazione .....</i>	126
2.16.4.2.5	<i>Esecuzione dei giunti.....</i>	126
2.16.4.2.6	<i>Controllo dei requisiti di accettazione dei conglomerati bituminosi....</i>	126
2.16.4.2.7	<i>Modalità di esecuzione dei provini Marshall .....</i>	127
2.16.4.3	BITUMI TRADIZIONALI .....	127
2.16.4.3.1	<i>Requisiti di accettazione.....</i>	127
2.16.4.3.2	<i>Prove .....</i>	128
2.16.4.4	BITUMI MODIFICATI.....	128
2.16.4.4.1	<i>Requisiti di accettazione.....</i>	128
2.16.4.4.2	<i>Prove .....</i>	129
2.16.5	Strato di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso .....	129



2.16.5.1	PRESCRIZIONI .....	129
2.16.5.1.1	Prove .....	131
2.16.6	Strato superficiale di usura in conglomerato bituminoso .....	131
2.16.6.1	PRESCRIZIONI .....	131
2.16.6.2	PROVE .....	132
2.16.7	Pavimentazione Piano carrabile di parcheggio .....	133
2.16.7.1	TIPOLOGIA PIANO TERRA .....	133
2.16.7.2	TIPOLOGIA PIANO SUPERIORE .....	133
2.17	CIGLI E SCIVOLI IN TRAVERTINO .....	133
2.17.1	Campi di impiego .....	133
2.17.2	Specifiche tecniche .....	133
2.17.2.1	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO .....	133
1.1.1.1	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE .....	133
2.17.2.1.1	<i>Caratteristiche tecniche</i> .....	133
2.17.2.2	PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE .....	134
2.17.2.3	ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE .....	134
2.18	ALTRE STRUTTURE .....	135
2.18.1	Campi di impiego .....	135
2.18.2	Specifiche tecniche .....	135
2.18.2.1	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO .....	135
2.18.2.2	DESCRIZIONI DELLE MODALITÀ ESECUTIVE .....	135
2.18.2.3	PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE .....	136
<b>3</b>	<b>LAVORI DI FINITURE – NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE</b>	<b>137</b>
3.1	QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE .....	137
3.1.1	Acqua, calce, leganti idraulici, gesso .....	138
3.1.2	Ghiaia, pietrisco, sabbia e pietre naturali .....	139
3.1.3	Materiali ferrosi e metalli vari .....	140
3.1.4	Materiali per pavimentazioni esterne .....	143
3.1.5	Legnami .....	143
3.1.6	Colori e vernici .....	144
3.2	MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE – CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE LAVORAZIONI – OPERE AL RUSTICO .....	145
3.2.1	MALTE .....	145
3.2.1.1	GENERALITÀ .....	145
3.2.1.1.1	<i>Malta cementizia per murature</i> .....	146
3.2.1.1.2	<i>Malte con additivi speciali</i> .....	146
3.2.1.1.2.1	<i>Malta di ritiro tissotropica a ritiro compensato</i> .....	146
3.2.1.1.2.2	<i>Malta antiritiro per riempimenti a elevate caratteristiche meccaniche</i> .....	147
3.2.2	MURATURE .....	148
3.2.2.1	GENERALITÀ .....	148
3.2.3	PARETI DI SEPARAZIONE IN BLOCCHI FORATI DI VARIE DIMENSIONI REI 120 .....	148
3.2.3.1	CAMPI DI IMPIEGO .....	148
3.2.3.2	SPECIFICHE TECNICHE .....	148
3.2.3.2.1	<i>Normative e raccomandazioni di riferimento</i> .....	148



3.2.3.3	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE.....	149
3.2.3.3.1	<i>Generalità.....</i>	149
3.2.3.4	MODALITÀ DI POSA IN OPERA.....	149
3.2.3.5	PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE.....	149
3.2.3.6	ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE.....	149
3.2.3.7	COMPARTIMENTAZIONI .....	150
3.2.3.7.1	<i>Campi di impiego.....</i>	150
3.2.3.7.2	<i>Generalità.....</i>	150
	MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE – CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE LAVORAZIONI – OPERE AL FINITO .....	151
3.3	151	
3.3.1	PAVIMENTI – SOTTOFONDI ED OPERE COMPLEMENTARI.....	151
3.3.1.1	GENERALITÀ .....	151
3.3.1.2	MODALITÀ ESECUTIVE DEI MASSETTI E PRESCRIZIONI DI POSA.....	151
3.3.1.3	POZZETTATURE IMPIANTI.....	151
3.3.1.4	LA POSA DEI PAVIMENTI .....	152
3.3.2	PAVIMENTI IN PIASTRELLE DI GRES PORCELLANATO.....	152
3.3.2.1	CAMPO DI IMPIEGO .....	152
3.3.2.2	SPECIFICHE TECNICHE.....	152
3.3.2.2.1	<i>Normative e raccomandazioni di riferimento .....</i>	152
3.3.2.3	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE.....	153
3.3.2.3.1	<i>Generalità.....</i>	153
3.3.2.3.2	<i>Caratteristiche tecniche .....</i>	153
3.3.2.4	MODALITÀ ESECUTIVE E PRESCRIZIONI DI POSA.....	154
3.3.2.4.1	<i>Adesivi per Piastrelle .....</i>	155
3.3.2.4.1.1	<i>Generalità.....</i>	155
3.3.2.4.1.2	<i>Preparazione e posa .....</i>	155
3.3.2.4.1.3	<i>Parametri meccanici .....</i>	156
3.3.2.4.1.4	<i>Norme di riferimento adesivi per piastrelle .....</i>	156
3.3.2.4.1.5	<i>Norme di riferimento per piastrelle .....</i>	156
3.3.2.4.1.6	<i>Norme di Riferimento per rivestimenti ceramici.....</i>	156
3.3.2.5	PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE.....	156
3.3.2.6	ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE .....	157
3.3.3	PAVIMENTI IN LASTRE DI CEMENTO.....	157
3.3.3.1	CAMPO DI IMPIEGO .....	157
3.3.3.2	SPECIFICHE TECNICHE.....	157
3.3.3.2.1	<i>Normative e raccomandazioni di riferimento .....</i>	157
3.3.3.3	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE.....	157
3.3.3.3.1	<i>Generalità.....</i>	157
3.3.3.3.2	<i>Caratteristiche tecniche .....</i>	157
3.3.3.3.3	<i>Modalità esecutive e prescrizioni di posa .....</i>	158
3.3.3.4	PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE.....	158
3.3.3.5	ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE.....	159
3.3.4	OPERE DA PITTORE.....	159
3.3.4.1	GENERALITÀ .....	159
3.3.4.1.1	<i>Materiali e componenti – Requisiti.....</i>	159
3.3.4.1.2	<i>Condizioni ambientali ed atmosferiche .....</i>	160
3.3.4.1.3	<i>Preparazione delle superfici.....</i>	160
3.3.4.1.4	<i>Attrezzi e modalità operative .....</i>	160

3.3.4.1.5	Trattamento protettivo delle opere murarie locali tecnici, di servizio e aree comuni.....	161
3.3.4.1.6	Trattamento protettivo delle superfici delle aree di parcheggio .....	161
3.3.4.1.7	Colori - Campionatura - Mani di verniciatura .....	161
3.3.4.1.8	Riferimenti generali alla normativa vigente .....	161
3.3.4.1.9	Prove e controlli di accettazione .....	162
3.3.5	IDROPITTURE .....	163
3.3.6	OPERE METALLICHE – LATTONERIA.....	164
3.3.6.1	GENERALITÀ .....	164
3.3.6.2	RIFERIMENTI NORMATIVI GENERALI .....	165
3.3.7	ZINCATURA A CALDO.....	167
3.3.7.1	CAMPI DI IMPIEGO .....	167
3.3.7.2	SPECIFICHE TECNICHE.....	167
3.3.7.2.1	Normative e raccomandazioni di riferimento .....	167
3.3.7.3	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE.....	167
3.3.7.3.1	Generalità.....	167
3.3.7.4	ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE .....	169
3.3.8	Ciclo di verniciatura per opere in ferro .....	169
3.3.8.1	CAMPI DI IMPEGO .....	169
3.3.8.2	SPECIFICHE TECNICHE.....	169
3.3.8.2.1	Normative e raccomandazioni di riferimento .....	169
3.3.8.3	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE.....	170
3.3.8.4	PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE.....	171
3.3.8.5	ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE .....	172
3.3.9	CORRIMANO E RINGHIERE IN ACCIAIO ZINCATO .....	172
3.3.9.1	CAMPI DI IMPIEGO .....	172
3.3.9.2	SPECIFICHE TECNICHE.....	172
3.3.9.3	NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO.....	172
3.3.9.4	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE.....	173
3.3.9.4.1	Generalità.....	173
3.3.9.4.2	Caratteristiche.....	173
3.3.9.5	PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE.....	173
3.3.9.6	ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE .....	173
3.3.10	GRIGLIATI ELETTROSALDATI. ....	174
3.3.10.1	CAMPI DI IMPIEGO .....	174
3.3.10.2	SPECIFICHE TECNICHE.....	174
3.3.10.2.1	Normative e raccomandazioni di riferimento .....	174
3.3.10.3	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE.....	174
3.3.10.3.1	Generalità.....	174
3.3.10.3.2	Caratteristiche tecniche .....	174
3.3.10.3.3	Trattamenti di protezione.....	175
3.3.10.3.4	Caratteristiche dimensionali.....	175
3.3.10.4	STRUTTURE DI SOSTEGNO GRIGLIATI.....	175
3.3.10.5	PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE.....	175
3.3.10.6	ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE .....	175
	PORTE TAGLIAFUOCO TIPO REI 60-120 .....	175
3.3.11	.	175
3.3.11.1	CAMPI DI IMPIEGO .....	175

3.3.11.2	SPECIFICHE TECNICHE.....	176
3.3.11.2.1	<i>Normative e raccomandazioni di riferimento .....</i>	176
3.3.11.3	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE.....	176
3.3.11.3.1	<i>Generalità.....</i>	176
3.3.11.3.2	<i>Caratteristiche tecniche .....</i>	176
3.3.11.3.3	<i>Prescrizioni generali di posa .....</i>	177
3.3.11.4	PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE.....	178
	ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE .....	178
3.3.11.5	178	
3.3.12	SEGNALETICA.....	179
3.3.12.1	CAMPI DI IMPIEGO .....	179
3.3.12.2	SPECIFICHE TECNICHE.....	179
3.3.12.2.1	<i>Normative e raccomandazioni di riferimento .....</i>	179
3.3.12.3	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE.....	179
3.3.12.3.1	<i>Generalità.....</i>	179
3.3.12.3.2	<i>Caratteristiche tecniche .....</i>	179
3.3.12.4	PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE.....	180
3.3.12.5	ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE .....	180
3.3.13	Portoni scorrevoli REI.....	180
3.3.13.1	CAMPI D'IMPEGO .....	180
3.3.13.2	SPECIFICHE TECNICHE.....	180
3.3.13.2.1	<i>NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO.....</i>	180
3.3.13.3	DESCRIZIONI E MODALITÀ ESECUTIVE .....	181
3.3.13.3.1	<i>Generalità.....</i>	181
3.3.13.3.2	<i>Caratteristiche tecniche .....</i>	181
3.3.13.3.3	<i>Prescrizioni di posa .....</i>	181
3.3.13.4	PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE.....	181
3.3.13.5	ONERI SPECIFICI DELL'APPALTATORE .....	182
3.3.14	Aree di parcheggio drenanti .....	182
3.3.14.1	CAMPI D'IMPEGO .....	182
3.3.14.2	SPECIFICHE TECNICHE.....	182
3.3.14.3	DESCRIZIONE E MODALITÀ ESECUTIVE.....	182
3.3.15	Opere a verde.....	182
3.3.15.1	QUADRO GENERALE E CAMPI D'IMPIEGO .....	182
3.3.16	Barriere stradali .....	184

## **1 INDICAZIONI GENERALI**

### **1.1 PREMESSA**

Il presente Capitolato Tecnico ha lo scopo di fornire all'Appaltatore tutte le informazioni tecniche necessarie e di prescrivergli tutti i requisiti tecnici necessari al fine di garantire un adeguato livello di qualità nella progettazione e realizzazione delle opere relative all'opera: FESR LAZIO 2014-2020 - POR ACCORDO DI PROGRAMMA "MOBILITÀ SOSTENIBILE INTEGRATA" PER LA REALIZZAZIONE NODI DI SCAMBIO" - PARCHEGGIO PRESSO LA STAZIONE ANAGNINA - LINEA A METROPOLITANA DI ROMA.

Con la firma del contratto si intende che l'Appaltatore approva totalmente e incondizionatamente le prescrizioni tecniche contenute nel presente Capitolato Tecnico, e riconosce le informazioni tecniche fornite come sufficienti per un corretto svolgimento entro i tempi pattuiti delle attività affidategli.

### **1.2 OGGETTO DELL'APPALTO**

I lavori oggetto del presente Capitolato riguardano la realizzazione del parcheggio con struttura portante in acciaio e solaio collaborante, a servizio della Stazione Anagnina della Linea A della Metropolitana di Roma, allo scopo di aumentare i posti auto esterni. esistenti, con accesso dalla Via Vincenzo Giudice. Gli interventi previsti riguardano essenzialmente:

- Predisposizioni civili agli allacci reti PPSS;
- Impianto smaltimento acque meteoriche;
- Realizzazione struttura metallica e relative rampe e scale di ingresso/uscita;
- Finiture, elementi di arredo e opere a verde;
- Realizzazione di una nuova pavimentazione al di sopra della struttura metallica in copertura, dell'impermeabilizzazione e relativo impianto di smaltimento acque meteoriche;
- Realizzazione delle nuove pavimentazioni del piano terra zona coperta (fresatura, binder e strato di usura);
- Rifacimento dei marciapiedi, dei cigli e delle aiuole con adeguamento della rete di smaltimento delle acque meteoriche e realizzazione di scivoli in corrispondenza dei passaggi pedonali;
- Rifacimento della pavimentazione stradale delle corsie perimetrali del parcheggio (fresatura, binder e strato di usura) e delle pavimentazioni alveolari carrabili degli stalli esterni;
- Realizzazione opere di fondazione della struttura metallica portante il piano di parcheggio superiore, realizzazione opere di fondazione vasca antincendio, muri di compartimentazione rampe e scale di accesso;
- Smaltimento e trasporto a discarica materiali di risulta;
- Realizzazione all'esterno di una nicchia di alloggiamento dei contatori ACEA per l'allaccio idrico antincendio;
- Realizzazione all'esterno di due nicchie di alloggiamento degli allacci VV.F.;
- Installazione locali tecnici prefabbricati;
- Installazione di un portale prima della corsia di entrata al parcheggio per la sagoma di massima altezza.

### 1.3 LAVORI OPERE CIVILI

Le presenti Norme Tecniche hanno per oggetto la disciplina tecnica **di tutte le opere da eseguire** e costituiscono parte integrante del Contratto di Appalto.

Le lavorazioni possono suddividersi nelle seguenti categorie principali:

- **lavori all'aperto**
- **lavori di finitura**

#### 1.3.1 Lavori all'aperto

Le principali categorie delle opere all'aperto riguardano la realizzazione o la posa in opera di:

- Acciaio d'armatura per c.a.;
- Carpenterie metalliche strutturali;
- Messa a terra strutture metalliche;
- Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione;
- Conglomerati cementizi semplici e armati;
- Demolizioni;
- Scavi e rinterri;
- Rifiuti derivanti da attività di demolizione, costruzione e scavo;
- Impermeabilizzazioni;
- Impermeabilizzazioni coperture piane;
- Impianti fognari;
- Opere stradali;
- Pavimentazioni stradali;
- Opere in pietra.

#### 1.3.2 Lavori di finitura

I "lavori di finitura" riguardano due processi di lavorazioni:

##### **Opere al rustico**

- malte;
- murature REI.

##### **Opere al finito**

- Pavimenti in asfalto, sottofondi e opere complementari;
- pavimenti in betonella;
- pavimento in lastre di cemento;
- pavimentazione in ciottoli di fiume cementati;
- pavimentazioni in prato armato;
  - inserimenti nella pavimentazione esterna di lastre di travertino;
- opere metalliche-lattoneria;
- zincatura a caldo ciclo di verniciatura per opere in ferro;
- corrimano e ringhiera di acciaio zincato;
- grigliati elettrosaldati;

- strutture secondarie e lattonerie;
- porte tagliafuoco REI;
- portone scorrevole tagliafuoco REI 120;

#### **1.4 REQUISITI MINIMI**

Nelle presenti Norme Tecniche sono indicati i requisiti minimi cui devono soddisfare i materiali e/o lavorazioni per la loro accettazione.

A tale proposito, per ciascun capitolo sono elencate innanzitutto, ancorché in modo indicativo e non esaustivo, le normative cui si dovrà fare riferimento per l'esecuzione delle lavorazioni e/o delle forniture; altresì, sono espressi i requisiti cui tali lavorazioni e forniture devono essere soddisfatti sia in fase esecutiva sia in opera.

In particolare, i requisiti in fase esecutiva hanno soprattutto carattere quantitativo poiché fissano i valori, minimi o massimi, dei parametri in cui tali requisiti s'identificano mentre i requisiti in opera hanno prevalentemente carattere qualitativo poiché stabiliscono, con dei criteri oggettivi ancorché talvolta non numerici, le caratteristiche necessarie e inderogabili che devono possedere i manufatti finiti, o le loro parti, in opera per assolvere con certezza al compito loro assegnato.

#### **1.5 ACCETTAZIONE MATERIALI**

##### **1.5.1 Generalità**

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del presente capitolato speciale "Norme Tecniche" ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del Direttore dei Lavori.

L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera.

Il Direttore dei Lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo la introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto. In quest'ultimo caso l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'appaltatore non esegua la rimozione nel termine prescritto dal Direttore dei Lavori, il Committente può provvedervi direttamente a spese dell'Appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri del Committente in sede di collaudo tecnico-amministrativo.

##### **1.5.2 Impiego di materiali con caratteristiche superiori a quelle contrattuali**

L'appaltatore che, nel proprio interesse o di sua iniziativa, abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità sarà redatta come se i materiali avessero le caratteristiche contrattuali.

##### **1.5.3 Impiego di materiali o componenti di minor pregio**

Nel caso sia stato autorizzato, per ragioni di necessità o convenienza, da parte del Direttore dei Lavori, l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, all'Appaltatore deve essere applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di

contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

Se diversamente, l'Appaltatore decidesse in maniera autonoma di eseguire lavorazioni con materiali o componenti di minor pregio, quindi senza autorizzazione del Direttore dei Lavori, questi potrà rifiutarle in qualsiasi momento e obbligare l'Appaltatore a rimuoverle sostituendole con altre idonee a sue spese.

#### **1.5.4 Norme di riferimento**

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali e in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, ed possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI vigenti in materia, anche se non espressamente richiamate nel presente Capitolato Speciale d'Appalto.

In assenza di nuove e aggiornate norme, il Direttore dei Lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. In generale si applicheranno le prescrizioni del presente Capitolato Speciale d'Appalto. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture provverranno da quelle località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.



## **2 LAVORI ALL'APERTO – MODALITÀ DI ESECUZIONE E CARATTERISTICHE TECNICHE DEI MANUFATTI E DELLE LAVORAZIONI**

### **2.1 MATERIALE E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE**

#### **2.1.1 Identificazione certificazione**

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati mediante la descrizione a cura del fabbricante, del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nel presente documento;
- accettati dal Direttore dei Lavori mediante controllo delle certificazioni di cui al punto precedente e mediante le prove sperimentali di accettazione, laddove previste, per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche.

##### **2.1.1.1 Prove sperimentali**

Tutte le prove sperimentali che servono a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali strutturali devono essere eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati univocamente a cura del fabbricante, secondo le procedure di seguito richiamate;
- qualificati sotto la responsabilità del fabbricante, secondo le procedure di seguito richiamate;
- accettati dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di identificazione e qualificazione, nonché mediante eventuali prove di accettazione. In particolare, per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione, possono configurarsi i seguenti casi:
  - materiali e prodotti per i quali sia disponibile, per l'uso strutturale previsto, una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato su GUUE. Al termine del periodo di coesistenza il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se corredata dalla "Dichiarazione di Prestazione" e della Marcatura CE, prevista al Capo II del Regolamento UE 305/2011;
  - materiali e prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma europea armonizzata oppure la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle presenti norme. E' fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il fabbricante abbia volontariamente optato per la Marcatura CE;
  - materiali e prodotti per uso strutturale non ricadenti in una delle tipologie sopra citate. In tali casi il fabbricante dovrà pervenire alla Marcatura CE sulla base della pertinente "Valutazione Tecnica Europea" (ETA), oppure dovrà ottenere un "Certificato di Valutazione Tecnica" rilasciato dal Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, previa istruttoria del Servizio Tecnico Centrale, anche sulla base di Linee Guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ove

disponibili; con decreto del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, su conforme parere della competente Sezione, sono approvate Linee Guida relative alle specifiche procedure per il rilascio del "Certificato di Valutazione Tecnica".

Per quanto attiene altre disposizioni oltre a quelle richiamate sopra per pronta visione, si fa riferimento al par. 11.1 delle NTC2018, D.M. 17.01.2018 e Circolare C.S.LL.PP. del 21.01.2019 n.7.

Il richiamo alle specifiche tecniche europee EN o nazionali UNI, ovvero internazionali ISO, devono intendersi riferite all'ultima versione aggiornata, salvo diversamente specificato.

Le proprietà meccaniche o fisiche dei materiali che concorrono alla resistenza strutturale devono essere misurate mediante prove sperimentali.

#### **2.1.1.2 Certificato d'accettazione**

Il Direttore dei Lavori per i materiali e i prodotti destinati alla realizzazione di opere strutturali e in generale nelle opere di ingegneria civile, ai sensi del paragrafo 2.1. delle norme tecniche approvate dal D.M. 17 gennaio 2018, dovrà redigere il relativo certificato d'accettazione.

### **2.2 ACCIAIO D'ARMATURA PER C.A.**

#### **2.2.1 Campi di impiego**

Tutte le armature, presenti nel conglomerato cementizio normale, indicate nel progetto esecutivo, saranno realizzate mediante acciaio di tipo e caratteristiche stabilite negli elaborati progettuali e comunque inerenti alle Normative vigenti.

#### **2.2.2 Specifiche tecniche**

##### **2.2.2.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento**

I lavori dovranno essere eseguiti in accordo alla Normativa vigente e in particolare alle seguenti norme e raccomandazioni (elenco indicativo, non esaustivo):

- **D.M. 17 gennaio 2018** "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni";
- **Circolare del C.S.LL.PP del 21 gennaio 2019 n° 7** « Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni » di cui al D.M. 17 gennaio 2018;
- **UNI EN 10080: 2005 e EC 1-2011 UNI EN 10080:2005** – Acciaio d'armatura per calcestruzzo. Acciaio saldabile per cemento armato. Generalità;
- **Eurocodice 2** – Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici – **UNI EN 1992-1-1:2015**;
- **Eurocodice 8** – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – **UNI EN 1998-1**.

##### **2.2.2.2 Soggezioni ambientali**

Le barre di armatura dovranno essere stoccate in modo da potere essere movimentate senza rischi per la mano d'opera e per l'integrità delle barre stesse. Inoltre è necessario che esse non siano poggiate direttamente sul piano di campagna per evitare che possano sporcarsi di fango o terra. In ogni caso prima della loro messa in opera, dovrà essere verificata la loro pulizia. Le barre, infatti, dovranno essere prive di scaglie di ruggine e di residui di pitture, oli, incrostazioni e altri materiali che ne possano pregiudicare l'aderenza al calcestruzzo.

#### 2.2.2.2.1 COPRIFERRO

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme di esecuzione per c.a. e c.a.p., contenute nelle "Norme Tecniche" D.M. 17 gennaio 2018.

Con la definizione "copriferro", in base alla Norma, si deve intendere la distanza tra la superficie esterna dell'armatura più vicina alla superficie esterna del calcestruzzo e la superficie stessa del calcestruzzo.

In base al § 4.1.6.1.3 del DM 17.01.18, l'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo.

Nel citato DM non è data alcuna indicazione per la valutazione numerica del copriferro; è soltanto specificato come si debba tener conto dell'*aggressività dell'ambiente*, delle *qualità* e della *compattezza* del calcestruzzo, di un *corretto sviluppo delle tensioni di aderenza tra acciaio e calcestruzzo* e delle *tolleranze di posa* delle armature.

Per eseguire il calcolo dell'entità del copriferro da utilizzare si ricorre a quanto riportato nella Circolare Esplicativa (§ C4.1.6.1.3). In essa è prescritto di aggiungere ai valori di  $c_{min}$  tabellati (tab C4.1.IV) "le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità... Per produzioni di elementi sottoposte a controllo di qualità che preveda anche la verifica dei copriferri, i valori della tabella possono essere ridotti di 5 mm."

Per ciò che concerne le tolleranze di posa, si fa riferimento, pertanto, a quanto prescritto al p.to 4.4.1.3 dell'EC2, punto 3: "Il valore raccomandato di  $\Delta c_{dev}$  è 10 mm. In alcune situazioni, lo scostamento accettato e quindi il valore ammesso,  $\Delta c_{dev}$ , possono essere ridotti.

- se l'esecuzione è sottoposta ad un sistema di assicurazione della qualità, nel quale siano incluse le misure dei copriferri, lo scostamento ammesso nel progetto,  $\Delta c_{dev}$ , può essere ridotto fino a 5 mm ( $10 \text{ mm} \geq \Delta c_{dev} \geq 5 \text{ mm}$ )
- se si può assicurare che sia utilizzato un dispositivo di misurazione molto accurato per il monitoraggio e che gli elementi non conformi siano respinti (per esempio elementi prefabbricati), lo scostamento ammesso  $\Delta c_{dev}$  può essere ridotto fino a 0 ( $10 \text{ mm} \geq \Delta c_{dev} \geq 0 \text{ mm}$ )."

Alla luce di quanto sopra si sceglie, sia per gli elementi in c.a. gettati in opera sia per gli elementi prefabbricati,  $\Delta c_{dev} = 5 \text{ mm}$ . Applicando tale tolleranza al valore  $c_{min}$  dato dalla Circolare, si ottiene il copriferro nominale, da riportare negli elaborati grafici e da utilizzare nei calcoli statici.

**Tabella riassuntiva dei copriferri**

Tipo di armatura	Classe di esposizione ambientale	Ambiente	Classe di resistenza	$c_{min}$ (tab. C4.1.IV)	$\Delta c_{dev}$	$c_{nom}$
Barre da c.a. di strutture in fondazione gettate in opera	XC4+XA2	Aggressivo	C32/40	35 mm	5 mm	40 mm
Barre da c.a. piastre di fondazione gettate in opera	XC4+XA2	Aggressivo	C32/40	30 mm	5 mm	35 mm
Barre da c.a. strutture in elevazione <u>esterne</u> getto in opera	XC3+XA1	Aggressivo	C30/37	35 mm	5 mm	40 mm
Barre da c.a. strutture in elevazione <u>interne</u> getto in opera	XC3+XA1	Aggressivo	C30/37	35mm	5 mm	40 mm

#### 2.2.2.2.2 TOLLERANZE GEOMETRICHE

Tutte le armature presenti nel conglomerato cementizio, normale e precompresso, dovranno essere conformi a quanto previsto negli elaborati progettuali. In particolare, le tolleranze ammesse sul peso e sul diametro nominale delle barre saranno conformi a quelle prescritte dalla Normativa vigente, mentre quella sulla posa in opera non dovrà essere superiore a  $\pm 2$  cm. Per quanto attiene il profilo di sagomatura, la tolleranza non dovrà essere superiore a  $\pm 5$  cm sulla lunghezza dei ferri longitudinali, mentre per le staffe saranno consentite le stesse tolleranze previste per i getti di conglomerato cementizio, con un massimo di 1 cm.

#### 2.2.2.3 Descrizione delle modalità esecutive

##### 2.2.2.3.1 GENERALITÀ

Gli acciai per le armature di c.a. (barre ordinarie e reti elettrosaldate) devono corrispondere ai tipi e alle caratteristiche stabilite dalle Norme tecniche citate. Si prescrivono solo acciai qualificati all'origine.

L'acciaio sarà lavorato e posto in opera in accordo ai disegni esecutivi e/o costruttivi che dovranno essere forniti al Committente per approvazione.

Si prescrive, inoltre, che nel successivo livello progettuale di approfondimento le armature presentino liste dei ferri riportanti sagomature, posizionamento, diametro, lunghezza, piegature, peso unitario, peso totale, ecc.

##### 2.2.2.3.2 CARATTERISTICHE MECCANICHE DEGLI ACCIAI

Le caratteristiche meccaniche degli acciai per c.a.o. saranno di norma quelle riportate nella seguente tabella:

Acciaio per c.a.o.	B450C di qualità saldabile
Rete elettrosaldata	B450C di qualità saldabile

In casi particolari, motivati dall'Impresa, potranno adottarsi, se consentito dalla D.L., acciai di qualità diversa da quella rappresentata in tabella.

##### 2.2.2.3.3 POSIZIONAMENTO DELLE ARMATURE PER C.A.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori. L'uso di distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate. Per quanto attiene lo spessore dei suddetti distanziatori, e quindi dei relativi spessori copriferro, l'Impresa si atterrà scrupolosamente alle prescrizioni di progetto per le varie parti dell'opera.

Le gabbie di armatura potranno essere composte fuori opera o in opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto avente diametro non inferiore a 0.6mm, in modo da garantire la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

L'Impresa dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

E' a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

L'Appaltatore non potrà procedere al getto delle strutture armate prima che esse siano state ispezionate ed approvate dalla Direzione Lavori, salvo diverse disposizioni.

#### 2.2.2.3.4 GIUNZIONI PER ARMATURE ORDINARIE

Eventuali giunzioni, quando non siano evitabili, dovranno essere realizzate con sovrapposizioni, oppure mediante saldatura o mediante manicotti filettati e comunque nel rispetto della normativa vigente.

Le giunzioni delle reti elettrosaldate saranno realizzate sempre per sovrapposizione.

L'impiego di saldature in alternativa alle giunzioni per sovrapposizioni sarà consentito, risultando le barre di acciaio di qualità saldabile. Le modalità di saldatura dovranno essere comunicate tempestivamente dall'Impresa, e dovranno essere supportate con l'esito di alcune prove sperimentali.

Nel corso dei lavori, comunque, la Direzione Lavori avrà la facoltà di richiedere l'esecuzione di ulteriori prove di controllo sulle saldature eseguite.

#### 2.2.2.3.5 MANICOTTI FILETTATI PER ARMATURE ORDINARIE

Ove previsto, la esecuzione di giunzioni sarà effettuata mediante uso di speciali giunti meccanici prodotti espressamente per barre d'armatura.

Le giunzioni saranno realizzate per mezzo di manicotti a filettatura troncoconica, costituiti da acciaio ad alta resistenza.

Le giunzioni meccaniche dovranno essere accettate ai sensi del par. 11.3.2.9 delle NTC 2018 (D.M. 17.01.2018), marchiate, tracciabili e messe in opera secondo le apposite istruzioni di installazione e, qualora non marchiate CE, dovranno soddisfare i requisiti presenti nella norma UNI 11240-1:2018. Per quanto riguarda le prove sulle giunzioni meccaniche, queste dovranno essere eseguite ai sensi della norma UNI EN 11240-2:2018.

#### **2.2.2.4 Prove e controlli di accettazione**

L'Impresa dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di collaudo tecnologico, dei quali dovrà consegnare alla D.L. unitamente alla copia della bolla di accompagnamento dei materiali.

I certificati dovranno essere conformi alle prescrizioni delle NTC 2018 secondo le diverse tipologie di acciaio impiegato.

#### 2.2.2.4.1 ACCIAIO IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA B450C DI QUALITÀ SALDABILE

Da ogni partita, per il controllo del peso effettivo, saranno prelevate delle barre campione. Qualora risultassero sezioni effettive inferiori a quelle ammesse dalle tolleranze previste dalle norme in vigore, il materiale verrà rifiutato e subito allontanato dal cantiere. Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato D.M. in vigore.

Qualora il peso effettivo risultasse inferiore al 98% di quello teorico e fosse ammissibile in base alle tolleranze ed alle normative in vigore, dovranno essere aggiunte (previe opportune modifiche ai disegni di progetto ed informazione alla Direzione Lavori) barre in quantità sufficiente a realizzare una sezione di acciaio non inferiore a quella prevista dal progetto esecutivo originariamente approvato.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. in vigore.

Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

#### 2.2.2.4.2 RETI IN BARRE DA ACCIAIO ELETTRICALDATE

A discrezione della Direzione Lavori si effettueranno controlli in conformità alle modalità espresse nel D.M. 2018.

#### 2.2.2.5 *Documentazione*

##### 2.2.2.5.1 APPROVVIGIONAMENTO DELL'ACCIAIO IN BARRE

Per gli opportuni controlli da parte della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà dichiarare, per ogni partita di acciaio in barre che entra in cantiere, la provenienza e la qualità del materiale stesso, nonché il peso complessivo della partita e quello dei tondini di uno stesso diametro.

Per partita si intenderà il quantitativo di materiale che, pervenendo da un'unica ferriera o da un unico fornitore nello stesso giorno o in un limitato numero di giorni, può essere considerato come unica fornitura omogenea, sia per tipo che per caratteristiche fisiche delle barre.

##### 2.2.2.5.2 CAMPIONI PRELEVATI

I campioni saranno prelevati, per il controllo della fornitura, in contraddittorio ed inviati, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale, il quale dovrà fornire un certificato delle prove eseguite (diametro nominale, trazione, piegamento e raddrizzamento). Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

#### 2.2.2.6 *Oneri specifici dell'Appaltatore*

Oltre a tutti gli oneri di cui al presente Capitolato Speciale, sono a completo carico dell'Impresa, perché compresi e compensati sia nei prezzi degli articoli relativi alla realizzazione degli interventi sia nelle specifiche voci di stima, tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, tra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti;
- adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi derivanti dalle vibrazioni e dai rumori connessi alle attività in corso, e ad evitare danni a opere e manufatti pre-esistenti;
- eseguire tutti i controlli e le prove prescritte dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire la qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto,
- realizzare tutte le opere provvisorie che si rendesse necessario costruire per la presenza vicino all'opera di fabbricati e/o manufatti;
- adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento;
  - riparare eventuali danni causati, nonché le prestazioni di personale idoneo nel caso di necessità.

### 2.3 **CARPENTERIE METALLICHE**

#### 2.3.1 **Campi di impiego**

Le carpenterie metalliche trattate nella presente sezione si riferiscono a quelle impiegate per tutte le opere all'aperto quali:

- travi, pilastri, controventi, tubolari saldati e strutture tralicciate;
- carpenterie metalliche minori quali lamiera grecata, scale, pianerottoli, parapetti, griglie, botole e chiusini.

I materiali ferrosi da impiegarsi per le opere varie di carpenteria devono corrispondere alle prescrizioni di legge, dovranno essere nuovi ed esenti da scorie, soffiature, brecciatore o da qualsiasi altro difetto apparente o latente o occulto di fusione, laminazione, trafilatura o simili. Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che mostrino imperfezioni od inizio di imperfezione.

I materiali ferrosi dovranno corrispondere alle caratteristiche di qualità e di lavorazione precisate in progetto, o stabilite di volta in volta dalla D.L..

L'Appaltatore è tenuto a presentare alla D. L. i certificati in originale attestanti la provenienza degli acciai e le loro caratteristiche meccaniche.

L'Appaltatore sarà in ogni caso obbligato a controllare gli ordinativi ed a rilevare sul posto le misure esatte delle diverse opere in ferro, essendo egli responsabile degli inconvenienti che possono verificarsi per l'omissione di tale controllo.

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti il manufatto, dovrà essere effettuato in conformità a quanto, a tal riguardo, sarà indicato nel progetto.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto.

Durante le operazioni di montaggio si effettueranno controlli del posizionamento degli elementi strutturali e dovranno essere adottati tutti quegli accorgimenti necessari a garantire la stabilità delle strutture stesse nel corso delle operazioni di movimentazione e tiro in alto dei manufatti.

Tutti gli elementi saranno costruiti a perfetta regola d'arte, secondo i disegni di progetto.

### 2.3.2 Specifiche tecniche

#### 2.3.2.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi:

D.M. 17.01.2018	Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2018)
Circolare C.S.LL.PP. 21 gennaio 2019 n. 7	Istruzioni per l'applicazione del 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 1993-1-8	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 EN 10365	Profili a U di acciai laminati a caldo, travi I e H - Dimensioni e masse.
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 UNI EN 10029	Profilati a T ad ali uguali e a spigoli arrotondati di acciaio, laminati a caldo - Dimensioni e tolleranze dimensionali e di forma. Lamiere di acciaio laminate a caldo, di spessore $\geq$ 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 10346:2015	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 prigioniera con classi di resistenza specificate - Filette 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 auto- portanti 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 ISO 898-2:2012	Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio al carbonio e acciaio legato - Parte 2: Dadi con classi di resistenza specificate - Filettatura a passo grosso e filettatura a passo fine.
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 - Assieme 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 ISO3834.
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 pre-produzione
UNI EN ISO 15614-1:2017	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 17638:2016	Controllo non distruttivo delle saldature – Controllo con particelle magnetiche.
UNI EN 1291:2006	Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo
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 ISO 9712	Prove non distruttive - Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive.
UNI EN ISO 17640:2019	Controllo non distruttivo delle saldature – Controllo mediante ultrasuoni - Tecniche di controllo, livelli di prova e valutazione.
UNI EN ISO 23279:2017	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 – Controllo radiografico - Parte 2: Tecniche a raggi -X e gamma con rivelatore digitale.
UNI EN ISO 5817:2014	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 2063-1	Spruzzatura termica - Zinco, alluminio e loro leghe - Parte 1: Considerazioni progettuali e requisiti di qualità per i sistemi di protezione contro la corrosione
UNI EN ISO 2063-2	Spruzzatura termica - Zinco, alluminio e loro leghe - Parte 2: Esecuzione dei sistemi di protezione contro la corrosione



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 superficie, 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 visotattile ISO per la valutazione 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 visotattile 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
UNI EN ISO 4628-3	Pitture e vernici - Valutazione della degradazione dei rivestimenti - Designazione della quantità e della dimensione dei difetti e della intensità nelle alterazioni uniformi dell'aspetto - Parte 3: Valutazione del grado di ruggine (rusting)
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

### **2.3.2.2 Soggezioni ambientali**

Per le saldature le prescrizioni che verranno stabilite per il preriscaldamento locale saranno in relazione agli spessori, ai tipi di acciaio ed alla temperatura ambiente durante la costruzione.

La verniciatura in opera, ove prevista, deve essere fatta in stagione favorevole, evitando il tempo umido e temperature eccessivamente elevate.

#### **2.3.2.2.1 TOLLERANZE GEOMETRICHE**

In generale le tolleranze di costruzione devono essere compatibili con quelle relative all'opera finita, tenuto conto delle modalità di montaggio e delle tolleranze riconosciute come accettabili da normative nazionali e/o europee in atto od in emissione alla data di realizzazione dell'opera.

Particolare attenzione dovrà essere posta nelle giunzioni dei puntoni metallici in modo che le superfici di contatto siano piane ed ortogonali alle membrature collegate. Le superfici di contatto devono essere lavorate, ove necessario, con la piallatrice, la fresatrice o la smerigliatrice.

### **2.3.2.3 Descrizione e modalità esecutive**

#### **2.3.2.3.1 MATERIALI**

##### **2.3.2.3.1.1 Profilati e lamiere**

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.

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.

Prodotti	Condizioni tecniche di fornitura	Dimensioni	Tolleranze
Sezioni ad I ed H	UNI EN 10025-1/6 Per quanto applicabili ( <sup>1</sup> )	UNI EN 10365	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		UNI EN 10058	UNI EN 10029 ( <sup>2</sup> ) UNI EN 10051
Barre		UNI EN 10017, 10059, 10060, 10061	UNI EN 10017, 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
<p>NOTE:</p> <p>(<sup>1</sup>) 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).</p> <p>(<sup>2</sup>) Tolleranza sullo spessore: Classe B; per serbatoi e ciminiere: Classe C.</p>			

La scelta dei materiali deve essere riportata nei disegni di progetto.

Per i profilati, le lamiere ed i tirafondi deve essere indicata a loro denominazione completa (ad es.: S275 J0 UNI EN 10025-2), come indicato dalle UNI EN 10020 e UNI EN 10027-1 e 2, con indicazione, se applicabile, dei rivestimenti superficiali e del grado di finitura, e della applicabilità della zincatura a caldo. I materiali indicati nel progetto dovranno essere conformi alle prescrizioni applicabili del presente capitolato.

Il Progettista dovrà in particolare indicare il grado dell'acciaio (JR, J0, J2, K2) da adottare, in modo da evitare fragilità negli impieghi alle basse temperature. A tale scopo, per strutture sollecitate in flessione e/o trazione, in funzione degli spessori massimi previsti, dello stato di sforzo e della temperatura di riferimento T<sub>Ed</sub>, potrà utilizzare la tabella 2.1 della norma UNI EN 1993-1-10. In mancanza di dati più precisi, si potrà assumere per T<sub>Ed</sub> i valori di -25°C per strutture non protette e -10°C per strutture protette. La suddetta tabella 2.1 vale per elementi tesi, inflessi o tensoinflessi. Per elementi sicuramente sempre compressi si potrà valutare gli spessori massimi utilizzando la stessa tabella ma considerando, indipendentemente dallo sforzo reale, solo la colonna con  $\sigma_{Ed} = 0,25 f_y(t)$ .

Il Progettista dovrà poi valutare se nel progetto sussiste per alcuni dettagli strutturali il rischio del manifestarsi del fenomeno del lamellar tearing (strappo lamellare). In caso positivo, potrà prescrivere l'uso di acciai con caratteristiche di deformazione migliorate nella direzione perpendicolare alla superficie del prodotto, secondo la norma UNI EN 10164. Per i dettagli nei quali è segnalato il rischio di strappo lamellare, l'Appaltatore dovrà dare evidenza di avere adottato idonei procedimenti di saldatura atti a minimizzare tali rischi.

La valutazione può essere fatta calcolando il parametro Z<sub>Ed</sub> secondo le indicazioni del §3 della norma UNI EN 1993-1-10, e ricavando, con l'ausilio della tabella 3.2 della norma UNI EN 1993-1-1, l'eventuale valore richiesto per la classe Z secondo UNI EN 10164.

Se si sceglie un acciaio con caratteristiche di deformazione migliorate nella direzione perpendicolare alla superficie del prodotto, esso va indicato nei disegni di progetto (ad esempio: S355 J2 UNI EN 10025-2 + Z25 UNI EN 10164).

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  $f_{y,max}$  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)  $\leq 0,04\%$ , e fosforo (P)  $< 0,02\%$ ;
- Categoria B: acciai con contenuto di silicio (Si)  $> 0,14\%$  e  $\leq 0,25\%$ , e fosforo (P)  $< 0,035\%$ .

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, 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

#### 2.3.2.3.1.2 Bulloni non precaricati

I bulloni non precaricati sono quelli da impiegare in unioni a taglio. Possono essere impiegati bulloni di classe 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8 e 8.8.

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 ISO 898-2, 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 nella seguente tabella.

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)		

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.

#### 2.3.2.3.1.3 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 e 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.

#### 2.3.2.3.1.4 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 (CD"B" o CD"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 NTC2008.

#### 2.3.2.3.1.5 Lamiere grecate

Le lamiere grecate devono conformarsi alla norma di prodotto UNI EN 14782: 2006 "Lastre metalliche auto- portanti 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 10346:2015 "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  $t_{rd}$  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.

#### 2.3.2.3.1.6 Grigliati metallici e lamiere striate o bugnate

Grigliati metallici, lamiere striate e bugnate saranno di norma realizzati in acciaio S235JR UNI EN 10025.

I grigliati saranno di norma zincati a caldo.

### 2.3.2.3.1.7 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 1994-1- 1 "Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo" Annex B.

### 2.3.2.3.2 LAVORAZIONI D'OFFICINA

#### 2.3.2.3.2.1 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 2.3.6.1 e 2.3.6.2.

L'officina di trasformazione dell'Appaltatore deve possedere i requisiti di legge stabiliti nel paragrafo 11.3.1.7 delle NTC2018.

Per quanto attiene i centri di trasformazione, successivamente all'emissione della UNI EN 1090-1, si può considerare quanto segue. I prodotti ricadenti nella filiera dei prodotti da costruzione in carpenteria metallica che vengono "trasformati" (ossia che hanno comportato una trasformazione del prodotto laminato originale e che vengono immessi in commercio) e successivamente immesse nel mercato, diventano componenti o kit in carpenteria metallica.

Perciò questi ultimi prodotti citati ricadono in ambito della normativa armonizzata UNI EN 1090-1, caso "A" indicato dalle NTC 2018. In seguito a quanto premesso è utile sottolineare i seguenti aspetti:

- Chi trasforma un prodotto e successivamente immette in commercio un nuovo prodotto "trasformato" ai sensi di una norma armonizzata (come la UNI EN 1090-1) è un "Fabbricante", secondo le NTC 2018 e non un Centro di Trasformazione.

Potrebbero risultare alcune eccezioni, ad esempio in quei casi dove il componente originale (prodotto laminato) è stato "trasformato" su richiesta del "fabbricante" per una specifica commessa. Queste lavorazioni potrebbero essere realizzate sia da un "fabbricante" intermedio (come i centri servizi) sia da un "Centro di trasformazione".

I Centri di Trasformazione, che realizzano le lavorazioni citate in precedenza, sono tenuti a rispettare quanto richiesto dalle NTC 2018 nei paragrafi dedicati ai Centri di trasformazione. Chi fabbrica inoltre ai sensi della UNI EN 1090-1 è tenuto a controllare che anche i suoi subappaltatori, in questo caso i Centri di Trasformazione, ed i suoi fornitori rispettino i requisiti tecnici stabiliti della serie di norme EN 1090. Perciò i Centri di Trasformazione, quando realizzano lavori in subappalto per i "Fabbricanti" ai sensi della UNI EN 1090-1 (i costruttori metallici) per una specifica commessa, devono rispettare i requisiti di tracciabilità e di qualità imposti dal Committente, ossia il Costruttore metallico "fabbricante" di carpenteria metallica.

Per questa ragione, sono sempre più numerosi i Centri Servizi che, realizzando delle trasformazioni sui componenti, decidono di essere certificati ai sensi della UNI EN 1090-1. In questo modo diventano essi stessi "Fabbricanti" di componenti in carpenteria metallica in



ambito europeo, non dovendo così seguire una prassi che ha soltanto validità in ambito nazionale.

Il chiarimento su come debbano intendersi "Fabbrikanti" e Centro di Trasformazione è citato nel par. 11.3.4.10 delle NTC2018 e nella Circolare S.C.LL.PP. 21.01.2019, n.7 al par. C11.3.4.10.

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.

I controlli di accettazione sono obbligatori per tutte le forniture di elementi e/o prodotti, qualunque sia la loro provenienza e la tipologia di qualificazione. Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed all'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione delle prove sui materiali viene effettuata dal laboratorio, di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 e deve riportare il riferimento a tale verbale.

La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal Direttore dei Lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni da eseguirsi presso il laboratorio. Il prelievo dei campioni è obbligatorio anche nei casi in cui gli elementi siano marcati CE e accompagnati dalla DOP; qualora la fornitura di elementi lavorati provenga da un Centro di trasformazione o da un fabbricante di elementi marcati CE dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di Trasformazione o il Fabbrikante sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalla norma, Il Direttore dei Lavori può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione o fabbricante ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione o del fabbricante secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori. Le prove devono essere sempre eseguite da laboratorio, di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. La relativa richiesta di prove deve essere sempre sottoscritta dalla DL. Il laboratorio incaricato di effettuare le prove provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori.

#### 2.3.2.3.2 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.

#### 2.3.2.3.2.3 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.

#### 2.3.2.3.2.4 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.

#### 2.3.2.3.2.5 Formatura

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

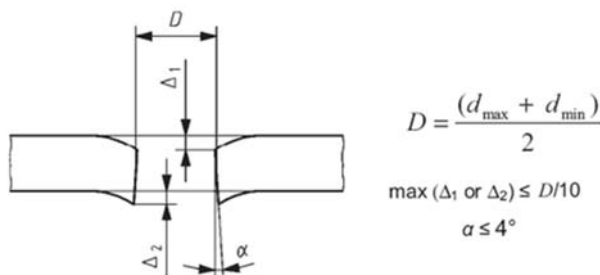
- Meccanicamente, avendo cura di ridurre al minimo le intaccature o le variazioni della sezione trasversale;
- Mediante applicazioni locali di calore, garantendo che la temperatura del metallo sia accuratamente controllata. Per le strutture in classe EXC3 ed EXC4 deve essere sviluppata una procedura e devono essere eseguiti dei casi-test per poterla approvare.
- 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.

#### 2.3.2.3.2.6 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):



- 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.
- Si può derogare da tali limiti quando eventuali assestamenti sotto i carichi di servizio non comportino il superamento dei limiti di deformabilità o di servizio. Quando necessario, è possibile adottare "accoppiamenti di precisione" in cui il gioco foro-bullone non dovrà superare 0,3 mm per bulloni sino a 20 mm di diametro e 0,5 mm per bulloni di diametro superiore, o altri accorgimenti di riconosciuta validità.

Per fori asolati o maggiorati devono essere utilizzate le indicazioni riportate in UNI EN 1993-1-8.

Il riferimento sulle NTC2018 relativo alle unioni con bulloni e chiodi è al par. 4.2.8.1.1 a cui si rimanda per le opportune specifiche.

Se concordato con il Committente e/o il Progettista e/o il Direttore dei Lavori, si possono adottare i diametri dei "fori normali" stabiliti dalla UNI EN 1090-2 e riportati in tabella.

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  $\pm 0,5$  mm, dove per diametro si intende la media dei diametri misurati sulle due facce.

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.

### 2.3.2.3.2.7 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 la fattibilità del montaggio.

### 2.3.2.3.3 SALDATURA

#### 2.3.2.3.3.1 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 in tabella. Tali prescrizioni non devono comunque risultare meno cautelative di quelle della tabella 11.3.XI delle NTC.

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 in tabella.

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

EXC3	S235-S355	S	C	C
	S420-S700	S	C	C
EXC4	Tutti	C	C	C
<p>NOTE:  B = di base S = specifico; C = completo  <sup>(1)</sup> Piastre di base delle colonne <math>\leq 50</math> mm <sup>(2)</sup>  Piastre di base delle colonne <math>\leq 75</math> mm  <sup>(3)</sup> Per acciai S235-S275 è sufficiente il grado S  <sup>(4)</sup> Per acciai di qualità N, NL, M, ML è sufficiente il grado S</p>				

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.

#### 2.3.2.3.3.2 Qualifica saldatori

Tutti i saldatori impiegati devono essere certificati e qualificati secondo la norma UNI EN ISO 9606-1, gli operatori secondo la UNI EN ISO 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.

Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati mediante WPQR (qualifica di procedimento di saldatura) secondo la norma UNI EN ISO 15614-1:2017.

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 prescritto dalla tabella 2.3.8.1.2.

#### 2.3.2.3.3.3 Preparazione dei lembi

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 risultare 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 nella 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 lamiera 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).

#### 2.3.2.3.3.4 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'essiccazione non può essere ripetuta più di due volte.

#### 2.3.2.3.3.5 Controlli non distruttivi

I controlli non distruttivi (NDT) delle saldature devono essere eseguiti da personale qualificato almeno di secondo il livello 2 definito dalla UNI EN ISO 9712.

I controlli da eseguire sono in genere:

- controlli volumetrici: ultrasonici (UT) secondo UNI EN ISO 17640:2019 e UNI EN ISO 23279:2017, 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 17638:2016, 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 10.5.1a oppure 10.5.1b. 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 nella prima tabella, in

linea con le prescrizioni della UNI EN 1090-2. Per strutture di particolare impegno, su richiesta del Cliente e/o del Direttore dei Lavori e/o del Collaudatore, possono essere prescritti i controlli di cui alla seconda tabella, o anche di entità maggiore, se ritenuto opportuno in base alle caratteristiche dell'opera.

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%	-	-	-

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.

#### 2.3.2.3.3.6 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 aggiuntivi 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 eseguite 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.

#### 2.3.2.3.4 BULLONATURA

##### 2.3.2.3.4.1 Generalità

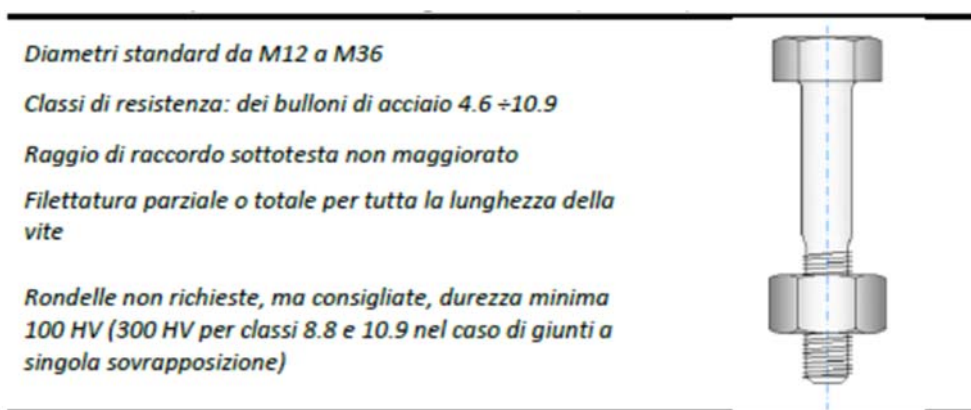
Non possono essere impiegati bulloni strutturali di diametro inferiore all'M12.

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.

Per i singoli prodotti costituenti l'assieme (vite e dado) risulta obbligatoria la marcatura CE, con marchio del produttore dell'assieme e del marchio speciale "SB" (Structural Bolting).

Nella seguente tabella, si sintetizzano le principali caratteristiche costruttive e tipologiche di questo tipo di assieme.





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.

Gli assiemi viti/dado, sia per serraggi con precarico (UNI EN 14399), sia per serraggi senza precarico (UNI EN 15048), devono essere provvisti di marcatura CE e relativa Dichiarazione di Prestazione (DoP) ai sensi della rispettiva norma armonizzata di riferimento.

#### 2.3.2.3.4.2 Serraggio dei bulloni precaricati

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

$$F_{p,C} = 0,7 \cdot f_{ub} \cdot A_s$$

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:

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

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 essere:  $0,10 \leq k \leq 0,16$ );  
 K2: indicato valor medio  $k_m$  più coefficiente di variazione  $V_k$  (deve essere:  $0,10 \leq k_m \leq 0,23$ ;  $V_k \leq 0,10$ ),

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  $M_f$  da applicare.

Bulloni 8.8			$k$			
Diam.	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]	$F_{p,C}$ [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

Bulloni 10.9			$k$			
Diam.	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]	$F_{p,C}$ [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 Mr, poi in un secondo passo a 1,1 Mr. Nel calcolare Mr 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 Mr, poi si impone una rotazione al dado che, a seconda degli spessori serrati dal bullone, vale:

60° per  $t < 2d$

90° per  $2d < t < 6d$

120° per  $6d < t < 10d$

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 14399-9, 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  $\pm 4\%$  con il metodo della coppia e di  $\pm 10\%$  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 Di- rettore dei Lavori il certificato attestante l'avvenuta taratura.

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  $\mu$  da assumere sarà conforme ai valori riportati in tabella sottostante.

Trattamento superficiale	$\mu$
Superfici sabbiare, esenti da qualsiasi incrostazione di ruggine, non pitturate	0,50
Superfici sabbiare con applicazione a spruzzo di <i>primer</i> 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

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.

#### 2.3.2.3.4.3 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 possono essere serrati applicando le coppie di cui alla prima tabella di seguito riportata, mentre quelli soggetti solo a taglio possono essere serrati applicando le coppie di cui alla seconda tabella di seguito riportata.

Diametro [mm]	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]	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

Diametro [mm]	A <sub>s</sub> [mm <sup>2</sup> ]	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

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%.

#### 2.3.2.3.4 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 seguente.

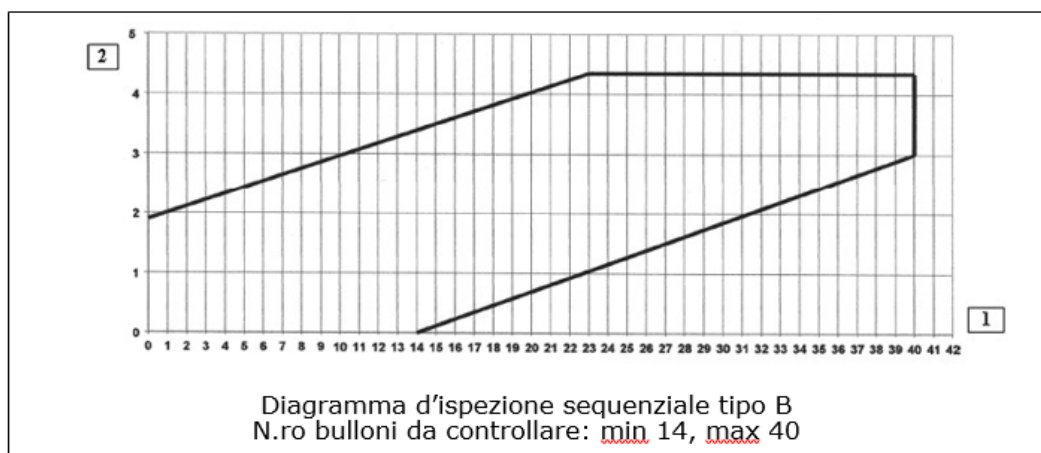
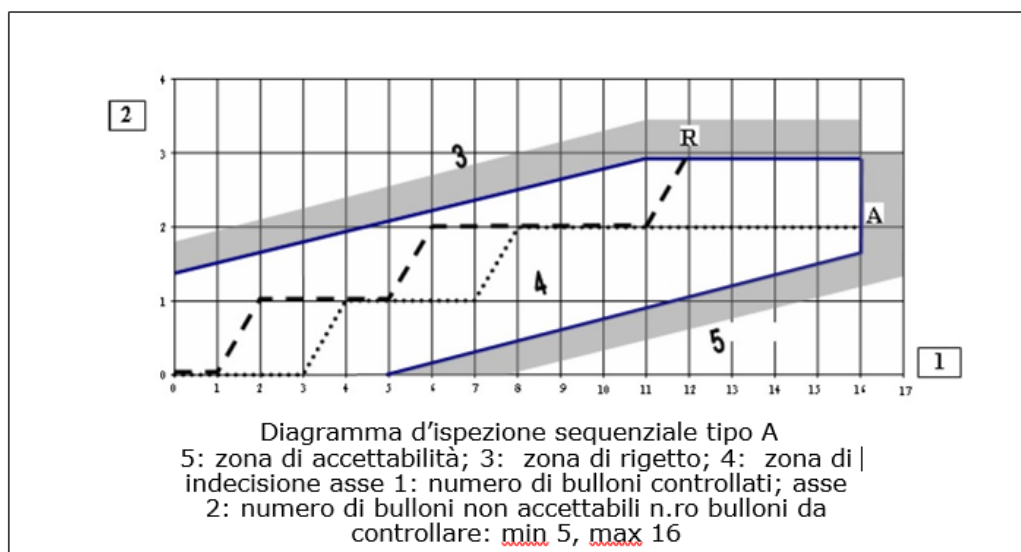
FASE	ESTENSIONE	AZIONE
Ispezione delle superfici di contatto	100% per tutte le classi EXC	Controllo visivo
Conessioni prima del serraggio	100% per tutte le classi EXC	Controllo visivo – Eventuali aggiustaggi mediante spessoramento
	EXC2, EXC3 ed EXC4	Controllo dei certificati di taratura delle chiavi 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 $> 15^\circ$ 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 $> 15^\circ$ 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 $15^\circ$ , correggere l'angolo; se l'angolo di rotazione è sopra il valore specificato di più di $30^\circ$ , sostituire il bullone.

I controlli sul serraggio, nella misura stabilita nella tabella soprastante, vanno eseguiti

secondo il metodo sequenziale illustrato nei diagrammi seguenti, impiegando il diagramma tipo A per le classi di esecuzione EXC2 ed EXC3, e il diagramma tipo B per la classe di esecuzione EXC4.

Esempi 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.



#### 2.3.2.3.5 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 uno 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. L’Appaltatore (se si è scelta la modalità di progettazione A) o il Progettista per conto del Committente (se si è scelta la modalità B o C) devono scegliere, tra tali tolleranze, la classe più opportuna (1 o 2, con prescrizioni più restrittive passando dalla prima alla seconda) per le strutture, o per parti di esse, in funzione della tipologia delle strutture e delle inter- facce con altri elementi strutturali o non strutturali. La scelta del livello di tolleranze adottato va indicata al punto 2 – Oggetto.

#### 2.3.2.3.6 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 il Progettista deve rendere noto all'Appaltatore 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, se previsti a 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 lamiera grecate per solette composte acciaio-calcestruzzo 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 cassature, 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 provvisorie 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" di cui alla tabella 2.3.7.6.1, 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 possono essere malte di cemento Portland o malte premiscelate. Calcestruzzo con inerti di basso diametro può essere usato solo per spessori d'inghisaggio maggiori di 50 mm.

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.

Il Committente deve assicurare che non siano applicati carichi sulla struttura parzialmente montata senza il permesso dell'Appaltatore.

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.

#### 2.3.2.3.7 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 essere 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. carroponi) o apparecchiature, etc. Esse sono distinte in due classi, 1 e 2, con prescrizioni più restrittive passando dalla prima alla seconda. L’Appaltatore (se si è scelta la modalità di progettazione A) o il Progettista per conto del Committente (se si è scelta la modalità B o C) devono scegliere, per tali tolleranze, la classe più opportuna per le strutture, o per parti di esse, in funzione della tipologia delle strutture stesse e delle interfacce con altri elementi strutturali o non strutturali. La scelta del livello di tolleranze adottato va indicata al punto 2 – Oggetto.

#### 2.3.2.3.8 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.

#### 2.3.2.3.9 STOCCAGGIO

L’Appaltatore su richiesta del Committente 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, definendo preventivamente l’onere per l’occupazione delle aree di stoccaggio.

L’Appaltatore deve consegnare al Committente le opportune istruzioni operative per preservare i materiali staccati in cantiere da corrosione, deterioramento, danni accidentali, etc., prima di iniziare il montaggio.

#### 2.3.2.3.10 TRATTAMENTI PROTETTIVI

##### 2.3.2.3.10.1 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 Committente 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 seguente (verniciatura), e in conformità alla UNI EN ISO 14713-1, con i criteri di tabella seguente (zincatura).

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/m²]	Perdita di spessore [µm]	Perdita di massa [g/m²]	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.

<b>ZINCATURA</b>		
Classi di corrosività (*)	Esempi di ambiente tipico	
	All'interno	All'esterno
C1 (molto bassa) $r \leq 0,1 \mu\text{m}$	Ambienti riscaldati con umidità relativa bassa ed inquinamento trascurabile (uffici, scuole, musei)	Zone asciutte o fredde, ambiente atmosferico con inquinamento molto basso e periodi di umidità molto brevi (zone desertiche)
C2 (bassa) $0,1 < r \leq 0,7 \mu\text{m}$	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 ( $\text{SO}_2 < 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (zone rurali, paesi o piccole città dell'entroterra)
C3 (media) $0,7 < r \leq 2 \mu\text{m}$	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 ( $\text{SO}_2$ tra 5 e 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , oppure media presenza di cloruri) (aree urbane, aree costiere con bassa deposizione di cloruri)
C4 (alta) $2 < r \leq 4 \mu\text{m}$	Ambienti con condense frequenti ed alto livello d'inquinamento da processi industriali (impianti industriali, piscine)	Zone temperate con valori d'inquinamento alti ( $\text{SO}_2$ tra 30 e 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , alto livello di cloruri) (aree urbane molto inquinate, aree industriali, aree limitrofe alla costa con significativa deposizione di cloruri)
C5 (molto alta) $4 < r \leq 8 \mu\text{m}$	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 ( $\text{SO}_2$ tra 90 e 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , altissimo livello di cloruri) (aree con industrializzazione pesante, costruzioni lungo la costa)
CX (estrema) $8 < r \leq 25 \mu\text{m}$	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 ( $\text{SO}_2 > 250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , altissimo livello di cloruri) (aree con industrializzazione pesante, costruzioni lungo la costa e costruzioni <i>offshore</i> )
(*) Perdita di spessore di zinco $r$ dopo il primo anno di esposizione.		

#### 2.3.2.3.10.2 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.

Il Progettista deve sviluppare il progetto delle opere in modo da renderle compatibili con le esigenze del processo di zincatura a caldo.

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.

Per gli elementi composti di notevole dimensione e peso, è opportuno che il Progettista predisponga gli opportuni punti di sollevamento da usare durante le operazioni di zincatura per sollevare l'elemento stesso.

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.

E' 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.

Il Progettista dovrà indicare la posizione e la dimensione delle forature nei disegni, in modo da non ridurre la resistenza degli elementi.

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 diaframature 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 seguente.

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 decapaggio e flussaggio usati durante il processo di zincatura.

E' 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 nella tabella seguente.

Spessore acciaio [mm]	Spessore rivestimento [μm]
< 1,5	45
1,5 – 3	55
3 – 6	70
> 6	85

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 §17.1. 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.

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<sup>2</sup>. 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 2063-1/2:2005. 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 catoste 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

### 2.3.2.3.10.3 Verniciatura

#### **2.3.2.3.10.3.1 Generalità**

I trattamenti protettivi devono essere conformi alle prescrizioni della norma UNI UN ISO 12944 nelle sue varie parti.

Si sceglieranno di norma trattamenti con durabilità media, secondo UNI UN ISO 12944-1 (da 5 a 15 anni di durata teorica).

A titolo indicativo, per durabilità media e per le classi di corrosione sino alla C4, possono essere usati i cicli di pitturazione di cui al Paragrafo "2.3.2.3.10.3.3" relativi a:

- 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 C4 (industriale particolarmente aggressivo, marino) (ciclo 2);
- superfici ferrose zincate a caldo (ciclo 3);
- protezione al fuoco per strutture metalliche (ciclo 4).

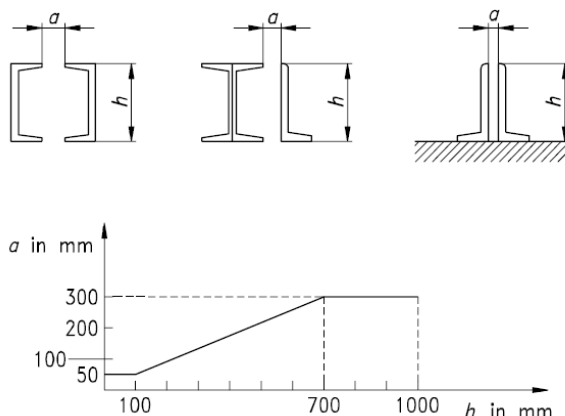
Le relative preparazioni delle superfici sono descritte al paragrafo "2.3.2.3.10.3.3"

La scelta dei cicli di cui al paragrafo "2.3.2.3.10.3.4" riveste un carattere generale. Eventuali condizioni particolari richiedono una più specifica valutazione al fine della individuazione del ciclo più adatto all'opera in oggetto.

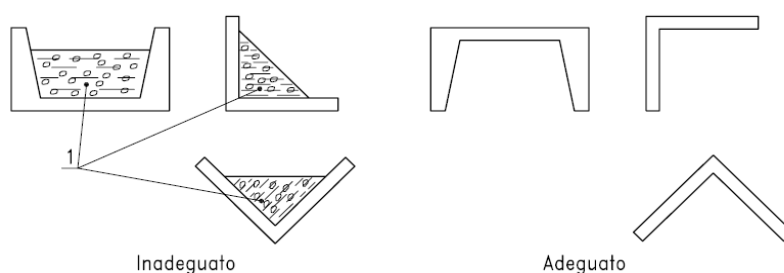
#### **2.3.2.3.10.3.2 Scelta dei dettagli costruttivi**

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 di figura seguente.

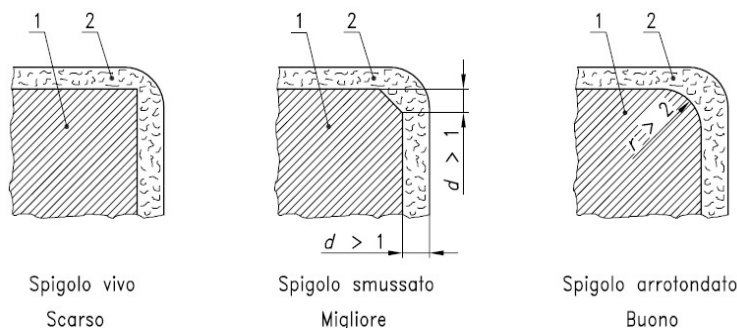


Si devono evitare quelle configurazioni che consentono il ristagno dell'acqua o della polvere, che col tempo deteriorerebbero la superficie aumentando così il rischio di corrosione (si veda figura seguente).



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 (si veda figura seguente).

Le parti scatolate aperte devono essere dotate di fori di drenaggio, quelle chiuse devono essere sigillate con saldature in modo da renderle impermeabili.



#### 2.3.2.3.10.3.3 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

#### 2.3.2.3.10.3.4 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 UNI EN ISO 8503-1 e UNI EN ISO 8503-2. La norma UNI 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 UNI EN 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 UNI EN ISO 8501-1.

#### Sabbiatura commerciale

Tale preparazione deve essere eseguita su superfici grezze non pitturate nelle condizioni iniziali B, C, D della norma UNI EN 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 UNI EN 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 µm, secondo UNI EN 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 UNI EN 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 UNI 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 UNI EN ISO 8501-1 per eliminare la ruggine;
- nell'accurata raschiatura e spazzolatura al grado St3 della norma UNI EN 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.

#### **2.3.2.3.10.3.5 Cicli di pitturazione**

I cicli di pitturazione devono essere sviluppati in accordo alla norma UNI EN ISO 12944-5 e devono essere individuati per il caso specifico.

In assenza di uno studio specifico, 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 EN ISO 12944-5. (Ad esempio: ambienti urbani ed industriali con modesto inquinamento da anidride solforosa; zone costiere con bassa salinità; locali di produzione con alta umidità, quali industrie alimentari, lavanderie, birrerie e caseifici).
Preparaz. delle superfici:	Sabbiatura a metallo quasi bianco Sa2-1/2.
1a mano - <u>primer</u> :	Zincante epossidico organico, <u>sp.</u> 60 micron.
2a mano - intermedio (1):	Epossipoliammidica, <u>sp.</u> 50 micron.
3a mano - finitura (1):	Poliuretanica - alifatica, <u>sp.</u> 50 micron.

*Ciclo 2 - (ambiente classificato C4: industriale particolarmente aggressivo, marino)*

BASE

Denominazione:	Poliuretanico alifatico.
Campo di applicazione:	Per superfici in acciaio al carbonio in ambiente classificato C4 secondo UNI EN ISO 12944-5. (Ad esempio: ambienti industriali; zone costiere con moderata salinità; impianti chimici (all'interno), piscine, cantieri costieri per imbarcazioni).
Preparaz. delle superfici:	Sabbiatura a metallo quasi bianco Sa2-1/2.
1a mano - <u>primer</u> :	Zincante epossidico organico, <u>sp.</u> 75 micron.
2a mano - intermedio (1):	Epossipoliammidica, <u>sp.</u> 120 micron.
3a mano - finitura (1):	Poliuretanica - alifatica, <u>sp.</u> 60 micron.

VARIANTE 1

Denominazione:	Acrilico alifatico.
Preparaz. delle superfici:	Sabbiatura a metallo quasi bianco Sa2-1/2.
1a mano - <u>primer</u> :	Zincante epossidico organico, <u>sp.</u> 75 micron.
2a mano - finitura:	Smalto acrilico alifatico a due componenti (idoneo per applicazioni su zincato a freddo), <u>sp.</u> 60 micron.

VARIANTE 2

Denominazione:	Clorocaucciù alchidico.
Preparaz. delle superfici:	Sabbiatura a metallo quasi bianco Sa2-1/2.
1a mano - <u>primer</u> :	Zincante epossidico organico, <u>sp.</u> 75 micron.
2a mano - intermedio:	Clorocaucciù puro monocomponente, <u>sp.</u> 35 micron.
3a mano - finitura :	Smalto alchidico clorocaucciù, <u>sp.</u> 35 micron.

Note:

Gli spessori sopra indicati sono da intendersi come "spessori minimi a film secco".

(1) Da applicare in opera. Per i tempi di sopravverniciabilità della mano intermedia attenersi alla scheda tecnica del produttore.

### Ciclo 3

#### BASE

Denominazione:	Poliuretano alifatico modificato.
Campo di applicazione:	Per leghe leggere e superfici ferrose zincate a caldo.
Preparaz. delle superfici:	Sgrassaggio con solventi non clorurati. In alternativa allo sgrassaggio effettuare una sabbiatura Sa1: utilizzare sabbia molto fine, normalmente quello di recupero. Non utilizzare graniglia metallica.
1a mano - <i>primer</i> :	Epossipoliammidico, sp. 50 micron.
2a mano - finitura:	Poliuretano - alifatico, sp. 40 micron.

#### VARIANTE 1

Denominazione:	Acrilico alifatico modificato.
Preparaz. delle superfici:	Sgrassaggio con solventi non clorurati. In alternativa allo sgrassaggio effettuare una sabbiatura Sa1: utilizzare sabbia molto fine, normalmente quello di recupero. Non utilizzare graniglia metallica.
mano unica:	Smalto acrilico alifatico a due componenti, idoneo (*) per applicazione anche su materiali non ferrosi quali lamiera zincata a caldo ed alluminio, sp. 70 micron.

(\*) Deve essere verificata questa idoneità, poiché non tutte le resine acriliche danno aggancio su lamiere zincate a caldo e alluminio, rischiando uno sfogliamento della pellicola nel tempo.

#### Note:

Gli spessori sopra indicati sono da intendersi come "spessori minimi a film secco".

### Ciclo 4

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 - <i>primer</i> :	Zincante inorganico a solvente, sp. 75 micron.
2a mano - <i>tie-coat</i> :	Epossidico, sp. 35 micron.
3a mano:	Vernice intumescente, sp. (vedi nota 2).
4a mano - finitura:	Usare vernici consigliate dal produttore della vernice intumescente.
VARIANTE 1	
Preparaz. delle superfici:	Sabbiatura a metallo quasi bianco Sa2-1/2.
1a mano - <i>primer</i> :	<i>Primer</i> epossidico a due componenti, sp. 75 micron.
2a mano:	Non necessaria.
3a mano:	Vernice intumescente, sp. (vedi nota 2).
4a mano - finitura:	Smalto clorocaucciù puro monocomponente, sp. 40 micron.
VARIANTE 2	
Preparaz. delle superfici:	Sabbiatura grado Sa2.
1a mano - <i>primer</i> :	<i>Primer</i> epossidico a due componenti, tipo <i>Surface Tolerant</i> , sp. 75 micron.
2a mano:	Non necessaria.
3a mano:	Vernice intumescente, sp. (vedi nota 2).
4a mano - finitura:	Smalto clorocaucciù puro monocomponente, sp. 40 micron.

#### Note:

- 1 - Gli spessori sopra indicati sono da intendersi come "spessori minimi a film secco".
- 2 - Lo spessore della vernice intumescente dovrà essere definito in funzione del tipo e delle dimensioni di ogni singolo profilo (fattore di massa), della sollecitazione specifica e della resistenza al fuoco R richiesta, in base ai dati comunicati dal Progettista.
- 3 - Nel caso di strutture zincate a caldo, prima dell'applicazione della vernice intumescente, le superfici da proteggere dovranno essere sgrassate con solventi non clorurati e verniciate applicando la 2a, la 3a e la 4a mano del ciclo sopra indicato.

### **2.3.2.3.10.3.6 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 UNI EN ISO 8501, ed il grado di rugosità prescritto, secondo UNI 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.

### **2.3.2.3.11 COLLAUDO TECNOLOGICO DEI MATERIALI**

Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio dovranno essere collaudati a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, prima dell'inizio delle lavorazioni.

A tale scopo è fatto obbligo all'Impresa di concordare in tempo utile con la Direzione Lavori la data di esecuzione di ciascuna operazione di collaudo.

Le prove sui materiali si svolgeranno presso i Laboratori Ufficiali.

Il numero e le modalità di prelievo dei campioni saranno di regola conformi alle norme UNI vigenti.

La Direzione Lavori ha comunque la facoltà di prelevare in qualunque momento della lavorazione campioni di materiali da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta per verificarne la rispondenza alle Norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Tutti gli oneri relativi sono a carico dell'Impresa.

Tutti gli acciai da impiegare nelle costruzioni dovranno essere sottoposti, in sede di collaudo tecnologico, al controllo della resilienza.

Per ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura e spese dell'Impresa, apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa. Di questo verbale verrà consegnato l'originale alla Direzione Lavori. Un'altra copia verrà conservata dall'Impresa che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori.

### **2.3.2.3.12 CONTROLLO DELLE SALDATURE**

Le saldature devono essere controllate a cura dell'Appaltatore con adeguati procedimenti (magnetoscopici, radiografici, ultrasuoni, ecc.) e non devono presentare difetti quale mancanza di penetrazione, depositi di scorie, cricche di lavorazione, mancanza di continuità ecc.

I controlli eseguiti devono essere contromarcati con punzonature sui pezzi, in modo da consentire la loro identificazione successiva in base alla documentazione.

L'estensione di tali controlli sarà stabilita dalla Direzione Lavori.

### **2.3.2.3.13 CONTROLLI IN CORSO D'OPERA**

L'Impresa è tenuta ad avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio.

L'Impresa dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti verbali di collaudo tecnologico, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione Lavori.

In particolare, per ciascun manufatto composto con laminati, l'Impresa dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- posizioni e marche d'officina costituenti il manufatto;



- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina;
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

Per ciascuna opera singola o per il prototipo di ciascuna serie di opere è prescritto il premontaggio in officina. Alla Direzione Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli collaudati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

In particolare l'Impresa dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione;

possono essere usati i riscaldamenti locali (caldo), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti;

è ammesso il taglio a ossigeno purché regolare;

i tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice;

negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da 2 a 5 mm di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;

i pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera devono essere montati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'esecuzione dei fori;

non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-chiodo (o bullone) previste dalle Norme Tecniche (DM 14 gen 2008) emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n° 1086 - entro tale limite è opportuna la regolarizzazione del foro con utensile adatto;

l'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione;

i fori per chiodi e bulloni devono essere eseguiti col trapano con assoluto divieto dell'uso della fiamma e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche;

per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza), le eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale;

di regola si dovranno impiegare bulloni sia normali sia ad alta resistenza dei seguenti diametri:  $D = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27$  mm;

i bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per l'intera lunghezza - la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro;

nelle unioni di strutture normali o ad attrito che potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati controdadi, anche nel caso di bulloni con viti 8.8 e 10.9.

#### **2.3.2.4 Documentazione**

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere "qualificati"; la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali, in conformità a quanto riportato negli elaborati forniti dal Progettista, dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:



i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;

le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;

le classi di qualità delle saldature;

il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature e specificatamente: le dimensioni dei cordoni, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;

gli schemi di montaggio e controfrecce di officina;

la relazione di calcolo in cui devono essere indicate le modalità di montaggio dell'opera e specificato il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi di montaggio.

Sui disegni costruttivi di officina dovranno essere inoltre riportate le distinte dei materiali nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura.

L'Impresa dovrà, inoltre, far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

È facoltà della Direzione Lavori di sottoporre il progetto delle saldature e le loro tecnologie di esecuzione alla consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o di altro Ente di sua fiducia.

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera sia ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dal D.M. 17 gen 2018 in vigore e tenendo conto delle eventuali raccomandazioni dell'Ente di consulenza.

Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

L'Appaltatore è tenuto ad accompagnare ogni fornitura con:

copia dei certificati di collaudo degli acciai secondo UNI EN 10204: 2005 e UNI EN 1090-2:2018;

dichiarazione che il prodotto è qualificato ai sensi del D.M. 2008, e di aver soddisfatto tutte le relative prescrizioni, riportando gli estremi del marchio e indicando gli estremi dell'ultimo certificato del Laboratorio Ufficiale.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche si rimanda alle prescrizioni di legge sia per quanto riguarda il numero dei saggi da prelevare che le modalità di prelievo e di prova.

Le analisi chimiche devono riferirsi al prodotto finito.

In mancanza di una esplicita dichiarazione del produttore, per verificare che l'acciaio non sia effervescente deve essere effettuata la prova Bauman secondo UNI 4968-83.

Per ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura e spese dell'Impresa, apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa. Di questo verbale verrà consegnato l'originale alla Direzione Lavori. Un'altra copia verrà conservata dall'Impresa che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori.

#### **2.3.2.5 Oneri specifici dell'Appaltatore**

Oltre a tutti gli oneri di cui al presente capitolato speciale sono a completo carico dell'Impresa, perché compresi e compensati sia nei prezzi degli articoli relativi alla realizzazione degli interventi che nelle specifiche voci di stima, tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, tra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti; le attrezzature dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni interessati;

provvedere all'immediato trasporto a rifiuto di tutti i materiali di risulta provenienti dagli scavi e dalle lavorazioni comunque connesse con l'attività in questione;

eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto,

adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento;

effettuare demolizioni e rifacimenti, di qualunque entità, comunque occorrenti per il rispetto delle tolleranze e prescrizioni progettuali.

## **2.4 MESSA A TERRA DELLE STRUTTURE METALLICHE**

### **2.4.1 Campi d'impiego**

Le strutture metalliche quali telai delle porte di accesso ai nuclei in c.a. e le ringhiere esterne dovranno essere protette con apposito sistema di messa a terra qualora previsto dalle normative vigenti.

### **2.4.2 Specifiche tecniche**

#### ***2.4.2.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento***

Il collegamento di messa a terra è imposto dalle norme vigenti (**D.Lgs. n. 81/2008, Decreto ministeriale n. 37 del 22 gennaio 2008** e norma **CEI 64-8/4**)

#### ***2.4.2.2 Descrizione e modalità esecutive***

La presente scheda riguarda la messa a terra delle parti metalliche direttamente od indirettamente costituenti oggetto degli interventi previsti nel presente appalto.

La messa a terra dovrà essere effettuata nel rispetto della specifica normativa di settore, la quale prevede che le masse metalliche che possano portare un altro potenziale (es: tubature del gas, dell'acqua) siano messe a terra in quanto masse estranee.

L'impianto di terra, così come il pozzetto di dispersione, dovranno essere realizzati tenendo presente che gli stessi dovranno essere controllati da personale capace di misurarne i valori di resistenza, cosa che richiede necessariamente l'ispezionabilità del pozzetto in cui è annegato il picchetto dispersore.

##### **2.4.2.2.1 ELEMENTI METALLICI ANCORATI NEL CLS**

Tutti gli elementi metallici esterni (ad es. le ringhiere) dovranno essere protetti con vernici sintetiche isolanti nella parte immersa nel calcestruzzo.

Tali elementi non dovranno in alcun caso avere contatto con l'armatura metallica della struttura e dovranno essere predisposti per poter essere messi a terra.

##### **2.4.2.2.2 COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI**

Le strutture metalliche dovranno essere dotate di idonei collegamenti equipotenziali e di messa a terra, secondo quanto previsto dalle norme.

#### ***2.4.2.3 Oneri specifici dell'Appaltatore***

Oltre a tutti gli oneri di cui alle presenti Norme Tecniche sono a completo carico dell'Impresa, perché compresi e compensati sia nei prezzi degli articoli relativi alla realizzazione degli interventi, sia nelle specifiche voci di stima, tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare compiuto – a perfetta regola d'arte – l'impianto per la messa a terra degli elementi metallici.

## **2.5 CASSEFORME, ARMATURE DI SOSTEGNO, CENTINATURE E ATTREZZATURE DI COSTRUZIONE**

### **2.5.1 Campi di impiego**

Le opere in conglomerato cementizio, gettate in opera, indicate nel progetto esecutivo saranno realizzate mediante l'utilizzo di casseforme (in legno, metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati). Qualora necessario, le casseforme saranno dotate di armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione atte a garantire la stabilità delle casseforme durante le fasi di getto e di presa del conglomerato cementizio.

### **2.5.2 Specifiche tecniche**

#### ***2.5.2.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento***

I lavori saranno eseguiti in accordo al **D.M. 17/01/2018**: "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".

Dovranno, inoltre, essere eseguite le istruzioni riguardanti tematiche in materia di sicurezza nei luoghi di lavoro espresse nel **D.Lgs. 9 aprile 2008 n 81** e s.m.i.

#### ***2.5.2.2 Descrizione e modalità esecutive***

##### **2.5.2.2.1 GENERALITÀ**

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel Progetto Esecutivo.

Nella progettazione e nell'esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli riguardo alla zona interessata.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

##### **2.5.2.2.2 CARATTERISTICHE DELLE CASSEFORME**

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ed essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

La Direzione Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto.

In ogni caso l'Impresa avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti.

Sistemi alternativi a quelli descritti potranno essere adottati dall'Appaltatore previa approvazione della Direzione Lavori.

#### 2.5.2.2.3 POSA IN OPERA

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'Impresa provvederà, a sua cura e spese, alla posa di opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti e le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme.

La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui. I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura.

#### 2.5.2.2.4 PULIZIA E TRATTAMENTO

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

#### 2.5.2.2.5 GIUNTI E RIPRESE DI GETTO

I giunti tra gli elementi di cassaforma saranno realizzati con ogni cura al fine di evitare fuoriuscite di boiaccia e creare irregolarità o sbavature.

#### 2.5.2.2.6 LEGATURE DELLE CASSEFORME E DISTANZIATORI DELLE ARMATURE

I dispositivi che mantengono in posto le casseforme, quando attraversano il conglomerato cementizio, non devono essere dannosi a quest'ultimo; in particolare viene prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi delle casseforme vengano fissati nell'esatta posizione prevista usando fili metallici liberi di scorrere entro tubi di PVC o simile, questi ultimi destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio; dove ciò non fosse possibile, previa informazione alla Direzione Lavori, potranno essere adottati altri sistemi prescindendo dalle cautele da adottare.

E' vietato l'uso di distanziatori di legno o metallici, sono ammessi quelli in plastica, ma ovunque sia possibile dovranno essere usati quelli in malta di cemento.

La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma deve essere la più piccola possibile, si preferiranno quindi forme cilindriche, semicilindriche e semisferiche.

#### 2.5.2.2.7 DISARMO

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dei getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze, e comunque previo accordo con la Direzione Lavori. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi quanto stabilito dalle "Norme Tecniche".

Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante bocciardatura ed i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 0.5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

### **2.5.2.3 Tolleranze geometriche**

Per le tolleranze geometriche delle casseforme vale quanto indicato al § 2.6.2.2.1 per le tolleranze geometriche sul calcestruzzo.

### **2.5.2.4 Oneri specifici dell'Appaltatore**

Oltre a tutti gli oneri di cui al presente capitolato speciale sono a completo carico dell'Impresa, perché compresi e compensati sia nei prezzi degli articoli relativi alla realizzazione degli interventi, sia nelle specifiche voci di stima, tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, tra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti; le attrezzature dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni interessati;

adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalle vibrazioni e dai rumori connessi alle attività in corso, e ad evitare danni a opere e manufatti pre-esistenti;

adottare tutti gli accorgimenti e le opere necessarie ad effettuare i getti e la presa dei conglomerati in condizioni di stabilità e sicurezza;

adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento;

gli oneri derivanti dalle interruzioni dei cicli di lavoro e dei fermi di cantiere conseguenti, che a titolo esemplificativo può essere la presenza di venute di acqua anche molto forti.

## **2.6 CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI E ARMATI**

### **2.6.1 Campi di impiego**

Nel presente capitolo sono trattate tutte le componenti strutturali realizzate mediante conglomerato cementizio semplice o armato gettate in opera.

### **2.6.2 Specifiche tecniche**

#### **2.6.2.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento**

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi:

- **D.M. 17/01/2018:** Norme Tecniche per Le costruzioni;
- **Circolare del C.S.LL.PP del 21 gennaio 2019 n° 7** «Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni » di cui al D.M 17 gennaio 2018;
- **D.M. 11/03/1988:** Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;
- **UNI EN 206 del 2016:** "Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità";
- **UNI 11104:2016 + EC 1-2017 UNI 11104:2016** "Durabilità delle opere e manufatti in calcestruzzo";

- **Decreto 24 dicembre 2015** "Adozione di criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici per la gestione dei cantieri della pubblica amministrazione" – **Allegato 1** - (GU n 16 del 21-01-2016).

#### ***2.6.2.2 Soggezioni geotecniche ed ambientali***

Nel luogo di produzione ed in cantiere saranno installati termometri atti a misurare la minima e la massima temperatura atmosferica giornaliera.

La temperatura del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 5°C e 30°C; in caso contrario la posa in opera dovrà essere sospesa.

La localizzazione in ambito urbano delle aree di cantiere non deve inficiare le caratteristiche prestazionali del calcestruzzo, che dovrà comunque possedere le caratteristiche prescritte al momento della posa in opera indipendentemente dalla distanza dall'impianto di produzione e dalle difficoltà insite nell'operare in spazi ristretti.

##### 2.6.2.2.1 TOLLERANZE GEOMETRICHE

Gli elementi strutturali devono essere realizzati e posizionati secondo le geometrie e le indicazioni di progetto, salvo variazioni richieste dalla D.L. in specifiche situazioni.

Le tolleranze relative alle strutture in calcestruzzo gettato in opera sono le seguenti:

- deviazione dalla posizione relativa:  $\pm 10$  mm;
- deviazione dalla verticale:  $\pm 5$  mm in 3 ml, con un massimo di  $\pm 15$  mm.

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa tutte le opere e/o lavorazioni sostitutive e/o complementari, comprese le demolizioni, che a giudizio della Direzione Lavori si rendessero necessarie per garantire la piena funzionalità delle strutture in caso di esecuzione non conforme alle specifiche progettuali o alle tolleranze ammesse.

#### ***2.6.2.3 Descrizione e modalità esecutive***

##### 2.6.2.3.1 MODALITÀ DI PRODUZIONE

Il conglomerato cementizio dovrà essere approvvigionato presso idonei impianti esterni di preconfezionamento. I controlli durante la produzione saranno effettuati dal Direttore dei Lavori o, in sua assenza all'atto delle lavorazioni, dal tecnico responsabile della produzione, che assume a tale riguardo le responsabilità previste dalla Legge per il Direttore dei lavori. In questo secondo caso la relativa documentazione sarà trasmessa al Direttore dei Lavori prima della consegna del conglomerato in cantiere.

Nel seguito si parlerà, senza distinzione, di controlli effettuati dal Direttore dei Lavori con il significato sopra espresso.

##### 2.6.2.3.2 TIPI E CLASSI DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

Ai fini delle presenti Norme Tecniche di Appalto, quando previsto, vengono presi in considerazione tipi e classi di conglomerato cementizio:

- i "tipi" sono definiti nella tabella esposta qui di seguito, nella quale sono indicate alcune caratteristiche dei conglomerati cementizi e sono esemplificati i relativi campi di impiego;
- le "classi" indicano la resistenza caratteristica cubica del conglomerato cementizio a ventotto giorni di maturazione, espressa in MPa.

Tabella: tipi di impiego e classi dei conglomerati cementizi

Opera Tipi d'impiego	Classe di Res. [N/mm <sup>2</sup> ]	Tipo di cemento	Consistenza Abbassamento al cono di Abrams	rapporto A/C
Strutture in fondazione	C32/40	Pozzolánico d'altoforno 32.5R	S4	0,5
Strutture in elevazione	C30/37	Pozzolánico d'altoforno 32.5R	S4	0,55

Per tutte le opere possono essere adottate consistenze diverse previa autorizzazione della D.L. che valuterà i singoli casi.

Secondo le norme UNI EN 206: 2016 e UNI 11104:2016+ EC 1-2017 UNI 11104:2016 in base al risultato dello slump test, si individuano 5 classi di consistenza:

- S1 - consistenza umida: abbassamento (slump) da 10 a 40 mm
- S2 - consistenza plastica: abbassamento (slump) da 50 a 90 mm
- S3 - consistenza semifluida: abbassamento (slump) da 100 a 150 mm
- S4 - consistenza fluida: abbassamento (slump) da 160 a 210 mm
- S5 - consistenza superfluida: abbassamento (slump)  $\geq$  220 mm.

Le classi di resistenza espote in tabella rappresentano la minima resistenza che dovrà essere garantita in funzione dei rapporti acqua/cemento richiesti.

#### 2.6.2.3.3 DURABILITÀ DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

La norma UNI EN 206:2016 elenca i requisiti dei calcestruzzi perché abbiano la durabilità adeguata alla classe di esposizione ambientale prevista. Tali caratteristiche riguardano il rapporto a/c, il tipo ed il dosaggio minimo del cemento.

Sul calcestruzzo indurito si effettua, come misura indiretta del rapporto a/c, la misura della resistenza caratteristica poiché strettamente legata al suddetto rapporto, una volta stabilito il tipo e la classe di resistenza del cemento da utilizzare. Per questo si richiama l'attenzione sulla necessità di rispettare le specifiche di progetto non solo per quel che riguarda la resistenza caratteristica, ma altresì il tipo e la classe di resistenza del cemento, nel caso in esame cementi pozzolanici e d'alto forno di classe di resistenza 32.5R. Se si confezionasse un calcestruzzo avente la stessa resistenza caratteristica ma con cemento di classe di resistenza superiore, si otterrebbe un prodotto meno rispondente ai requisiti di durabilità poiché caratterizzato da un rapporto a/c più elevato.

I cementi prescritti, pozzolanici e d'altoforno, si caratterizzano per una maggior stabilità chimica (resistenza ai solfati), e per un più basso valore del calore d'idratazione (classe di resistenza 32.5) che, come è noto, offre maggiori garanzie se è necessario ottenere un calcestruzzo indurito esente anche da fessurazioni capillari.

Nel progetto, per le opere a diretto contatto del terreno, con eccezione di cordoli di fondazione di modestissimo significato strutturale, è prevista una resistenza caratteristica minima corrispondente alla classe C32/40, richiesta dal rispetto dei requisiti di durabilità relativi alla classe di esposizione assunta XC4+XA2; le esigenze di carattere statico avrebbero consentito una resistenza caratteristica inferiore.

Di seguito si ricordano le prescrizioni della norma UNI EN 206:2016 per le tre classi di esposizioni d'interesse individuate dal progetto definitivo.



Tipo di opere	Classe di esposizione	Tipo di cemento	Rapporto A/C	Contenuto minimo di cemento
A diretto contatto del terreno	XC4+XA2	Pozzolánico o d'alto forno 32.5R	0,50	340kg/m <sup>3</sup>
Strutture in elevazione esposte	XC3+XA1	Pozzolánico o d'alto forno 32.5R	0,55	320kg/m <sup>3</sup>
Strutture in elevazione interne (non esposte)	XC3+XA1	Pozzolánico o d'alto forno 32.5R	0,55	320kg/m <sup>3</sup>

Nell'ipotesi in cui in casi particolari si riscontrino localmente classi di esposizione più severe, si dovranno adottare le corrispondenti prescrizioni della norma citata.

La durabilità del calcestruzzo si consegue, ancora, prevedendo un'opportuna lavorabilità per la posa in opera e la compattazione dei getti ed un'adeguata stagionatura. I disegni prescrivono in relazione alle caratteristiche geometriche del manufatto e della gabbia di armatura (interasse tra i ferri e copriferro) la classe di consistenza da adottare. La stagionatura infine, come trattato nel paragrafo dedicato, individua la durata minima per la protezione dei getti in relazione alle condizioni termoigrometriche dell'ambiente al momento del getto ed allo sviluppo della resistenza del calcestruzzo.

#### 2.6.2.3.4 COMPONENTI DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

##### 2.6.2.3.4.1 *Impiego materiale riciclato*

Allo scopo di ridurre l'impiego di risorse non rinnovabili e di aumentare il recupero dei rifiuti, con particolare riguardo ai rifiuti da demolizione e costruzione, fermo restando il rispetto di tutte le norme vigenti, si deve prevedere l'uso di materiali prodotti con un determinato contenuto di riciclato (Decreto 25 dic 2015 – Allegato 1, § 2.4).

I calcestruzzi devono essere prodotti con un contenuto di materia riciclata di almeno il 5% in peso. Tale contenuto deve essere inteso come somma delle percentuali in materia riciclata contenuta nei singoli componenti (Cemento, aggregati, aggiunte, additivi) e deve essere compatibile con i limiti imposti dalle specifiche norme tecniche.

La percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata tramite una dichiarazione ambientale di Tipo III del produttore, conforme alla UNI EN 15804 e alla ISO 14025, oppure una asserzione ambientale del produttore conforme alla ISO 14021, verificata da un organismo di valutazione della conformità, che certifichi il rispetto del criterio.

##### 2.6.2.3.4.2 *Generalità leganti per opere strutturali*

Nelle opere strutturali oggetto delle norme tecniche approvate dal D.M. 17 Gennaio 2018 devono impiegarsi i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme EN 197-1: 2011 ed EN 197-2: 2014.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

##### 2.6.2.3.4.3 *Cemento*

Nella confezione dei conglomerati sono ammessi:

- cemento pozzolanico;
- cemento d'alto forno.

L'Impresa dovrà approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzie di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura.

La qualità del cemento dovrà essere garantita e controllata dall'istituto ICITE CNR e dal relativo marchio.

A cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovranno essere verificate presso un Laboratorio Ufficiale le resistenze meccaniche ed i requisiti chimici e fisici del cemento secondo le Norme di cui alla Legge 26/5/1965 n. 595, UNI EN 197-1: 2011 e D.M. 13/9/1993 (per cementi sfusi prelievo di un campione ogni 250 t o frazione).

Copia di tutti i certificati di prova sarà custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

È facoltà della Direzione Lavori richiedere la ripetizione delle prove su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

È vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo; ciascun silo del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe ed unica provenienza, ed a tale scopo chiaramente identificato.

#### 2.6.2.3.4 Aggregati

Per tutti i tipi di conglomerato cementizio dovranno essere impiegate esclusivamente le norme UNI 8520-1: 2015 "Aggregati per il calcestruzzo – Istruzioni complementari della EN 12620 – Parte 1 Designazione e criteri di conformità e la UNI 8520-2: 2005 che fornisce indicazioni per l'utilizzo di aggregati conformi alla EN 12620 "Aggregati per il calcestruzzo" (in particolare gli aggregati della categoria A di cui alla Norma UNI 8520-2 del 2016 "Aggregati per calcestruzzo – istruzioni per l'applicazione della EN 12620 – Parte II: Requisiti" aventi caratteristiche nei limiti di accettazione della Norma medesima).

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature, devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive.

Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti, deve essere costituito da elementi, le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

A cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI EN 932-3) presso un Laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali.

Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

La dimensione massima (Dmax) dell'aggregato deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto; dovrà pertanto risultare:

- minore di 0,25 volte la dimensione minima delle strutture;
- minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di 5 mm;
- minore dello spessore del copriferro.

#### 2.6.2.3.4.5 Sabbia

La sabbia, fermo restando le considerazioni dei parafi relativi alla parte 4 - Finiture, per il confezionamento delle malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, solfati ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

La sabbia naturale o artificiale deve essere bene assortita in grossezza e costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose; deve essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive.

#### 2.6.2.3.4.6 Marcatura CE

Gli aggregati che devono riportare obbligatoriamente la marcatura CE i cui riferimenti sono riportati nel seguente prospetto:

<b>Aggregati</b>	<b>Norme di riferimento</b>
per calcestruzzo	UNI EN 12620
Leggeri - Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta da iniezione/boiacca	UNI EN 13055-1:2016, Parte 1
Grossi - per opere idrauliche	UNI EN 13383-1:2003
Per malte	UNI EN 13139:2003

La produzione dei prodotti sopraelencati deve avvenire con un livello di conformità 2+, certificato da un Organismo notificato.

#### 2.6.2.3.5 ACQUA DI IMPASTO

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008: 2003.

Proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate al capitolo relativo.

Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati.

Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.).

L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g per litro.

In merito al contenuto di ione cloruro nell'acqua per i manufatti in cemento armato normale o precompresso, si dovrà tenere conto dei limiti previsti dalla UNI EN 1008 del 2003 per il contenuto totale di tale ione.

La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati, (si faccia riferimento alla condizione "satura a superficie asciutta" della Norma UNI 8520 parte 5).

#### 2.6.2.3.6 ADDITIVI

L'Impresa dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione; le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica di conglomerati cementizi.

Gli additivi per impasti cementizi dovranno rispondere alla Norma UNI EN 934-2: per calcestruzzo non armato

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

##### *2.6.2.3.6.1 Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti*

Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea EN 934-2 e dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- dovranno essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non dovranno contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
- non provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
- non interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo, in tal caso si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del calcestruzzo fresco.

Per le modalità di controllo e di accettazione il Direttore dei Lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità si farà costantemente uso di additivi superfluidificanti di nuova generazione a rilascio progressivo al fine di realizzare calcestruzzi reoplastici preconfezionati ad elevato mantenimento della lavorabilità.

Nel caso si verifichi una perdita di lavorabilità sono ammesse riaggiunte di additivi superfluidificanti dello stesso tipo già inserito precedentemente nell'impasto con un quantitativo massimo di 300 cm<sup>3</sup> per ogni 100 kg di cemento.

Nel caso che la lavorabilità prevista non venga ottenuta dopo la riaggiunta di additivi a piè d'opera il calcestruzzo verrà scartato.

La classe di consistenza dovrà essere sempre garantita al momento della posa.

In caso di particolari condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati ulteriori additivi aeranti, fluidificante - ritardante e accelerante.

Non dovranno essere impiegati additivi a base di cloruri o contenenti cloruri di calcio. Il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni del fornitore e comunque esso non dovrà superare il 2 % in peso rispetto al cemento.

##### *2.6.2.3.6.2 Additivi ritardanti e acceleranti*

Gli additivi ritardanti riducono la velocità iniziale delle reazioni tra il legante e l'acqua aumentando il tempo necessario ai conglomerati cementizi per passare dallo stato plastico a quello rigido, senza influenzare lo sviluppo successivo delle resistenze meccaniche.

Gli additivi acceleranti aumentano la velocità delle reazioni tra il legante e l'acqua e conseguentemente lo sviluppo delle resistenze dei conglomerati cementizi.

Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell'uso dovrà essere opportunamente diluito.

I tipi ed i dosaggi impiegati dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

In generale per quanto non specificato si rimanda alla UNI EN 934-2.

#### 2.6.2.3.6.3 Additivi antigelo

Gli additivi antigelo abbassano il punto di congelamento dell'acqua d'impasto ed accelerano alle basse temperature i processi di presa e indurimento dei conglomerati cementizi.

Dovranno essere impiegati soltanto su disposizione della Direzione Lavori, che dovrà approvarne preventivamente tipo e dosaggio.

#### 2.6.2.3.7 PREPARAZIONE

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori.

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi e del cemento; la precisione delle apparecchiature per il dosaggio ed i valori minimi saranno quelli del punto 9.1.2.2 del prospetto della Norma UNI EN 206: 2014; dovrà essere controllato il contenuto d'umidità degli aggregati.

La dosatura effettiva degli aggregati dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%. Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta l'anno.

Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume.

La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta ogni due mesi o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale.

Le bilance per la pesatura degli aggregati possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

I silos del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare. Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità di cui al successivo paragrafo "Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco".

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogeneo, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa.

Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi fluidificanti e l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna.

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che prevedibilmente la temperatura possa scendere al di sotto di 5°C o +30°C, salvo diverse

disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo in tal caso le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare.

Per ogni autobetoniera e per ogni getto dovrà essere consegnato alla D.L. il riscontro cartaceo dell'impianto di confezionamento del calcestruzzo dove risultino le caratteristiche dell'impasto ed in particolare dovranno essere evidenziate:

- Resistenza caratteristica di riferimento
- Dosaggio degli aggregati
- Dosaggio del cemento
- Dosaggio dell'acqua libera
- Umidità degli inerti
- Classe di consistenza
- Additivi

#### 2.6.2.3.8 TRASPORTO

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di perdita della lavorabilità e di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del conglomerato cementizio medesimo.

A tal fine si dovranno utilizzare per tutte le classi di calcestruzzo opportuni additivi superfluidificanti di nuova generazione a rilascio progressivo al fine di realizzare calcestruzzi reoplastici preconfezionati ad elevato mantenimento della lavorabilità e del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori.

Il trasporto del calcestruzzo mediante veicoli non provvisti di dispositivo di agitazione sarà permesso solo se il tempo che intercorre tra l'impasto e la messa in opera non supera i 15 minuti. In ogni caso, in assenza di specifici additivi ritardanti, detto intervallo di tempo non dovrà superare i 45 minuti quando la temperatura media dell'aria è superiore a 25° C ed i 60 minuti quando la temperatura è inferiore a 25° C.

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca di uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

L'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con apposite prove.

È facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

#### 2.6.2.3.9 POSA IN OPERA

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche.

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

Per la finitura superficiale delle solette è prescritto l'uso di stagge vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di 2,00 m, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale; saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a 5 mm.

Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 5 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- malte o betoncini reoplastici a base cementizia a ritiro compensato;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 15 mm.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento espansivo.

Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione.

È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad un metro; se necessario si farà uso di tubi getto o si getterà mediante pompaggio.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo impermeabile (waterstop), o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di progetto.



Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la normale maturazione.

#### 2.6.2.3.10 STAGIONATURA E DISARMO

##### *2.6.2.3.10.1 Prevenzione delle fessure da ritiro plastico*

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 giorni, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento.

In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra.

È ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di  $0,5 \div 1,5 \text{ kg/m}^3$ .

Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a 0,3 mm, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

##### *2.6.2.3.10.2 Disarmo e scasseratura*

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze.

In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore).

##### *2.6.2.3.10.3 Protezione dopo la scasseratura*

Per evitare un prematuro essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, a seguito del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e permeabile, si

dovrà procedere ad una stagionatura da eseguire secondo le indicazioni della norma UNI EN 206.

La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni della stessa norma.

#### 2.6.2.3.10.4 Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature ecc. nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, pluviali, passi d'uomo, passerelle di ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere di interdizione, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni di opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

#### **2.6.2.4 Prove e controlli di accettazione**

##### 2.6.2.4.1 CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica.

##### 2.6.2.4.2 PROVA SUI MATERIALI E SUL CONGLOMERATO CEMENTIZIO FRESCO.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, in ogni momento e quando lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di conglomerato cementizio da sottoporre ad esami o prove di laboratorio.

In particolare in corso di lavorazione sarà controllata la consistenza, l'omogeneità, il contenuto d'aria, il rapporto acqua/cemento e l'acqua essudata (bleeding).

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di ABRAMS (slump), come disposto dalla UNI EN 12350-2: 2009 "Calcestruzzo fresco. Determinazione della consistenza. Prova di abbassamento al cono".

Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi 2 e 25 cm.

Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la Norma UNI EN 12350-5: 2009 o con l'apparecchio VEBE secondo la Norma UNI EN 12350-3: 2009.

La prova di omogeneità verrà eseguita vagliando ad umido due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4 mm. La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%.

Inoltre lo slump dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm.

Il rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio fresco dovrà essere controllato in cantiere almeno una volta per ogni giorno di getto.

In fase di indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

#### 2.6.2.4.3 PROVE SUL CONGLOMERATO CEMENTIZIO INDURITO

La Direzione Lavori potrà disporre la effettuazione di prove e controlli mediante prelievo di carote e/o altri sistemi anche non distruttivi quali ultrasuoni, misure di resistività, misure di pull-out con tasselli tipo Fischer o equivalenti, contenuto d'aria da aerante, ecc..

#### 2.6.2.4.4 ARMATURE PER C.A.

Per le armature delle opere in C.A. si rimanda all'apposita sezione riportata nelle presenti Norme Tecniche.

#### 2.6.2.4.5 RESISTENZA DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

Per ciascuna determinazione in corso d'opera delle resistenze caratteristiche a compressione dei conglomerati cementizi, dovranno essere eseguite due serie di prelievi da effettuarsi in conformità alle Norme Tecniche 2018, paragraf 11.2.4 - 11.2.5 (le cui norme di riferimento sono state aggiornate – vedi § precedente 2.6.2.4.2).

I prelievi, eseguiti in contraddittorio con l'Impresa, verranno effettuati separatamente per ogni opera e per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio previsti negli elaborati progettuali.

Di tali operazioni, eseguite a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, secondo le Norme UNI vigenti, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti.

I provini, contraddistinti col numero progressivo del relativo verbale di prelievo, verranno custoditi a cura e spese dell'Impresa in locali ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantire la autenticità e la corretta stagionatura. Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1: 2012 UNI EN 12390-2: 2009 "provini di calcestruzzo per le prove di resistenza. Preparazione e stagionatura EN. I provini dovranno essere sottoposti a prove presso Laboratori Ufficiali.

Se dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali sui provini della seconda serie di prelievi risultasse un valore della resistenza ( $R_{ck}$ ), non inferiore a quella prevista, tale risultanza verrà presa a base della contabilizzazione definitiva dei lavori; se, invece, risultasse un valore ( $R_{ck}$ ) inferiore di non più del 10% rispetto a quello della classe indicata negli elaborati progettuali, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il conglomerato cementizio verrà accettato, ma verrà applicata una penale.

Qualora, poi, la resistenza caratteristica risultasse minore di quella richiesta di più del 10%, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dal Progettista.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la resistenza caratteristica risulterà maggiore a quella indicata negli elaborati progettuali.

Saranno a carico dell'Impresa tutti gli oneri relativi alle prove di Laboratorio, sia effettuate presso i laboratori della Direzione Lavori, sia presso i Laboratori Ufficiali, comprese le spese per il rilascio dei certificati.

#### 2.6.2.4.6 QUALIFICA PRELIMINARE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

L'Impresa è tenuta all'osservanza degli articoli ad oggi vigenti della Legge 5/11/1971 n. 1086 e s.m.i. "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".

L'Impresa, sulla scorta delle prescrizioni contenute nei progetti esecutivi delle opere in conglomerato cementizio semplice e armato (normale e precompresso), relativamente a caratteristiche e prestazioni dei conglomerati cementizi stessi, farà particolare riferimento a:

- resistenza caratteristica a compressione Rck;
- durabilità delle opere (UNI EN 11417-2: 2014 e UNI EN 11417-1: 2012 "Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo");
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520-1: 2015 "aggregati per calcestruzzo") - Istruzioni complementari per l'applicazione della UNI EN 12620 parte 1: Designazione e criteri di conformità;
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi;
- resistenza a flessione secondo (UNI EN 12390-5:2009);
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione, (UNI EN 12390-3:2009);
- resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12390-6:2010);
- modulo elastico secante a compressione (UNI 12390-13:2013);
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI EN 12350-7:2009);
- ritiro idraulico (UNI 11307: 2008);
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087:2017);
- impermeabilità (UNI 7699:2018).

dovrà prequalificare presso laboratori ufficiali i materiali e gli impasti ed i relativi risultati a 28gg in tempo utile prima dell'inizio dei lavori, sottoponendo all'esame della Direzione Lavori:

- a) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
- c) il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria inglobata, il valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
- d) la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- e) i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio da eseguire con le modalità più avanti descritte;
- f) lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato successivamente;
- g) i progetti delle opere provvisorie e provvisionali (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti.

Dette prove saranno eseguite sui campioni confezionati in conformità a quanto proposto dall'Impresa ai punti a), b), c) e f).

I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori; tutti gli oneri relativi saranno a carico dell'Impresa.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera salvo autorizzazione scritta della Direzione Lavori. Qualora si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

Qualora l'Impresa impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiama la Norma UNI EN 206:2014 le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI EN 206:2014

In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma.

#### 2.6.2.4.7 CONTROLLI A FINE LAVORO

Metodo di Figg per la determinazione del grado di permeabilità all'aria del conglomerato cementizio

Il metodo di Figg è diretto a fornire elementi di giudizio sulla capacità del conglomerato cementizio a resistere agli attacchi chimico-fisici dell'ambiente.

La prova si basa sul fatto che la relazione esistente tra un gradiente di depressione, creato in un foro di un blocco di conglomerato cementizio ed il tempo necessario perché tale gradiente si annulli, è pressoché lineare.

Le apparecchiature impiegate consistono:

- Trapano a bassa velocità dotato di sistema di bloccaggio della profondità, con punte da 10 e 12 mm di diametro;
- cilindri in gomma del diametro di 12 mm e altezza di 10 mm;
- aghi ipodermici;
- calibratore di pressione dotato di pompa manuale per il vuoto con le apposite tubazioni per la connessione del sistema agli aghi ipodermici;
- silicone;
- n° 2 cronometri.

#### 2.6.2.4.8 METODOLOGIA DI PROVA

Per eseguire la prova occorre delimitare un'area triangolare avente i lati di 10 cm; in corrispondenza dei tre vertici dovranno essere realizzati, perpendicolarmente alla superficie del conglomerato cementizio, dei fori da 40 mm di profondità aventi diametro di 12 mm per i primi 20 mm e diametro di 10 mm per i restanti 20 mm.

Nella parte superiore del foro viene inserito un cilindro in gomma, di diametro uguale a quello del foro, opportunamente siliconato sulla superficie laterale per favorire l'adesione alle pareti del conglomerato cementizio e isolare completamente la parte inferiore del foro.

Quest'ultima viene raggiunta con un ago ipodermico, tramite il quale viene creata una depressione di poco superiore a 0,55 bar.

La prova consiste nel misurare il tempo occorrente per ottenere un incremento di pressione da -0,55 a -0,50 bar.

Per conglomerati cementizi poco permeabili ( $T > 3000$  s), vista la proporzionalità indiretta tra tempo e pressione, la suddetta determinazione può essere assunta pari a cinque volte il tempo parziale corrispondente alla variazione di pressione tra -0,55 e -0,54 bar.

2.6.2.4.8.1 Classificazione del conglomerato cementizio in base al valore di permeabilità all'aria espresso in secondi.

Nella tabella che segue è riportato, in funzione del tempo, il giudizio sulla qualità del conglomerato cementizio.

La categoria di appartenenza, in rapporto alla permeabilità all'aria, verrà stabilita sulla base di tre prove effettuate su una superficie di  $1,00 \text{ m}^2$  e sarà assegnata quando l'80% delle determinazioni, ricadono in uno degli intervalli di tempo riportati in tabella.

TEMPO	GIUDIZIO	CATEGORIA
< 30	Scarso	0,00
30 – 100	Sufficiente	1,00
100 – 300	Discreto	2,00
300 – 1000	Buono	3,00
> 1000	Eccellente	4,00

2.6.2.4.9 RESOCONTO DI PROVA

Dovrà comprendere:

- data della prova;
- caratteristiche fisiche dell'area analizzata;
- provenienza e caratteristiche dell'impasto usato; tipo e granulometria degli aggregati; rapporto A/C; tipo e dosaggio del cemento; dosaggio e tipo di eventuali additivi; contenuto d'aria nel calcestruzzo fresco;
- classe di permeabilità del conglomerato cementizio determinata sulla base dei risultati ottenuti, che dovranno essere tabellati e riportati su grafico;
- ogni altra informazione utile.

**2.6.2.5 Documentazione**

Per quanto riguarda la documentazione che l'Impresa deve fornire, si rimanda a quanto previsto nella NTC 2018 e nella presente sezione relativamente a:

- Impianti di betonaggio;
- Materiali per il confezionamento del cls;
- Controlli di qualità del conglomerato fresco
- Controlli a fine lavoro.

**2.6.2.6 Oneri specifici dell'Appaltatore**

Oltre a tutti gli oneri di cui al presente capitolato speciale sono a completo carico dell'Impresa, perché compresi e compensati sia nei prezzi degli articoli relativi alla realizzazione degli interventi che nelle relative voci di stima, tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, tra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- subordinare le operazioni di getto alle indicazioni fornite dal monitoraggio in corso d'opera;
- provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti; le attrezzature dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni interessati;
- adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalle vibrazioni e dai rumori connessi alle attività in corso, e ad evitare danni a opere e manufatti pre-esistenti;
- eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto,
- realizzare tutte le opere provvisorie che si rendesse necessario costruire per la presenza vicino all'opera di fabbricati e/o manufatti;
- adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento;
- dotazione delle attrezzature utilizzate con sistemi di acquisizione e registrazione automatica e continua dei parametri di getto;
- riparazione di eventuali danni causati, nonché le prestazioni di personale idoneo nel caso di necessità.
- l'effettuazione di prelievi puntuali (da concordare con la D.L.), su tutta la tratta, per l'effettuazione delle analisi chimiche finalizzate alla determinazione dell'aggressività delle acque.

## 2.7 DEMOLIZIONI

### 2.7.1 Campi di impiego

Con il termine "demolizioni" si intendono tutte le tecnologie esecutive finalizzate alla demolizione o allo smantellamento parziale e/o totale di manufatti. Si prevede di effettuare delle demolizioni nei seguenti casi:

- smantellamento tubazioni drenaggio acque;
  - demolizioni di manufatti esistenti interferenti con le opere (cigli, cordoli di fondazione spartitraffico, etc...);
- fresatura pavimentazioni stradali.

### 2.7.2 Specifiche tecniche

#### 2.7.2.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi e raccomandazioni:

- **D.M. 11/03/1988:** Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione
- **D.Lgs.81 del 9 aprile 2008:** Testo unico in materia di salute e sicurezza del lavoro (in particolare per le fasi di lavoro artt. 150, 151, 152, 153 e 154);



### **2.7.2.2 Soggezioni geotecniche ed ambientali**

Durante le fasi di demolizione, andranno adottati tutti gli accorgimenti necessari ad effettuare le lavorazioni nel pieno rispetto delle normative vigenti in materia di sicurezza e di salute dei lavoratori. Andranno altresì adottate tutte le tecnologie per attenuare i disturbi alle persone e/o alle cose derivanti dalle vibrazioni, dai rumori e dalle polveri, ad evitare danni ad opere e manufatti preesistenti.

Si deve altresì tenere presente che si opera alla presenza di condotti di fognatura e di altri sotto-servizi, occorre quindi che l'Appaltatore presti la massima attenzione per garantire la piena funzionalità di detti servizi essendo onere dell'Appaltatore vigilare sulla funzionalità della rete per tutta la durata dei lavori.

### **2.7.2.3 Tolleranze geometriche**

Le demolizioni di manufatti devono essere realizzate nel pieno rispetto delle geometrie e delle prescrizioni progettuali al fine di non comprometterne l'equilibrio statico e/o la funzionalità. In ogni caso, a meno che non siano compromessi gli aspetti funzionali degli ambienti interessati dalle demolizioni, l'errore massimo ammesso non dovrà superare, localmente, i 10 cm nel piano della demolizione, mentre per lo spessore si accetterà un errore locale massimo di 5 cm.

### **2.7.2.4 Descrizione e modalità esecutive**

#### **2.7.2.4.1 GENERALITÀ**

Le demolizioni di murature, pavimenti etc. sia parziali che complete, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi o disturbo.

Rimane pertanto vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e di sollevare polvere, per il che tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati. Nelle demolizioni o rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti. Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio della Direzione Lavori, dovranno essere custoditi, mentre i materiali di scarto dovranno essere trasportati alle pubbliche discariche. Tutte le opere provvisorie inerenti e conseguenti la demolizione di strutture di qualsiasi genere ed entità, debbono intendersi a totale carico dell'Appaltatore.

Le demolizioni potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

In linea generale per le demolizioni saranno impiegati i mezzi proposti dall'Appaltatore ritenuti idonei dalla Direzione Lavori: scalpellatura a mano o meccanica, martello demolitore, morse idrauliche, agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto, idrodemolizione, taglio ad utensile diamantato (disco, filo) e carotaggi.

Tali attrezzature dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori relativamente a caratteristiche meccaniche, dimensioni e capacità produttiva.

Nell'effettuazione delle demolizioni è fatto divieto dell'uso d'esplosivo.

Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso.

Inoltre l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture degli edifici contigui e le proprietà di terzi.

L'Impresa sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.

### **Interventi preliminari**

L'Appaltatore prima dell'inizio delle demolizioni deve assicurarsi dell'interruzione degli approvvigionamenti idrici, gas, elettrici e allacci di fognature.

### **Sbarramento della zona di demolizione**

Nella zona sottostante alla demolizione deve essere vietata la sosta ed il transito di persone e mezzi, delimitando la zona stessa con appositi sbarramenti. L'accesso allo sbocco dei canali di scarico per il caricamento ed il trasporto del materiale accumulato deve essere consentito soltanto dopo che sia stato sospeso lo scarico dall'alto.

### **Idoneità delle opere provvisorie**

Le opere provvisorie, in legno o in ferro, devono essere allestite sulla base di giustificati calcoli di resistenza; esse devono essere conservate in efficienza per l'intera durata del lavoro, secondo le prescrizioni specifiche del piano di sicurezza. Prima di reimpiegare elementi di ponteggi di qualsiasi tipo si deve provvedere alla loro revisione per eliminare le parti non ritenute più idonee. In particolare per gli elementi metallici devono essere sottoposti a controllo della resistenza meccanica e della preservazione alla ruggine degli elementi soggetti ad usura come ad esempio: giunti, spinotti, bulloni, lastre, cerniere, ecc. Il coordinatore per l'esecuzione dei lavori e/o il direttore dei lavori potrà ordinare l'esecuzione di prove per verificare la resistenza degli elementi strutturali provvisori impiegati dall'appaltatore. Prima dell'inizio di lavori di demolizione è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e di stabilità delle strutture da demolire e dell'eventuale influenza su strutture limitrofe. In relazione al risultato di tale verifica devono essere eseguite le opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare che, durante la demolizione, si possano verificare crolli imprevisti.

### **Ordine delle demolizioni. Programma di demolizione**

I lavori di demolizione devono procedere con cautela e con ordine dall'alto verso il basso ovvero secondo le indicazioni del piano operativo di sicurezza e devono essere condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti, ricorrendo, ove occorra, al loro preventivo puntellamento. La successione dei lavori, quando si tratti di importanti ed estese demolizioni, deve risultare da apposito programma il quale deve essere firmato dall'Appaltatore, dal Coordinatore per l'esecuzione dei lavori e dal Direttore dei Lavori e deve essere tenuto a disposizione degli ispettori del lavoro.

### **Allontanamento e/o deposito delle materie di risulta**

Il materiale di risulta deve essere allontanato dal cantiere per essere portato a rifiuto presso discarica autorizzata; diversamente l'appaltatore potrà trasportare a sue spese il materiale di risulta presso proprie aree ed effettuare opportune vagliature per possibili reimpieghi.

### **Demolizioni parziali**

Nel caso di demolizioni parziali di strutture in c.a., l'utilizzo del martello pneumatico è possibile esclusivamente dopo aver profilato la sagoma di demolizione previo taglio con disco diamantato, carotaggi affiancati.

Inoltre potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 °K ed una pressione di 0,7÷0,8 MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri di armatura dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.

La demolizione della pavimentazione in conglomerato bituminoso per l'intero spessore o per parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, con nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

### **Taglio ad utensile diamantato**

Questa lavorazione viene eseguita mediante l'utilizzo di macchine idrostatiche a utensili diamantati, disco o filo, per la realizzazione di tagli di strutture in calcestruzzo anche armato, sia in orizzontale sia in verticale.

### **Carotaggi**

I carotaggi possono essere di diversi diametri e lunghezze; queste lavorazioni vengono eseguite mediante l'utilizzo di macchine idrostatiche elettriche a rotopercolazione o semplicemente rotanti, tassellatori e trivelle ad aria compressa o elettrici, o carotatrici per la realizzazione di fori passanti o non, in diversi diametri e lunghezze, su strutture in calcestruzzo anche armato.

#### **2.7.2.5 Oneri specifici dell'Appaltatore**

Oltre a tutti gli oneri di cui al presente Capitolato Speciale sono a completo carico dell'Impresa, perché compresi e compensati sia nei prezzi degli articoli relativi alla realizzazione degli interventi che nelle specifiche voci di stima, tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, tra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- subordinare le operazioni di demolizione alle indicazioni fornite dal monitoraggio in corso d'opera;

- realizzare le demolizioni nel rispetto delle geometrie e delle prescrizioni progettuali;

- proteggere installazioni sottostanti e ricostruire opere eventualmente danneggiate durante i lavori di demolizione, nello stato in cui si trovavano prima dei lavori stessi;

- proteggere e conservare manufatti circostanti durante i lavori di demolizione ed eventuale ricostruzione come al punto precedente;

- realizzare opere provvisorie e/o modalità operative finalizzate ad evitare la formazione e lo spandimento della polvere;

- richiedere eventuali autorizzazioni a procedere da parte delle competenti Autorità locali;

- tagli eventuali con fiamma ossidrica o con attrezzature elettromeccaniche e/o manuali.

- rimuovere materiali di risulta sulle strutture da demolire o sulle opere provvisorie in misura tale che non si verifichino sovraccarichi o spinte pericolose;

- puntellature, ponti di servizio, ripari dalla polvere, convogliatori a terra (è vietato il getto dall'alto dei materiali di risulta);

- carico, trasporto e scarico alle discariche autorizzate, del materiale di rifiuto, nonché pulizia delle aree sulle quali vengono eseguite le opere di demolizione;

- provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti; le attrezzature dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni interessati;

- adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalle vibrazioni e dai rumori connessi alle attività in corso, e ad evitare danni a opere e manufatti preesistenti;

- eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto;

realizzare tutte le opere provvisorie che si rendessero necessarie costruire per la presenza vicino all'opera di fabbricati e/o manufatti;  
adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento;  
riparare eventuali danni causati, nonché fornire prestazioni di personale idoneo nel caso di necessità.

## 2.8 SCAVI E RINTERRI

### 2.8.1 Campi di impiego

Con il termine "Scavi e rinterri" si intende tutte le tecnologie esecutive finalizzate alla effettuazione di scavi e rinterri.

Durante lo svolgimento dei Lavori dovranno essere eseguite le verifiche in corso d'opera.

### 2.8.2 Specifiche tecniche

#### 2.8.2.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi e raccomandazioni:

- **UNI 10006: 2002** « Costruzioni e manutenzione delle strade – Tecnica di impiego delle terre ». Tale norma risulta sostituita dalle norme UNI EN 13242:2008, UNI EN ISO 14688-1:2018, UNI EN 13285:2018, pur restando utilizzabile per la classificazione delle terre;
- **D.P.R. 3 luglio 2003 n. 222** dove sono stabiliti i contenuti minimi dei P.S.C., P.S.S. e P.O.S.;
- **D.Lgs 9 aprile 2008, n. 81** e s.m.i.- Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- L. 98 del 2013 – ulteriori disposizioni in materia di rocce e terre da scavo contenute nell'art. 41 bis;
- = **Decreto 24 dicembre 2015**—"Adozione di criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici per la gestione dei cantieri della pubblica amministrazione" – **Allegato 1** - (GU n. 16 del 21-01-2016);
- **Decreto ministeriale 11 gennaio 2017**, Adozione dei criteri ambientali minimi per l'edilizia (allegato 2);
- DPR 120 del 13 giugno 2017, Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164;

#### 2.8.2.2 Soggezioni geotecniche ambientali

Nell'esecuzione degli scavi si deve tenere sempre presente che si opera in ambito urbano. Occorre che l'Appaltatore presti la massima attenzione per garantire la piena funzionalità di eventuali sottoservizi, essendo onere dell'Appaltatore stesso vigilare sulla funzionalità della rete per tutta la durata dei lavori ed in particolare nel corso dell'esecuzione delle opere provvisorie. Pertanto, preliminarmente ad ogni operazione di scavo l'Impresa avrà cura di accertare se l'area di lavoro sia attraversata da pubblici servizi. A tale scopo, prima della esecuzione degli scavi, l'Appaltatore a propria cura e spese dovrà realizzare, sia lungo il perimetro dello scavo, sia sull'area soggetta agli scavi, i cavi di indagine, da realizzarsi a

mano o con mezzo meccanico, al fine di verificare l'effettiva assenza di interferenze con eventuali sottoservizi.

### **2.8.2.3 Descrizione e modalità esecutive**

#### **2.8.2.3.1 GENERALITÀ**

Per gli scavi e rinterri si dovrà tenere in debito conto quanto indicato nel § 2.5.5 dell'Allegato 1 Decreto 24 dicembre 2016. In particolare per i riempimenti si dovrà utilizzare materiale riciclato nelle quantità stabilite in progetto.

Nella esecuzione di qualsiasi categoria di scavo l'Appaltatore dovrà procedere con tutte le necessarie cautele e nel rispetto delle norme.

E' tassativamente vietato eseguire gli scavi con sistemi che possono provocare il franamento e lo scoscendimento delle materie da scavare.

Prima di iniziare qualsiasi opera relativa agli scavi o lavori che comunque interessi movimenti di materie, l'Appaltatore dovrà verificare il piano quotato.

Le quote dovranno riferirsi ad uno o più capisaldi inamovibili e facilmente individuabili, così da consentire in ogni momento immediati e sicuri controlli fino all'approvazione del collaudo.

L'Appaltatore, cui sarà fatta la consegna dei capisaldi con apposito verbale, stabiliti in sede di progetto esecutivo, dovrà curare la conservazione di detti capisaldi e ripristinare quelli che eventualmente venissero rimossi.

L'Appaltatore è obbligato ad eseguire a sua cura e spese la picchettazione completa del lavoro in modo che risultino precisamente indicate sul terreno le opere da eseguire.

Tutto il materiale proveniente dagli scavi dovrà essere preventivamente caratterizzato secondo le modalità prescritte nel D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.. Il successivo conferimento dovrà essere effettuato presso una apposita discarica autorizzata, in funzione degli esiti della stessa caratterizzazione. Saranno a carico dell'appaltatore sia gli oneri per lo svolgimento delle indagini per la caratterizzazione suddetta, sia i costi derivanti dai diritti di discarica da corrispondere per il suddetto conferimento, poiché essi sono da considerarsi compresi e compensati nei relativi prezzi unitari di appalto.

#### **2.8.2.3.2 SCAVI DI SBANCAMENTO**

Prima di dare avvio ai lavori di sterro e riporto, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti.

L'Impresa dovrà pure installare, nei tratti che indicherà la Direzione Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate, curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante la esecuzione dei lavori.

Dovrà inoltre procedere, quando necessario:

- al taglio delle piante, o in alternativa alla loro rimozione e messa a dimora presso un vivaio, all'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc. (diserbamento) e l'eventuale loro trasporto in aree apposite;
- allo scoticamento, consistente nella rimozione ed asportazione di terreno vegetale, di qualsiasi composizione e qualunque contenuto d'acqua, per uno spessore minimo pari a 60cm, salvo diversa e più restrittiva prescrizione;

Tutto il materiale proveniente da queste attività dovrà essere trasportato a discarica.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere in c.a., l'Impresa dovrà procedere al tracciamento di esse, con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.

Gli scavi potranno essere eseguiti a mano o con mezzi meccanici, mentre è vietato l'uso di esplosivo.

Qualora, per la qualità del terreno o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbatacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'Impresa dovrà provvedervi a sue spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti; in ogni caso resta a carico dell'Impresa il risarcimento per i danni dovuti a tali motivi, subiti da persone, cose o dall'opera medesima.

A tale proposito, prima dell'inizio delle attività inerenti lo scavo di sbancamento, qualora gli spazi a disposizione consentano che questo possa essere eseguito con l'ausilio di scarpate, l'Appaltatore a propria cura e spesa dovrà produrre preventivamente una apposita relazione geotecnica che dimostri la stabilità di queste ultime compatibilmente con i parametri geotecnici del terreno interessato dallo scavo, tenendo conto anche dei carichi indotti dal traffico stradale. Viceversa, qualora gli spazi a disposizione dovessero essere insufficienti e si dovesse pertanto ricorrere all'uso di berlinesi, palancolati o altre opere provvisorie di sostegno delle pareti dello scavo, in analogia con il caso precedente l'Appaltatore dovrà produrre, prima dell'inizio delle attività di scavo, una relazione di calcolo di tali strutture provvisorie. E' fatto divieto all'Impresa, sotto pena del fermo dei lavori, di dare corso alle suddette attività di scavo di sbancamento prima della presentazione della documentazione di cui sopra e della relativa approvazione formale da parte della Direzione Lavori.

È vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano ai getti prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

Nel caso di franamento degli scavi è a carico dell'Impresa procedere alla rimozione dei materiali ed al ripristino del profilo di scavo; nessun compenso spetterà all'Impresa per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato per le armature e sbadacchiature.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono, lo richiedano, l'Impresa sarà tenuta a coordinare opportunamente per campioni la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie.

Qualora negli scavi in genere si fossero superati i limiti assegnati, non si terrà conto del maggior lavoro eseguito e l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, rimettere in sito le materie scavate in più, utilizzando materiali idonei.

I materiali provenienti dagli scavi e non idonei per altro impiego nei lavori, dovranno essere portati a rifiuto nelle discariche autorizzate, individuate a cura e spese dell'Appaltatore prima dell'inizio dei lavori, qualunque sia la distanza, dietro formale autorizzazione della Direzione Lavori, fatte salve le vigenti norme di Legge.

L'Impresa dovrà ottenere, a sua cura e spesa, la disponibilità delle aree di discarica e/o di deposito, dei loro accessi, comprese le relative indennità, nonché provvedere alla sistemazione e alla regolarizzazione superficiale dei materiali di discarica secondo quanto disposto dalla D.L..

Nel caso che i materiali fossero ritenuti idonei a seguito di prove eseguite dall'Impresa, a sua cura e spese, e sotto il controllo della Direzione lavori, dovranno essere trasportati in aree di deposito, custoditi opportunamente, eventualmente trattati per ridurli alle dimensioni prescritte dalle presenti Norme secondo necessità ed additivati con prodotti leganti, ripresi e trasportati nelle zone di utilizzo.

#### 2.8.2.3.3 SCAVO DI FONDAZIONE A SEZIONE OBBLIGATA

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta od obbligata. In ogni caso saranno considerati come scavi di fondazione anche quelli per dar luogo alla sede stradale, ai marciapiedi, alle camerette d'accesso, alle fogne, condutture, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione, dovranno essere spinti fino alla profondità prevista in progetto.



Gli scavi per fondazione dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da proteggere contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materia durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature.

L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che possano accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi, per nessun pretesto, di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla Direzione Lavori.

Col procedere delle opere l'Appaltatore potrà recuperare i materiali e le attrezzature impiegate costituenti le armature di sostegno, a meno che non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione; i materiali e le attrezzature però, che a giudizio della Direzione Lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi.

#### 2.8.2.3.4 RINTERRI

Per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature o le strutture di fondazione o da addossare alle murature o alle strutture di fondazione e fino alle quote prescritte dagli elaborati progettuali o dalla Direzione Lavori, si impiegheranno in generale e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti, in quanto disponibili e adatte, per caratteristiche geotecniche e qualità ambientale.

Qualora venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'appaltatore valuterà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori in quanto rispondenti ai requisiti progettuali e alle normative applicabili.

Alternativamente i rinterri potranno essere effettuati:

- con materiali che appartengano ai gruppi A1, A2-4 ed A2-5 della classificazione CNR UNI, preventivamente trattati con calce idrata in ragione 100 kg/mc. Il materiale sarà steso a strati successivi, di spessore non superiore a 30cm ed ogni strato, dopo essere stato opportunamente bagnato, verrà costipato con mezzi idonei al suo costipamento, secondo le disposizioni della D.L.

Si richiede su ogni strato un modulo di deformazione  $M_d \geq 500 \text{ Kg/cm}^2$  misurato nell'intervallo compreso tra 0,5 ed 1,5 Kg/cm<sup>2</sup>.

Si richiede inoltre la esecuzione di prove di laboratorio per la verifica della qualità del materiale; è necessario il raggiungimento di una resistenza a compressione a 7gg. su provini cilindrici compresa tra 10 e 15 Kg/cm<sup>2</sup> ed una resistenza a trazione indiretta su provini cilindrici compresa tra 1,0 e 1,5 Kg/cm<sup>2</sup>. Le prove saranno effettuate prelevando il materiale all'atto della sua posa in opera e trasportandolo presso un laboratorio ufficiale per il confezionamento dei provini.

- con pozzolana legata con cemento tipo 32.5 R in ragione del 6% in peso rispetto al peso di 1 mc di pozzolana.

In questo caso si richiede la effettuazione delle stesse prove di laboratorio per la verifica della qualità del materiale; è necessario il raggiungimento di una resistenza a compressione a 7gg. su provini cilindrici compresa tra 25 e 45 Kg/cm<sup>2</sup> ed una resistenza a trazione indiretta su provini cilindrici compresa tra 2,5 e 4,5 Kg/cm<sup>2</sup>. Le prove saranno effettuate prelevando il materiale all'atto della sua posa in opera e trasportandolo presso un laboratorio ufficiale per il confezionamento dei provini.

- con materiali provenienti da riciclo si faccia riferimento alla tabella 12 della UNI EN 13242: 2008 (criteri di accettazione dei materiali di riciclo).

Nella formazione dei rinterri e riempimenti, dovrà essere usata ogni diligenza affinché la loro



esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, non superiore a 30 cm, disponendo contemporaneamente le materie con la maggiore regolarità e precauzione possibile, in modo da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati, così da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

I materiali di rinterro saranno spianati e costipati in opera, con mezzi meccanici e/o manuali, previa bagnatura se necessario ai fini della migliore compattazione.

Le materie trasportate con automezzi non dovranno essere scaricate direttamente contro le murature ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera, per essere riprese successivamente al momento della formazione dei rinterri.

E' fatto divieto di addossare terrapieni a murature o strutture in cemento armato di recente realizzazione e delle quali si riconosca non completato il processo di maturazione.

Analogamente dovrà essere prestata la massima precauzione e diligenza, secondo le prescrizioni della D.L., per i riempimenti dei vani circostanti alle tubazioni, condotti, manufatti e sottoservizi in genere.

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

Il materiale non dovrà essere posto in opera nei periodi di gelo o su terreno gelato.

#### **2.8.2.4 Oneri specifici dell'Appaltatore**

Saranno oneri specifici dell'Appaltatore i seguenti (indicativi, non esaustivi):

- provvedere a tutte le indagini necessarie ad accertare l'eventuale presenza di manufatti interrati di qualsiasi natura, la cui esistenza non è stato possibile accertare in sede di progetto, e che potrebbero interferire con gli scavi da realizzare; eventualmente realizzare tutte le opere di deviazione e/o rimozione di tali ostacoli prima di dare il via alle attività di scavo;
- effettuare le eventuali indagini archeologiche che dovessero essere richieste dalla SAR, od altre che dovessero rendersi necessarie per completare il quadro conoscitivo già disponibile. A tal proposito, l'Appaltatore avrà a suo carico anche l'onere di assistenza al personale incaricato dalla Stazione Appaltante per il controllo delle attività di indagine e per la redazione della documentazione scientifica inerente alle indagini stesse;
- gli oneri derivanti dalla posa in opera di eventuali sbadacchiature e puntellature;
- effettuare le lavorazioni anche con soluzione di continuità;
- provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti; le attrezzature dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni interessati;
- adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalle vibrazioni e dai rumori connessi alle attività in corso, e ad evitare danni a opere e manufatti preesistenti;
- eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto,
- realizzare tutte le opere provvisorie che si rendesse necessario costruire per la presenza vicino all'opera di fabbricati e/o manufatti;
- adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento;

- riparazione di eventuali danni causati, nonché le prestazioni di personale idoneo nel caso di necessità.
- L'immediato allontanamento delle acque meteoriche e/o di aggettamento che si dovessero depositare al piede degli scavi.

## 2.9 RIFIUTI DERIVANTI DA ATTIVITÀ DI DEMOLIZIONE, COSTRUZIONE E SCAVO

### 2.9.1 Campi di impiego

La gestione dei rifiuti di cantiere derivanti da attività di costruzione, demolizione e scavo e il loro corretto smaltimento è una problematica che accomuna tutte le opere da realizzare.

### 2.9.2 Specifiche tecniche

#### 2.9.2.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento

##### Normativa nazionale

- **D.M. 28 marzo 2018, n. 69** "Regolamento recante disciplina della cessazione della qualifica di rifiuto di conglomerato bituminoso ai sensi dell'articolo 184-ter, comma 2 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152".
- **D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120**, "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164";
- **Decreto Ministero dell'Ambiente del 5 febbraio 1998**, "Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22" e ss.mm.ii.;
- **Decreto Legislativo del 13 gennaio 2003, n. 36**, "Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti";
- **D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152** "Norme in materia ambientale" e ss.mm.ii.;
- **D.M. 27 settembre 2010** "Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, in sostituzione di quelli contenuti nel decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio 3 agosto 2005" aggiornato con il Decreto del Ministero dell'ambiente 24/06/2015 "Modifica al decreto 27/09/2010, relativo alla definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica" (Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 211 del 11/09/2015).
- **Legge n. 98 del 9 agosto 2013** "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 21 giugno 2013, n. 69, recante disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia";
- **D.M. Politiche Agricole e Forestali 13 settembre 1999** recante "Approvazione dei metodi ufficiali di analisi chimica del suolo".
- **Legge 27 febbraio 2009, n. 13** "Conversione in legge con modificazioni del decreto legge 30 dicembre 2008 n. 208, recante misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente".
- **D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207** "Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE".
- **Decreto Legislativo 3 dicembre 2010, n. 205** "Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive" e ss.mm.ii..

- **Decreto Legge 25 gennaio 2012, n. 2** "Misure straordinarie in materia ambientale".
- **Legge n. 71 del 24 giugno 2013** di "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 26 aprile 2013, n. 43".
- **D.M. Ambiente e Tutela del Territorio e del Mare 24 dicembre 2015** "Adozione dei criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici per la gestione dei cantieri della pubblica amministrazione e criteri ambientali minimi per le forniture di ausili per l'incontinenza".
- **D.M. Ambiente e Tutela del Territorio e del Mare 13 ottobre 2016, n. 264** "Regolamento recante criteri indicativi per agevolare la dimostrazione della sussistenza dei requisiti per la qualifica dei residui di produzione come sottoprodotti e non come rifiuti".

### **Normativa Regione Lazio**

- **Deliberazione G.R. Regione Lazio n. 34 del 26 gennaio 2012** di "Approvazione delle Prime linee guida per la gestione della filiera di riciclaggio, recupero e smaltimento dei rifiuti inerti della Regione Lazio"; **Allegato A della D.G.R. 34 del 26-01-2012** "Prime linee guida per la gestione della filiera di riciclaggio, recupero e smaltimento dei rifiuti inerti nella Regione Lazio";
- **Deliberazione Consiglio Regionale 18 gennaio 2012, n. 14** "Approvazione del piano di Gestione dei Rifiuti del Lazio ai sensi dell'articolo 7, comma 1 della L.R. 9 luglio 1998, n. 27 (Disciplina regionale della Gestione dei Rifiuti)".

### **Rifiuti da demolizione e costruzione**

L'art. 184, comma 3, lettera b) del D.Lgs 3 aprile 2006 n. 152 "Norme in materia ambientale", come modificato dall'art. 11 del D.Lgs n. 205 del 2010, classifica i rifiuti da demolizione e costruzione quali "*rifiuti speciali*", come pure quelli derivanti dalle attività di scavo nei cantieri edili.

Detti rifiuti sono identificati al Cap. 17 del Codice Europeo dei Rifiuti come "*Rifiuti delle operazioni di costruzione e demolizione*".

#### **2.9.2.2 Descrizione e modalità esecutive**

##### **2.9.2.2.1 GENERALITÀ**

Tutti i soggetti che producono materiale derivante da lavori di costruzione e demolizione devono adottare misure atte a favorire la massima riduzione dei rifiuti da smaltire in discarica attraverso operazioni di reimpiego.

Al fine di limitare la produzione dei rifiuti di inerti si rende necessario:

- che la demolizione sia selettiva, suddividendo i rifiuti in categorie merceologiche omogenee;
- favorire, nel luogo di produzione, una prima cernita dei materiali da demolizione in gruppi di materiali omogenei puliti;
- prevedere, ove possibile, modalità di riutilizzo in cantiere dei materiali in fase di demolizione, per il reimpiego nelle attività di costruzione;
- conferire i rifiuti inerti presso i diversi impianti di gestione presenti sul territorio regionale e regolarmente autorizzati.

In riferimento alle linee guida della Regione Lazio (DGR n. 34 del 26 gennaio 2012), è possibile delineare, per la fase cantieristica, le seguenti tipologie di materiali di scarto prodotti nell'ambito delle attività di costruzione e demolizione:

- Rifiuti inerti in forma compatta (cemento, mattoni, ceramica);
- Rifiuti inerti in forma sciolta (terre e rocce da scavo);
- Rifiuti inerti provenienti dalla realizzazione di fondazioni speciali.

Possono venire inoltre prodotti:

- Plastica;
- Legno;
- Ferro;
- ed altri materiali di scarto, sia pertinenti ai rifiuti da costruzione e demolizione sia ai rifiuti da imballaggio.

La corretta gestione di tali rifiuti comporta, dal punto di vista operativo, la suddivisione degli stessi in tipologie omogenee.

Al fine di garantire il recupero della massima quantità possibile di materiali, si dovrà eseguire la 'demolizione selettiva'. Nelle attività di separazione dei materiali e del loro stoccaggio si dovranno distinguere, per facilità operativa, laddove presenti, quattro macro-categorie di materiali, che a loro volta si suddivideranno in diverse tipologie:

- *materiali e componenti pericolosi: come ad es. materiali contenenti amianto, trasformatori contenenti PCB ecc.;*
- *componenti riusabili:* sono tutti quegli elementi che possono essere impiegati di nuovo e sono in grado di svolgere le stesse funzioni che assicuravano prima dell'intervento di demolizione (travi metalliche, inferriate e parapetti, serramenti ecc.);
- *materiali riciclabili:* sono quei materiali che sottoposti a trattamenti adeguati, possono servire a produrre nuovi materiali, con funzioni ed utilizzazioni anche diverse da quelle dei residui originari;
- *rifiuti non riciclabili:* tutto quello che resta dopo le selezioni, cioè l'insieme di quei materiali che tecnicamente o economicamente (o per la eventuale presenza di elementi estranei o eterogenei) non è possibile valorizzare. Materiali che dovranno essere quindi avviati necessariamente allo smaltimento.

L'appaltatore dovrà depositare temporaneamente i rifiuti inerti, prodotti in maniera differenziata, dotandosi, quando possibile di cassoni.

Il deposito di rifiuti inerti in cumuli dovrà anch'esso avvenire per tipologie omogenee di materiali.

#### 2.9.2.2.2 MODALITÀ OPERATIVE GESTIONE RIFIUTI PROVENIENTI DA ATTIVITÀ DI COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE

Per le modalità operative della gestione dei rifiuti da attività di costruzione e demolizione si farà riferimento, oltre che al D.Lgs. del 2 aprile 2006 n. 152 e ss.mm.ii., alle specifiche normative applicabili richiamate al paragrafo 2.9.2.1.

#### 2.9.2.2.3 RIFIUTI NEL CANTIERE

Al fine di ottimizzare la gestione dei rifiuti generati da attività di costruzione e demolizione e di renderne più efficace il recupero si dovrà procedere, come avviene anche in altri settori produttivi, ad una corretta programmazione e gestione del cantiere di costruzione e demolizione in modo da differenziare i rifiuti prodotti, suddividendoli per categorie omogenee fin dalla loro produzione, compatibilmente con le dimensioni del cantiere.

Tali rifiuti dovranno essere gestiti secondo quanto previsto dalla disciplina sul deposito temporaneo presso il cantiere di produzione e avviati a recupero o smaltimento separatamente dagli altri rifiuti.

Nel caso di attività di demolizione la soluzione più efficace è quella di procedere attraverso operazioni di “demolizione selettiva” separando le varie tipologie di rifiuti dai componenti riutilizzabili e avviandole a idonei impianti di conferimento.

Operando attraverso questi accorgimenti si raggiungeranno due obiettivi fondamentali:

1. ridurre i quantitativi dei rifiuti prodotti.
2. favorire la separazione e l'avvio a un recupero più efficiente delle frazioni separate.

#### 2.9.2.2.4 DEMOLIZIONE SELETTIVA

La demolizione selettiva prevede una serie di fasi operative di seguito descritte:

##### *2.9.2.2.4.1 Indagine preliminare della struttura da demolire*

Va eseguita un'indagine preliminare, in accordo con la Direzione Lavori, al fine di valutare:

- la tipologia e le caratteristiche della struttura oggetto di intervento;
- la continuità delle attività da svolgere nella struttura stessa, verificandone la fattibilità senza influire negativamente sull'ambiente lavorativo;
- le caratteristiche del sito e dell'area circostante (ad esempio: spazi di accesso, vicinanza con ambienti che devono mantenere inalterate le attività lavorative, possibilità di movimentazione e deposito in cantiere, ecc.);
- la presenza di eventuali criticità causate ad esempio dalla presenza di condutture, impianti, ecc.

##### *2.9.2.2.4.2 Attività preliminari alla demolizione*

Prima di procedere alla demolizione delle strutture murarie si dovrà provvedere, operando con le modalità previste dalla normativa vigente, ad eseguire una serie di attività preliminari, che consentano di rimuovere dalla struttura interessata eventuali oggetti abbandonati e rifiuti di vario genere lasciati nei locali da demolire.

Inoltre dovranno essere preventivamente smontati e rimossi, se presenti, infissi, porte, strutture metalliche... ecc.

##### *2.9.2.2.4.3 Demolizione della struttura*

Completata l'attività di “smontaggio” si potrà procedere alla demolizione della struttura con accumulo in cantiere dei rifiuti derivanti e invio degli stessi agli impianti di trattamento.

L'accumulo dei rifiuti prodotti dovrà essere effettuato per categorie omogenee (es. mattoni, mattonelle, cemento) attribuendo a ciascuna il rispettivo codice CER in modo tale da evitare, per quanto possibile, cumuli di rifiuti misti.

##### *2.9.2.2.4.4 Presenza di pavimentazioni in asfalto*

Le pavimentazioni in asfalto saranno rimosse in maniera selettiva e stoccate a parte rispetto agli altri rifiuti provenienti dalla demolizione.

##### *2.9.2.2.4.5 Presenza di guaine bituminose e altri materiali di rivestimento e isolanti potenzialmente pericolosi*

Ai fini della demolizione selettiva, determinati materiali utilizzati, come ad es. guaine bituminose e/o isolanti negli edifici (es. lana di vetro e lana di roccia), dovranno essere rimossi preventivamente per evitare di contaminare il rifiuto inerte della demolizione.

##### *2.9.2.2.4.6 Presenza di impianti contenenti PCB (trasformatori, interruttori, ecc.)*

Con il termine generico di PCB si intende una famiglia di composti chimici, classificati come sostanze pericolose, caratterizzate da forte persistenza nell'ambiente a causa della

bioaccumulabilità lungo la catena alimentare. Ai sensi del D.Lgs. n. 209/1999 si intende per PCB: i policlorodifenili, i policlorotrifenili, i monometiltetraclorodifenilmetano, i monometildiclorodifenilmetano, i monometildibromodifenilmetano, ogni miscela che presenti una concentrazione complessiva di qualsiasi delle suddette sostanze superiore allo 0,005% in peso (50 ppm).

I PCB possono essere contenuti solitamente in unità impiantistiche datate, quali: trasformatori elettrici, condensatori, interruttori, altri impianti che prevedevano l'impiego di liquido idraulico e diatermico.

Se nel corso dei sopralluoghi preliminari e/o nel corso dei lavori dovesse essere identificata la presenza di impianti che potrebbero contenere PCB, questi andranno opportunamente segnalati alla Direzione Lavori e alla Committenza, che dovranno prendere provvedimenti idonei affinché essi vengano correttamente rimossi e smaltiti. L'eventuale presenza di PCB va accertata tramite l'esecuzione di specifiche analisi, eseguite in conformità a quanto stabilito dal DM 11/10/2001, da laboratori specializzati. In base all'analisi dovrà essere adottata la modalità di smaltimento più idonea, così come stabilito dalle specifiche normative.

#### 2.9.2.2.4.7 Rimozione e avvio a recupero/smaltimento di rifiuti non pericolosi e pericolosi abbandonati presso il sito

Nel caso in cui fossero presenti rifiuti in stato di abbandono (come descritto nelle "attività preliminari alla demolizione"), questi, prima di procedere alla demolizione, dovranno essere depositati e smaltiti in maniera opportuna in un deposito temporaneo.

#### 2.9.2.2.4.8 Rimozione e avvio a recupero/smaltimento rifiuti rimossi dalla struttura

Una demolizione selettiva consentirà di ottenere rifiuti inerti omogenei, senza la presenza delle componenti che è stato possibile rimuovere nelle fasi preliminari.

I rifiuti ottenuti dalla demolizione andranno suddivisi in base alla categoria merceologica, adeguatamente depositati e avviati agli impianti di recupero/smaltimento.

#### 2.9.2.2.4.9 La valorizzazione delle componenti riutilizzabili

La demolizione selettiva prevederà una fase specifica volta ad individuare i materiali e i componenti edilizi dismessi che potranno essere riutilizzati.

Gli elementi selezionati, superata la verifica atta a valutare il loro possibile reimpiego, saranno esclusi dal regime dei rifiuti e considerati come un qualunque altro materiale da costruzione e come tale dovrà essere gestito. Ne consegue che l'elemento riusabile dovrà essere smontato in modo da preservarne le prestazioni residue evitando movimentazioni e accumuli alla rinfusa.

Tale pratica sarà applicata ad elementi edilizi che possono essere "smontati" in modo modulare, restando integri. Possibili materiali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, potranno essere elementi in legno o metallo, ringhiere, sanitari, rubinetteria .....

#### 2.9.2.2.4.10 Deposito temporaneo dei rifiuti presso il cantiere

Per deposito temporaneo si intende quanto previsto all'art. 183 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. ovvero "il raggruppamento dei rifiuti effettuato, prima della raccolta, nel luogo in cui gli stessi sono prodotti".

Si dovrà individuare per il deposito un'area di cantiere, segnalando l'eventuale presenza di rifiuto pericoloso.

Il deposito temporaneo prevede la suddivisione dei rifiuti per categorie omogenee: tale prescrizione va intesa come l'obbligo di tenere separati i rifiuti pericolosi da quelli non pericolosi e di distinguere le diverse tipologie in modo da facilitare il successivo avvio a recupero.



Il deposito temporaneo dovrà essere effettuato in condizioni di sicurezza per gli operatori e adottando gli accorgimenti necessari ad evitare eventuali impatti sull'ambiente provocati dai rifiuti.

I residui derivanti dalla attività di costruzione e demolizione dovranno essere depositati conformemente alle indicazioni progettuali, in un'area del cantiere appositamente predisposta (zona di deposito temporaneo).

I materiali e gli elementi riusabili dovranno essere depositati con le stesse cautele che si adotterebbero per i materiali nuovi, avendo cura di porli al riparo dalle intemperie e di proteggerli da urti che potrebbero danneggiarli e tenendoli per quanto possibile separati dai rifiuti.

Le terre e rocce di scavo (sia quelle gestite come rifiuti che come sottoprodotti ai sensi della normativa vigente) e i rifiuti da costruzione e demolizione potranno essere accumulate separatamente anche sul suolo in terra battuta, purché sagomato con adeguate pendenze in modo da evitare ristagni da acque meteoriche.

Gli altri rifiuti (legno, metalli, cartoni, plastica ecc.) dovranno essere posti in adeguati contenitori e/o cassonetti.

#### 2.9.2.2.4.11 Analisi dei rifiuti da parte del produttore

Al fine di conferire il rifiuto ad un soggetto autorizzato al trasporto e al trattamento il produttore del rifiuto stesso è tenuto alla sua corretta classificazione e codifica.

L'obbligo di effettuare le analisi da parte del produttore dei rifiuti va differenziato a seconda che il rifiuto si generi come demolizione selettiva o come demolizione non selettiva.

La modalità selettiva riguarda fabbricati civili o commerciali o parti di fabbricati industriali non destinati ad uso produttivo. Trattandosi di rifiuti che si possono considerare omogenei, le analisi dovranno essere effettuate su una massa di rifiuti sufficientemente significativa ai fini della rappresentatività.

Qualora la demolizione sia eseguita con modalità non selettiva: dovranno essere effettuate le analisi a prescindere dalle destinazioni d'uso del fabbricato o di porzione dello stesso.

E' richiesto un profilo chimico in cui si valuti i parametri degli elementi contaminanti presenti e dovrà essere dimostrato che il rifiuto sia privo di amianto.

#### 2.9.2.2.5 TERRE E ROCCE DA SCAVO

Qualsiasi attività edilizia, dalla piccola costruzione alle grandi opere, presuppone l'escavazione del suolo e quindi la produzione di terre e rocce.

IL D.Lgs. 152/2006 identifica e classifica le terre e le rocce come rifiuti a seconda delle sostanze contaminanti contenute.

I successivi regolamenti di attuazione, da ultimo il D.P.R. 120/2017, hanno specificato i criteri qualitativi e quantitativi da soddisfare affinché i materiali da scavo possano essere classificati come sottoprodotti e gestiti senza pericolo e senza recare pregiudizio all'ambiente.

#### 2.9.2.2.6 LE DIVERSE GESTIONI DEI MATERIALI DI SCAVO

Il quadro normativo attuale su cui si fa riferimento è quello che consente diverse alternative possibili nella gestione dei materiali da scavo:

- 1) riutilizzo nel sito di produzione,
- 2) riutilizzo in sito diverso da quello di produzione,
- 3) riutilizzo come sottoprodotto,
- 4) recupero come rifiuto
- 5) conferimento a discarica.



### **2.9.2.3 Prove e controlli di accettazione**

Per coordinare le attività di cantiere riguardanti la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione si dovranno seguire le normative regionali. Come già descritto nel precedente capitolo "Generalità" si devono distinguere quattro categorie:

- materiali e componenti pericolosi;
- componenti riutilizzabili;
- materiali riciclabili;
- rifiuti non riciclabili.

La caratterizzazione di base è effettuata in corrispondenza del primo conferimento e ripetuta ad ogni variazione significativa del processo che origina i rifiuti. Il campionamento dei rifiuti, ai fini della loro caratterizzazione chimico-fisica, dovrà essere effettuato sul rifiuto tal quale, in modo da ottenere un campione rappresentativo secondo le norme UNI 10802.

Attività da coordinare:

- per i prodotti con rimozione selettiva e di cui sia certa l'assenza di materiali pericolosi il produttore/detentore presenterà una dichiarazione con cui affermerà l'assenza di materiale pericoloso;
- per prodotti di rifiuto di piccole quantità le analisi potranno essere effettuate su cumuli inferiori a 1000 m<sup>3</sup>.

Il responsabile dei controlli, in fase di accettazione al momento del conferimento ad impianto, verificherà i documenti relativi ai rifiuti, a quelli del trasportatore, altresì ispezionerà visivamente il carico. Inoltre, deve accertarsi che i rifiuti inerti, prima di essere avviati al recupero, dovranno essere stati sottoposti a selezione manuale, deferrizzazione, asportazione di materiali leggeri e/o indesiderati, frantumazione, vagliatura .....

I rifiuti da costruzione e demolizione possono essere scomposti in:

- frazione leggera (carta, cartone, plastica, legno ...)
- frazione ferrosa
- frazione lapidea (terre e rocce da scavo, conglomerati bituminosi, mattoni, mattonelle, calcestruzzo, ceramiche ...).

### **2.9.2.4 Oneri specifici dell'Appaltatore**

Si riporta i "Principali adempimenti per le imprese produttrici" dal § 2.4 del D.GR 34 del 26-01-2012 Regione Lazio:

La normativa vigente prevede per le imprese che effettuano attività di costruzione, demolizione e scavo i seguenti adempimenti:

- redazione e tenuta del Formulario di Identificazione dei Rifiuti (FIR) per ogni carico avviato a conferimenti in impianto autorizzato esterno o analoghi adempimenti previsti dal D.M. Ambiente 18 febbraio 2011 (SISTRI);
- redazione e tenuta, relativamente ai rifiuti pericolosi, del Registro di Carico e Scarico dei Rifiuti o analoghi adempimenti previsti dal D.M. ambiente 18 febbraio 2011 (SISTRI);
- redazione del MUD per i rifiuti pericolosi prodotti in cantiere o analoghi adempimenti previsti ai sensi della normativa vigente per la tracciabilità dei rifiuti (rif. artt. 188, 189, 190 e 193 del D.Lgs. 152/06);
- controllo dell'autorizzazione del trasportatore e dell'impianto finale scelti per le fasi di gestione del rifiuto successive.

L'impresa dovrà inoltre porre particolare attenzione a:

- modalità di gestione del deposito temporaneo: i rifiuti devono essere depositati per frazioni omogenee, in aree prestabilite e nel rispetto delle condizioni di sicurezza dei lavoratori;
- procedure previste per il deposito temporaneo sul luogo di produzione dei rifiuti. Tali rifiuti devono essere avviati alle operazioni di recupero o di smaltimento secondo le modalità di cui al deposito temporaneo così come definito dal D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.. A tal fine l'impresa dovrà dare evidenza agli organi di controllo, attraverso la tenuta di registri di cantiere o altro, del rispetto della modalità di stoccaggio e delle tempistiche previste dalla legge.

## **2.10 RIPRISTINO-ADEGUAMENTO DI ELEMENTI STRUTTURALI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

### **2.10.1 Campi di impiego**

Scopo del ripristino dei conglomerati cementizi, semplici o armati, è ricreare la sagoma di progetto del manufatto, in corrispondenza dei punti interessati da demolizioni parziali, o di non perfetta rispondenza alle geometrie progettuali.

Il ripristino potrà essere eseguito, di regola, con malte cementizie premiscelate a ritiro compensato, fibrorinforzate e non, con malte predosate a due componenti a base di legami cementizi modificati con resine sintetiche, con conglomerato cementizio a stabilità volumetrica.

### **2.10.2 Specifiche tecniche**

#### **2.10.2.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento**

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi:

**D.M. 17/01/2018:** Nuove norme tecniche per le costruzioni;

**UNI 8147: 2017** – Agenti espansivi metallici per impasti cementizi – Determ. espans. contrastate malta;

**UNI 8148: 2017** - Agenti espansivi metallici per impasti cementizi – Determ. espans. contrastate del calcestruzzo;

**UNI ENV 1504-9:2009** – Principi generali per l'uso dei prodotti e dei sistemi.

#### **2.10.2.2 Soggezioni ambientali**

Nel luogo di applicazione ed in cantiere saranno installati termometri atti a misurare la minima e la massima temperatura atmosferica giornaliera.

La temperatura dei materiali da impiegare, sia cementizi sia chimici, all'atto del getto dovrà essere compresa tra 5°C e 30°C; in caso contrario la posa in opera dovrà essere sospesa. La localizzazione in ambito urbano delle aree di cantiere non deve inficiare le caratteristiche prestazionali dei materiali, che dovranno comunque assumere valori almeno pari a quelli indicati nelle schede tecniche al momento della posa in opera, indipendentemente dalla distanza dell'impianto di produzione e dalle difficoltà insite nell'operare in spazi ristretti.

#### **2.10.2.3 Tolleranze geometriche**

Gli elementi strutturali devono essere ripristinati secondo le sagome originarie o comunque realizzati e posti secondo le geometrie e le indicazioni di progetto salvo variazioni richieste dalla D.L. in specifiche situazioni.

Le tolleranze relative alle strutture in calcestruzzo gettato in opera sono le seguenti:

- deviazione dalla posizione relativa  $\pm 10$  mm;
- deviazione dalla verticale:  $\pm 5$  mm in 3 ml, con un massimo di  $\pm 15$  mm.

L'appaltatore è tenuto ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa tutte le opere e/o lavorazioni sostitutive e/o complementari, comprese le demolizioni, che ad insindacabile giudizio della D.L. si rendessero necessarie per garantire la piena funzionalità delle strutture in caso di esecuzione non conforme alle specifiche progettuali o alle tolleranze ammesse.

#### **2.10.2.4 Descrizione e modalità esecutive**

##### **2.10.2.4.1 GENERALITÀ**

La realizzazione di un ripristino comporta, in quasi tutti i casi, la posa di barre di ancoraggio filettate o in acciaio tipo Fe B 450 C ad aderenza migliorata sulla struttura esistente al fine di ottenere un migliore collegamento tra questa ed il nuovo materiale di apporto. Le barre saranno fissate alla struttura esistente, previa realizzazione dei relativi fori, con malta cementizia espansiva premiscelata di tipo reoplastico o tixotropico. Qualora fossero richieste resistenze elevate in tempi brevi si potrà fare uso, in alternativa, di resine epossidiche bicomponenti.

Indicativamente sarà sempre preferibile usare le malte a legante cementizio o prevalentemente cementizio rispetto a quelle a matrice sintetica, da usare solo quando si richiedono resistenze molto elevate in tempi brevi, per quantità limitate a spessori sottili.

Di seguito si riportano le principali miscele a base cementizia prescelte ed i relativi campi di impiego prevalenti.

**Malte premiscelate reoplastiche o tixotropiche a ritiro compensato:** per la placcatura a sbruffo a basso spessore (fino a 2-3cm) di strutture massicce e soggette prevalentemente a compressione (esempio tipico, pile, arconi e simili, giunti di placcature in galleria); in caso di spessori maggiori dell'applicazione rispetto ai valori sopra citati ed anche in funzione della ruvidità del supporto, occorre usare rete elettrosaldata per compensare le espansioni e generare uno stato di coesione.

**Betoncini reoplastici a ritiro compensato:** per ripristini di solette, getti in casseforme di dimensioni ridotte (fino a 10 cm), ottenuti per miscela di malta premiscelata reoplastica a ritiro compensato con aggregati selezionati lavati : questi ultimi nella misura del 30÷35% sul peso totale della miscela secca, malta più aggregato.

##### **2.10.2.4.2 MODALITÀ DI IMPIEGO**

Le parti incoerenti o degradate si dovranno rimuovere fino a mettere a nudo una superficie resistente e coerente del conglomerato cementizio.

Le superfici ottenute con la demolizione delle parti degradate dovranno essere trattate prima del ripristino sia che si usino malte sintetiche sia malte cementizie.

##### **2.10.2.4.3 PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DA RIPRISTINARE**

Le superfici da ripristinare verranno preparate asportando con idonei procedimenti (idrodemolizione, scalpellatura meccanica e manuale) il conglomerato cementizio degradato e trattandole successivamente con sabbatura a secco, idrosabbatura, spazzolatura oppure con un getto di vapore d'acqua a 100 °C ad una pressione di 0,7 - 0,8 MPa, per asportare piccole parti residue in fase di distacco, l'ossido eventualmente presente sui ferri di armatura, per allontanare polveri, piccoli impurità, tracce di grassi, oli e sali aggressivi ed ottenere quindi un conglomerato cementizio sano, pulito e compatto.

Il sistema di pulizia del sottofondo verrà scelto in funzione di come il sottofondo stesso si presenta e/o della sua ubicazione nell'ambito della struttura.

#### 2.10.2.4.4 TRATTAMENTO FERRI D'ARMATURA

I ferri d'armatura del cemento armato messi a nudo in fase di asportazione del conglomerato cementizio ammalorato dovranno essere portati a metallo quasi bianco mediante sabbiatura e, in relazione al tipo di mano d'attacco, essere trattati con idonea malta cementizia anticorrosiva avente caratteristiche tali da non alterare l'aderenza della malta di ripristino al ferro trattato.

Normalmente la malta cementizia anticorrosiva è costituita da due componenti da miscelare al momento dell'impiego e più precisamente:

- liquido (A) che è una dispersione acquosa di polimeri ;
- polvere (B) costituita da una miscela di leganti idraulici, polveri silicee e specifici inibitori di corrosione.

Il trattamento forma attorno ai ferri uno strato assolutamente impermeabile, fortemente adesivo che rallenta sensibilmente i processi di corrosione.

Il prodotto, da applicare a pennello in due mani, ha inoltre una reazione alcalina che costituisce efficace passivazione delle armature.

Prodotti diversi potranno essere applicati previo benestare della Direzione Lavori.

#### 2.10.2.4.5 MANO DI ATTACCO PER MALTE DI RESINE EPOSSIDICHE O MALTE CEMENTIZIE

La mano di attacco sarà costituita da una sottile pellicola di resina epossidica pura, a media viscosità, composta di base più indurente compatibile con fondi umidi, in ragione di  $500 \div 1000 \text{ g/m}^2$ .

Le applicazioni dovranno essere fatte su supporto privo di tracce di solventi e/o di disarmanti.

Si dovrà tenere presente l'influenza della temperatura e dello stato fisico del prodotto perché ciascuna resina epossidica ha una temperatura minima di utilizzazione, indicata dalle case produttrici, che in genere si aggira intorno ai 5°C al di sotto della quale la polimerizzazione avviene lentamente ed in modo incompleto.

La miscelazione dei due componenti dovrà essere fatta solo meccanicamente con strumenti a bassa velocità di rotazione, al fine di evitare ogni inclusione di aria.

Si procederà alla messa in opera della mano d'attacco usando pennelli o spazzole; solo quando la resina sarà divenuta pastosa per un principio di gelificazione si potrà passare alla lavorazione successiva.

#### 2.10.2.4.6 MESSA IN OPERA DELLE MISCELE DI RIPRISTINO

##### *2.10.2.4.6.1 Uso di malte e betoncini premiscelati reoplastici a ritiro compensato*

Le miscele reoplastiche a ritiro compensato sono fornite già premiscelate a secco, dovranno essere impastate in idonei miscelatori con il minimo quantitativo di acqua indicato dalla casa produttrice, saranno mescolate fino ad ottenere un impasto ben amalgamato e privo di grumi ma senza superare i quantitativi massimi di acqua indicati dalla stessa casa produttrice.

La temperatura ottimale di impiego delle malte reoplastiche è di circa 20°C; sono tuttavia accettabili temperature comprese tra i 10 e i 35°C. Al di fuori di tale intervallo, l'applicazione del prodotto potrà avvenire solo su autorizzazione della Direzione Lavori.

Le malte saranno armate usando rete d'acciaio elettrosaldata delle dimensioni (sezione del filo e larghezza di maglia) stabilite in progetto per compensare l'espansione della malta stessa; esse conterranno inoltre microfibre di plastica uniformemente distribuite nell'impasto al fine di contenere il ritiro plastico.

Data l'influenza del tenore d'acqua sulle proprietà delle malte, si eviterà con la massima cura che esso si modifichi durante la maturazione del getto.

Anche per questo motivo si dovrà saturare il supporto senza lasciare acqua libera all'interfaccia.

Le malte dovranno essere messe in opera senza casseforme quando lo spessore del ripristino non superi in generale 3 cm o quando ciò è espressamente previsto in progetto.

Per ripristini di maggiore spessore dovranno essere impiegate malte con l'apposizione della rete elettrosaldata fino ad un max di 5-6cm

Successivamente si utilizzeranno dei betoncini premiscelati a ritiro compensato con aggregati selezionati lavati di idonee pezzature ( massimo 10 mm), gettati entro casseforme.

Le malte potranno essere messe in opera anche mediante sbruffatura e fratazzatura.

Nel caso d'impiego di casseforme, ove richiesto, si eviteranno quelle di legno per la loro porosità.

Le malte saranno protette dall'evaporazione con una mano di agente curing subito dopo terminata l'operazione di messa in opera; la copertura con il curing sarà tanto più rapida quanto più caldo e secco sarà il clima .

Non sarà consentito l'impiego di fogli di polietilene trasparente per impedire l'evaporazione dell'acqua in quanto questi ultimi ostacolano la dispersione del calore d'idratazione che può provocare fessure per dilatazione termica.

Circa il tipo di prodotto di curing per la manutenzione dei getti si dovrà tenere conto del fatto se la superficie debba o no ricevere ulteriori getti di finitura o di proseguimento dei lavori; in tal caso si dovrà verificare che il materiale da applicare sulla pellicola dell'agente di curing indurito sia in grado di aderirvi. In caso contrario si procederà all'asportazione dell'agente di curing con idrosabbatura.

#### 2.10.2.4.6.2 Uso di malta e betoncini premiscelati reoplastici a ritiro compensato fibrorinforzati resistenti ai solfati

Le malte a ritiro compensato fibrorinforzate, premiscelate a secco, contengono fibre di acciaio amorfe che permettono la loro omogenea distribuzione nell'impasto, richiedono solo l'aggiunta di acqua per ottenere in betoniera una malta reoplastica fluida e non segregabile, oppure tixotropica, priva di ritiro, di elevato potere adesivo all'acciaio e al conglomerato cementizio, durevole anche in ambienti aggressivi.

La temperatura ottimale per le malte reoplastiche rinforzate è di 20°C, tuttavia sono accettabili temperature comprese tra i 5 e i 35°C.

Nel caso in cui la temperatura dell'ambiente sia molto bassa (5 – 10 °C) lo sviluppo della resistenza meccanica è più lento.

Qualora si richieda ugualmente una elevata resistenza meccanica alle brevi stagionature, si devono adottare i seguenti provvedimenti:

- conservare il prodotto in ambiente riparato dal freddo;
- impiegare acqua calda ( 35 – 50 °C) per l'impasto;
- iniziare i getti nella mattinata;
- proteggere dall'ambiente freddo il getto coprendolo con teli impermeabili.

Se la temperatura dell'ambiente è molto elevata (30 °C) l'unico problema esistente è la perdita di lavorabilità.

Qualora la perdita di lavorabilità sia eccessiva in relazione allo specifico tipo di impiego si consiglia di adottare i seguenti provvedimenti:

- conservare il prodotto in luogo fresco;
- impiegare acqua fresca;
- preparare la malta nelle ore meno calde della giornata.

Nei climi caldi asciutti e ventilati si raccomanda di porre particolare attenzione alla stagionatura applicando una pellicola di prodotto antievvaporante sulla parte di malta esposta all'aria, subito dopo la rifinitura della superficie.

Queste malte non devono essere sensibili alle vibrazioni in fase di presa, per poter essere impiegate in presenza di traffico.

Per spessori di ripristino superiori a 5-6 cm dovranno essere impiegati betoncini a ritiro compensato fibrorinforzati resistenti ai solfati con aggregati selezionati lavati di idonee pezzature (massimo 10 mm) gettati entro casseforme.

#### 2.10.2.4.7 CONGLOMERATI CEMENTIZI A RITIRO COMPENSATO, AD ALTA DURABILITÀ, CONFEZIONATI IN CANTIERE.

L'impiego in manutenzione potrà avvenire solo se espressamente previsto nel progetto e previa presentazione della Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, della composizione delle miscele che intende adottare, basata sulle specifiche del richiamato articolo e delle indicazioni di progetto, ogni composizione dovrà essere corredata da una documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricevuto la ricetta ottimale.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di far eseguire nuove ricerche.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati cementizi in opera.

Una volta accettata dalla Direzione Lavori la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami periodici commisurati alle quantità di materiale prodotto, in ragione di una serie di prove almeno ogni 30 m<sup>3</sup> di materiale messo in opera.

#### 2.10.2.4.8 REQUISITI DELLE MISCELE

Malte, betoncini e conglomerati cementizi impiegati nel ripristino di elementi strutturali in c.a. e c.a.p. dovranno avere le caratteristiche minime sotto riportate:

- Espansione contrastata secondo UNI 8147:2017 a 1g superiore di 300 micron partendo da campione in confezione originale stoccata in ambiente asciutto;
- Bleeding secondo UNI 7122:2017;
- Profondità media di penetrazione all'acqua ISO EN 7031-94 inferiore a 5 mm ;
- Resistenza ai solfati dopo 15 cicli su draft ENV 104-840-3 : nessun degrado.

##### 2.10.2.4.8.1 Caratteristiche delle fibre di metallo amorfo:

- Larghezza 1,6mm Lunghezza 30mm spessore 0,029 mm e dovranno avere assenza di dissoluzione o ossidazione dopo 24 ore in acido cloridrico 0,1 N a 30°C.

Inoltre di seguito indichiamo alcune delle caratteristiche minime delle miscele:

#### **Per malte reoplastiche premiscelate a ritiro compensato**

- Resistenza a compressione 28 gg      55 MPa
- Resistenza a flessione      8 MPa
- Adesione al conglomerato cement. 5 Mpa (secondo il metodo cunei – Autostrade)
- Modulo elastico a 28 gg      27.000 MPa

#### **Per betoncini reoplastici a ritiro compensato**

- Resistenza a compressione 28gg      60 MPa

- |                          |            |
|--------------------------|------------|
| - Resistenza a flessione | 6 MPa      |
| - Modulo elastico a 28gg | 30.000 MPa |

#### **2.10.2.5 Prove e controlli**

I materiali dovranno essere sottoposti a prove prima dell'impiego per la verifica della loro rispondenza ai requisiti di cui al precedente paragrafo "Requisiti delle miscele".

Successivamente, in corso d'opera, le prove dovranno essere ripetute con la frequenza richiesta dalla Direzione Lavori; qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli richiesti, la Direzione Lavori, d'intesa con il progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza.

Nel caso in cui tale verifica dia esito positivo, il materiale verrà accettato ma sarà applicata una penale. Qualora i valori risultassero minori di oltre il 10% rispetto a quelli richiesti, l'Impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese alla rimozione dei materiali già posti in opera.

Le superfici ripristinate dovranno essere controllate a campione: almeno il 5% per superfici estese e almeno 10% per superfici limitate, per ogni elemento strutturale, mediante bagnatura per verificare l'eventuale presenza di microfessure. In caso si evidenziassero microfessure occorrerà estendere il controllo all'intera superficie riparata per la quale, se l'incidenza dell'area fessurata risulterà maggiore del 20%, l'Impresa dovrà procedere, a sua cura e spese, alla rasatura con malte bicomponenti a base di leganti cementizi modificati con resine sintetiche ed a basso modulo elastico e alla protezione, di tipologia da concordare con la Direzione Lavori, in accordo con il Progettista.

La verifica di ottenimento dell'adesione in opera si otterrà con il controllo al martello, con campionamento secondo il criterio indicato per le microfessure.

Le superfici risonanti a vuoto saranno verificate in contraddittorio e su di esse verrà applicata una penale, salvo richiesta della Direzione Lavori di far effettuare, a cura e spese dell'Impresa, le asportazioni ed il rifacimento del ripristino delle superfici risonanti.

Qualora sussistano contemporaneamente due o più difetti sulla stessa superficie sarà richiesta dalla Direzione Lavori la rimozione dei ripristini mal eseguiti.

Si dovrà inoltre prevedere:

- Test Inarcamento/imbarcamento
- Oring-Test

#### **2.10.2.6 Oneri specifici dell'Appaltatore**

Oltre a tutti gli oneri di cui al presente capitolato speciale sono a completo carico dell'Impresa perché compresi e compensati nei prezzi degli articoli tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, tra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- effettuare le lavorazioni anche con soluzione di continuità;
- provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti; le attrezzature dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni interessati;
- adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalle vibrazioni e dai rumori connessi alle attività in corso, e ad evitare danni a opere e manufatti pre-esistenti;
- provvedere all'immediato trasporto a rifiuto di tutti i materiali di risulta provenienti dagli scavi e dalle lavorazioni comunque connesse con l'attività in questione;



- eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto;
- adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento;
- effettuare demolizioni e rifacimenti, di qualunque entità, comunque occorrenti per il rispetto delle tolleranze e prescrizioni progettuali.

## **2.11 ANCORAGGI SU CALCESTRUZZO**

### **2.11.1 Campi di impiego**

Si prevede la esecuzione di ancoraggi di:

- Ancoraggi di tirafondi per il fissaggio delle strutture metalliche di elevazione ai plinti di fondazione in c.a.
- Fissaggio di strutture metalliche su supporto in calcestruzzo indurito.

### **2.11.2 Specifiche tecniche**

#### **2.11.2.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento**

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi:

- **Decreto 17 gennaio 2018** "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni";
- Certificato di accettazione ETAG 001: 2013 categoria sismica ETA C2 e C1

#### **2.11.2.2 Soggezioni geotecniche e ambientali**

Nel luogo di applicazione ed in cantiere saranno installati termometri atti a misurare la minima e la massima temperatura atmosferica giornaliera.

La temperatura dei materiali da impiegare, sia cementizi che chimici, all'atto del getto dovrà essere compresa tra 5°C e 30°C; in caso contrario la posa in opera dovrà essere sospesa. La localizzazione in ambito urbano delle aree di cantiere non deve inficiare le caratteristiche prestazionali dei materiali, che dovranno comunque assumere valori almeno pari a quelli indicati nelle schede tecniche al momento della posa in opera, indipendentemente dalla distanza dell'impianto di produzione e dalle difficoltà insite nell'operare in spazi ristretti.

#### **2.11.2.3 Descrizione e modalità esecutive per ancoraggi in calcestruzzo indurito**

Gli ancoraggi su calcestruzzo indurito possono essere suddivisi, secondo i materiali che è necessario ancorare e le prestazioni richieste, nelle seguenti categorie

##### **a) ancoraggi chimici**

Gli ancoraggi chimici sono realizzati ponendo della resina all'interno del foro predisposto sul supporto ove si prevede l'ancoraggio, per iniezione, per colaggio o con delle cartucce monodose, ed inserendo immediatamente dopo una barra filettata sulla quale viene imbullonato l'elemento da fissare; il rifluimento della resina alla bocca del foro all'atto dell'infilaggio della barra garantisce il completo rivestimento di questa da parte dell'adesivo. Qualora l'ancoraggio sia destinato ad attività di ripristino strutturale la barra filettata può essere sostituita da una barra di acciaio Fe B 450 C ad aderenza migliorata. Nel caso presente l'ancoraggio avviene in virtù di un duplice meccanismo; infatti si viene a creare, innanzitutto, un forte legame di adesione chimica tra barra e resina e tra questa e le pareti del foro. Inoltre, poiché la resina penetra nei pori del materiale base, dopo l'indurimento si innesca anche un meccanismo di tenuta per forma. Questo tipo di ancoraggi viene scelto quando vi è la necessità di raggiungere

resistenze elevate in tempi brevi, con interassi e distanze dai bordi ridotte ed inoltre la lunghezza di ancoraggio deve essere contenuta.

Questa tecnologia dà luogo ad ancoraggi con elevata capacità di carico, ottenibili in tempi molto rapidi, tuttavia la loro efficacia è fortemente affetta dalle condizioni di applicazione; infatti è necessario che prima della posa della resina la parete del foro sia perfettamente pulita poiché la polvere generata dalla perforazione potrebbe compromettere l'adesione della resina stessa alla superficie di contatto. Inoltre, se l'ancoraggio è eseguito in presenza d'acqua, è necessario ricorrere a resine formulate espressamente per tale condizione. Le barre dovranno essere perfettamente pulite e prive di tracce di oli, grassi e polveri che inibirebbero l'adesione della resina.

La tipologia prescelta è un ancorante chimico ad iniezione, composto da una resina epossidica bisfenolo con riempitivo inorganico e da una mistura indurente con poliammide, polvere di quarzo e cemento. L'ancorante verrà accoppiato con barre filettate di classe 10.9, 8.8, con barre in acciaio da armatura B 450 C, con barre in acciaio S 355.

b) ancoraggi con malte cementizie.

Questo tipo di ancoraggio viene preferito nel caso di ripristini strutturali di opere in calcestruzzo per la migliore compatibilità di queste malte con i supporti in calcestruzzo; inoltre tali ancoraggi non risentono della presenza di umidità che, anzi, migliora le caratteristiche di resistenza finale delle malte ed infine offrono ottime garanzie di resistenza al fuoco, contrariamente alle resine, e per tale ragione esso dovrà essere sempre preferito nei casi di ripristini strutturali.

La loro posa in opera può essere effettuata per colatura, nel caso delle malte reoplastiche, oppure con spatola per prodotti tixotropici. Prima della posa della malta è necessario provvedere alla pulizia del foro dalla polvere che può compromettere l'adesione della malta stessa alla parete del foro e saturare il supporto con acqua.

Per quanto attiene le caratteristiche delle malte si rimanda al Capitolo specifico del presente Capitolato.

#### **2.11.2.4 Oneri specifici dell'Appaltatore**

L'Impresa, prima della messa in opera di qualunque tipo di ancoraggio, dovrà presentare alla Direzione Lavori le schede tecniche dei prodotti che intende adottare, unitamente ai calcoli statici degli ancoraggi stessi ove siano indicate le condizioni di posa con riferimento alle condizioni del supporto, alla presenza di umidità, ecc. Nella relazione di calcolo degli ancoraggi dovrà essere compresa anche la eventuale verifica di resistenza al fuoco se gli ancoraggi assolvano ad una funzione definitiva.

Oltre a tutti gli oneri di cui al presente capitolato speciale sono a completo carico dell'Impresa perché compresi e compensati nei prezzi tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, tra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- effettuare le lavorazioni anche con soluzione di continuità;
- provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti; le attrezzature dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni interessati;
- adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalle vibrazioni e dai rumori connessi alle attività in corso, e ad evitare danni a opere e manufatti pre-esistenti;
- provvedere all'immediato trasporto a rifiuto di tutti i materiali di risulta provenienti dagli scavi e dalle lavorazioni comunque connesse con l'attività in questione;

- eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto;
- adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento;
- effettuare demolizioni e rifacimenti, di qualunque entità, comunque occorrenti per il rispetto delle tolleranze e prescrizioni progettuali;
- provvedere, a propria cura e spese, alla rimozione ed al successivo montaggio di ogni ancoraggio che non risulti conforme alle prescrizioni di progetto ed a quelle della Casa produttrice;
- rispondere degli eventuali danni che dovessero derivare ai manufatti finiti, durante la messa in opera e fino al collaudo finale, per cause riconducibili all'errato montaggio degli ancoraggi di qualunque tipo.

## 2.12 IMPERMEABILIZZAZIONI

### 2.12.1 Generalità

L'impermeabilizzazione delle coperture è prevista a protezione del massetto cementizio al di sopra delle strutture in c.a. E' costituita da membrane bituminose elastoplastomeriche con armatura in vetro-velo posizionata sopra la soletta in c.a.

La posa dello strato di membrana bituminosa elastoplastomerica sarà preceduta dalla stesura di un primer bituminoso.

#### 2.12.1.1 *Primer bituminoso*

Il primer si usa per saturare la porosità del cemento destinato ad essere impermeabilizzato con guaine bituminose. Fissa la polverosità superficiale e permette un'ottima adesione degli strati successivi. Il primer ha quindi la finalità di migliorare ed uniformare l'adesione alla superficie di posa dei prodotti nei lavori di impermeabilizzazione.

E' un'emulsione acquosa di bitumi pregiati a bassa viscosità, completamente esente da solventi.

#### 2.12.1.2 *Regolazione delle pendenze*

Le pendenze verranno realizzate agendo sulla regolazione dei pilastri.

## 2.13 IMPERMEABILIZZAZIONE COPERTURE PIANE

### 2.13.1 Campi di impiego

Impermeabilizzazioni di coperture piane di una vasta gamma di opere civili e industriali.

### 2.13.2 Specifiche tecniche

#### 2.13.2.1 *Normative e Raccomandazioni di riferimento*

##### **Norme di posa**

- **UNI 11333:** Posa di membrane flessibili per impermeabilizzazione - Formazione e qualificazione degli addetti

### **Norme di prodotto**

- **UNI EN 1109:** Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture - Determinazione della flessibilità a freddo
- **UNI EN 13707:** Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Membrane bituminose armate per l'impermeabilizzazione di coperture
- **UNI 8547:** Prodotti combustibili suscettibili di essere investiti dalla fiamma su una sola faccia - Reazione al fuoco mediante applicazione di una piccola fiamma.

### **Norme metodi di prove**

- **UNI EN 13416:2003:** Membrane per impermeabilizzazione. Generalità per le prove
- **UNI EN 12311-1:2002:** Determinazione della resistenza a trazione
- **UNI EN 12310-1:2001:** Determinazione della resistenza a lacerazione
- **UNI EN 12730:2015:** Determinazione della resistenza al carico statico
- **UNI EN 12691:2018:** Determinazione della resistenza all'urto
- **UNI EN 1109:2013:** Determinazione della flessibilità a freddo
- **UNI EN 1110:2011:** Determinazione dello scorrimento a caldo
- **UNI EN 1107-1:2002:** Determinazione della stabilità dimensionale a seguito di azione termica
- **UNI EN 1110:2006:** Determinazione della stabilità di forma a caldo
- **UNI EN 1108:2006:** Determinazione della dilatazione termica differenziale
- **UNI EN 1928:2002:** Determinazione della impermeabilità
- **UNI EN 1847:2010:** Determinazione del comportamento all'acqua
- **UNI EN 1931:2002:** Determinazione della permeabilità al vapore d'acqua
- **UNI EN 12317-1:2001:** Prova di trazione delle giunzioni
- **UNI EN 1297:2005:** Determinazione della resistenza alle radiazioni U.V.

### **2.13.2.2 Descrizione e modalità esecutive**

#### **2.13.2.2.1 GENERALITÀ**

Prima della posa delle membrane assicurarsi che il piano di lavoro sia perfettamente asciutto. In caso di asperità è necessario eliminarle poiché possono compromettere l'aderenza o provocare punzonamento del manto impermeabile.

Il piano di posa va preparato con una mano di primer bituminoso, in ragione di almeno 300g/m<sup>2</sup>, per eliminare la polvere e favorire l'adesione della membrana.

Il piano di posa non deve avere avvallamenti, per evitare ristagni dell'acqua piovana affinché la pendenza del massetto sottostante possa garantire il regolare deflusso.

E' consigliabile che la posa avvenga in condizioni di temperatura che non siano inferiori a +5°C.

La posa in opera deve essere sospesa in condizioni metereologiche avverse (elevata umidità, pioggia ....).

#### 2.13.2.2.2 CARATTERISTICHE E POSA IN OPERA

Dopo la regolarizzazione della superficie occorrerà applicare una mano di primer a base di bitume in veicolo acquoso tipo ECOPRIMER, in quantità non inferiore a 300 g/mq di prodotto (nella confezione prima della diluizione).

Successivamente si eseguirà la posa in opera di una membrana impermeabile prefabbricata elastoplastomerica con armatura in vetrovelo. I teli della membrana saranno sovrapposti di 10 cm e sigillati a fiamma.

Le membrane dovranno essere conformi alla UNI EN 13707 (Marcatura CE, Dichiarazione di Prestazione), dovranno essere verificate come prestazioni ai sensi delle UNI EN 1848-1, UNI EN 1849-1, UNI EN 1928, UNI EN 1296, UNI EN 1847; la resistenza alla lacerazione dovrà essere superiore a 150 N (longitudinale e trasversale, secondo la UNI EN 12310-1); la resistenza al carico statico dovrà essere superiore a 15 kg (secondo la UNI EN 12730-A).

#### **2.13.2.3 Prove e controlli di accettazione**

Tali prove dovranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali approvvigionati in cantiere.

Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà eseguito su zone scelte a caso sui campioni inviati in laboratorio o sui materiali in cantiere.

Qualora anche una sola delle prove dia esito negativo la guaina sarà rifiutata e la partita dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Le prove elencate necessarie alla qualificazione delle guaine, potranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali effettivamente messi in opera.

#### **2.13.2.4 Oneri specifici dell'Appaltatore**

Oltre a tutti gli oneri di cui al presente capitolato speciale sono a completo carico dell'Impresa, perché compresi e compensati sia nei prezzi degli articoli relativi alla realizzazione degli interventi che nelle specifiche voci di stima, tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, tra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- la preparazione del supporto con le modalità sopra descritte;
- provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti; le attrezzature dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni interessati;
- eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto,
- adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento.

### **2.14 IMPERMEABILIZZAZIONE CON MALTE CEMENTIZIE BICOMPONENTI ELASTICHE**

#### **2.14.1 Campi di impiego**

Le vasche antincendio prefabbricate destinate al contenimento delle acque dovranno essere impermeabilizzate con malte cementizie bicomponenti elastiche.

## 2.14.2 Specifiche tecniche

### 2.14.2.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento

- **UNI EN 1504-9:** Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 9: Principi generali per l'utilizzo dei prodotti e dei sistemi.
- **UNI EN 1504-2:** Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 2: Sistemi di protezione della superficie di calcestruzzo.
- **UNI EN 1542:** Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Metodi di prova - Misurazione dell'aderenza per trazione diretta.
- **UNI EN 1062-7:** Pitture e vernici - Prodotti e sistemi di verniciatura per muratura e calcestruzzo esterni - Parte 7: Determinazione delle proprietà di resistenza alla screpolatura.
- **UNI EN ISO 7783:** Pitture e vernici - Determinazione del grado di trasmissione del vapore acqueo - Metodo della capsula.
- **UNI EN ISO 12572:** Prestazione igrotermica dei materiali e dei prodotti per edilizia - Determinazione delle proprietà di trasmissione del vapore d'acqua - Metodo del recipiente di prova.
- **UNI EN 1062-3:** Pitture e vernici - Prodotti e sistemi di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo - Parte 3: Determinazione della permeabilità all'acqua liquida.
- **UNI EN 1062-6:** Pitture e vernici - Prodotti e cicli di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo - Determinazione della permeabilità all'anidride carbonica.
- **UNI EN 13501-1:** Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione - Parte 1: Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco.
- **UNI EN 14891:** Prodotti impermeabilizzanti applicati liquidi da utilizzare sotto le piastrellature di ceramica incollate con adesivi - Requisiti, metodi di prova, valutazione e verifica della costanza della prestazione, classificazione e marcatura.

### 2.14.2.2 Descrizione e modalità esecutive

#### 2.14.2.2.1 GENERALITÀ

Trattasi di malte bicomponenti a base di leganti cementizi, aggregati selezionati a grana fine, additivi speciali e polimeri sintetici in dispersione acquosa.

#### 2.14.2.2.2 CARATTERISTICHE E POSA IN OPERA

Le superfici da trattare dovranno essere solide e perfettamente pulite. Si dovrà rimuovere il lattime di cemento, le parti friabili e le eventuali tracce di polvere, grassi e oli disarmanti mediante sabbiatura o lavaggio con acqua in pressione. Dopo aver regolarizzato e pulito il supporto e prima di applicare la malta cementizia occorrerà impermeabilizzare i raccordi tra parti orizzontali e verticali con nastro gommatto con feltro resistente agli alcali per sistemi impermeabilizzanti cementizi.

Una volta predisposta la superficie da trattare, si potrà procedere con l'applicazione della malta cementizia bicomponente elastica che va posta in opera entro 60 minuti dalla sua miscelazione con agitatore meccanico a basso numero di giri.

Se la malta viene applicata manualmente effettuare, sulla superficie preparata, una rasatura a zero impiegando una spatola liscia e, quindi, stendere sulla rasatura a zero fresca, una

mano di prodotto in modo tale da avere uno spessore finale non inferiore a 2 mm.

Se la malta viene applicata a spruzzo effettuare, dopo la preparazione della superficie, l'applicazione della malta a spruzzo con una intonacatrice dotata di lancia per rasature in uno spessore minimo di 2 mm.

Qualora fosse necessaria uno spessore maggiore, la malta deve essere applicata in più mani. L'operazione di sovrapposizione deve essere effettuata quando lo strato precedente è asciutto.

Le parti da trattare con la malta devono essere in precedenza leggermente inumidite con acqua pulita.

#### **2.14.2.3 Prove e controlli di accettazione**

La Direzione dei Lavori dovrà accertarsi che i prodotti usati siano di ottima qualità, di idonee e costanti caratteristiche.

Per ogni prodotto dovrà essere fornita alla Direzione Lavori la scheda tecnica ed eventuale documentazione attestante la Marcatura CE (DoP, FPC, ecc).

#### **2.14.2.4 Oneri specifici dell'Appaltatore**

Oltre a tutti gli oneri di cui al presente capitolato speciale sono a completo carico dell'Impresa perché compresi e compensati nei prezzi degli articoli tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, tra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- effettuare le lavorazioni anche con soluzione di continuità;
- provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti; le attrezzature dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni interessati;
- adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalle vibrazioni e dai rumori connessi alle attività in corso, e ad evitare danni a opere e manufatti pre-esistenti;
- provvedere all'immediato trasporto a rifiuto di tutti i materiali di risulta provenienti dagli scavi e dalle lavorazioni comunque connesse con l'attività in questione;
- eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto;
- adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento;
- effettuare demolizioni e rifacimenti, di qualunque entità, comunque occorrenti per il rispetto delle tolleranze e prescrizioni progettuali.

### **2.15 IMPIANTO SMALTIMENTO ACQUE CHIARE**

#### **2.15.1 Campi di impiego**

Si prevede l'esecuzione di impianti fognari nell'ambito della realizzazione del parcheggio per lo smaltimento delle acque meteoriche che verranno recapitate in una vasca di prima pioggia prefabbricata e collegata in fogna.

##### **2.15.1.1 Normative e Raccomandazioni di riferimento**

I lavori dovranno essere eseguiti in accordo alla Normativa vigente ed in particolare alle seguenti norme e raccomandazioni (elenco indicativo, non esaustivo):



- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 - Norme in materia ambientale;
- Decreto Ministeriale 12 dicembre 1985 - Norme tecniche relative alle tubazioni;
- Piano di Tutela delle Acque - Norme di attuazione - approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale del Lazio n. 42 del 27 settembre 2007;
- ATO 2 - Segreteria Tecnico Operativa - Competenze, procedure e responsabilità inerenti scarichi di acque reflue urbane in fognatura o in corpi idrici nell'ATO 2 Lazio Centrale - Roma;
- Norme di riferimento UNI EN 1329-1/2, UNI EN 1046, UNI EN 1610, UNI EN 681, UNI EN 1905, UNI EN 13257:2019;
- Scarichi acque piovane all'interno dei fabbricati secondo prescrizioni della norma UNI EN 1329-1;
- Fognatura acque piovane UNI 10972;
- Fognatura UNI EN 1401.

## 2.15.2 Specifiche tecniche

### 2.15.2.1 Descrizione e modalità esecutive

Gli impianti fognari ed i loro componenti devono rispondere alle regole di buona tecnica in conformità alla normativa vigente.

Saranno seguite le norme e prescrizioni tecniche stabilite dall'Associazione Nazionale di Ingegneria Sanitaria particolarmente per quanto riguarda l'impiego, l'accettazione ed il collaudo delle tubazioni.

Il sistema di recapito deve essere conforme alle prescrizioni della Pubblica Autorità in particolare per quanto attiene alla possibilità di inquinamento.

Prima dell'inizio delle opere, l'Appaltatore dovrà effettuare il controllo ed il rilievo delle quote altimetriche delle fognature.

Per la costruzione dei condotti di fognatura e di tutte le opere ad essi inerenti, dovranno essere osservate le prescrizioni esecutive contenute nel "Nuovo regolamento Scavi del Comune di Roma".

Inoltre si ritengono come integralmente trascritte e facenti parte della presente descrizione le disposizioni vigenti in materia di opere in conglomerato cementizio armato e non armato, anche per quanto concerne la granulometria degli inerti.

Gli impianti di cui sopra si intendono funzionalmente suddivisi come segue:

- punti di raccolta per lo scarico (bocchettoni, pozzetti, caditoie, canalette continue grigliate, ecc.);
- tubazioni di convogliamento tra i punti di raccolta e i punti di smaltimento (collettori), e tra i punti di smaltimento ed i corpi ricettori (fognature).

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i componenti indicati nei documenti progettuali.

Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- per i punti di smaltimento valgono per quanto applicabili le prescrizioni sulle fognature date dalle Pubbliche Autorità;
- i bocchettoni ed i sifoni devono essere del diametro delle tubazioni che immediatamente li seguono (UNI EN 12056-3:2001).
- L'esecuzione delle canalizzazioni dovrà rispettare planimetricamente ed altimetricamente le prescrizioni progettuali e quelle impartite dalla D.L.

L'Impresa dovrà altresì assicurare con canalizzazioni provvisorie il flusso dei liquami di canalizzazioni preesistenti che fossero interrotte durante l'esecuzione delle nuove opere essendosi già tenuto conto di tali oneri nella formulazione dell'offerta.

### **2.15.2.2 Prove e controlli di accettazione**

Prima dell'approvvigionamento di tutti i materiali componenti le fogne, l'appaltatore è tenuto a presentare alla D.L. le loro schede tecniche per l'approvazione preventiva.

I tubi in PVC dovranno recare visibile il marchio di conformità (IIP) rilasciato dall'Istituto Italiano Plastici ed il marchio che ne indichi il nome del produttore, la serie, il diametro nominale, la pressione nominale (o la classe d'impiego) e possibilmente l'anno di fabbricazione e dovranno rispondere alle prescrizioni di riferimento. Non dovranno presentare segni di bruciature né sbeccature o lesioni.

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, comunque, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Ove si verificasse la presenza di uno solo dei difetti sopra indicati, o carenze nella documentazione, il materiale dovrà essere allontanato dal cantiere.

### **2.15.2.3 Tubazioni in PVC rigido**

Le tubazioni in PVC (cloruro di polivinile) rigido non plastificato devono corrispondere alle caratteristiche ed ai requisiti di accettazione prescritti dalle Norme vigenti, dalla norma UNI EN ISO 1452, UNI EN 1401 ed alle Raccomandazioni I.I.P. e conformi, inoltre, al D.M. 6 aprile 2004, n.174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano".

I tubi in PVC sono fabbricati con cloruro di polivinile esente da plastificanti e cariche inerti, non colorato artificialmente e miscelato - a scelta del fabbricante, purché il manufatto ottenuto risponda ai requisiti stabiliti dalle Norme vigenti - con opportuni stabilizzanti e additivi nelle quantità necessarie.

Devono avere costituzione omogenea e compatta, superficie liscia ed esente da ondulazioni e da striature cromatiche notevoli, da porosità e bolle; presentare una sezione circolare costante; ed avere le estremità rifinite in modo da consentire il montaggio ed assicurare la tenuta del giunto previsto per le tubazioni stesse.

I tubi e i raccordi di PVC devono essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP che ne assicura la rispondenza alle norme UNI.

I raccordi e i pezzi speciali in PVC per fognature dovranno rispondere alle caratteristiche stabilite dalle norme UNI 1401-1.

La condotta sarà collegata con il tipo di giunto a bicchiere ed anello elastomerico di tenuta conforme a UNI EN 681-2.

Saranno generalmente utilizzati Tubi in PVC SN4 - SDR 41 (UNI EN 1401-1) , dei quali si riportano le principali caratteristiche dimensionali:

<b>Tubi in PVC SN4 - SDR 41</b>				
<b>Ø esterno</b> mm	<b>Spessore</b> mm	<b>Ø interno</b> mm	<b>Ø est. bicchiere</b> mm	<b>Peso</b> kg/m
160	4,0	152,0	184,6	3,21
200	4,9	190,2	228,6	4,92
315	7,7	299,6	361,0	12,19

In alternativa, nelle zone soggette a traffico pesante, oppure dove la condotta presenta una modesta altezza dello spessore di ricoprimento, potranno essere utilizzati Tubi in PVC SN8 - SDR 34, dei quali si riportano le principali caratteristiche dimensionali:

Tubi in PVC SN8 - SDR 34				
Ø esterno mm	Spessore mm	Ø interno mm	Ø est. bicchiere Mm	Peso kg/m
160	4,7	150,6	186,2	3,76
200	5,9	188,2	230,8	5,87
315	9,2	296,6	364,4	14,49

#### 2.15.2.3.1 MOVIMENTAZIONE ED ACCATASTAMENTO DELLE TUBAZIONI

Il carico, il trasporto, lo scarico e tutte le manovre in genere, dovranno essere eseguiti con la maggiore cura possibile adoperando mezzi idonei a seconda del tipo e del diametro dei tubi ed adottando tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare rotture, incrinature, lesioni o danneggiamenti in genere ai materiali costituenti le tubazioni stesse ed al loro eventuale rivestimento.

Pertanto si dovranno evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, strisciamenti, contatti con corpi che possano comunque provocare deterioramento o deformazione dei tubi. Nel cantiere dovrà predisporci quanto occorra (mezzi idonei e piani di appoggio) per ricevere i tubi, i pezzi speciali e gli accessori da installare.

L'accatastamento dovrà essere effettuato disponendo i tubi a cataste in piazzole opportunamente dislocate lungo il tracciato su un'area piana e stabile protetta al fine di evitare pericoli di incendio, riparate dai raggi solari nel caso di tubi soggetti a deformazioni o deterioramenti determinati da sensibili variazioni termiche.

La base delle cataste dovrà poggiare su tavole opportunamente distanziate o su predisposto letto di appoggio. I tubi dovranno essere accatastati su traversine di legno in modo che i bicchieri della fila orizzontale inferiore non subiscano deformazioni ed inoltre i bicchieri stessi devono essere alternativamente sistemati (sia nelle file orizzontali sia in quelle verticali) da una parte e dall'altra della catasta e sporgenti da essa.

I tubi non dovranno essere accatastati ad una altezza superiore ad 1.5 metri, qualunque sia il diametro dei tubi, per evitare deformazioni nelle tubazioni di base e per consentire un agevole prelievo.

I tubi accatastati dovranno essere bloccati con cunei onde evitare improvvisi rotolamenti; provvedimenti di protezione dovranno, in ogni caso, essere adottati per evitare che le testate dei tubi possano subire danneggiamenti di sorta.

I giunti, le guarnizioni, le bullonerie ed i materiali in genere, se deteriorabili, dovranno essere depositati, fino al momento del loro impiego, in spazi chiusi entro contenitori protetti dai raggi solari o da sorgenti di calore, dal contatto con oli o grassi e non sottoposti a carichi.

Le guarnizioni in gomma (come quelle fornite a corredo dei tubi di ghisa sferoidale) devono essere immagazzinate in locali freschi ed in ogni caso riparate dalle radiazioni ultraviolette, da ozono. Saranno conservate nelle condizioni originali di forma, evitando cioè la piegatura ed ogni altro tipo di deformazione.

Non potranno essere impiegate guarnizioni che abbiano subito, prima della posa, un immagazzinamento superiore a 36 mesi.

Il tubo va tagliato normalmente al suo asse a mezzo di sega a mano a denti fini o di fresa. L'estremità così ricavata, per essere introdotta nel rispettivo bicchiere (sia del tipo scorrevole, sia del tipo non scorrevole), deve essere smussata secondo angolazione del valore

indicato dal fabbricante dei tubi, previa ingrassatura dell'anello di tenuta per facilitare il movimento.

#### 2.15.2.3.2 SCAVO PER LA POSA DELLA CONDOTTA

Nello scavo per la posa della condotta si procederà di regola da valle verso monte ai fini dello scolo naturale delle acque che si immettono nei cavi.

Lo scavo sarà di norma eseguito a pareti verticali con una larghezza eguale almeno a DN + 50 cm (dove DN è il diametro nominale della tubazione, in centimetri), con un minimo di 60 cm per profondità sino a 1,50 m e di 80 cm per profondità maggiori di 1,50 m.

Quando la natura del terreno lo richieda, potrà essere autorizzato dalla Direzione dei Lavori uno scavo a sezione trapezia con una determinata pendenza della scarpa, ma con il fondo avente sempre la larghezza sopra indicata, a salvaguardia dell'incolumità degli operai.

Il terreno di risulta dallo scavo sarà accumulato dalla parte opposta - rispetto alla trincea - a quella in cui sono stati o saranno sfilati i tubi, allo scopo di non intralciare il successivo calo dei tubi stessi.

Le pareti della trincea finita non devono presentare sporgenze di blocchi o massi o di radici.

Il fondo dello scavo dovrà essere stabile ed accuratamente livellato prima della posa della tubazione in modo da evitare gibbosità ed avvallamenti e consentire l'appoggio uniforme dei tubi per tutta la loro lunghezza.

Questa regolarizzazione del fondo potrà ottenersi con semplice spianamento se il terreno è sciolto o disponendo uno strato di terra o sabbia ben costipata se il terreno è roccioso.

Le profondità di posa dei tubi sono indicate sui profili longitudinali delle condotte mediante "livellette" determinate in sede di progetto oppure prescritte dalla Direzione dei Lavori.

Saranno predisposte, alle prevedibili distanze dei giunti, opportune nicchie, sufficienti per potere eseguire regolarmente nello scavo tutte le operazioni relative alla formazione dei giunti.

Per tutto il tempo in cui i cavi dovranno rimanere aperti per la costruzione delle condotte, saranno ad esclusivo carico dell'Appaltatore tutti gli oneri per armature, esaurimenti di acqua, sgombero del materiale eventualmente franato e la perfetta manutenzione del cavo, indipendentemente dal tempo trascorso dall'apertura dello stesso e dagli eventi meteorici verificatisi, ancorché eccezionali.

L'avanzamento degli scavi dovrà essere adeguato all'effettivo avanzamento della fornitura dei tubi; pertanto, gli scavi per posa condotte potranno essere sospesi a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori qualora la costruzione della condotta già iniziata non venga sollecitamente completata in ogni sua fase, compresa la prova idraulica ed il rinterro.

#### 2.15.2.3.3 POSA IN OPERA DELLA TUBAZIONE

I tubi prelevati dalle cataste predisposte verranno sfilati lungo l'asse previsto per la condotta, allineati con le testate vicine l'una all'altra, sempre adottando tutte le precauzioni necessarie (con criteri analoghi a quelli indicati per lo scarico ed il trasporto) per evitare danni ai tubi ed al loro rivestimento.

I tubi saranno depositati lungo il tracciato sul ciglio dello scavo, dalla parte opposta a quella in cui si trova o si prevede di mettere la terra scavata, ponendo i bicchieri nella direzione prevista per il montaggio e curando che i tubi stessi siano in equilibrio stabile per tutto il periodo di permanenza costruttiva.

Prima della posa in opera i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati, con particolare riguardo alle estremità, per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico non siano stati danneggiati; quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti.

Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna; le estremità di ogni tratto di condotta in corso d'impianto devono essere comunque chiuse con tappo di legno, restando vietato effettuare tali chiusure in modo diverso.

La posa in opera dovrà essere effettuata da personale specializzato.

I tubi saranno di norma collocati procedendo dal basso verso l'alto e con bicchieri rivolti verso l'alto per facilitare l'esecuzione delle giunzioni. Le due estremità verranno pulite con una spazzola di acciaio ed un pennello, eliminando eventuali grumi di vernice ed ogni traccia di terra o altro materiale estraneo.

La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo del cavo spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare i tubi.

In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni od altri appoggi discontinui.

Il piano di posa - che verrà livellato con appositi traguardi in funzione delle "livellette" di scavo (apponendo e quotando dei picchetti sia nei punti del fondo della fossa che corrispondono alle verticali dei cambiamenti di pendenza e di direzione della condotta, sia in punti intermedi, in modo che la distanza tra picchetto e picchetto non superi 15 metri) dovrà garantire una assoluta continuità di appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si dovranno adottare particolari provvedimenti quali: impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorre, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole.

In quest'ultimo caso la discontinuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati così da ripristinare la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti.

Ogni tratto di condotta posata non deve presentare contropendenze in corrispondenza di punti ove non siano previsti organi di scarico e di sfiato.

Durante l'esecuzione dei lavori di posa debbono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posati.

Ogni danno di qualsiasi entità che si verificasse in tali casi per mancanza di adozione delle necessarie cautele è a carico dell'Appaltatore.

Verificati pendenza ed allineamento, si procederà alla giunzione dei tubi, che dovrà essere effettuata da personale specializzato.

#### 2.15.2.3.4 GIUNZIONI DELLE TUBAZIONI

Le estremità dei tubi e dei pezzi speciali da giuntare e le eventuali guarnizioni dovranno essere perfettamente pulite.

La giunzione dovrà garantire la continuità idraulica e il comportamento statico previsto in progetto e dovrà essere realizzata in maniera conforme alle norme di esecuzione dipendenti dal tipo di tubo e giunto impiegati nonché dalla pressione di esercizio.

A garanzia della perfetta realizzazione dei giunti dovranno, di norma, essere predisposti dei controlli sistematici con modalità esecutive specificatamente riferite al tipo di giunto ed al tubo impiegato.

Per effettuare una giunzione, il tubo alla sua estremità liscia va tagliato normalmente al suo asse con una sega a denti fini oppure con una fresa. L'estremità così ricavata, per essere introdotta nel rispettivo bicchiere, deve essere smussata secondo un'angolazione precisata dalla ditta costruttrice (normalmente 15°) mantenendo all'orlo uno spessore (crescente col diametro), anch'esso indicato dal produttore.

Nel caso delle tubazioni in PVC per fognatura, con giunti di tipo elastico (con guarnizione elastomerica), le giunzioni saranno eseguite con le seguenti modalità:

- provvedere ad una accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che siano integre: togliere provvisoriamente la guarnizione elastomerica qualora fosse presente nella sua sede;
- segnare sulla parte maschio del tubo (punta), una linea di riferimento. A tale scopo si introduce la punta nel bicchiere fino a rifiuto, segnando la posizione raggiunta. Si ritira il tubo di 3 mm per ogni metro di interasse. Tra due giunzioni (in ogni caso tale ritiro non deve essere inferiore a 10 mm), si segna sul tubo tale nuova posizione che costituisce la linea di riferimento prima accennata;
- inserire in modo corretto la guarnizione elastomerica di tenuta nella sua sede nel bicchiere;
- lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna della punta con apposito lubrificante (grasso od olio siliconato, vaselina, acqua saponosa, ecc.);
- infilare la punta nel bicchiere fino alla linea di riferimento, facendo attenzione che la guarnizione non esca dalla sua sede. La perfetta riuscita di questa operazione dipende esclusivamente dal preciso allineamento dei tubi e dall'accurata lubrificazione;

Le prove idrauliche possono essere effettuate non appena eseguita la giunzione.

#### **2.15.2.4 Pozzetti e chiusini**

Saranno forniti e posti in opera pozzetti in elementi prefabbricati (ai sensi della UNI EN 1917:2004 + EC1 + EC2 + EC3 e relative Dichiarazione di Prestazione e Marcatura CE) in conglomerato cementizio armato e vibrato, realizzati con cemento tipo 42,5R ed inerti lavati e vagliati opportunamente dosati per ottenere un cls di classe > 350, costruiti con i seguenti elementi:

- elemento di fondo, di altezza cm 100, con impronte di riduzione di spessore per l'introduzione del tubo di attraversamento;
- soletta carrabile di copertura;
- eventuali elementi intermedi, di altezza variabile, per ottenere l'altezza prevista in progetto per i singoli pozzetti.

Gli elementi saranno posati su una platea di calcestruzzo di spessore 20 cm, armata con rete elettrosaldata maglia 20x20, di dimensioni maggiori di 20 cm rispetto alle dimensioni esterne del pozzetto. Gli elementi saranno tra loro sigillati e stuccati con l'interposizione di malta cementizia. La ditta produttrice dovrà fornire dietro richiesta della Direzione Lavori i calcoli di verifica statica degli elementi.

La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti i risultati delle prove condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste dalla normativa vigente.

E' facoltà della D.L. richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti progettuali ed a loro completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti.

In generale i materiali di cui sono costituiti i componenti del sistema di scarico devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

- minima scabrezza, al fine di opporre la minima resistenza al movimento dell'acqua;
- resistenza agli urti accidentali;
- conformazione senza sporgenze all'interno per evitare il deposito di sostanze contenute o trasportate dalle acque;



- stabilità di forma in senso sia longitudinale sia trasversale;
- sezioni di accoppiamento con facce trasversali perpendicolari all'asse longitudinale;
- minima emissione di rumore nelle condizioni di uso;
- durabilità compatibile con l'uso a cui sono dedicati;

Per la durata di un anno a partire dalla data del collaudo provvisorio favorevole, permane la garanzia dell'Appaltatore che è tenuto a provvedere a propria cura e spese a rimuovere con la massima tempestività ogni difetto non dovuto ad errore di conduzione o manutenzione.

Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento, si rispetteranno, per i chiusini e le griglie, le prescrizioni contenute nella norma "serie" UNI EN 124:2015 (Dichiarazione di Prestazione e Marcatura CE per dispositivi di coronamento e chiusura dei pozzetti stradali).

#### **2.15.2.5 Canalette di drenaggio grigliate continue**

Per il drenaggio di acque meteoriche di superfici stradali e/o pedonali, sono previste canalette continue di cemento polimerico, avente sezione interna ad "U" e pareti a specchio, della larghezza utile interna di 200 mm, e sovrastante griglia in ghisa.

Le canalette continue saranno composte da più elementi della lunghezza di 1,00 m, di altezza esterna variabile, uniti tramite opportuni raccordi e disposti in modo da costituire una pendenza media del fondo "a gradoni" di valore medio non inferiore allo 0,50%.

Gli elementi saranno dotati di profili di acciaio zincato di protezione laterale, barretta di fissaggio e viti. Saranno provvisti di griglie in ghisa sferoidale di classe C 250 kN, secondo le norme UNI EN 124, con rilievi antiscivolo, fissati alla sede con bulloni in acciaio inox.

La fornitura dovrà essere corredata del certificato di prodotto, relativo alla prova di carico dell'insieme canale e griglia secondo il progetto di norma UNI EN 1433:2008 per i canali di tipo I (canali autoportanti), rilasciato da un ente certificato EN45001. Sarà inoltre corredata del certificato ISO 9002 della fabbrica di fornitura.

Le canalette saranno corredate di elementi di testata e pozzetti, da disporre nei punti più bassi, con la predisposizione per le tubazioni di raccordo alla fognatura.

Gli elementi prefabbricati saranno realizzati in Calcestruzzo Polimerico di alta qualità, composto da una selezionata combinazione di aridi di silice e quarzo, legati mediante resina di poliestere stabile, con resistenza alla compressione non inferiore a 120 N/mm<sup>2</sup>.

Il materiale impiegato in tale canaletta deve avere un assorbimento idrico inferiore allo 0,1% del volume, deve essere immarcescibile ed inattaccabile dalle termiti; deve garantire la resistenza e l'impermeabilità ai seguenti liquidi: acqua, solidi organici ed inorganici in soluzione, sali da disgelo, oli minerali, acidi del suolo, oli combustibili, benzina e petrolio.

La posa in opera dovrà essere realizzata con sottofondo e rinfilanco in conglomerato cementizio di adeguato spessore.

Di seguito si riportano le principali proprietà del calcestruzzo polimerico delle canalette, che dovranno essere verificate da appositi test in fabbrica.

PROPRIETÀ DEL CALCESTRUZZO POLIMERICO	
Resistenza alla compressione NORMA UNE 22 194:	> 1.000 kp/cm <sup>2</sup>
Resistenza alla flessione NORMA UNE 127 006:	> 250 kp/cm <sup>2</sup>
Resistenza agli urti (altezza) NORMA UNE 127 007:	> 95 cm



Assorbimento d'acqua per capillarità (aumento di peso) RILEM C.P.C. 11.2:	< 0,10%
Assorbimento d'acqua (aumento di peso) NORMA UNE 22 191:	< 0,22%
Resistenza Resistenza all'usura da abrasione NORMA UNE 127 005/1:	< 0,53 mm
Resistenza ai prodotti chimici:	Senza effetti visibili
Resistenza al gelo UNE 127 004:	Inalterato

#### **2.15.2.6 Chiusini e caditoie**

Su tutti i pozzetti fognari destinati alla raccolta delle acque meteoriche della piazza pedonale saranno applicati dei chiusini o delle caditoie in ghisa grigia o ghisa sferoidale di classe di resistenza D400 (carrabili) e C 250.

Il dimensionamento e le caratteristiche dei chiusini dovranno rispondere alle prescrizioni della norma UNI EN 124, D400 (carrabili) e C 250, in qualsiasi situazione di posa.

Coperchi, caditoie e relativi telai dovranno avere superfici di appoggio lisce ed opportunamente sagomate per evitare fenomeni di rollio e fuoriuscita dei coperchi o delle griglie.

I chiusini e le caditoie dovranno riportare nella fusione le seguenti marcature: la norma di riferimento UNI EN 124, classe corrispondente, nome e/o sigla del fabbricante. Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o simili, il passo d'uomo non dovrà essere inferiore a 700 mm.

La sede del telaio e l'altezza del coperchio o della caditoia dovranno essere calibrati in modo che i due elementi vengano a trovarsi sullo stesso piano e non resti fra loro alcun gioco.

La superficie superiore del chiusino o della caditoia dovrà trovarsi, a posa avvenuta, in perfetto piano con la pavimentazione.

Qualora a causa di assestamenti sotto carico o di rifacimenti della pavimentazione nel corso dei lavori la posizione del telaio non garantisca l'assoluta complanarità fra chiusino o caditoia e pavimentazione, il telaio dovrà essere rimosso e messo nuovamente in opera nella corretta posizione.

Tutti gli elementi in ghisa non dovranno essere sottoposti a traffico prima che siano trascorse 24 ore dalla loro posa.

#### **2.15.2.7 Prova idraulica della condotta in PVC per fognatura**

La prova di tenuta delle fogne tubolari si eseguirà fra due pozzetti consecutivi. La tubazione verrà chiusa alle due estremità con tappi a perfetta tenuta, dotati ciascuno di un raccordo con un tubo verticale per consentire la creazione della pressione idrostatica voluta.

Qualora la prova fosse eseguita prima del rinfilanco e ricoprimento della tubazione, questa dovrà essere adeguatamente ancorata per evitare qualsiasi movimento provocato dalla pressione idrostatica.

Il riempimento dovrà essere accuratamente eseguito dal basso in modo da favorire la fuoriuscita dell'aria curando che, in ogni caso, non si formino sacche d'aria.

Una pressione minima di 0,30 m d'acqua (misurata al punto più alto del tubo) sarà applicata alla parte più alta della canalizzazione. La pressione massima applicata alla parte terminale più bassa non dovrà essere superiore a 1,00 m d'acqua. Nel caso di canalizzazioni a forti pendenze, la Direzione dei Lavori potrà ordinare l'esecuzione della prova per sezioni per evitare pressioni eccessive.

Il sistema dovrà essere lasciato pieno d'acqua almeno un'ora prima di effettuare qualsiasi rilevamento.

La perdita d'acqua, trascorso tale periodo, sarà accertata aggiungendo acqua, ad intervalli regolari, con un cilindro graduato e prendendo nota della quantità necessaria per mantenere il livello originale.

La perdita d'acqua non deve essere superiore a 3 l/km per ogni 25 mm di diametro interno, per 3 bar e per 24 ore.

In pratica la condotta si ritiene favorevolmente provata quando, dopo un primo rabbocco per integrare gli assestamenti, nelle 4 ore successive non si riscontrano ulteriori variazioni di livello.

Per i pozzetti, la prova di tenuta si limita al riempimento del pozzetto con acqua ed alla verifica della stazionarietà del livello per un tempo non inferiore a 45 minuti primi. La variazione di livello non deve essere superiore al 5%.

Qualora la prova non riuscisse a causa di perdite delle giunzioni, l'appaltatore dovrà riparare le giunzioni difettose e ripetere la prova a sua cura e spese e ciò finché non si verifichino le condizioni sopra specificate. Lo stesso dicasi qualora la prova non riuscisse per lesioni o rottura di tubi, restando contrattualmente stabilito che in tal caso l'Appaltatore dovrà sostituire a sue spese i tubi lesionati o rotti.

Le prove saranno sempre eseguite in contraddittorio tra il Direttore dei Lavori e l'Impresa, e per ogni prova eseguita, con esito favorevole o non, verrà redatto apposito verbale sottoscritto dalle parti.

Nei verbali di collaudo dovrà essere fatta esplicita menzione alle risultanze delle predette prove.

#### **2.15.2.8      *Oneri specifici dell'Appaltatore***

Oltre a tutti gli oneri di cui al presente capitolato speciale sono a completo carico dell'Impresa, perché compresi e compensati sia nei prezzi degli articoli relativi alla realizzazione degli interventi che nelle specifiche voci di stima, tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, tra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori e/o dell'Organo di collaudo, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto,
- eseguire la riparazione di eventuali danni causati, nonché le prestazioni di personale idoneo nel caso di necessità.

## 2.16 PAVIMENTAZIONI STRADALI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

### 2.16.1 Campi di impiego

Sono previste per le aree di parcheggio e per la viabilità afferente alla struttura, previa demolizione delle pavimentazioni esistenti.

### 2.16.2 Specifiche tecniche

I conglomerati bituminosi sono costituiti da miscele di inerti (o aggregati), impastate a caldo, con legante bituminoso semisolido previo riscaldamento degli aggregati; sono disciplinati dalla UNI CE 13108-1. La famiglia delle norme UNI EN 13108 comprende tutti i conglomerati bituminosi prodotti a caldo e impiegati nelle pavimentazioni stradali.

Gli aggregati debbono essere nuovi, di frantumazione artificiale, integrati da frazioni (nelle percentuali massime indicate per ciascun tipo di strato), assortiti granulometricamente (pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie e filler).

I conglomerati bituminosi sono posti in opera mediante macchina vibrofinitrice e successivamente costipati.

#### 2.16.2.1 Normative e raccomandazioni di riferimento

Principali riferimenti normativi:

- La famiglia delle norme **UNI EN 13108** comprende tutti i conglomerati bituminosi prodotti a caldo e impiegati nelle pavimentazioni stradali;
- La miscela degli inerti è regolamentata dalla norma UNI EN ISO 17892-12: 2018, indagini e prove geotecniche. Determinazione dei limiti liquidi e plastici;
- Il legante bituminoso in conformità alla **UNI EN 12591** (bitume tradizionale) e alla **UNI EN 14023** (bitume modificato);
- L'aggregato lapideo in conformità alla **UNI EN 13043**;
- Il conglomerato bituminoso riciclato in conformità alla **UNI EN 13108-8**;
- La classificazione dei materiali secondo la norma **UNI 10006**;
- I materiali devono essere designati in conformità alla Norma **UNI EN 13242**.

#### 2.16.2.2 Soggezioni geotecniche ed ambientali

##### 2.16.2.2.1.1 Requisiti geotecnici del sottofondo stradale

I requisiti geotecnici del materiale della fondazione stradale sono relativi a quelli dell'attuale viabilità. Sono infatti previste solo lavorazioni attinenti alla fresatura della cappa superficiale, posa in opera dello strato legante (binder) e posa dello strato di usura.

#### 2.16.2.3 Descrizione e modalità esecutive

La posa in opera delle pavimentazioni stradali dovrà essere effettuata secondo quanto disposto nel presente capitolato.

#### 2.16.2.4 Prove e controlli di accettazione

Il controllo della qualità dei misti granulari e della loro posa in opera, dovrà essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sul materiale prelevato in sito al momento della stesa oltre che con prove sullo strato finito. L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove saranno disposte dal Direttore dei Lavori.

Le prove di controllo della portanza dovranno essere effettuate, prima della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, con prove di carico su piastra da 300 mm secondo il

CNR-B.U. n.146 del 14.12.1992

A compattazione ultimata si potrà misurare la densità del secco in sito. Le misure della densità saranno effettuate secondo la norma (CNR 22/72). Valori della densità del secco inferiori al 95% del valore di riferimento misurato in laboratorio sulla miscela di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La verifica delle quote di progetto va eseguita con procedimento topografico, prevedendo in senso longitudinale un distanziamento massimo dei punti di misura non superiore a 20 metri nei tratti a curvatura costante e non superiore a 5 metri nei tratti a curvatura variabile, di variazione della pendenza trasversale.

Nelle stesse sezioni dei controlli longitudinali di quota va verificata la sagoma trasversale, prevedendo almeno due misure per ogni parte a destra ed a sinistra dell'asse stradale.

Lo spessore medio deve essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché tale differenza si presenti solo saltuariamente.

#### **2.16.2.5 Oneri specifici dell'Appaltatore**

Oltre a tutti gli oneri di cui al presente capitolato sono a completo carico dell'Impresa, perché compresi e compensati nei prezzi degli articoli relativi alla realizzazione degli interventi tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, tra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalle polveri e dai rumori connessi alle attività in corso, e ad evitare danni a opere e manufatti pre-esistenti;
- eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto,
- realizzare quelle opere provvisorie nel caso in cui se ne verificasse la necessità;
- adottare tutti i provvedimenti previsti nel Piano di Sicurezza e Coordinamento;
- riparare eventuali danni causati, nonché porre a disposizione personale idoneo nel caso di necessità;
- gli oneri derivanti dalle interruzioni dei cicli di lavoro e dei fermi di cantiere conseguenti, che a titolo esemplificativo possono essere: la presenza di venute di acqua anche molto forti, guasti delle attrezzature, mancanza di energia, ecc.

#### **2.16.3 Demolizione di pavimentazione esistente**

La demolizione della parte della sovrastruttura legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

La superficie del cavo (nel caso di demolizioni parziali del pacchetto) dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza dei nuovi strati da porre in opera.

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti dal Progetto e/o dalla Direzione Lavori.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o sub-corticali dovrà essere eseguita con attrezzature approvate dalla Direzione Lavori munite di spazzole e dispositivi aspiranti, in grado di dare un piano depolverizzato, perfettamente pulito.

La demolizione degli strati bituminosi potrà essere eseguita con uno o più passaggi di fresa; nei casi in cui si debbano effettuare più passaggi, si avrà cura di ridurre la sezione del cassonetto inferiore formando un gradino tra uno strato demolito ed il successivo di almeno 20 cm di base per ciascun lato.

Le pareti dei giunti sia longitudinali sia trasversali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento privo di sgretolature.

Sia la superficie risultante dalla fresatura che le pareti del cavo dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite dalla mano di attacco di legante bituminoso tal quale o modificato.

#### **2.16.4 Materiali**

I materiali da impiegare per le pavimentazioni stradali in conglomerato bituminoso dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nelle richieste prescrittive degli articoli di lavorazioni quando vigenti.

I materiali di base da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito fissati.

I materiali impiegati nella realizzazione della sovrastruttura stradale dovranno essere idonei all'utilizzo e provvisti di regolare marcatura CE in conformità alle prescrizioni disposte dal Regolamento (UE) n. 305/2011 che fissa le condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione.

I requisiti obbligatori richiesti sono:

- Temperatura della miscela alla produzione e alla consegna (valori di soglia)
- Contenuto minimo di legante (categoria e valore reale)
- Composizione granulometrica (valore %)
- Contenuto dei vuoti a 10 rotazioni (categoria e valore reale)

I materiale costituenti il conglomerato bituminoso considerati sono:

- Il legante bituminoso – conformità alla UNI EN 12591 (bitume tradizionale) e alla UNI EN 14023 (bitume modificato);
- L'aggregato lapideo – conformità alla UNI EN 13043;
- Il conglomerato bituminoso riciclato – conformità alla UNI EN 13108-8.

Il Produttore come richiesto dalla norma di Marcatura CE dovrà adottare degli specifici Piani di Controllo per verificare che i materiali qualificati ed utilizzati conservino i requisiti nel tempo.

I materiali e le loro miscele prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei e accettati dalla Direzione Lavori.

##### **2.16.4.1 Inerti**

Gli inerti devono essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti, esenti da polveri e materiali estranei.

Gli elementi litoidi dovranno possedere un indice di forma specificato nelle prescrizioni di ciascuno strato.

La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi (> 2 mm), dagli aggregati fini (2 - 0,075 mm) e dai filler (< 0,075 mm, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree, o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere d'asfalto, caratterizzati da un indice di plasticità = N.P., secondo la norma UNI EN ISO 17892-12:2018).

Le principali frazioni granulometriche dei materiali inerti stradali, sono così definite:

- **pietrisco:** materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli, passante al setaccio 63 mm (crivello 71) e trattenuto al setaccio 20 mm (crivello 25);
- **pietrischetto:** materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli, passante al setaccio 20 mm (crivello 25) e trattenuto al setaccio 8 mm (crivello 10);
- **graniglia:** materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli, passante al setaccio 8 mm (crivello 10) e trattenuto al setaccio 2 mm;
- **sabbia:** materiale litoide fine, di formazione naturale ed ottenuto per frantumazione di pietrame o di ghiaie, passante al setaccio 2 mm e trattenuto al setaccio 0,075 mm;
- **filler:** materiale pulverulento passante al setaccio 0,075 mm, che si aggiunge ai leganti bituminosi e alle miscele di questi leganti con aggregati litici, allo scopo di conferire particolari caratteristiche ai prodotti che ne derivano.

#### **2.16.4.2     Conglomerati bituminosi**

##### **2.16.4.2.1     LEGANTI BITUMINOSI.**

I leganti bituminosi semisolidi per uso stradale sono costituiti o da bitumi tradizionali o da bitumi modificati; dovranno essere usati nelle percentuali, in massa dell'aggregato, specificate per ciascuno degli strati in conglomerato bituminoso della sovrastruttura stradale.

I requisiti di accettazione e le prove sono definiti negli artt. concernenti i bitumi tradizionali e quelli modificati.

##### **2.16.4.2.2     MANI DI ATTACCO**

L'applicazione di emulsione bituminosa, eseguita prima o durante la stesa di conglomerato a caldo, ha lo scopo di migliorare e garantire l'adesione e il perfetto ancoraggio tra uno strato nuovo e quello sottostante. Quando gli strati sono incollati, la sovrastruttura si comporta come un unico blocco e ciascun strato si deforma in funzione delle caratteristiche complessive di tutti gli strati ai quali è incollato e non in funzione delle caratteristiche specifiche.

Dopo la spruzzatura si ha il fenomeno della "filmazione" ovvero la formazione di una pellicola di bitume uniforme su cui aderirà il nuovo conglomerato.

##### **2.16.4.2.3     POSA IN OPERA DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI**

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata mediante macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Il trasporto del conglomerato, dall'impianto di confezione al cantiere di stesa, deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci; la temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare, in ogni condizione, non inferiore a 135 °C, per i conglomerati tradizionali, e non inferiore ai 170 °C, per i conglomerati migliorati a base di bitumi modificati.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

#### 2.16.4.2.4 COMPATTAZIONE

Il costipamento dei conglomerati deve iniziare immediatamente dopo la stesa della vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. Esso sarà realizzato con rulli gommati oppure metallici a rapida inversione di marcia di peso opportuno, in modo da consentire il prescritto grado di costipamento. Per una buona esecuzione del lavoro è fondamentale l'uso del rullo gommato.

Si avrà cura di ottenere un uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni.

Per lo strato di base, la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione soltanto dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, grado di costipamento e portanza.

Se la stesa del conglomerato avviene in doppio strato, tra di essi deve essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 kg/m<sup>2</sup>.

#### 2.16.4.2.5 ESECUZIONE DEI GIUNTI

Si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali, preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici. Qualora non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere trattato con applicazione di emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportata la parte terminale di azzeramento, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato sottostante mediante fresatura.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

#### 2.16.4.2.6 CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

L'impresa ha l'obbligo di far eseguire prove di controllo di idoneità dei campioni di aggregato e di bitume per la relativa accettazione da parte della D.L., alla quale l'impresa è tenuta a presentare, per il controllo della idoneità, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato dalla D.L. lo studio di progetto e la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'impresa deve attenersi scrupolosamente, comprovandone l'osservanza con controlli sperimentali, presso laboratori specializzati, secondo la frequenza stabilita dalla D.L. e comunque non inferiore ad un prelievo per ogni due giorni di lavorazione consecutiva.

Per quanto sopra specificato, dovranno essere eseguite:

- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale di bitume);
- la verifica delle caratteristiche del conglomerato finito, in opera (massa volumica, percentuale dei vuoti, grado di costipamento di ciascuno strato);
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato che si pone in opera (massa volumica, Stabilità e scorrimento Marshall).



In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni, la D.L. potrà effettuare, a sua discrezione, tutte le verifiche,

#### 2.16.4.2.7 MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI PROVINI MARSHALL

Per gli strati di base, binder e usura, i provini di conglomerato bituminoso devono essere confezionati con materiale prelevato direttamente dall'impianto di produzione del conglomerato o alla stesa, presso la finitrice, ed immediatamente costipato: per i bitumi tradizionali, alla temperatura prescritta al punto 3.3 della norma CNR 30/73; per i bitumi modificati, alla temperatura non inferiore ai 180 °C.

In ogni caso i provini Marshall dovranno essere confezionati senza alcun ulteriore riscaldamento, rispetto a quello che è stato necessario per la preparazione della miscela. I valori di stabilità e scorrimento Marshall ottenuti da provini ricostituiti in laboratorio, mediante riscaldamento del conglomerato prelevato in cantiere e lasciato raffreddare non possono essere considerati significativi. Il confezionamento di provini Marshall mediante secondo riscaldamento potrà essere soltanto indicativo per la determinazione della massa volumica ed il controllo del grado di costipamento del conglomerato in opera, qualora non si sia proceduto alla confezione di provini Marshall durante le operazioni di stesa.

Così pure non potranno essere presi in considerazione, perché assolutamente privi di significato, i valori della stabilità Marshall eseguita su carote prelevate dalla pavimentazione.

#### 2.16.4.3 **Bitumi tradizionali**

Sono miscele di idrocarburi e loro derivati organici, derivati dal petrolio, completamente solubili in solfuro di carbonio, dotati di capacità legante.

Salvo diversa prescrizione dovranno essere usati bitumi tradizionali (di base) caratterizzati da penetrazione 50-70.

##### 2.16.4.3.1 REQUISITI DI ACCETTAZIONE

Sono indicati nella tabella seguente; le percentuali, rispetto alla massa dell'aggregato, sono specificate per ciascuno degli strati in conglomerato bituminoso della sovrastruttura stradale.

*Tabella:* Specifiche tecniche del bitume tal quale di Classe 50/70

<b>Caratteristica</b>	<b>Metodo</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Min - max</b>	<b>Valore</b>	<b>Corrisp. CNR (*)</b>
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	mm/10		50 - 70	24/71
Rammollimento (P&A)	UNI EN 1427	°C		46 - 54	35/73
Indice di penetrazione (Ip)	-	-	Min	- 1	-
Punto di rottura Fraass	UNI EN 12593	°C	max	- 8	43/74
Punto di infiammabilità	UNI EN ISO 2592:2017	°C	min	230	72/79
Solubilità	UNI EN 12592	%	min	99,0	48/75
Viscosità dinamica a 60°C(**)	ASTM D 4402	mPa . s	min	145000	
Resistenza all'invecchiamento	UNI EN 12607-1 (RTFOT)	-	-	-	54/77
Penetrazione residua	-	%	min	50	-
Incremento P&A	-	°C	max	10	

#### Note

- (\*) Le corrispondenze CNR sono riportate per facilitare l'identificazione della tipologia di prova. I metodi da adottare sono però sempre riferiti alle CEN o comunque alla seconda colonna della tabella.
- (\*\*) Viscosimetro tipo Brookfield, con la girante S29 a un giro/minuto, cui corrisponde un gradiente di velocità di 0,25 s-1.

#### 2.16.4.3.2 PROVE

Le caratteristiche del bitume dovranno essere rilevate su campioni prelevati direttamente dalle cisterne o dai serbatoi di stoccaggio.

Le verifiche indicate in grassetto nella tabella sono considerate prioritarie.

#### 2.16.4.4 **Bitumi modificati**

Sono costituiti da bitumi semisolidi contenenti additivi polimerici (elastomeri e/o plastomeri) al fine di incrementare le prestazioni e il comportamento, prodotti in impianti controllati dotati di idonei dispositivi di miscelazione. I parametri riportati nella tabella sottostante, pur presentando i valori minimi, devono essere, nessuno escluso, rispettati, se si vuole la certezza che il bitume sia effettivamente modificato.

Nella pratica i bitumi si distinguono in due tipologie:

- tipo "soft" (modifica leggera;
- tipo "hard" (modifica più spinta e prodotto con caratteristiche superiori)

Questa distinzione, tuttavia, non essendo fissate le percentuali, non risulta univoca. Comunque l'hard si adatta abbastanza bene alla gradazione 50/70 - 65 (classe A).

#### 2.16.4.4.1 REQUISITI DI ACCETTAZIONE

Il fornitore di bitume modificato deve certificare i valori dei seguenti parametri:

- dispersione del polimero (ad es. mediante microspia, prova EN 13632);
- solubilità, usando l'adatto solvente indicato dal fornitore stesso;
- temperatura di uso (minima T di stoccaggio e pompaggio, min e max T di miscelazione).

All'impianto si provvederà alla necessaria integrazione del legante e delle sostanze rigeneranti, al fine di conferire al legante finale le caratteristiche richieste.

Le percentuali, rispetto alla massa dell'aggregato, sono specificate per ciascuno degli strati in conglomerato bituminoso della sovrastruttura stradale.

Se non diversamente prescritto, i bitumi modificati per le applicazioni stradali devono possedere i requisiti indicati nella tabella seguente. La classe B riguarda le applicazioni tradizionali (conglomerati migliorati); la classe A è per drenanti e fono-assorbenti, conglomerati chiusi ad alte prestazioni, manti ultrasottili.

Tabella: Specifiche tecniche dei bitumi modificati PMB 50-70

Caratteristica	Metodo	Unità di misura	Min - max	Classe (50/70, P&A ≥65)	Classe (50/70, P&A ≥60)	Altre norme di rif.to
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	mm/10		50/70	50/70	

Rammollimento (P.& A.)	UNI 1427	EN	°C	min	65	60	
Punto di rottura Fraass	UNI 12593	EN	°C	max	- 15	- 12	
Punto di Infiammabilità	UNI 22592	EN	°C	min	230	230	
Viscosità dinamica a 160 °C (***)	ASTM 4402		mPa · s	min	400	300	
Ritorno elastico a 25°C	UNI 13398	EN	%	min	75	50 (*)	DIN 5201 3
Stabilità allo Stoccaggio	UNI 13399	EN					
Differenza P&A			°C	max	5	5	
Resistenza all'invecchiamento	UNI 12607-1 (RTFOT)	EN					
Penetrazione residua			%	min	60	60	
Incremento P&A			°C		0 ÷ 5	0 ÷ 5	
<p><b>Note</b></p> <p>(*) Per bitumi modificati con elastomeri il ritorno elastico potrà essere inferiore al 75%, ma maggiore del 50%</p> <p>(**) Per bitumi modificati con plastomeri il valore della viscosità può essere maggiore di 300 mPa</p> <p>Tipologie d'intervento Le lavorazioni previste riguardanti le pavimentazioni esterne sono rapportabili a tre tipologie d'intervento:</p>							

#### 2.16.4.4.2 PROVE

Le caratteristiche del bitume dovranno essere rilevate su campioni prelevati direttamente dalle cisterne o dai serbatoi di stoccaggio.

Il bitume sarà riconosciuto come "modificato" solo se siano raggiunti tutti i parametri minimi, nessuno escluso indicati nella tabella.

### 2.16.5 Strato di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso

#### 2.16.5.1 *Prescrizioni*

Nella miscela dello strato di collegamento non potranno essere utilizzati inerti non frantumati in quantità superiore al 10% in massa degli aggregati (per "non frantumato" s'intende un elemento litico che abbia anche una sola faccia arrotondata).

Per la costituzione della miscela potrà essere impiegato materiale fresato da precedenti strati di manto di pavimentazioni stradali, purché in quantità non superiore al 15 % della massa totale della miscela di conglomerato. In tale caso all'impianto dovrà provvedersi alla

necessaria integrazione del legante e delle sostanze rigeneranti, al fine di conferire al legante finale le caratteristiche richieste dalla Direzione Lavori.

Tabella: aggregati, bitumi, conglomerato per lo strato di collegamenti

aggregati							
Caratteristica		valore		Riferimento			
Caratteristica		valore		Riferimento			
perdita in massa alla prova Los Angeles		≤ 25 % in massa		CNR 34/73			
sensibilità al gelo		≤ 30		CNR 80/80			
porosità		≤ 1,5 %		CNR 65/78			
spogliamento in acqua a 40° C, con eventuale impiego di "dope" d'adesione		≤ 5 %		CNR 138/92			
aggregato frantumato		≥ 90% in massa dell'insieme degli inerti					
gli aggregati dovranno avere una composizione granulometrica compresa nel fuso sotto indicato, con andamento continuo, concorde con quello delle curve limiti.							
Setaccio mm	criv	Passante massa %	tot. in		Setaccio mm	criv	Passante tot. in massa %
20	25	100			0,4		10 - 20
12,5	15	65 - 85			0,18		5 - 15
8	10	55 - 75			0,075		5 - 9
4	5	35 - 55			0,075		4 - 8
2		25 - 38					
bitume							
percentuale riferita alla massa totale degli inerti: 3,5 - 4,5 %							
Specifiche tecniche vedasi Tabella: Specifiche tecniche del bitume tal quale B 50-70							
Specifiche tecniche vedasi Tabella: Specifiche tecniche dei bitumi modificati BM 50/70							
Conglomerato							
percentuale riferita alla massa totale degli inerti: 4,5 - 5,2 %							

<i>Prova</i>	<i>bitume tradizionale</i>	<i>bitume modificato</i>	<i>Riferimento</i>
<i>Stabilità Marshall</i>	<i>&gt; 1000 daN (1)</i>	<i>&gt; 1100 daN (2)</i>	<i>CNR 30/73</i>
<i>rigidezza Marshall</i>	<i>300 - 450 daN/mm (3)</i>	<i>350 - 450 daN/mm</i>	
<i>percentuale di vuoti residui</i>	<i>4 - 6 % (4)</i>	<i>4 - 6 %</i>	<i>CNR 39/73</i>
eseguita a 60 °C su provini costipati alla temperatura di norma, con 75 colpi di maglio per faccia come sopra ma a temperatura di 180 °C rapporto tra la Stabilità misurata in daN e lo scorrimento misurato in mm misurata sugli stessi provini sui quali viene determinata la Stabilità Marshall			

#### 2.16.5.1.1 PROVE

Le prove riguarderanno: l'analisi granulometrica, la qualità e percentuale dei bitumi, la stabilità e rigidezza Marshall, la percentuale dei vuoti.

La prova Marshall eseguita su provini confezionati con bitume tradizionale o con bitume modificato, che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, deve dare un valore di Stabilità non inferiore al 75 % di quello precedentemente determinato (CNR 121/87).

### 2.16.6 Strato superficiale di usura in conglomerato bituminoso

#### 2.16.6.1 *Prescrizioni*

Nella miscela dello strato di usura non potranno assolutamente essere utilizzati inerti non frantumati (per "non frantumato" s'intende un elemento litico che abbia anche una sola faccia arrotondata).

La quantità di frantumato, per l'aggregato grosso (>2 mm), deve essere = 100 % della massa degli aggregati.

La sabbia dovrà essere costituita da sabbia di frantumazione artificiale almeno per il 90% dell'insieme della frazione sabbiosa.

Per la costituzione della miscela potrà impiegarsi materiale fresato, da precedenti strati d'usura di pavimentazioni stradali, in quantità non superiore al 10 % della massa totale della miscela di conglomerato.

In tale caso all'impianto si procederà alla necessaria integrazione del legante e delle sostanze rigeneranti, per conferire al legante finale le caratteristiche richieste dal capitolato.

*Tabella:* aggregati, bitumi, conglomerato per lo strato di usura

<b>aggregati</b>		
<b>Caratteristica</b>	<b>valore</b>	<b>Riferimento</b>
perdita in massa alla prova Los Angeles	≤ 18 % in massa	CNR 34/73
levigabilità accelerata (CLA)	>0,43	CNR 140/92
sensibilità al gelo	≤ 30	CNR 80/80
porosità	≤ 1,5 %	CNR 65/78

spogliamento in acqua a 40° C, con eventuale impiego di "dope" d'adesione				0 %		CNR 138/92	
aggregato frantumato, per l'aggregato grosso (>2 mm)				= 100 % della massa degli aggregati			
sabbia di frantumazione artificiale				≥ 90% dell'insieme della frazione sabbiosa			
indice di forma dei grani della miscela di inerti				≤ 25		CNR 95/84	
gli aggregati dovranno avere una composizione granulometrica compresa rispettivamente nel fuso A o nel fuso B (sotto indicati) se lo spessore finito previsto è compreso tra 4 e 6 cm, oppure di 3 cm							
Setaccio mm	cri v	Passante tot. in massa %			Setaccio mm	Passante tot. in massa %	
		A	B			A	B
16	20	100	-		2	25 – 38	25 -38
12,5	15	90 – 100	100		0,4	11 - 20	11 - 20
8	10	70 – 90	70 – 90		0,18	8 - 15	8 - 15
4	5	40 - 55	40 - 60		0,075	6 - 10	6 - 10
bitume							
percentuale riferita alla massa totale degli inerti: 3,5 - 4,5 %							
Specifiche tecniche vedasi Tabella: Specifiche tecniche del bitume tradizionale B 50-70							
Specifiche tecniche vedasi Tabella: Specifiche tecniche dei bitumi modificati BM 50-70							
conglomerato							
percentuale riferita alla massa totale degli inerti: 4,5							
Prova		bitume tradizionale		bitume modificato		Riferimento	
Stabilità Marshall		> 1200 daN (1)		> 1250 daN (2)		CNR 30/73	
rigidezza Marshall		300 - 450 daN/mm (3)		350 - 500 daN/mm			
percentuale di vuoti residui		3 - 5 % (4)		3 - 5 %		CNR 39/73	
1- eseguita a 60 °C su provini costipati alla temperatura di norma, con 75 colpi di maglio per faccia							
2- come sopra ma a temperatura di 180 °C							
3- rapporto tra la Stabilità misurata in daN e lo scorrimento misurato in mm							
4- misurata sugli stessi provini sui quali viene determinata la Stabilità Marshall							

#### 2.16.6.2 Prove

Le prove riguarderanno: l'analisi granulometrica, la qualità e percentuale dei bitumi, la stabilità e rigidezza Marshall, la percentuale dei vuoti.

## 2.16.7 Pavimentazione Piano carrabile di parcheggio

### 2.16.7.1 Tipologia piano terra

È realizzato in opera con conglomerato bituminoso tradizionale (base, binder, usura).

### 2.16.7.2 Tipologia piano superiore

È realizzato in opera con getto di conglomerato cementizio, armato con barre Ø12 a greche alternate e rete elettrosaldata da 8 mm maglia 20x20, su lamiera hi-bond 55/600 oppure 75/760, con giunti in polistirene estruso da cm. 2 a formare lastre di dimensioni mt 10,00x2,50. A completamento del piano carrabile è prevista la pavimentazione in conglomerato bituminoso previa mano di primer di ancoraggio e posa di guaina elastoplastomerica con armatura in vetrovelo. La regolazione in altezza del complesso base/pilastro consente di attribuire lievi pendenze al piano carrabile, in modo da favorire lo smaltimento delle acque meteoriche attraverso predisposte caditoie, canali di gronda, griglie stradali e discendenti pluviali.

## 2.17 CIGLI E SCIVOLI IN TRAVERTINO

### 2.17.1 Campi di impiego

I cigli in travertino delimiteranno i bordi dei marciapiedi da ricostruire.

### 2.17.2 Specifiche tecniche

#### 2.17.2.1 Normative e raccomandazioni di riferimento

Per le pietre naturali le normative di riferimento sono:

Norme di accettazione contenute nel **R.D. 16.11.1939 n. 2234**, ed alle Norme UNI vigenti.

Norma **UNI EN 12440:2017** "Pietre naturali-Criteri per la denominazione";

Norma **UNI EN 12670:2003** "Pietre naturali – Terminologia".

**UNI EN 1341:2013** "Lastre di pietra naturale per pavimentazioni esterne – Requisiti e metodi di prova"

**UNI EN 1343:2013** "Cordoli di pietra naturale per pavimentazioni esterne - Requisiti e metodi di prova"

La finitura superficiale delle lastre di pietra naturale dovrà garantire un effetto antisdrucciolo come indicato nel **D.M. LL.PP. 14.06.1989 n. 236**, art. 8.2.2 che fissa i seguenti coefficienti minimi di attrito misurati con il metodo della British Ceramic Research Academy Ltd. (B.C.R.A.), Rep. CEC 6/81:

- 0,40 per elemento scivolante in cuoio su pavimentazioni asciutte;
- 0,40 per elemento scivolante in gomma dura standard su pavimentazioni bagnate.

#### 1.1.1.1 Descrizione e modalità esecutive

##### 2.17.2.1.1 CARATTERISTICHE TECNICHE

I materiali da impiegare per la realizzazione dei cigli dovranno essere selezionati accuratamente per garantire ottime caratteristiche di:

- omogeneità
- durabilità



- resistenza agli agenti chimici ed atmosferici
- per i cigli, -resistenza meccanica ad eventuali svii di veicoli
- per gli scivoli, -sicurezza antiscivolo.

La loro finitura superficiale, oltre a rispondere alle norme fissate al paragrafo precedente, dovrà essere tale da assicurare un'aderenza ottimale in qualsiasi situazione di esercizio.

I cigli dovranno avere forma regolare e ben profilata, con spigoli vivi, dovranno presentare una finitura omogenea. I pezzi da impiegare dovranno soddisfare i requisiti qualitativi richiesti.

Le lastre di Travertino, tagliati in falda, proverranno da cave dell'area di Tivoli. Le lastre da impiegare per gli scivoli dovranno avere la superficie bocciardata.

Le lastre dovranno, inoltre, soddisfare i seguenti requisiti fisici e meccanici (ove non sia meglio specificato nelle singole lavorazioni):

- massa volumica non inferiore a 2400 kg/mc
- coefficiente di imbibizione 3% max
- resistenza a rottura per compressione non inferiore a 400 kg/cmq
- resistenza a rottura per flessione non inferiore a 60 kg/cmq
- resistenza all'urto non inferiore a 110 kg/mq
- resistenza all'usura non maggiore di 7 mm

Le pietre dovranno essere inoltre perfettamente sane, prive di difetti, omogenee e solide. Non saranno tollerate stuccature, tasselli, rotture, scheggiature.

Le pietre dovranno essere allettate con malta di cemento, dopo la posa dovranno risultare perfettamente allineate ed i giunti saranno stuccati con cemento bianco.

Le superfici dei cigli si presenteranno levigate e dovranno essere perfettamente ortogonali tra di loro.

#### **2.17.2.2 Prove e controlli di accettazione**

Per l'accettazione le pietre naturali dovranno risultare conformi a quanto prescritto dalla norme:

- UNI EN 1341. Lastre di pietra naturale per pavimentazioni esterne - Requisiti e metodi di prova;
- UNI EN 13755 - Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione dell'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica;
- UNI EN 12407 - Metodi di prova per pietre naturali - Esame petrografico.

Le superfici dovranno essere esenti da screpolature, lesioni o deformazioni.

L'Appaltatore dovrà sottoporre alla Direzione dei Lavori tutte le prove ed i certificati dei materiali impiegati con particolare riguardo alle caratteristiche fisico-meccaniche, di durabilità e manutenibilità dei componenti, etc...

L'Appaltatore dovrà provvedere a propria cura e spese a tutte le prove ed i collaudi in corso d'opera che la Direzione dei Lavori ritenesse opportuno effettuare per verificare la rispondenza dei manufatti alle prescrizioni del presente Capitolato, o comunque a tutte le normative anche non espressamente richiamate e vigenti in materia.

#### **2.17.2.3 Oneri specifici dell'appaltatore.**

La Direzione dei Lavori avrà la facoltà di ordinare, a cura e spesa dell'Appaltatore, il rifacimento delle lavorazioni risultanti da esecuzione non soddisfacente e questo sia per

difetto dei materiali impiegati, per non corretta applicazione degli stessi, per mancanza di cautele o protezioni o per qualunque altra causa ascrivibile all'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà provvedere con immediatezza a tali rifacimenti, eliminando nel contempo eventuali danni conseguenti dei quali rimane, in ogni caso ed a tutti gli effetti, unico responsabile.

La superficie della pavimentazione non dovrà presentare macchie di sorta. Qualora vi sia la necessità di transitare su pavimenti di recente esecuzione, l'Appaltatore dovrà predisporre su di essi idoneo tavolato, con interposto uno spesso strato di segatura di abete o di sabbia fina.

L'Appaltatore ha l'onere di fornire documentazione tecnica dei materiali e dovrà prestarsi a sua cura e spese alle eventuali prove richieste dalla Direzione dei Lavori.

L'Appaltatore rimarrà responsabile degli eventuali danni che derivassero ai manufatti finiti sia durante la messa in opera che dopo fino al collaudo finale.

## **2.18 ALTRE STRUTTURE**

### **2.18.1 Campi di impiego**

Centrale antincendio (vasche e locali tecnici)

### **2.18.2 Specifiche tecniche**

#### **2.18.2.1 Normative e raccomandazioni di riferimento**

- UNI 11292:2019 (Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio - Caratteristiche costruttive e funzionali)
- UNI EN 12845:2015 (Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler - Progettazione, installazione e manutenzione)
- UNI 10779:2014 (Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio)

#### **2.18.2.2 Descrizioni delle modalità esecutive**

La nuova centrale antincendio, ubicata in locale esterno prefabbricato, realizzato secondo la norma UNI 11292:2019, conterrà il nuovo gruppo di pressurizzazione antincendio, conforme alla normativa UNI EN 12845:2015 con le integrazioni consentite dalla norma UNI 10779:2014, per utilizzo esclusivo su reti di idranti antincendio.

La centrale antincendio è pre-assemblata e cablata nel locale tecnico prefabbricato.

I moduli necessari per la realizzazione della vasca di riserva idrica e del locale tecnico contenente la centrale di pressurizzazione, saranno prefabbricati in C.A., con calcestruzzo autocompattante SCC (Self Compacting Concrete), classe spandimento SF2, confezionati con cemento Portland conforme a UNI EN 197-1, con aggiunta di minerali tipo I – carbonato di calcio filler ventilato ed inerti conformi a UNI EN 12620, avente resistenza a compressione C40/50, classe di esposizione XC4 (cls resistente alla corrosione da carbonatazione), XS2/XD2 (cls resistente alla corrosione da cloruri), XF1 (cls resistente all'attacco da gelo/disgelo), conformi alla norma UNI EN 206, dotati di armature interne di acciaio ad aderenza migliorata e rete elettrosaldata tipo B450C, controllate in stabilimento. Il tutto conforme al D.M. 17/01/2018, aventi superfici esterne ed interne con finitura faccia a vista a totale eliminazione di porosità e nidi di ghiaia.

Tutte le pareti esterne delle vasche e del locale tecnico sono rivestite con rivestimento protettivo realizzato a mezzo stesura di pittura elastica di colore grigio.

Tutte le pareti interne delle vasche sono rivestite a mezzo stesura di malta monocomponente

fibrorinforzata, flessibile, a base di cementi modificati con speciali polimeri alcali-resistenti, contenente aggregati selezionati di fine granulometria e additivi idonei.

I moduli vasca riserva idrica sono completi e corredati di puntoni strutturali in AISI 304, fori e manicotti per passaggio tubazioni, cavi elettrici, ecc., rubinetto galleggiante su un modulo vasca, piastra antivortice in AISI 304 come da UNI EN 12845, coperture monoblocco in C.A. ognuna completa di chiusino in ghisa sferoidale con passaggio libero 60x60 cm, idonea sigillatura

Il locale tecnico, anch'esso realizzato in prefabbricato in C.A., è completo di: porta d'accesso EI 120, puntoni strutturali in AISI 304, fori e manicotti in AISI 304, verniciatura superfici interne ed esterne con pittura impermeabilizzante elastica antifessure.

#### **2.18.2.3 Prove e controlli di accettazione**

Si veda par. 2.6.2.4

### **3 LAVORI DI FINITURE – NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE**

#### **3.1 QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE**

Nel presente capitolo sono riportate le specifiche di carattere generale dei vari materiali. Negli articoli successivi, relativi alle modalità di esecuzione delle varie categorie di lavoro, potranno esservi riportate ulteriori prescrizioni tecniche circa i materiali da impiegare in quella particolare lavorazione.

Qualora vi fossero delle discordanze tra quanto riportato nel presente capitolo e quanto indicato negli articoli specifici, sono valide le prescrizioni di questi ultimi.

I materiali e le forniture occorrenti per la costruzione delle opere proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, siano riconosciuti della migliore qualità e rispondano ai requisiti prescritti. Nei prezzi di tutte le forniture si intende sempre compreso il trasporto e la consegna dei materiali, franchi da ogni spesa, a piè d'opera sul cantiere di lavoro.

I materiali e le forniture dovranno corrispondere alle prescrizioni di legge, a quelle delle presenti Norme Tecniche o degli altri atti contrattuali.

Essi, inoltre, dovranno rispondere alle norme e prescrizioni dei relativi Enti di unificazione e normazione (UNI, CEI, EN, ISO, ecc.), di seguito richiamate. Ove tali richiami fossero indirizzati a norme ritirate o sostituite, la relativa valenza dovrà, salvo diversa prescrizione, ritenersi prorogata o riferita alla norma sostitutiva.

Inoltre l'Appaltatore dovrà dimostrare di aver scelto i materiali o componenti, da utilizzare nell'esecuzione dell'opera, prodotti da Società che svolgono la propria attività industriale con un Sistema qualità certificato secondo le normative:

**UNI EN ISO 9000-1** - "Norme di gestione per la qualità e di assicurazione della qualità - Guida per la scelta e l'utilizzazione;

**UNI EN ISO 9001** "Sistemi qualità. Modello per l'assicurazione della qualità nella Progettazione, Sviluppo, Fabbricazione, Installazione ed Assistenza".

**UNI EN ISO 9002** "Sistemi di qualità - Criteri per l'assicurazione (o garanzia) della qualità nella fabbricazione e nell'installazione" **UNI EN ISO 9003** "Sistemi qualità. Modello per l'assicurazione della qualità nelle Prove, Controlli e Collaudi finali.

**UNI EN ISO 9004-1** "Gestione per la qualità ed elementi del sistema qualità - Guida generale.

Materiali non contemplati negli atti contrattuali potranno essere ammessi solo dopo esame e parere favorevole del Direttore dei Lavori e del Progettista.

Il Direttore dei Lavori ha facoltà di rifiutare in qualunque tempo i materiali e le forniture che non abbiano i requisiti prescritti, che abbiano subito deperimenti dopo l'introduzione nel cantiere, o che per qualsiasi causa non risultassero conformi alle condizioni contrattuali. L'Appaltatore dovrà provvedere a rimuovere dal cantiere le forniture ed i materiali rifiutati e sostituirli a sue spese con altri idonei. Ove l'Appaltatore non eseguisse la rimozione nel termine prescritto dal Direttore dei Lavori, la Committente potrà provvedere direttamente ed a spese dell'Appaltatore, a carico del quale resterà anche qualsiasi danno derivante dalla rimozione così eseguita.

Qualora in corso di coltivazione delle cave o di esercizio delle fabbriche, degli stabilimenti, dei depositi, ecc., i materiali non fossero più corrispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare e l'Appaltatore fosse obbligato a ricorrere ad altre cave, stabilimenti, fabbriche, depositi, ecc., in località diverse ed a diverse distanze o da diverse provenienze, sia i prezzi stabiliti in elenco che tutte le prescrizioni che si riferiscono alla qualità e dimensione dei singoli materiali, resteranno invariati.

L'Appaltatore è obbligato a notificare al Committente, in tempo utile, ed in ogni caso almeno 15 giorni prima dell'impiego, la provenienza dei materiali e delle forniture per il prelevamento dei campioni da sottoporre, a spese dell'Appaltatore, alle prove e verifiche che il Committente ritenesse necessarie prima di accettarli. Uguale obbligo ha l'Appaltatore nel caso di eventuali successive modifiche dei luoghi di provenienza dei materiali o delle forniture in genere.

In correlazione a quanto è prescritto nelle presenti Norme Tecniche, circa la qualità e le caratteristiche dei materiali e delle forniture in genere, l'Appaltatore è obbligato a prestarsi in ogni tempo a tutte le prove dei materiali e delle forniture, da impiegarsi, o che abbiano già trovato impiego.

L'esito favorevole delle prove, anche se effettuato in cantiere, non esonera l'Appaltatore da ogni responsabilità nel caso che, nonostante i risultati ottenuti, non si raggiungano nelle opere finite i prescritti requisiti. Potrà essere ordinata la conservazione dei campioni, debitamente etichettati e muniti dei sigilli e delle firme del Direttore dei lavori e dell'Appaltatore, atti a garantirne l'autenticità.

### 3.1.1 Acqua, calce, leganti idraulici, gesso

**ACQUA:** dovrà essere dolce, limpida e scevra da contaminanti e materie terrose. La UNI EN 206:2016 prescrive che l'acqua d'impasto dovrà ottemperare alle prescrizioni 8981/7 e la UNI EN 1008:2003.

**CALCE:** le calci aeree ed idrauliche dovranno corrispondere ai requisiti di accettazione di cui alla norma **UNI EN 459-1:2015, UNI EN 459-2:2010, UNI EN 459-3: 2015** (Dichiarazione di Prestazione e Marcatura CE).

Le calci anche per quanto riguarda la marcatura e l'etichettatura, i prodotti devono rispondere a determinati requisiti.

Sulla confezione e/o nella documentazione tecnica che accompagna la calce dovranno essere chiaramente indicate le seguenti informazioni:

- a) il simbolo CE e numero di identificazione dell'Istituto che ha concesso approvazione.
- b) i dati relativi a nome del prodotto o marchio di identificazione, l'indirizzo
- c) i dati sul nome del fabbricante o del numero di identificazione, certificato conformità;
- d) le ultime due cifre della data di concessione della CE;
- e) il riferimento alla norma europea (UNI EN 459-1);
- f) la descrizione del prodotto: nome generico, materiali, dimensioni, destinazione d'uso.

Il certificato di conformità è di livello 2, il che implica che la prima ispezione fabbricazione e controllo della produzione in fabbrica siano condotte da un organismo riconosciuto.

**LEGANTI IDRAULICI:** conformi a **UNI 10765:1999** " Additivi per impasti cementizi - Additivi multifunzionali per calcestruzzo" ritirata senza sostituzione, utilizzare la serie UNI EN 934 - **UNI EN 15368:2010** " Legante idraulico per costruzioni -Definizioni, specifiche e criteri di conformità" con relativa Marcatura CE e Dichiarazione di Prestazione.

Essi dovranno essere conservati in modo da restare perfettamente riparati dall'umidità.

I cementi conformi alla UNI **EN 197-1:2011** "Cemento: Composizione, specificazioni e criteri di conformità" sono suddivisi in cinque tipi principali:

I - cemento Portland; II - cemento Portland composito; III - cemento d'alto forno; IV - cemento pozzolanico; V - cemento composito.

Vengono inoltre individuate tre classi di resistenza normalizzata a 28 giorni, intendendosi con la sigla "N" il cemento normale e con quella "R" il cemento ad alta resistenza iniziale: 32.5 - 42.5 - 52.5 N (Newton)/mm<sup>2</sup>.

**Gesso:** dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti e ben riparati dall'umidità. Saranno respinti i gessi che ad una prova di cantiere risultino avere presa troppo lenta e che, bagnati, assumano colore grigio.

### 3.1.2 Ghiaia, pietrisco, sabbia e pietre naturali

Gli aggregati, detti anche inerti, costituiscono i componenti del calcestruzzo. Devono avere, oltre ad una corretta distribuzione granulometrica, anche buona resistenza meccanica, bassa porosità, non devono essere presenti argilla, o sostanze organiche che comprometterebbero le reazioni di idratazione. Per le dimensioni degli inerti occorre riferirsi alle **UNI EN 206:2016, serie UNI 8520, serie UNI EN 933, UNI EN 12620:2008, UNI EN 13139:2003, UNI EN 13055:2016**.

La sabbia dovrà essere di dimensioni tali da passare attraverso il setaccio con maglie circolari del diam. di mm 2 per murature e mm 1 per intonaci e paramenti.

L'accettabilità della sabbia per contenuti delle materie organiche, sarà definita dall'allegato 1 del **D.M. 03.06.68** sui requisiti di accettazione dei cementi.

Le sabbie impiegate dovranno provenire da cave silicee, essere esenti da ogni impurità e scricchiolare sul palmo della mano.

Le ghiaie ed i pietrischi dovranno avere dimensioni tali da essere compatibili con lo spessore dei getti e con la tessitura del ferro d'armo, secondo i requisiti di accettabilità stabiliti dalla normativa vigente, non devono provenire da rocce gelive, gessose o tenere, micacee o scistose; dovranno presentare un carico di rottura compreso fra 1000 e 3000 kg/cm<sup>2</sup>.

I pietrischi, i pietrischetti, le graniglie, le sabbie e gli additivi da impiegarsi per le costruzioni stradali dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui alle norme tecniche del **C.N.R., fascicolo n. 4/1953**.

Si definisce:

- pietrisco: materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli, passante al crivello 71 U.N.I. 2334 e trattenuto dal crivello 25 U.N.I. 2334;
- pietrischetto: materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli o di ghiaie, passante al crivello 25 U.N.I. 2334 e trattenuto dal crivello 10 U.N.I. 2334;
- graniglia: materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli o di ghiaie, passante al crivello 10 U.N.I. 2334 e trattenuto dal setaccio 2 U.N.I. 2332;
- sabbia: materiale litoide fine, di formazione naturale od ottenuto per frantumazione di pietrame o di ghiaie, passante al setaccio 2 U.N.I. 2332 e trattenuto dal setaccio 0,075 U.N.I. 2332;
- additivo (filler): materiale pulverulento passante al setaccio 0,075 U.N.I. 2332.

Per la caratterizzazione del materiale rispetto all'impiego valgono i criteri di massima riportati all'art. 7 delle norme tecniche del C.N.R., fascicolo n. 4/1953. I metodi da seguire per il prelevamento di aggregati, per ottenere dei campioni rappresentativi del materiale in esame occorre fare riferimento alle norme tecniche del C.N.R. - B.U. n. 93/82.

Gli aggregati lapidei impiegati nelle sovrastrutture stradali dovranno essere costituiti da elementi sani, tenaci, non gelivi, privi di elementi alterati, essere puliti, praticamente esenti da materie eterogenee e soddisfare i requisiti riportati nelle norme tecniche C.N.R. - B.U. n. 139/92. Devono essere costituiti da materiale frantumato spigoloso e poliedrico. Per l'additivo (filler) che deve essere costituito da polvere proveniente da rocce calcaree di frantumazione,

all'occorrenza si può usare anche cemento portland e calce idrata con l'esclusione di qualsiasi altro tipo di polvere minerale.

Nel caso di utilizzo di materiali riciclati, le forniture saranno precedute da certificazioni sull'impianto di provenienza e sulla qualità della partita da utilizzare nel rispetto delle vigenti norme.

**Le pietre naturali** da impiegarsi nei rivestimenti e nelle pavimentazioni dovranno essere a grana compatta e monda da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, da screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee, nodi, tasselli, spaccature e cavità; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego, offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui devono essere soggette, ed avere una efficace adesività alle malte.

Saranno assolutamente escluse le pietre marnose e quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

In particolare le caratteristiche alle quali dovranno soddisfare le pietre naturali da impiegare nella costruzione in relazione alla natura della roccia prescelta, tenuto conto dell'impiego che dovrà farsene nell'opera da costruire, dovranno corrispondere alle norme di cui al R.D. 16.11.1939, n° 2234, nonché alle norme UNI 8458-83 e 9379-89 per quanto attiene alla classificazione e terminologia.

**La pietra da taglio** oltre a possedere i requisiti ed i caratteri generali sopra indicati, dovrà avere struttura uniforme, ed essere scevra da fenditure, cavità e litoclasii, sonore alla percussione e di perfetta lavorabilità.

I pezzi da impiegare nei lavori dovranno soddisfare i requisiti qualitativi appresso indicati per i vari tipi di pietra e conservare le caratteristiche (grana, colore, ecc.) dei campioni approvati dalla Direzione Lavori e conservati in cantiere, come specificato negli appositi articoli delle presenti norme tecniche.

### 3.1.3 Materiali ferrosi e metalli vari

I metalli ferrosi da impiegare nei lavori dovranno soddisfare i requisiti previsti dal paragrafo 11.3 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 17 gennaio 2018.

Per la designazione e classificazione si farà riferimento alle norme di unificazione:

- **UNI EN 10020** "Definizione e classificazione dell'acciaio";
- **UNI EN 10021** "Condizioni tecniche generali di fornitura per l'acciaio e i prodotti siderurgici.

I prodotti di acciaio di impiego strutturale dovranno essere coperti da marcatura CE.

Dovranno inoltre rispettare le vigenti norme UNI o recepite da norme armonizzate con le sigle UNI EN o UNI EN ISO e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

**Acciai per carpenterie:** Dovranno essere conformi alle **UNI EN 10025** per i laminati, alle **UNI EN 10210** per i tubi senza saldatura e alle **UNI EN 10219-1** per i tubi saldati. Acciai laminati:

**Prodotti lunghi:** angolari L, T, forme varie ..

**Prodotti piani:** lamiere e piatti, nastri

**Prodotti cavi:** tubi a caldo

**Prodotti derivati:** travi saldate, profilati a freddo, tubi saldati, lamiere grecate ...

Inoltre si dovrà fare riferimento alle norme:

UNI EN 1090-1:2015

UNI EN 1090-2:2018

UNI EN 1090-3:2019



UNI EN 1090-4:2018

UNI EN 1090-5:2017

e quanto richiamato all'interno per quanto riguarda le saldature

La saldatura dovrà avvenire secondo la norma UNI EN ISO 4063: 2011 (procedimenti diversi dovranno essere sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale) e serie UNI EN 3834.

**Carpenteria in zona sismica:** L'acciaio costituente le membrature, le saldature ed i bulloni deve essere conforme ai requisiti riportati nelle norme sulle costruzioni in acciaio. Per le zone dissipative si applicano le seguenti regole aggiuntive:

- per gli acciai da carpenteria il rapporto fra i valori caratteristici delle tensioni di rottura  $f_{tk}$ -(nominale) e la tensione di snervamento  $f_{yk}$ -(nominale) deve essere maggiore di 1,20 e l'allungamento a rottura A5, misurato su provino standard, deve essere non inferiore al 20%;
- i collegamenti bullonati devono essere realizzati con bulloni ad alta resistenza di classe 8.8 o 10.9.

**Acciai da cemento armato ordinario,** è ammesso esclusivamente l'impiego di acciai qualificati secondo le procedure riportate nell'Art. 11.3.1 sul D.M: 17/01/2018 e controllati secondo modalità riportate al punto 11.3 dello stesso D.M.

**Acciai per c.a ordinario: laminato a caldo e trafilato a freddo.** Gli acciai per c.a. ordinario, laminato a caldo B450C e trafilato a freddo B450A sono caratterizzati dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche e di snervamento e rottura:  $f_{ynom}=450$  N/mm<sup>2</sup> ;  $f_{tnom}=540$ N/mm<sup>2</sup>.

Tutti i tondini di acciaio per c.a. saranno prodotti in stabilimento e dovranno essere ad aderenza migliorata.

I **bulloni normali** saranno conformi alle norme UNI EN ISO 4016:2011 e UNI 5592:1968 devono appartenere alle classi della Norma UNI EN ISO 898-1:2013.

Bulloni per giunzioni ad attrito

Devono essere conformi alle prescrizioni delle seguente tabella:

Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8.8 – 10.9 secondo UNI EN ISO 898-1: 2001	UNI EN 14399:2015 Parti 3 e 4
Dati	8.8 – 10 secondo UNI EN ISO 898-2:2012	
Rosette	Acciaio C 50 UNI EN ISO 683-1:2018 temprato e rivenuto HRC 32÷40	UNI EN 14399:2015 Parti 5 e 6
Piastrine	Acciaio C 50 UNI EN ISO 683-1:2018 temprato e rivenuto HRC 32÷40	

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni riportate nel paragrafo in merito del D.M. 17 gennaio 2018.

I **profilati d'acciaio** per infissi dovranno essere fabbricati in acciaio avente qualità previste dalla norma UNI EN 10025-1:2005 e UNI EN 10025-2:2005. Secondo i profili, le relative dimensioni e tolleranze corrisponderanno alle rispettive Norme UNI come segue:

UNI EN 10365:2017

UNI EN 10024:1996

UNI EN 10034:1995

UNI EN 10279:2002

UNI 5681:1973

UNI 6762:1970

UNI 6763:1970

UNI 7210:1973

UNI EN ISO 14713-1:2017

UNI EN ISO 14713-2:2010

UNI EN ISO 14713-3:2017.

**Zincatura a caldo:** il processo di zincatura consiste nel rivestire elementi in ferro o acciaio con uno strato di zinco, immergendoli in un bagno di zinco fuso. Si chiama appunto zincatura a caldo, o galvanizzazione.

Il processo SENDZIMIR riguarda invece la zincatura continua dell'acciaio laminato in nastro. I rivestimenti che si ottengono per zincatura a caldo sono costituiti da più strati di leghe di zinco e ferro, fondamentalmente 3 ed uno strato esterno di zinco, praticamente puro, che conferisce al rivestimento il caratteristico aspetto metallico brillante. Si ottiene un rivestimento che va a proteggere gli elementi di acciaio in tutta la loro integrità, ricoprendo tanto le superfici esterne che quelle interne. Tali rivestimenti raggiungono anche durezza più elevate di quella dell'acciaio, e lo strato esterno di zinco, piuttosto duttile, fa sì che sia resistente agli urti ed all'abrasione.

I rivestimenti galvanici offrono una tripla protezione all'acciaio sottostante:

**Protezione per effetto barriera.** Il rivestimento isola l'acciaio dall'ambiente corrosivo esterno.

**Protezione catodica o di sacrificio.** Lo zinco viene a costituire la parte anodica nella pila di corrosione e si corrode lentamente proteggendo così l'acciaio: finché vi sarà zinco in superficie l'acciaio non subirà corrosione alcuna.

**Sigillatura delle zone scoperte.** I prodotti di corrosione dello zinco, che sono insolubili, compatti e aderenti, vanno a sigillare le zone dell'acciaio che, per una qualsiasi ragione (urti, graffi ecc.), vanno a trovarsi accidentalmente a contatto con l'ambiente esterno. Ciò offre un'ulteriore protezione al substrato.

La zincatura resiste generalmente bene all'azione corrosiva delle acque naturali. Tali acque favoriscono, infatti, la passivazione dello zinco superficiale, ossia la formazione di uno strato di ossido di zinco inerte e insolubile che protegge lo zinco stesso da un conseguente contatto con l'acqua.

Le norme definiscono i seguenti parametri:

- che cosa è la zincatura;
- lo spessore del rivestimento sui normali elementi in acciaio;
- lo spessore del rivestimento sui componenti in acciaio filettati;
- l'aspetto e le caratteristiche;
- la qualità dello zinco (conforme alla norma EN 1179 – ovvero non deve lo zinco non deve contenere più dell'1,5% di impurezze totali che non siano ferro o stagno)

Dall'ultimo processo di revisione è scaturita la pubblicazione delle versioni UNI EN ISO 1461:2009 e UNI EN ISO 14713:2010 parte 1 e 2.

**La normativa UNI EN ISO 1461:2009:** In conformità con la versione del 1999 vengono definiti gli spessori di rivestimento minimi previsti, riportati in forme tabellare in funzione dei differenti spessori del manufatto di acciaio zincato, per diversi tipi di pezzi trattati. Vengono

parimenti indicati i metodi di prova per le verifiche di tali spessori ed la procedura di campionatura relativa.

**La normativa UNI EN ISO 14713:2010:** rispetto alla versione precedente è relativa ai soli rivestimenti di zinco su acciaio e non più anche alle alluminature. La parte 1 dà indicazioni generali sulle caratteristiche dei rivestimenti di zinco, la resistenza a corrosione e le durate nei vari ambienti. La norma fornisce anche quelle indicazioni che nella precedente versione della UNI EN ISO 1461 erano presenti nell'allegato C informativo rimosso da quella attuale. In questo modo, la UNI EN ISO 14713 diviene il riferimento generale alle proprietà del rivestimento di zincatura in termini di ambienti di utilizzo, durabilità e progettazione.

L'**alluminio**: come profili estrusi per serramenti metallici.

Le principali norme europee per i prodotti estrusi in leghe di alluminio sono:

**UNI EN 12020-1:** Condizioni tecniche di fornitura - Profilati di precisione in lega 6060 e 6063

**UNI EN 12020-2:** Tolleranze dimensionali - Profilati di precisione in lega 6060 e 6063

**UNI EN 755-1:** condizioni tecniche di fornitura

**UNI EN 755-2:** Proprietà meccaniche

**UNI EN 755-9:** Tolleranze dimensionali - Profilati

**UNI EN 1090-3:2019**

Per tutti i **materiali ferrosi**, l'impresa è sempre tenuta a presentare alla D.L. certificati di provenienza e delle prove effettuate presso le ferriere o fonderie fornitrici. Ciò a prescindere dagli oneri relativi alle prove sui campioni da prelevarsi in cantiere in contraddittorio sulla richiesta della D.L..

Sarà peraltro sempre in facoltà della D.L. compiere le prove tecnologiche, chimiche e meccaniche, le ispezioni in sito ed allo stabilimento di origine del materiale per accertarne le qualità del medesimo.

I campioni di dette ulteriori prove saranno prelevati in contraddittorio con la D.L.. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla D.L. previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei lavori e dell'impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

Verificandosi il caso che non si trovi corrispondenza alle caratteristiche previste, o il materiale presenti evidenti difetti, la D.L., a suo insindacabile giudizio, potrà rifiutare, in tutto o in parte, la partita fornita.

Nonostante l'accettazione dei materiali da parte della D.L., l'impresa resta responsabile solidalmente con la D.L. della riuscita delle opere, anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

### 3.1.4 Materiali per pavimentazioni esterne

Gli elementi di pavimentazione esterne sono relizzati con betonelle. Gli elementi dovranno essere sempre della prima scelta commerciale.

### 3.1.5 Legnami

I legnami, da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30/10/1912 e alle norme UNI 2853:1973 e UNI ISO 3347:1983, saranno provveduti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso cui sono destinati.

I legnami destinati alla costruzione delle porte dovranno essere di prima scelta, di struttura e fibra compatta e resistente, non deteriorata, perfettamente sana, dritta e priva di spaccature sia in senso radiale sia circolare; dovranno essere perfettamente stagionati,

presentare colore e venatura uniforme, essere privi di alburno ed esenti da nodi, cipollature, buchi o altri difetti. Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozzate dalla segatura e si ritirino nelle connessioni. I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadriati a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal tronco dell'albero e non dai rami, dovranno essere sufficientemente dritti, in modo che la congiungente dei centri delle due basi non debba uscire in alcun punto dal palo, dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie, la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza né il quarto del maggiore dei 2 diametri.

Nei legnami grossolanamente squadriati ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarnite, tollerandosene l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

### 3.1.6 Colori e vernici

I prodotti vernicianti sono materiali applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie.

Si distinguono in:

- tinte, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti, se non formano pellicola e penetrano nelle porosità del supporto;
- pitture, se formano pellicola ed hanno un colore proprio;
- vernici, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm circa), hanno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato.

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- avere funzione impermeabilizzante;
- impedire il passaggio dei raggi U.V.;
- ridurre il passaggio della CO<sub>2</sub>;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco (quando richiesto);
- avere funzione passivante del ferro (quando richiesto);
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere (quando richiesto) all'usura.

Le norme UNI utili per meglio comprendere le caratteristiche tecniche dei prodotti per interno:

- UNI EN 13300 Pitture all'acqua per pareti e soffitti interni.

Le norme UNI utili per meglio comprendere le caratteristiche tecniche dei prodotti per esterno:

- UNI EN 1062-3 Determinazione e classificazione del grado di trasmissione dell'acqua liquida (permeabilità);
- UNI EN 1062-6 Determinazione della permeabilità all'anidride carbonica

Le vernici infiammabili rientrano nella classificazione UN 1263, classe 3 (liquidi infiammabili) e possono avere 3 diversi livelli di pericolo definiti Gruppi di Imballaggio (GI):

GI I - Altamente pericolose

GI II - Mediamente pericolose

GI III - Debolmente pericolose

Per la reazione al fuoco di vernici ignifughe, le procedure di certificazione antincendio sono secondo la EN13501-1.

Per la verniciatura su metallo si fa riferimento alla **UNI EN ISO 12944**. Per identificare il trattamento che offre la durabilità richiesta è necessario individuare i cicli idonei e sceglierne il più adatto.

La norma **UNI EN ISO 12944-5** fornisce esempi di sistemi di verniciatura adatti per diversi ambienti, mentre la norma **UNI EN 13438** stabilisce i requisiti specifici dei rivestimenti con polveri di prodotti zincati a caldo utilizzati nelle costruzioni. Per assicurare le prestazioni ottimali del sistema di verniciatura, la maggior parte degli strati del sistema o, se possibile, il sistema completo, dovrebbero essere applicati in officina (UNI EN ISO 12944-5) in modo da garantire: miglior controllo dell'applicazione, controllo della temperatura, controllo dell'umidità relativa, facilità di riparazione del danno, rendimento maggiore, miglior controllo dei rifiuti e dell'inquinamento.

I materiali impiegati nelle opere da pittore dovranno essere sempre forniti nei loro recipienti originali sigillati, recanti il nome commerciale del prodotto, il nome della Ditta produttrice e la data di scadenza, essere della migliore qualità (è richiesto il Marchio di Qualità controllata rilasciato dall'Istituto Italiano del Colore – I.I.C.) e rispondere alle norme pertinenti.

Dovranno essere stoccati in ambienti chiusi o quantomeno coperti e non devono essere esposti a radiazioni solare diretta, al gelo, ed alle intemperie.

La temperatura del locale non dovrà scendere al di sotto dei 5°C, in particolare se devono essere stoccati prodotti all'acqua, né dovrà superare i 40°.

I prodotti vernicianti stoccati in luoghi freddi dovranno essere posti in un locale con temperatura di almeno 15°, 24 ore prima del loro utilizzo, onde evitare di usarli ad una viscosità inadeguata e con tempi di reticolazione eccessivamente lunghi. In alternativa è buona norma immettere i recipienti a bagnomaria (20/30°C).

E' importante assicurare un'adeguata rotazione degli stocks per evitare di superare il limite di durata a magazzino.

Al momento dell'apertura del contenitore, il prodotto verniciante deve presentarsi senza difetti e comunque sempre indispensabile omogeneizzare la massa preferibilmente con agitatori meccanici e poi procedere alta filtrazione con le apposite reti per allontanare qualsiasi eventuale grumo.

### **3.2 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE – CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE LAVORAZIONI – OPERE AL RUSTICO**

#### **3.2.1 MALTE**

##### **3.2.1.1 Generalità**

Le malte saranno impastate, soltanto nella quantità necessaria per l'impiego immediato, in vicinanza del lavoro, meccanicamente o diligentemente manipolate su apposita aia di muratura pavimentata o tavolaccio con gli ingredienti nelle proporzioni prescritte e saranno passate al crivello. Le malte dovranno risultare come una pasta omogenea, di tinta uniforme. I vari componenti, esclusi quelli forniti in sacchi 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 parallelepipedica, riesca semplice e di sicura esattezza.

Tutte le malte saranno impiegate subito dopo la formazione, e se prima dell'impiego s'indurissero, si riporteranno alla voluta consistenza con l'aggiunta di nuova malta fresca, se di calce dolce, mentre verranno scartati se di calce idraulica o di cemento. I residui d'impasto che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune, che potranno essere utilizzati però nella sola stessa giornata del loro confezionamento. I componenti delle malte cementizie ed idrauliche saranno mescolati a secco.

I materiali componenti le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile, ma sufficiente, rimescolando continuamente.

#### 3.2.1.1.1 MALTA CEMENTIZIA PER MURATURE

La malta che viene usata per murature in mattoni, blocchi in calcestruzzo, ecc. e per piccole riparazioni dove si richiede una lavorazione simile alla malta tradizionale è composta da calce idrata, cemento Portland, sabbie classificate ed additivi specifici per migliorare la lavorazione e l'adesione. Le caratteristiche e le prestazioni delle malte sono descritte nelle NTC 2018 (D.M. 17.01.2018) e Circolare applicativa al par. 11.10.2 e seguenti. Le normative di riferimento sono:

UNI EN 1008:2003 – acqua di impasto

UNI EN 13139:2003 – aggregati per malta

UNI EN 13055:2016 – aggregati leggeri

Le NTC 2018 forniscono le definizioni generali valide per tutte le malte, a prestazione garantita, a composizione prescritta e per le malte prodotte in cantiere.

La norma fa presente che la malta a prestazione garantita deve essere conforme alla UNI EN 998-2 e recare la Marcatura CE secondo il sistema di Valutazione e Verifica della Costanza della Prestazione 2+ (tabella 11.10.III - NTC 2018).

Per le malte a composizione prescritta le proporzioni di composizione (in volume o in massa) devono essere dichiarate dal fabbricante. La norma di riferimento è la UNI EN 998-2 secondo il sistema di Valutazione e Verifica della Costanza della Prestazione 4 (tab. 11.10.IV – NTC 2018).

Le prove di accettazione andranno eseguite secondo i criteri dettati dal par. 11.10.2.4 delle NTC 2018 e secondo la UNI EN 1015-11:2007 (Determinazione della resistenza a flessione e a compressione della malta indurita).

#### 3.2.1.1.2 MALTE CON ADDITIVI SPECIALI

##### 3.2.1.1.2.1 *Malta di ritiro tissotropica a ritiro compensato*

IL campo di applicazione è sia su superfici verticali sia su quelle orizzontali. Malte applicabili per il ripristino di spigoli danneggiati di pilastri, travi, pannelli prefabbricati e regolarizzazione di superfici (nidi di ghiaia, riprese di getto, fori dei distanziatori ...) con spessori variabili tra 1 e 40 mm in una sola mano.

Tale malta dovrà conseguire caratteristiche di elevata adesione al cls, buona resistenza all'usura, elevata resistenza meccanica.

Risponderà alla EN 1504-9 "Prodotti e sistemi per la protezione delle strutture in calcestruzzo" e ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-3 "Riparazione strutturale e non strutturale" per malte di classe R3.

Prestazioni finali:

Caratteristiche prestazionali	Requisiti in accordo alla EN 1504-3 per malte di classe R3	Metodo di prova
Resistenza a compressione (MPa)	≥ 25 (dopo 28 gg)	EN 12190
Resistenza a flessione (MPa)	Non richiesto	EN 196/1
Modulo elastico a compressione (GPa)	≥ 15 (dopo 28 gg)	EN 13412
Adesione su cls (supporto di tipo MC 0,40-rapporto a/c=0,40) secondo EN 1766 (MPa)	≥ 1,5 (dopo 28 gg)	EN 1541
Resistenza all carbonatazione accelerata	Profondità di carbonatazione ≤ del cls di riferimento (tipo MC 0,45 rapporto a/c=0,45) secondo UNI 1766	EN 13295
Assorbimento capillare (Kg/m <sup>2</sup> .h <sup>0,5</sup> )	≤ 0,5	EN 13057
Reazione a fuoco	Euroclasse (A1)	EN 13501-1

### 3.2.1.1.2.2 *Malta antiritiro per riempimenti a elevate caratteristiche meccaniche*

Questo tipo di malta dovrà rispettare i requisiti per le caratteristiche prestazionali della Norma EN 1504-6, per ancoraggi di barre di armatura in acciaio. Da impiegare per tutti gli usi dove è richiesta una malta espansiva estremamente lavorabile, adatta per ancoraggi di bulloni, bloccaggio di piastre d'appoggio, riempimento di cavità, fessurazioni con semplice colata o iniezione.

Caratteristiche:

Dati tecnici	Cemento Portland, aggrati selezionati e additivi
Peso specifico	2,15 – 2,35 Kg/l
granulometria	Dmax: 2mm
Tempo di inizio presa	Ca. 4 ore dall'impasto (consigliabile colare la malta entro 15 minuti dall'impasto)
Espansione	> 1%

<b>Proprietà meccaniche:</b>	1 giorno	7 giorni	28 giorni
Resistenza a compressione (EN 196-1)	≥30 MPa	≥45 Mpa	≥50 MPa
Resistenza a flessione (EN 196-1)			≥8 MPA

<b>Requisiti come da EN 1504-6</b>	
Resistenza allo strappo	Spostamento ≤0,6 mm al carico di 75 KN
Contenuto di ione cloro	≤0,05%



Sostanze pericolose (cromo VI)	<0,0002%
Reazione al fuoco	Euroclasse (A1)

### 3.2.2 MURATURE

#### 3.2.2.1 Generalità

La muratura procederà a filari allineati, coi piani di posa normali alle superfici viste. I lavori di muratura non dovranno essere eseguiti nei periodi di gelo, nei quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al di sotto di 0° C.

Le facce delle murature in malta dovranno essere mantenute bagnate almeno per 15 giorni dalla loro ultimazione ed anche più se sarà richiesto dalla Direzione Lavori. Le lavorazioni previste sono in murature in blocchi forati di calcestruzzo e in blocchi in calcestruzzo aerato autoclavato.

Le murature in genere dovranno essere misurate geometricamente, in base al loro volume o dalla loro superficie, secondo la categoria, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci.

Nei prezzi delle murature si intenderà sempre compresa ogni e qualunque spesa per le impalcature e ponti di servizio, per la fornitura e messa in opera dei materiali, per l'esecuzione del paramento ordinario con pietra rasa e testa scoperta (cioè senza speciale lavorazione) nonché per la formazione delle feritoie, se occorrenti, regolari e regolarmente disposte.

Il prezzo è comprensivo di fornitura e trasporto manufatti, scarico, movimentazione interna al cantiere, sfrido, elevazione della muratura con formazione della malta.

### 3.2.3 PARETI DI SEPARAZIONE IN BLOCCHI FORATI DI VARIE DIMENSIONI REI 120

#### 3.2.3.1 Campi di impiego

Tutte le murature interne saranno realizzate, di massima, in blocchi forati di conglomerato di cemento vibrocompresso.

#### 3.2.3.2 Specifiche tecniche

##### 3.2.3.2.1 NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO

**UNI EN 771-3:2015** Specifica per elementi per muratura - Parte 3: Elementi di calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri) per muratura;

**UNI EN 771-4:2015** Specifica per elementi per muratura - Parte 4: Elementi di calcestruzzo aerato autoclavato per muratura;

**UNI EN 1364-1:2015** Prove di resistenza al fuoco per elementi non portanti - Parte 1: Muri

**Decreto 24 dicembre 2015** "Adozione di criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici per la gestione dei cantieri della pubblica amministrazione" - **Allegato 1** - (GU n 16 del 21-01-2016)

**DM 16 febbraio 2007** "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione"

**Decreto del Ministero dell'Interno 9 marzo 2007** "Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco"

### **3.2.3.3 Descrizione e modalità esecutive**

#### **3.2.3.3.1 GENERALITÀ**

L'esecuzione delle murature dovrà rispettare le norme del D.M. 17.01.18 e Circolare n.7 C.S.LL.PP. del 21.01.19 a cui si farà riferimento per il tipo di malte e di blocchi da impiegare, per i particolari costruttivi e per i criteri di calcolo. Gli elementi per muratura portante dovranno essere conformi alla pertinente norma europea armonizzata della serie UNI EN 771 e, secondo quanto citato al punto A, par. 11.1 delle NTC (D.M. 17.01.18), recare la Marcatura CE.

I blocchi, da utilizzare tanto in muri normali che tagliafuoco, dovranno essere certificati con dichiarazione di Prestazione ai sensi della UNI EN 771 con evidenza della resistenza a compressione media  $\geq 9 \text{ N/mm}^2$ .

Le murature potranno essere costituite da blocchi in calcestruzzo aerato autoclavato con dichiarazione di prestazione DoP e marcatura CE conforme a UNI EN 771-4, di massa volumica lorda a secco di almeno  $500 \text{ kg/m}^3$ , dello spessore di 20 cm, legati in orizzontale con malta classe M10, resistente ai solfati, a giunto sottile sp. 1-3 mm, stesa con apposita cazzuola dentata, consumo medio 16-19  $\text{kg/m}^3$ ; i giunti verticali dovranno essere sfalsati di 15-25 cm. Il primo corso verrà posato con malta bastarda, previa stesura di barriera impermeabile se in presenza di umidità di risalita capillare. È prevista la fonoassorbimento di almeno 40 dB e una resistenza al fuoco REI120 ed EI240.

#### **3.2.3.4 Modalità di posa in opera**

La posa dovrà avvenire con malta classe M10 (Resistenza a compressione  $5 \text{ N/mm}^2$ ,  $10 \text{ N/mm}^2$ ) ed i giunti dovranno essere stilati in modo da non presentare alcuna irregolarità, od interruzione.

La muratura dovrà garantire assenza di fessurazioni da ritiro igrometrico; pertanto il ritiro tra condizioni estreme dovrà essere inferiore a 0,5 mm/m e dovranno essere previsti opportuni giunti di dilatazione ogni 20 m di muratura continua.

Le murature dovranno essere vincolate alla struttura portante mediante fissaggi che consentono i movimenti relativi muratura – struttura: pertanto si dovranno prevedere gli irrigidimenti verticali ad interasse di 5 m, mediante l'inserimento nei fori dei blocchi, di apposite gabbie di armatura dotate di idonei distanziatori di precisione in cls.

#### **3.2.3.5 Prove e controlli di accettazione**

La Direzione dei Lavori dovrà accertarsi che i prodotti usati siano di ottima qualità, di idonee e costanti caratteristiche.

Per ogni prodotto dovrà essere fornita alla Direzione Lavori la scheda tecnica ed eventuale documentazione attestante la Marcatura CE (DoP, FPC, ecc).

#### **3.2.3.6 Oneri specifici dell'Appaltatore**

La Direzione dei Lavori avrà la facoltà di ordinare, a cura e spesa dell'Appaltatore, il rifacimento delle lavorazioni risultanti da esecuzione non soddisfacente e questo sia per difetto dei materiali impiegati, sia per non idonea posa in opera dei manufatti, per mancanza di cautele o protezioni o per qualunque altra causa ascrivibile all'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà provvedere con immediatezza a tali rifacimenti, eliminando nel contempo eventuali danni conseguenti dei quali rimane, in ogni caso ed a tutti gli effetti, unico responsabile.

L'Appaltatore ha l'onere di fornire campionature e documentazione tecnica dei materiali e dovrà prestarsi a sua cura e spese alle eventuali prove richieste dalla Direzione dei Lavori.

L'Appaltatore rimarrà responsabile degli eventuali danni che derivassero ai manufatti finiti sia durante la messa in opera che dopo fino al collaudo finale.

Nell'importo contrattuale relativo alle murature si intenderà sempre compresa ogni e qualunque spesa per le impalcature e ponti di servizio, per la fornitura e messa in opera dei materiali, per l'esecuzione del paramento ordinario nonché per la formazione delle feritoie, se occorrenti, regolari e regolarmente disposte.

E' compreso ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, spigoli, incassature, nonché per la formazione degli incastri per il collocamento in opera di manufatti vari, nonché la curvatura data in pianta ed in sezione dei muri.

In ogni caso si intende compresa e compensata la formazione di spalle, piattabande e, se non diversamente disposto, la fornitura e collocazione dei controtelai in legno per il fissaggio dei serramenti e delle eventuali riquadrature.

### **3.2.3.7 Compartimentazioni**

#### **3.2.3.7.1 CAMPI DI IMPIEGO**

Nell'eventualità di dover realizzare delle asolature e/o forometrie nelle murature REI già realizzate, occorrerà ripristinare le caratteristiche originarie della muratura REI. A seconda dell'intervento da realizzare verranno utilizzati prodotti antifumo collaudati e approvati secondo norme internazionali.

#### **3.2.3.7.2 GENERALITÀ**

I setti tagliafiamma, nelle modalità di posa previste, dovranno essere provvisti di certificazione di tenuta REI per la classe stabilita, rilasciata dal Ministero dell'Interno, Direzione Generale della Protezione civile e Servizi antincendio, o da altro istituto o laboratorio nazionale o estero riconosciuto.

I materiali da impiegare includono:

- Controparete antincendio costituita da struttura metallica in lamiera zincata da 6/10 con montanti e guide fissate a pavimento e a soffitto e da lastre in silicato di calcio a matrice cementizia accoppiate con viti e fissate all'orditura metallica, compresi piani di lavoro interni, sigillatura dei giunti e stuccatura: REI 120, con tre lastre spessore 15 + 15 + 15 mm;
- Divisorio antincendio costituito da struttura metallica interna in lamiera zincata da 6/10 con montanti e guide fissate a pavimento e a soffitto, da due lastre in silicato di calcio a matrice cementizia fissate all'orditura metallica e da materassino in lana di roccia densità 60 kg/m<sup>3</sup>; compresi piani di lavoro interni, sigillatura dei giunti e stuccatura: REI 120, con una lastra per lato ed isolante, spessori 20+50+20 mm;
- Setto tagliafuoco REI 120 a parete o a soffitto realizzato con due pannelli in lana minerale, formanti camera d'aria, a chiusura vani passaggio cavi e canaline elettriche. Compresi i pannelli rivestiti all'esterno con strato ceramico refrattario, ognuno dello spessore di 30 mm; l'incollaggio con collante refrattario sublimante; la sigillatura dei bordi e dei giunti con mastice intumescente;
- Protezione antifumo REI 180 di tubi combustibili (PE, PE-HD, PVC, PVC-U) passanti murature o solette, realizzata con collare in acciaio inox e materiale termoespandente. Conforme a normativa tecnica EAD 350454-00-1104, munito di marcatura CE e Dichiarazione di Prestazione (DoP). Per tubi con diametro: Ø 90.
- Isolamento termico REI 180 di tubi incombustibili realizzato con manicotto in tessuto minerale contenente fibre di ceramica ad alta densità, avvolto sul tubo nel punto di uscita sul lato non esposto al fuoco, fissato con fascette metalliche. Per tubi con

diametro: fino a Ø 60; conforme a ETAG n. 026-1 ed ETAG n. 026-2, munito di marcatura CE e Dichiarazione di Prestazione (DoP).

### 3.3 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE – CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE LAVORAZIONI – OPERE AL FINITO

#### 3.3.1 PAVIMENTI – SOTTOFONDI ED OPERE COMPLEMENTARI

##### 3.3.1.1 Generalità

Il presente capitolo disciplina le norme e le esecuzioni per le opere di sottofondo e complementari per i pavimenti nei locali tecnici.

Le pavimentazioni dovranno essere realizzate dopo il completamento della posa dei sottofondi e del massetto e dopo aver predisposto tutti i tracciati per le eventuali reti impiantistiche.

I sottofondi delle pavimentazioni saranno caratterizzati da uno strato di 6 cm in calcestruzzo per sottofondazioni, riempimenti e massetti a prestazione garantita.

Successivamente alla stagionatura del sottofondo in conglomerato cementizio, sarà messo in opera un massetto di sabbia e cemento dello spessore di 6 cm.

La posa dei pavimenti dovrà essere poi eseguita in modo che le superfici risultino perfettamente piane, lisce e regolari. Dovrà ad ogni modo essere evitata la formazione di lesioni ricorrendo, se opportuno, all'uso di additivi antiritiro.

##### 3.3.1.2 Modalità esecutive dei massetti e prescrizioni di posa

Il piano destinato alla posa di qualsiasi tipo di pavimento dovrà essere opportunamente spianato mediante un sottofondo in modo che la superficie di posa risulti regolare e parallela a quella del pavimento da eseguire ed alla quota necessaria, tenuto conto anche del vario spessore degli elementi da impiegare.

Il sottofondo sarà steso sulla soletta in calcestruzzo previa interposizione di un foglio di polietilene, con funzione di separazione e antisolidarizzazione. Nel caso di strutture esistenti dove non è possibile avere massetti di spessore superiore a 3 cm è preferibile non interrompere tra soletta e massetto il foglio di polietilene.

I massetti dovranno essere eseguiti dopo avere predisposto nello strato sottostante i necessari pozzetti, e passaggi impiantistici, non essendo ammessi rappezzi o riprese successive di getto.

L'esecuzione dei sottofondi e dei sovrastanti pavimenti dovrà essere sospesa quando la temperatura scenda al di sotto di un livello che possa dar luogo a pericolo di gelo.

All'atto della posa in opera dei pavimenti, i sottofondi non dovranno presentare lesioni di alcun genere, né saranno tollerate stuccature e risarcimenti.

##### 3.3.1.3 Pozzettature impianti

Nello spessore dei sottofondi dei pavimenti, all'incrocio delle canalette e tubazioni passacavi saranno realizzate le pozzettature nel massetto descritto in precedenza. Detti pozzetti, variabili per dimensioni e posizione, saranno rilevabili dai disegni dei tracciati dei percorsi cavi che saranno redatti in fase di progetto esecutivo. La chiusura dei pozzetti avverrà con chiusini a riempimento in lamiera di acciaio zincato contenenti la finitura del pavimento attiguo. Il telaio in acciaio zincato di alloggiamento dei chiusini dovrà essere ancorato al sottofondo.

### **3.3.1.4 La posa dei pavimenti**

La posa dei pavimenti sarà effettuata su massetto di sottofondo. L'orizzontalità dovrà essere sempre curata e controllata mediante livella; non saranno ammesse ondulazioni superiori a 2 mm, misurate con l'opposizione a pavimento di un regolo di 2 m di lunghezza. Tutti i pavimenti dovranno risultare di colori uniformi secondo le tinte e le qualità prescritte e privi di qualunque macchia o difetto per tutta la loro estensione. Saranno quindi a carico dell'Appaltatore gli oneri per la spianatura, la levigatura, la pulizia e la conservazione dei pavimenti che dovessero richiedere tali operazioni. I singoli elementi dovranno combaciare esattamente tra di loro, dovranno risultare perfettamente fissati al sottostrato e non dovrà verificarsi nelle connessioni dei diversi elementi a contatto la benché minima ineguaglianza; le fessure dovranno essere pressoché invisibili e la loro linea perfettamente dritta. I pavimenti dovranno essere consegnati diligentemente finiti, lavorati e puliti senza macchie di sorta o tracce di sbavature. E' fatto espresso divieto di disporre tavole per il passaggio di operai e di materiali su pavimenti appena gettati o posati; l'Appaltatore sarà tenuto a disporre efficienti sbarramenti per vietare tale passaggio per tutto il tempo necessario alla stabilizzazione del pavimento. Resta comunque stabilito che, ove i pavimenti risultassero in tutto od in parte danneggiati per il passaggio abusivo di persone o per altre cause, l'Appaltatore dovrà a sua cura e spese rimuovere e successivamente ricostruire le parti danneggiate. I materiali ed i manufatti di cui saranno composti i pavimenti dovranno essere conformi alle caratteristiche e norme già indicate nei rispettivi articoli; l'Appaltatore avrà l'obbligo di presentare alla Direzione i campioni dei pavimenti prescritti, per la preventiva accettazione. L'Appaltatore provvederà ad immagazzinare una quantità di piastrelle, di pavimento di scorta pari a circa il 5% della superficie di pavimento posto in opera. La Direzione Lavori fornirà le indicazioni sui luoghi dove immagazzinare i materiali.

### **3.3.2 PAVIMENTI IN PIASTRELLE DI GRES PORCELLANATO**

#### **3.3.2.1 Campo di impiego**

Pavimentazione di locali tecnici.

#### **3.3.2.2 Specifiche tecniche**

##### **3.3.2.2.1 NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO**

Nell'esecuzione delle pavimentazioni con piastrelle in gres porcellanato ci si riferirà alle seguenti normative:

**UNI EN 14411** Piastrelle di ceramica – Definizioni, classificazione, caratteristiche e marcatura;

**UNI EN ISO 10545** Piastrelle ceramiche – Metodi di prova.

Per quanto concerne la finitura superficiale delle piastrelle, la quale dovrà garantire un effetto antisdrucciolo, ci si riferirà a quanto indicato nel DM. LL.PP. 14.06.1989 n. 236 , art 8.2.2 che fissa i seguenti coefficienti minimi di attrito misurati con il metodo della British Ceramic Research Academy Ltd. (B.R.C.A.), Rep. CEC 6/81:

- 0,40 per elemento scivolante in cuoio su pavimentazioni asciutte;
- 0,40 per elemento scivolante in gomma dura standard su pavimentazioni bagnate.

Come specificato dal DM n 236, "le ipotesi di condizione della pavimentazione (asciutta o bagnata) debbono essere assunte in base alle condizioni normali del luogo ove sia posta l'opera ..."

Riguardo la reazione a fuoco, il gres dovrà essere classificabile A1 secondo la decisione 96/603/CE (prova assente) [classe 0 secondo il DM 26.06.1984] (senza che sia sottoposto alla prova di non combustibilità ISO/DIS 1182.2 prevista dall'allegato A1.1 al DM: 26.06.1984).

### **3.3.2.3 Descrizione e modalità esecutive**

#### **3.3.2.3.1 GENERALITÀ**

La posa dei pavimenti sarà effettuata su massetto di sottofondo.

L'orizzontalità dovrà essere sempre curata e controllata mediante livella; non saranno ammesse ondulazioni superiori a 2 mm, misurate con l'opposizione a pavimento di un regolo di 2 m di lunghezza.

Tutti i pavimenti dovranno risultare di colori uniformi secondo le tinte e le qualità prescritte e privi di qualunque macchia o difetto per tutta la loro estensione. Saranno quindi a carico dell'Appaltatore gli oneri per la spianatura, la levigatura, la pulizia e la conservazione dei pavimenti che dovessero richiedere tali operazioni.

I singoli elementi dovranno combaciare esattamente tra di loro, dovranno risultare perfettamente fissati al sottostrato e non dovrà verificarsi nelle connessioni dei diversi elementi a contatto la benché minima ineguaglianza; le fessure dovranno essere pressoché invisibili e la loro linea perfettamente diritta.

I pavimenti dovranno essere consegnati diligentemente finiti, lavorati e puliti senza macchie di sorta o tracce di sbavature.

E' fatto espresso divieto di disporre tavole per il passaggio di operai e di materiali su pavimenti appena gettati o posati; l'Appaltatore sarà tenuto a disporre efficienti sbarramenti per vietare tale passaggio per tutto il tempo necessario alla stabilizzazione del pavimento. Resta comunque stabilito che, ove i pavimenti risultassero in tutto od in parte danneggiati per il passaggio abusivo di persone o per altre cause, l'Appaltatore dovrà a sua cura e spese rimuovere e successivamente ricostruire le parti danneggiate.

I materiali ed i manufatti di cui saranno composti i pavimenti dovranno essere conformi alle caratteristiche e norme già indicate nei rispettivi articoli; l'Appaltatore avrà l'obbligo di presentare alla Direzione i campioni dei pavimenti prescritti, per la preventiva accettazione.

L'Appaltatore provvederà ad immagazzinare una quantità di piastrelle, di pavimento di scorta pari a circa il 5% della superficie di pavimento posto in opera. La Direzione Lavori fornirà le indicazioni sui luoghi dove immagazzinare i materiali.

Si classificano in piastrelle di gres fine porcellanato, le piastrelle a sezione piena e greificate in tutto lo spessore, composte da impasto finissimo di argilla pregiata con aggiunte di felpati, quarzi e caolini ottenute mediante pressatura di impasto atomizzato e successivamente sinterizzate ad elevatissime temperature (circa 1250° C).

#### **3.3.2.3.2 CARATTERISTICHE TECNICHE**

Le caratteristiche tecniche delle piastrelle in gres dovranno essere tali da rispettare quanto richiesto dalla normativa vigente ed in particolare dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma UNI EN 14411 precedentemente citata.

Per l'accettazione da parte della Direzione Lavori dovrà essere presentata la Dichiarazione di Prestazione (DoP), l'evidenza della marcatura CE e le schede tecniche fornite dal produttore, comprovanti le caratteristiche dimensionali, la qualità della superficie e le proprietà fisiche e chimiche richieste dalla normativa vigente in materia, elencata nel precedente paragrafo.

Si dovrà garantire ottime caratteristiche di:

- omogeneità
- durabilità e facilità di manutenzione
- resistenza meccanica e all'abrasione
- resistenza agli agenti chimici ed atmosferici
- sicurezza



Gli elementi che verranno utilizzati dovranno essere omogenei e compatti: non saranno accettati pezzi che presentino qualsiasi difetto, quali sbeccature, imperfezioni dimensionali, inadeguate caratteristiche fisico – meccaniche, disuniformità del colore o del materiale.

Le piastrelle saranno delle dimensioni indicate negli elaborati di progetto e dello spessore non inferiore a 10 mm. I requisiti e i riferimenti per la valutazione sono indicati nella norma UNI EN 14411 Appendice G.

Qui di seguito si riassumono le seguenti caratteristiche tecniche:

- colorazione effettuata direttamente nella massa dell'impasto e che dovrà quindi essere uniforme per tutto lo spessore della piastrella; i colori dovranno comunque risultare senza "nessuna alterazione", secondo norma DIN 51094;
- controllo dimensionale e della planarità (UNI EN 10545-2);
- assorbimento acqua (UNI-EN ISO 10545-3) non superiore allo 0,1%;
- resistenza a flessione (UNI EN ISO 10545-4) non inferiore a 45 N/mm<sup>2</sup>;
- sforzo di rottura (UNI EN ISO 10545-4) non inferiore a 1300 N;
- resistenza all'abrasione profonda (UNI EN ISO 10545-6): volume medio abraso 150 mm<sup>3</sup>;
- stabilità dei colori alla luce (DIN 51094): non devono presentare apprezzabili variazioni di colore;
- resistenza all'attacco chimico (UNI EN 10545-13): nessuna alterazione di aspetto;
- resistenza all'urto (UNI EN ISO 10545-5): coefficiente di restituzione maggiore di 0,55;
- resistenza al gelo (UNI EN 10545-12).

Inoltre dovranno avere elevate caratteristiche di pulibilità e possibilità di igienizzazione.

#### **3.3.2.4 Modalità esecutive e prescrizioni di posa**

Prima di iniziare l'applicazione dello strato legante di malta, il piano di posa dovrà essere accuratamente pulito ed uniformemente bagnato. Sul piano così preparato verrà steso lo strato di malta cementizia curando che lo stesso non sia inferiore a 2 cm e comunque adeguato a raggiungere le quote previste dal progetto. La posa dovrà essere eseguita secondo le norme caratteristiche e in modo tale che la superficie risulti perfettamente piana e sistemata.

Sistematelo sul piano di posa le fasce di livello, si estenderà lo strato di malta nello spessore dovuto e si procederà quindi ad apposita spianatura e levigatura con adatto rigone. La superficie superiore di questo strato, una volta livellata, verrà coperta con un sottile strato (1 mm) di cemento asciutto (spolvero, normale, bianco o colorato) immediatamente prima della posa delle piastrelle. Sul letto di malta così preparato si appoggeranno gli elementi, previa immersione degli stessi in acqua per almeno due ore, esercitando una leggera pressione sugli stessi ma evitando rifluimenti di malta.

Si procederà quindi ad una dosata bagnatura del pavimento e ad una uniforme ed energica battitura dello stesso con apposito tacco di legno, affinché le piastrelle assumano la loro posizione piana definitiva: la battitura sarà valida quando, sollevando una piastrella, ad essa resterà aderente una buona quantità di malta. Ultimata tale operazione si procederà alla pulizia degli elementi mediante lavaggio con tela di juta in modo da asportare ogni traccia di malta rifluita tra le connessioni.

La sigillatura dei giunti fra le singole piastrelle con boiacca dovrà essere effettuata quando il letto di malta sarà già parzialmente indurito e cioè non prima di 12 ore, né dopo 24 ore dalla posa; per spargere la boiacca si utilizzerà una spatola di gomma o di materiale plastico essendo in ogni caso vietato l'uso di spazzole metalliche. A sigillatura effettuata si procederà



alla pulizia del pavimento con segatura o meglio con tela di juta o spugne di gomma, curando di asportare tutti i residui di boiacca.

I pavimenti dovranno risultare perfettamente in piano e pertanto si dovrà procedere alla loro posa con il continuo controllo della livella. Ad ogni sospensione di lavoro si dovrà aver cura di verificare che il contorno dei tratti già posati e che restano interrotti sia ben allineato, e di rifilare la malta (se posti in opera con malta) lungo il perimetro dell'interruzione.

La malta sarà costituita da un impasto avente la consistenza di terra umida e verrà stesa, tirata a staggia e fratazzata per lo spessore richiesto.

I singoli elementi dovranno essere posti perfettamente a contatto tra di loro e risultare tenacemente fissati al sottofondo, senza cavità o bolle, né dovrà verificarsi la minima ineguaglianza nelle connessioni, così da ottenere una superficie di effetto omogeneo per tutta la sua estensione, di colore uniforme e priva comunque di qualsiasi macchia o difetto.

Occorrendo parti di elementi per il completamento dei pavimenti, questi dovranno essere tagliati sempre con appositi ed idonei utensili, essendo non accettabile effettuare tagli col martello, con lo scalpello, ecc.

Oltre alla posa in opera delle piastrelle con malta di allettamento, è ammessa la posa con adesivi. In entrambi i casi il letto di posa sarà costituito da un massetto cementizio.

**Nel caso di posa con adesivo** il massetto, realizzato in conformità a quanto sopra indicato e delle dimensioni indicate nei disegni di progetto, dovrà avere una buona stagionatura (almeno una settimana per ogni 2 cm di spessore). Dopo l'esecuzione il massetto dovrà essere umidificato per almeno 15 giorni, per evitare una rapida evaporazione.

#### 3.3.2.4.1 ADESIVI PER PIASTRELLE

##### 3.3.2.4.1.1 Generalità

Nell'ipotesi che le piastrelle vengano posate mediante adesivi, anziché su letto di malta, la posa in opera dovrà essere eseguita in conformità alle prescrizioni scritte dai produttori dell'adesivo e delle piastrelle, che l'Appaltatore dovrà fornire alla D.L. con la richiesta di approvazione dei materiali.

Il montaggio dovrà essere eseguito senza fughe, disponendo gli elementi della pavimentazione in perfetta aderenza e seguendo le prescrizioni del fornitore, soprattutto per quanto riguarda le precauzioni per evitare che sotto le piastrelle si creino spazi vuoti: qualora alla battitura alcune aree di pavimento suonassero "a vuoto", dovranno essere eliminate e sostituite.

L'adesivo sarà di tipo modificato con resina liquida, a leganti misti incorporati o a due componenti, certificato per l'impiego con piastrelle di ceramiche con grado di assorbimento all'acqua inferiore allo 0,1% ed approvato dalla D.L.

##### 3.3.2.4.1.2 Preparazione e posa

Il prodotto dovrà essere preparato versandolo in un recipiente e aggiungendo la percentuale d'acqua prevista dal produttore, e mescolando con il trapano elettrico a basso numero di giri per qualche minuto fino ad ottenere un impasto omogeneo (assenza di grumi); l'impasto, prima dell'impiego, deve essere lasciato per qualche minuto.

Il prodotto deve essere applicato su supporto esente da polveri, oli, grassi, ecc., con spatola dentata con passaggi sia orizzontali che verticali.

Dovrà essere evitata l'applicazione su quei supporti che presentino condizioni di maturazione insufficienti o contenuto d'acqua eccessivo, proteggere dal gelo e non porlo in opera a temperature inferiori a + 5° C. In presenza di temperature elevate e supporti assorbenti, è buona norma inumidire la superficie prima della stesura.

#### 3.3.2.4.1.3 Parametri meccanici

Il prodotto dovrà rispettare i seguenti parametri meccanici:

<b>Parametro</b>	<b>Valore</b>
Resistenza a compressione	(N/mmq) 7,5
Resistenza a flessione	(N/mmq) 2
Resistenza allo strappo	(adesione) (N/mmq) 0,8

#### 3.3.2.4.1.4 Norme di riferimento adesivi per piastrelle

Gli adesivi per piastrelle dovranno rispondere ai requisiti previsti dalle seguenti norme:

**UNI EN 12004-2:2017** - Adesivi per piastrelle - metodi di prova;

**UNI EN 1347** - Adesivi per piastrelle. Determinazione del potere bagnante (ritirata senza sostituzione, riferimento per la tipologia di prova eventuale).

#### 3.3.2.4.1.5 Norme di riferimento per piastrelle

Gli adesivi per piastrelle dovranno rispondere ai requisiti previsti dalle seguenti norme:

**UNI EN 12004-2:2017** - Adesivi per piastrelle - metodi di prova;

**UNI EN 1347** - Adesivi per piastrelle. Determinazione del potere bagnante (ritirata senza sostituzione, riferimento per la tipologia di prova eventuale).

#### 3.3.2.4.1.6 Norme di Riferimento per rivestimenti ceramici

Gli adesivi per rivestimenti ceramici dovranno rispondere ai requisiti previsti dalle seguenti norme:

**UNI 10110:1992** - Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione del potere di ritenzione d'acqua della pasta (ritirata senza sostituzione, riferimento per la tipologia di prova eventuale);

**UNI 10111:1992** - Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione della granulometria della polvere (ritirata senza sostituzione, riferimento per la tipologia di prova eventuale);

**UNI EN 1245:2011** - Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione del pH;

**UNI 10113:1992** - Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione del residuo secco (ritirata senza sostituzione, riferimento per la tipologia di prova eventuale)

#### **3.3.2.5 Prove e controlli di accettazione**

Per l'accettazione le piastrelle in gres dovranno risultare conformi a quanto prescritto dalla norma UNI 14411. Le superfici dovranno essere esenti da screpolature, lesioni o deformazioni.

Qualora i materiali non corrispondessero alle norme di accettazione fissate, l'Appaltatore sarà tenuto a sostituirli prontamente a propria cura e spese, eseguendo le necessarie opere di ripristino, e restando a suo carico il risarcimento di eventuali danni.

L'Appaltatore dovrà sottoporre alla Direzione dei Lavori tutta la documentazione di origine dei materiali e tutte le prove ed i certificati dei materiali impiegati con particolare riguardo alla marcatura CE, alle caratteristiche fisico-meccaniche, di durabilità e manutenibilità dei componenti, di comportamento al fuoco etc...

L'Appaltatore dovrà provvedere a propria cura e spese a tutte le prove ed i collaudi in corso d'opera che la Direzione dei Lavori ritenesse opportuno effettuare per verificare la rispondenza dei manufatti alle prescrizioni del presente Capitolato, o comunque a tutte le normative anche non espressamente richiamate e vigenti in materia.

La finitura superficiale dei materiali dovrà garantire un effetto antisdrucciolo, come indicato nel D.M. LL.PP. 14.06.1989 n. 236, art. 8.2.2, che fissa i seguenti coefficienti minimi di attrito misurati con il metodo della British Ceramic Research Academy Ltd. (B.R.C.A.), Rep. CEC 6/81:

- 0,40 per elemento scivolante in cuoio su pavimentazioni asciutte;
- 0,40 per elemento scivolante in gomma dura standard su pavimentazioni bagnate.

### **3.3.2.6 Oneri specifici dell'appaltatore**

La Direzione dei Lavori avrà la facoltà di ordinare, a cura e spesa dell'Appaltatore, il rifacimento delle lavorazioni risultanti da esecuzione non soddisfacente e questo sia per difetto dei materiali impiegati, per non corretta applicazione degli stessi, per mancanza di cautele o protezioni o per qualunque altra causa ascrivibile all'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà provvedere con immediatezza a tali rifacimenti, eliminando nel contempo eventuali danni conseguenti dei quali rimane, in ogni caso ed a tutti gli effetti, unico responsabile.

A pavimentazione ultimata l'Appaltatore dovrà aver cura di far procedere ad una buona pulizia della superficie affinché non vi rimanga sopra e non vi indurisca l'eventuale malta.

L'Appaltatore ha l'onere di fornire campionature e documentazione tecnica dei materiali e dovrà prestarsi a sua cura e spese alle eventuali prove richieste dalla Direzione dei Lavori.

L'Appaltatore rimarrà responsabile degli eventuali danni che derivassero ai manufatti finiti sia durante la messa in opera che dopo fino al collaudo finale.

## **3.3.3 PAVIMENTI IN LASTRE DI CEMENTO**

### **3.3.3.1 Campo di impiego**

Eventuali pavimentazioni esterne.

### **3.3.3.2 Specifiche tecniche**

#### **3.3.3.2.1 NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO**

**UNI EN 1339:2005** Lastre di calcestruzzo per pavimentazione - Requisiti e metodi di prova.

### **3.3.3.3 Descrizione e modalità esecutive**

#### **3.3.3.3.1 GENERALITÀ**

Le lastre dovranno essere dello stesso calibro e risultare tra di loro assolutamente uniformi nel colore e nelle dimensioni. Dovranno essere assolutamente omogenei e compatti: non saranno accettati pezzi che presentino qualsiasi difetto, quali sbeccature, imperfezioni dimensionali, inadeguate caratteristiche fisico – meccaniche, disuniformità del colore o del materiale.

#### **3.3.3.3.2 CARATTERISTICHE TECNICHE**

Le lastre prefabbricate sono ottenute mediante impasto lavorato di cemento Portland, acqua e aggregati a cui è assegnata la forma rettangolare stabilita tramite appositi stampi.

Le caratteristiche tecniche delle lastre di cemento dovranno essere tali da rispettare quanto richiesto dalla normativa vigente in materia ed in particolare dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma UNI EN 1339:2005 che detta i riferimenti per la conseguente Marcatura CE e Dichiarazione di Prestazione del prodotto.

Le lastre di cemento saranno delle dimensioni indicate negli elaborati di progetto, di spessore pari a 35 mm e con formato 40x60 cm.

Le lastre devono avere:

- un'antisdrucchiolezza  $> 0,4$  con pavimento sia asciutto sia bagnato (D.M. LL.PP. 14.06.1989 n. 236);
- resistenza all'abrasione: classe 3H (UNI EN 1339:2005, prospetto 6);
- resistenza caratteristica a flessione: classe 2T ( $\geq 4$  MPa - UNI EN 1339:2005, prospetto 5);
- assorbimento d'acqua / resistenza al gelo-disgelo in presenza di Sali disgelanti: classe 3 D (perdita in massa  $\leq 1,0$  kg/m<sup>2</sup> in media - (UNI EN 1339:2005, prospetto 4.2).

Le lastre possono essere tagliate in cantiere mediante normali attrezzature per adattarle alle diverse situazioni.

#### 3.3.3.3.3 MODALITÀ ESECUTIVE E PRESCRIZIONI DI POSA

Prima di iniziare l'applicazione dello strato legante di malta, il piano di posa dovrà essere accuratamente pulito ed uniformemente bagnato. Sul piano così preparato verrà steso lo strato di malta cementizia curando che lo stesso non sia inferiore a 3 cm, e comunque adeguato a raggiungere le quote previste dal progetto. La posa dovrà essere eseguita secondo le norme caratteristiche e in modo tale che la superficie risulti perfettamente piana e sistemata, quando prescritto, anche secondo pendenze.

Sistematelo sul piano di posa le fasce di livello, si estenderà lo strato di malta nello spessore dovuto e si procederà quindi ad apposita spianatura e levigatura con adatto rigone.

Sul letto di malta così preparato si appoggeranno gli elementi, previa immersione degli stessi in acqua, esercitando una pressione sugli stessi ma evitando rifluimenti di malta.

Dovranno sempre essere impiegati elementi di uguale preparazione, epoca di fabbricazione, provenienza e impasto.

Si procederà quindi ad una dosata bagnatura del pavimento e ad una uniforme ed energica battitura dello stesso con apposito tacco di legno, affinché le lastre assumano la loro posizione definitiva.

Occorrendo parti di elementi per il completamento dei pavimenti, questi dovranno essere tagliati sempre con appositi ed idonei utensili, essendo assolutamente proibito effettuare tagli col martello, con lo scalpello, ecc. Non dovranno essere posti in opera elementi anche minimamente imperfetti per rotture ai bordi ed agli spigoli.

Ad ogni sospensione di lavoro si dovrà aver cura di verificare che il contorno dei tratti già posati e che restano interrotti sia ben allineato, e di rifilare la malta lungo il perimetro dell'interruzione.

A pavimento finito si procederà ad asportare eventuali residui di malta affiorante con tela di juta o spugne di gomma.

Le lastre saranno montate accostate saranno prive di giunti, ed l'interspazio tra gli elementi sarà intasato con boiacca al fine di evitare sollecitazioni localizzate che provocherebbero la rottura delle lastre.

#### **3.3.3.4 Prove e controlli di accettazione**

Per l'accettazione le lastre di cemento dovranno risultare conformi a quanto prescritto dalla norma UNI EN 1339. Le superfici dovranno essere esenti da screpolature, lesioni o deformazioni.

L'Appaltatore dovrà sottoporre alla Direzione dei Lavori tutte le prove ed i certificati dei materiali impiegati con particolare riguardo alle caratteristiche fisico-meccaniche, di durabilità e manutenibilità dei componenti, etc...

L'Appaltatore dovrà provvedere a propria cura e spese a tutte le prove ed i collaudi in corso d'opera che la Direzione dei Lavori ritenesse opportuno effettuare per verificare la rispondenza dei manufatti alle prescrizioni del presente Capitolato, o comunque a tutte le normative anche non espressamente richiamate e vigenti in materia.

### **3.3.3.5 Oneri specifici dell'appaltatore.**

La Direzione dei Lavori avrà la facoltà di ordinare, a cura e spesa dell'Appaltatore, il rifacimento delle lavorazioni risultanti da esecuzione non soddisfacente e questo sia per difetto dei materiali impiegati, per non corretta applicazione degli stessi, per mancanza di cautele o protezioni o per qualunque altra causa ascrivibile all'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà provvedere con immediatezza a tali rifacimenti, eliminando nel contempo eventuali danni conseguenti dei quali rimane, in ogni caso ed a tutti gli effetti, unico responsabile.

La superficie della pavimentazione non dovrà presentare macchie di sorta. Qualora vi sia la necessità di transitare su pavimenti di recente esecuzione, l'Appaltatore dovrà predisporre su di essi idoneo tavolato, con interposto uno spesso strato di segatura di abete o di sabbia fina.

L'Appaltatore ha l'onere di fornire documentazione tecnica dei materiali e dovrà prestarsi a sua cura e spese alle eventuali prove richieste dalla Direzione dei Lavori.

L'Appaltatore rimarrà responsabile degli eventuali danni che derivassero ai manufatti finiti sia durante la messa in opera che dopo fino al collaudo finale.

### **3.3.4 OPERE DA PITTORE.**

Varie ed eventuali opere di pittura.

#### **3.3.4.1 Generalità**

Per i trattamenti protettivi delle strutture metalliche si rimanda al punto specifico del seguente capitolato "Opere metalliche – Lattoneria".

Qualunque operazione di tinteggiatura o verniciatura dovrà essere preceduta da una conveniente ed accurata preparazione delle superfici e precisamente da raschiature, scrostature, stuccature, levigature e lisciate con le modalità ed i sistemi più atti ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

In particolare dovrà curarsi che le superfici si presentino perfettamente pulite e pertanto esenti da macchie di sostanze grasse od untuose, ecc.

#### **3.3.4.1.1 MATERIALI E COMPONENTI – REQUISITI**

Tutte le superfici in vista dei manufatti che non prevedano altro tipo di rivestimento, dovranno essere tinteggiate con il tipo di pittura adatto al tipo di sottofondo.

I prodotti vernicianti impiegati devono avere caratteristiche adeguate per rispondere ai seguenti requisiti:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata
- essere traspiranti al vapore d'acqua
- avere funzione impermeabilizzante
- impedire il passaggio dei raggi U.V.
- ridurre il passaggio della CO<sub>2</sub>

- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco, quando richiesto
- avere funzione passivante del ferro, quando richiesto
  - resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti)
- resistere, quando richiesto, all'usura.

#### 3.3.4.1.2 CONDIZIONI AMBIENTALI ED ATMOSFERICHE

Qualora le condizioni ambientali ed atmosferiche differiscano da quelle elencate nei seguenti punti, i lavori non devono essere sospesi se già iniziati:

- i lavori devono essere eseguiti su superfici perfettamente asciutte
- la temperatura ambiente e quella delle superfici da verniciare, salvo diverse prescrizioni riportate nelle schede tecniche dei materiali, devono essere comprese tra +5°C e +35°C
- lo stato igrometrico non deve superare l'80% dell'umidità relativa
- non deve sussistere presenza di vento con particelle o polveri in sospensione, di fumi o di vapori aggressivi
- la temperatura delle superfici da verniciare deve essere di almeno 3°C sopra il punto di rugiada
- la verniciatura deve essere programmata in modo che polvere, intemperie, condensa e altri contaminanti non cadano sulle superfici appena verniciate.

#### 3.3.4.1.3 PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI

Qualunque tinteggiatura, coloritura o verniciatura dovrà essere preceduta da una conveniente ed accuratissima preparazione delle superfici, e precisamente da raschiature, scrostature, stuccature, eventuali riprese di spigoli e tutto quanto occorre per uguagliare le superfici medesime.

Successivamente le dette superfici dovranno essere perfettamente levigate con carta vetrata e, quando trattasi di coloriture o verniciature, nuovamente stuccate, indi pomciate e lisce, previa imprimitura, con modalità e sistemi atti ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

#### 3.3.4.1.4 ATTREZZI E MODALITÀ OPERATIVE

Le pitture devono essere applicate secondo le prescrizioni del colorificio produttore e riportate sulle schede tecniche.

Strumenti ed apparecchiature devono essere dotate di separatori di olio ed acqua.

Ciascuna mano dovrà essere applicata allo spessore richiesto e l'operatore dovrà disporre di spessimetri ad umido per orientarsi in tal senso.

L'applicatore non deve evidenziare colature e sgocciolamenti che devono essere tempestivamente eliminati con pennello a film ancora bagnato.

Ciascuna mano dovrà essere essiccata prima di applicare la mano successiva, i tempi minimi di sovrapposizione sono riportati dalle schede tecniche.

Anche se molte pitture possono essere sovrapplicate a distanza di tempo è buona norma non lasciar passare più di 24 – 48 ore per evitare che tra gli strati restino intrappolati inquinanti esterni.

La diluizione, qualora necessaria, deve rientrare nelle percentuali previste nelle schede tecniche dei prodotti.

Dopo l'applicazione dell'ultimo strato di finitura il supporto deve presentarsi completamente ricoperto, di tonalità omogenea e di aspetto uniforme.

Le tinteggiature, coloriture e verniciature dovranno, se richiesto, essere anche eseguite con colori diversi su una stessa parete, complete di filettatura, zoccoli e quant'altro occorre per l'esecuzione dei lavori a regola d'arte.

La scelta dei colori dovrà seguire le indicazioni dei disegni di progetto, dove indicate.

In mancanza dovrà essere interpellato il Progettista che fornirà le necessarie indicazioni.

Prima di iniziare le opere da pittore, l'Impresa ha inoltre l'obbligo di eseguire, seguendo le direttive del Progettista, nei luoghi e con le modalità che le saranno prescritti, i campioni dei vari lavori di rifinitura, sia per la scelta delle tinte, che per il genere di esecuzione, e di ripeterli eventualmente con le varianti richieste sino ad ottenere l'approvazione dalla Direzione Lavori.

Le opere dovranno essere eseguite di norma con le seguenti modalità esecutive di carattere generale.

#### 3.3.4.1.5 TRATTAMENTO PROTETTIVO DELLE OPERE MURARIE LOCALI TECNICI, DI SERVIZIO E AREE COMUNI

Sarà eseguito come appresso:

- spolveratura e ripulitura delle superfici;
- rasatura con impiego di strucchi appropriati;
- adeguata spazzolatura;
- applicazione di pittura lavabile (pareti verticali) e traspiranti (soffitto) di resina sintetica emulsionabile (idropittura) in tinte non forti a tre mani a coprire, spessore totale mm 0,170 previa preparazione adesiva per tinteggiature (imprimitura).

#### 3.3.4.1.6 TRATTAMENTO PROTETTIVO DELLE SUPERFICI DELLE AREE DI PARCAMENTO

Sarà eseguito come appresso:

- spolveratura e ripulitura delle superfici;
- Verniciatura idrorepellente a base di resine epossipoliuretaniche.

#### 3.3.4.1.7 COLORI - CAMPIONATURA - MANI DI VERNICIATURA

La scelta dei colori è determinata dal progetto là dove indicato o demandata al criterio insindacabile della Direzione Lavori. L'Appaltatore avrà l'obbligo di eseguire, nei luoghi e con le modalità che gli saranno prescritte, ed ancor prima di iniziare i lavori, i campioni delle varie finiture, sia per la scelta delle tinte che per il genere di esecuzione, e ripeterli eventualmente con le varianti richieste sino ad ottenere l'approvazione della stessa Direzione.

Le successive passate (mani) di pitture, vernici e smalti dovranno essere di tonalità diverse in modo che sia possibile, in qualunque momento, controllarne il numero. Lo spessore delle varie mani di verniciatura dovrà risultare conforme a quanto particolarmente prescritto; tale spessore verrà attentamente controllato dalla Direzione Lavori con idonei strumenti e ciò sia nello strato umido che in quello secco. I controlli, ed i relativi risultati, verranno verbalizzati in contraddittorio.

Le successive mani di pitture, vernici e smalti dovranno essere applicate, ove non sia prescritto un maggiore intervallo, a distanza non inferiore a 24 ore e sempre che la mano precedente risulti perfettamente essiccata. Qualora per motivi di ordine diverso e comunque in linea eccezionale l'intervallo dovesse prolungarsi oltre i tempi previsti, si dovrà procedere, prima di riprendere i trattamenti di verniciatura, ad una accurata pulizia delle superfici interessate.

#### 3.3.4.1.8 RIFERIMENTI GENERALI ALLA NORMATIVA VIGENTE

Per la classificazione dei prodotti vernicianti, l'analisi dei requisiti, le caratteristiche ed i metodi di prova si fa riferimento alle norme UNI 8762-8753-8754-8755-8756.



I produttori dei prodotti vernicianti utilizzati dovranno essere certificati in ISO 9002.

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto, nell'elenco prezzi, nelle presenti Norme e Tecniche e dalla Direzione Lavori.

Tutti i prodotti in argomento dovranno essere forniti in cantiere, in recipienti originali sigillati, di marca qualificata (è richiesto il Marchio di Qualità controllato rilasciato dall'Istituto italiano del Colore - IIC), recanti il nome commerciale del prodotto, il nome della ditta produttrice e la data di scadenza. Per ogni prodotto dovrà essere fornita alla Direzione Lavori una scheda tecnica compilata secondo i criteri stabiliti dalle norme UNI 8757 e 8759.

#### 3.3.4.1.9 PROVE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE

L'Appaltatore, prima dell'esecuzione di ciascuna opera caratterizzata da predeterminate caratteristiche di reazione o resistenza al fuoco, provvede alle certificazioni di reazione e/o resistenza al fuoco occorrenti.

Resta a cura ed onere dell'Appaltatore l'ottenimento del parere finale di conformità da parte del comando VV.FF.

Le certificazioni e prove di laboratorio saranno ammesse solo se provenienti da istituti autorizzati.

La documentazione completa ed in particolare:

copia autentica dei certificati dagli Enti esposti

calcolo asseverato della reazione e/o resistenza al fuoco

asseverazioni dell'Appaltatore attestanti l'esecuzione conforme

pareri e certificazioni VV.FF.

grafici e relazioni esplicative ed ogni altra documentazione pertinente

Sarà prodotta in doppia copia conforme, una da lasciarsi agli atti della Direzione Lavori, l'altra da consegnarsi alla Committente; in aggiunta a queste saranno prodotte dall'Appaltatore tutte le ulteriori copie conformi eventualmente richieste dal Comando VV.FF. ovvero dagli altri organi preposti.

Al termine dei lavori ogni opera caratterizzata da predeterminate caratteristiche di reazione e/o resistenza al fuoco dovrà risultare certificata o in alternativa calcolata/asseverata/approvata (calcolo eseguito da tecnico qualificato, asseverazione resa dall'Appaltatore, approvazione dell'Organo Competente).

La Direzione Lavori potrà effettuare, a sua discrezione, controlli su ogni fase dei lavori di verniciatura.

In particolare:

#### **Controlli sui prodotti verniciati prima dell'applicazione**

Il controllo del prodotto liquido è di tipo visivo. Dovrà accertare mediante una lunga spatola che il prodotto verniciante nel contenitore si presenti privo di alterazioni irreversibili quali gelatinizzazione della massa, sedimento duro indisperdibile, geletti di resina o grumetti di pigmento non disperdibili, pelle superficiale.

#### **Controlli sulla preparazione della superficie**

E' anch'esso di tipo visivo e dovrà accertare che sia stato correttamente realizzato quanto previsto.

Gli accertamenti di tipo ambientale ed atmosferico si effettuano avvalendosi di termometri e di igrometri.

Per quanto riguarda l'aspetto applicativo vero e proprio fa tesoro la scheda tecnica del fornitore. Va verificato in particolare che venga utilizzato il diluente prescritto e nelle percentuali previste. Va verificato che vengano utilizzate le apparecchiature previste.

Va verificato che l'applicatore disponga di spessimetri ad umido e saltuariamente controlli che lo spessore applicato sia quello previsto.

Il controllo del film umido dei vari strati durante l'applicazione, evita discussioni e contestazioni all'atto della misura dello spessore secco del ciclo, nonché l'eventuale applicazione di strati supplementari. Va verificato che tra strato e strato vengano rispettati i tempi di sovrapposizione.

### **Controlli sul film essiccato**

I controlli sul ciclo di verniciatura verranno effettuati dopo almeno 7 giorni dall'applicazione dell'ultimo strato.

esame visivo. Il ciclo dovrà essere privo di colature, festonature, bollo, raggrinzimenti, macchie, disuniformità di tinta o di brillantezza.

controllo spessore. Lo spessore dovrà essere quello previsto dalla specifica. Scostamenti, apparecchi di misurazione e modalità saranno quelli previsti da SSPC-PA2.

controllo aderenza. Potrà essere effettuata mediante quadrettatura secondo DIN 53151-ISO 2409 o mediante strappo secondo ASTM D 4541 ISO 4624

controllo porosità. Mediante Holiday Detector si verificherà che non ci sia passaggio di corrente dovuta a porosità o a zone scoperte (spigoli vivi, saldature, fori, ecc.) difettosità di questo tipo vanno eliminate con ritocchi a pennello. La tensione dovrà essere a basso voltaggio (inferiore a 100 volts) per evitare di danneggiare il rivestimento.

### **3.3.5 IDROPITTURE**

Le idropitture, caratterizzate dal fatto di avere l'acqua come elemento solvente e/o diluente, le pitture in argomento vengono suddivise, in due classi, di cui la prima comprende le pitture con legante disciolto in acqua (pitture con legante a base di colla, cemento ecc.) e la seconda le pitture con legante disperso in emulsione (lattice) fra cui, le più comuni, quelle di copolimeri butadiene-stirene, di acetato di polivinile e di resine acriliche.

Per le pitture, o più in particolare per le idropitture potranno venire richieste delle prove di qualificazione prescritte dalla Direzione Lavori: Prova di adesività - Prova di resistenza agli alcali - Prova di lavabilità.

Le prove verranno considerate positive se, al termine delle stesse, non verranno constatate alterazioni di sorta.

**Le idropitture a base di resine sintetiche**, ottenute con l'uso di veicoli leganti quali l'acetato di polivinile e la resina acrilica (emulsioni, dispersioni, copolimeri), saranno distinte, in base all'impiego in Idropittura per interno ed Idropittura per esterno.

**Le idropitture per esterno**, dovranno risultare particolarmente resistenti agli alcali ed alle muffe, all'acqua ed agli agenti atmosferici e dovranno presentare facilità d'impiego e limitata sedimentazione.

### **Primer epossidico**

Il primer da utilizzare dovrà avere un'elevata aderenza e resistenza chimica, una buona resistenza all'acqua ed alla corrosione.

Caratteristiche tecniche del primer:

- densità di massa	1.4 g/cmc
- contenuto solidi	57% in volume
- film asciutto raccomandato	50÷125 ( dipende da sistema)
- resa teorica	8 mq/kg per 50
- secco al tatto	dopo 30 minuti
- punto di infiammabilità	26°C

### 3.3.6 OPERE METALLICHE – LATTONERIA

#### 3.3.6.1 Generalità

I principali materiali in acciaio e altri metalli possono essere suddivisi come di seguito:

##### **Alluminio**

Salvo diversa prescrizione, profilati e trafilati saranno forniti in alluminio primario ALP 99,5 UNI 9001/2. Gli stessi materiali dovranno presentare per tutta la loro lunghezza sezione costante, superficie regolare, senza scaglie, vaiolature, striature ed ammanchi di materia.

Le lamiere non dovranno presentare sdoppiature né tracce di riparazione.

##### **Alluminio anodizzato**

Dovrà risultare conforme alla seguente normativa di unificazione UNI 4522 - Rivestimenti per ossidazione anodica dell'alluminio e sue leghe (ritirata senza sostituzione ma utilizzabile come riferimento). Classificazione, caratteristiche e collaudo.

##### **Lamiere zincate**

Fornite in fogli, rotoli od in profilati vari per lavorazione dopo zincatura, le lamiere zincate avranno come base acciaio non legato, di norma laminato a freddo. Qualità e tolleranze saranno conformi alla UNI EN 10346:2015.

##### **Materiali ferrosi**

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti di scorie, soffiature, saldature, paglia e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, profilatura, fucinature e simili.

Per i materiali ferrosi, ferma restando l'applicazione del D.P. 15 luglio 1925 in precedenza richiamato, saranno rispettate le norme di unificazione contenute negli argomenti e nei sub-argomenti di cui alla classifica UNI.

##### **Acciai**

I materiali da impiegare in tali tipi di strutture dovranno rispettare le prescrizioni contenute nel par. 11.3.4 e seguenti delle NTC 2018.

Gli acciai da impiegare, di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti, lamiere e profilati cavi (anche tubi saldati provenienti da nastro laminato a caldo) dovranno essere conformi alle norme armonizzate UNI EN 10025-1, UNI EN 10210-1, UNI EN 10219-1 recanti la Marcatura CE a cui si applica il sistema di Valutazione e Verifica della Costanza della Prestazione 2+. Per l'identificazione e qualificazione di elementi strutturali in acciaio realizzati in serie nelle officine di produzione di carpenteria metallica e nelle officine di produzione di elementi strutturali, si applica quanto dettato dalla UNI EN 1090-1.

##### **Profilati, barre e piatti di uso generale**

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.

Le opere e manufatti in ferro ed acciaio oltre ai necessari ancoraggi comprenderanno:

- chiusure e recinzioni metalliche in genere, anche in rete;
- grigliati verticali e orizzontali di aereazione;
- parapetti, protezioni e botole;
- basamenti per apparecchiature in genere;
- impalcati metallici a pavimento per apparecchiature elettriche;

- griglie ed alette per aereazione locali tecnologici;
- corrimano, copertine;
- altre opere assimilabili a quelle sopra elencate.

Tutti i metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e di dimensioni e nei limiti delle tolleranze consentite.

Il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, dovranno essere fatti possibilmente con dispositivi agenti per pressioni; riscaldamenti locali, se ammessi, non dovranno creare eccessive concentrazioni di tensioni residue.

I tagli potranno essere eseguiti con la cesoia ma anche ad ossigeno, purché regolari; i tagli irregolari specialmente quelli in vista, dovranno mettere rifiniti con le smerigliatrice. Le superfici di laminati diversi, di taglio o naturali, destinate a trasmettere per mutuo contrasto forze di compressione, dovranno essere piallate, fresate, molate o limate per renderle perfettamente combacianti.

I fori per chiodi e bulloni dovranno sempre essere eseguiti con trapano, tollerandosi l'impiego del punzone per fori di preparazione, in diametro minore di quello definitivo (per non meno di 3 mm), da allargare poi e rifinire mediante il trapano e l'alesatore. Per tali operazioni sarà vietato comunque l'uso della fiamma.

I pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera dovranno essere marcati in modo da poter riprodurre, nel montaggio definitivo, le posizioni d'officina all'atto dell'alesatura dei fori.

Prima dell'inoltro in cantiere tutti i manufatti metallici, le strutture o parti di esse, se non diversamente disposto, dovranno ricevere una mano di vernice di fondo.

La zincatura, se prescritta, verrà effettuata sui materiali già lavorati, mediante immersione in zinco fuso (zincato a caldo).

### **3.3.6.2 Riferimenti normativi generali**

#### **Opere in ferro e in acciaio**

##### **Acciaio laminato**

###### **(a) Prodotti piani e lunghi**

Gli acciai di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti e lamiera devono appartenere a uno dei tipi previsti nella norma **UNI EN 10025-1÷5:2005**, **UNI EN 10025-6:2009**;

###### **(b) Profilati cavi**

i profilati cavi devono essere in accordo con quanto previsto dalle tabelle delle norme di riferimento: **UNI EN 10210-1:2006** (profili cavi a caldo) e **UNI EN 10219-1:2006** (profili cavi saldati formati a freddo).

##### **Bulloni**

I bulloni devono essere conformi per le caratteristiche dimensionali alle **UNI EN ISO 4016** ed alle **UNI 5592** e devono appartenere alle classi delle **UNI EN ISO 898-1/2**.

##### **Elementi di collegamento**

**UNI EN ISO 898-1:2013** - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio. Viti e viti prigioniere

**UNI EN 898-2:2012**- Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso

**UNI EN 20898-7:1996** - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Prova di torsione e coppia minima di rottura per viti con diametro nominale da 1 mm a 10 mm

**UNI 5592:1968** - Dadi esagonali normali. Filettatura metrica Iso a passo grosso e a passo fine. Categoria C

**UNI EN ISO 4016:2011** -- Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato. Categoria C

Qualora sia prescritto l'impiego di acciaio inossidabile, la scelta del materiale da impiegare (secondo UNI EN 10088-2:2014) sarà basata sui seguenti criteri:

a) per tutte le tipiche applicazioni come montanti, rivestimenti esterni, porte e finestre, modanature, scossaline, ecc.

X5 Cr Ni 1810 corrispondente all'AISI 304

X10 Cr Ni 1809 corrispondente all'AISI 302

b) per applicazioni interne stipiti, rivestimenti ecc. e per applicazioni esterne qualora non interessi la conservazione dell'aspetto superficiale controtelai, elementi di fissaggio, ecc.

X8 Cr 17 corrispondente all'AISI 430

c) per applicazioni che comportino severe esposizioni in atmosfere industriali e comunque dove è richiesta la massima resistenza alla corrosione

X5 Cr Ni Mo 1712 corrispondente all'AISI 316

### **Lamiere**

Per gli elementi in lamiera realizzati con pressopiegatrice, rullati o stampati saranno preferibilmente impiegate le leghe seguenti:

- alluminio primario P-ALP 99,5 UNI 4507 (sostituita dalla UNI 9001/2)
- lega primaria alluminio silicio magnesio PAI Mg 0,8 UNI 3569 (sostituita dalla UNI 9006/1)
- lega primaria alluminio silicio magnesio manganese PAI Si 1 Mg Mn UNI 3571 (sostituita dalla UNI 9006/4)
- lega primaria alluminio magnesio PAI Mg 0,8 UNI 5764 (sostituita dalla UNI 9005/1)
- lega primaria alluminio magnesio PAI Mg 1,5 UNI 3573
- lega primaria alluminio magnesio PAI Mg 2,5 UNI 3574
- lega primaria alluminio magnesio PAI Mg 3,5 UNI 3575

Ove specificato nei disegni, saranno impiegate solo lamiere zincate con sistema Sendzimir o equivalente, rispondenti all'UNI 5753, qualità FeKPGZ; prodotto zincato idoneo a sopportare operazioni di profilatura e di piegatura senza distacco del rivestimento di zinco.

Le lamiere dovranno soddisfare le seguenti caratteristiche meccaniche:

- carico di rottura  $R = 41 \text{ kg/mm}^2$  ( $400 \text{ N/mm}^2$ ) max
- allungamento  $A\% = 28\%$  min. secondo provetta UNI 5547 (20x80 mm provetta CECA)
- prova di piegamento a blocco ( $=180^\circ$   $D=a$  per spessori minori di 1 mm  $D=a$  per spessori maggiori di mm1)

Ove non altrimenti specificato nei disegni tutti gli elementi realizzati in lamiera zincata se a vista dovranno essere verniciati o preverniciati.

### 3.3.7 ZINCATURA A CALDO

#### 3.3.7.1 Campi di impiego

Zincatura per strutture e lamiere in acciaio.

#### 3.3.7.2 Specifiche tecniche

##### 3.3.7.2.1 NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO

##### **Per la zincatura a caldo:**

La norma **UNI EN ISO 1461:2009** "Rivestimento tramite galvanizzazione a caldo su prodotti ferrosi finiti", determinante per la zincatura a bagno di elementi in acciaio da costruzione.

Lo zinco nel bagno deve essere conforme alla norma UNI 1179 (ovvero lo zinco non deve contenere più dell'1,5 % di impurezze totali, che non siano ferro o stagno).

##### **UNI EN ISO 14713-1:2017**

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

**EC 1-2017 UNI EN ISO 14713-1:2017** 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 14713-2:2010**

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 14713-3:2017**

Rivestimenti di zinco - Linee guida e raccomandazioni per la protezione contro la corrosione di strutture di acciaio e di materiali ferrosi - Parte 3: Sherardizzazione

#### 3.3.7.3 Descrizione e modalità esecutive

##### 3.3.7.3.1 GENERALITÀ

La scelta del sistema di protezione è essenziale per offrire maggiori garanzie di durabilità del prodotto trattato.

La scelta del sistema misto (zincatura a caldo + verniciatura) è quello che offre maggiori garanzie, prevedendo la possibilità di scarsa manutenibilità degli elementi trattati.

Per quanto riguarda la zincatura a caldo la UNI EN ISO 14713 attribuisce al ciclo protettivo una durabilità molto lunga, in media oltre i 20 anni.

Per la verniciatura si fa riferimento alla UNI EN ISO 12944.

In particolare la durata di un sistema di verniciatura protettiva dipende da diversi fattori, come: il tipo di verniciatura, la progettazione della struttura, la condizione del supporto prima della preparazione, l'efficacia della preparazione della superficie, la qualità dell'applicazione, le condizioni ambientali durante l'applicazione, le condizioni di esposizione dopo l'applicazione.

La norma UNI EN ISO 12944-5 fornisce esempi di sistemi di verniciatura adatti per diversi ambienti, mentre la norma UNI EN 13438 stabilisce i requisiti specifici dei rivestimenti con polveri di prodotti zincati a caldo utilizzati nelle costruzioni.

Per assicurare le prestazioni ottimali la verniciatura dovrebbe essere applicata in officina (UNI EN ISO 12944-5) in modo da garantire: miglior controllo dell'applicazione, controllo della temperatura, controllo dell'umidità relativa, facilità di riparazione del danno, rendimento maggiore, miglior controllo dei rifiuti e dell'inquinamento.

### **Zincatura a caldo**

La zincatura a caldo avviene per immersione di un manufatto metallico in zinco fuso che ricopre interamente il manufatto. Il bagno è tenuto mediamente alla temperatura di 445°C.

A seguito della preparazione superficiale lo zinco si lega all'acciaio conferendo una resistenza alla corrosione.

La zincatura a caldo di manufatti in acciaio costituisce il trattamento più efficace ed economico per conferire a tali manufatti una protezione duratura contro la ruggine, eliminando costosi interventi di manutenzione periodica. La ruggine è un prodotto di corrosione che si forma alla superficie di materiali ferrosi esposti all'aria per azione dell'ossigeno e dell'umidità atmosferica. A causa della sua struttura porosa e della scarsa aderenza al metallo sottostante, la ruggine si sfalda continuamente mettendo a nudo il ferro per cui la corrosione prosegue in profondità fino al totale degrado del materiale.

### **Caratteristiche tecniche**

Caratteristiche tecniche di spessori minimi di rivestimento su campioni a masse minime in relazione agli spessori su campioni non centrifugati:

Articolo e suo spessore mm	Spessore locale rivestimento g/mq	Spessore medio rivestimento micron	Rivestimento locale g/mq	Rivestimento medio micron
Acciaio < 1.5	250	35	325	45
Acciaio >1.5÷3	325	45	395	55
Acciaio >3÷6	395	55	505	70
Acciaio>6	505	70	610	85

### **Ciclo di lavoro**

Processo di pulizia superficiale:

- Sgrassaggio in soluzione alcalina per rimuovere oli e grassi dal materiale da zincare
- Decapaggio in acido cloridrico HCL = 120-130 g/l
- Lavaggio
- Flussaggio in soluzione ZnCl<sub>2</sub> NH<sub>4</sub>Cl
- Asciugatura in essiccatoio

### **Processo termico**

Immersione in bagno di zinco fuso 440-450°C

Zinco usato: in accordo con i requisiti della norma UNI - EN 1179

Il rivestimento così ottenuto rappresenta una barriera protettiva per l'acciaio isolandolo dagli agenti corrosivi ed aumentandone, inoltre la durezza superficiale.



Parallelamente all'"effetto-barriera" sopra descritto, si determina una protezione "elettrochimica". Prove e controlli di accettazione

Su campioni del rivestimento vengono effettuate le seguenti prove:

Prova di Preece, per controllare l'uniformità dello strato di zinco (n° 7 immersioni di 1 minuto ciascuna in soluzione di Preece per spessori > 3 mm; n° 5 immersioni per spessori 3 mm).

Prova di Aupperle, per la determinazione della massa di zinco espressa in grammi/mq

Rilevamento dello spessore, con apparecchi a flusso magnetico

Prova di aderenza

La zincatura a caldo può, lasciare sulla superficie o sui bordi delle strutture in acciaio residui o gocce di zinco dovuti alla natura stessa del processo ed alle dimensioni del pezzo, ciò non pregiudica comunque la qualità del rivestimento.

E' buona norma comunque che gli elementi sottoposti a zincatura presentino un aspetto uniforme, privo di grumi, soffiature, macchie, tendenza al distacco o altri difetti superficiali.

#### **3.3.7.4 Oneri specifici dell'Appaltatore**

L'Appaltatore rimarrà responsabile della accettazione di manufatti zincati non a perfetta regola d'arte.

### **3.3.8 Ciclo di verniciatura per opere in ferro**

Tutte le opere metalliche eseguite in acciaio zincato a caldo vanno trattate su tutte le superfici interessate prima della posa in opera con il ciclo di verniciatura di cui alla modalità di applicazione successivamente descritte.

Tutte le verniciature su opere metalliche sono del colore indicato dai disegni di progetto.

#### **3.3.8.1 Campi di impegno**

Verniciature per opere in ferro.

#### **3.3.8.2 Specifiche tecniche**

##### **3.3.8.2.1 NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO**

#### **Protezione alla corrosione mediante verniciatura:**

##### **UNI EN ISO 12944-1:2018**

Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Introduzione generale

##### **UNI EN ISO 12944-2:2018**

Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Classificazione degli ambienti

##### **UNI EN ISO 12944-3:2018**

Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Considerazioni sulla progettazione

##### **UNI EN ISO 12944-4:2018**

Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Tipi di superficie e loro preparazione

##### **UNI EN ISO 12944-5:2018**

Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Parte 5: Sistemi di verniciatura protettiva

**UNI EN ISO 12944-6:2018**

Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Prove di laboratorio per le prestazioni

**UNI EN ISO 12944-7:2018**

Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura

**UNI EN ISO 12944-8:2018**

Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Stesura di specifiche per lavori nuovi e di manutenzione

**UNI EN 13438:2013**

Pitture e vernici - Rivestimenti con polveri organiche di prodotti di acciaio galvanizzati o sherardizzati (cementazione allo zinco) utilizzati nelle costruzioni

**3.3.8.3 Descrizione e modalità esecutive**

Tutte le opere in ferro dovranno avere il seguente ciclo di verniciatura:

sabbatura a metallo quasi bianco grado Sa 2-1/2 (da eseguirsi in officina)

- 1a mano (75 micron) può essere costituita da:
  - a) pittura zincante inorganica a due componenti a base di etilsilicato (da eseguirsi in officina), per eventuali ritocchi dovrà essere eseguita una spazzolatura e successiva applicazione di due mani di zincante epossidico con uno spessore totale di 70 micron
  - b) applicazione di pittura di fondo antiruggine monocomponente al fosfato di zinco per acciaio zincato ed acciaio con sistemi di protezione a base alchidica, tipo Sikkens - Rubbol Metal o equivalente;
- 2 a e 3 a mano (60+60 micron)

pittura anti corrosiva a due componenti a base di resine epossipoliamicidiche e ad alto contenuto di solido, per applicazione ad alto spessore (da eseguirsi sulla struttura in opera)

- 4 a mano (40 micron)

pittura e finitura in smalto sintetico satinato a due componenti a base di resine poliuretaniche alifatiche modificate ed alchidiche, non ingiallente e non sfarinante tipo Sikkens - Rubbol Satura o equivalente (da eseguirsi in struttura in opera)

**Caratteristiche tecniche della pittura di fondo**

Le caratteristiche del prodotto antiruggine monocomponente al fosfato di zinco, a base di resine alchidiche e di fosfato di zinco come pigmento inibitore di corrosione dovranno essere:

- prodotto monocomponente pronto all'uso;
- peso specifico (massa volumica) della miscela pronta all'uso Kg/l 1,660;
- contenuti di solidi in volume 59,8%;
- P.V.C 54,4%;
- colori verde - rosso - grigio;
- diluente L (se necessario);
- aspetto della pellicola: brillantezza a 60° - 21 gloss e ad 85° 39 gloss;
- resistenza agli agenti atmosferici (il prodotto deve essere coperto con smalto entro le 48 ore);

- temperatura di infiammabilità 35°

Il prodotto è classificato pericoloso ai sensi del D.L. n. 285 del 16/07/98 e pertanto è necessaria la scheda di sicurezza del prodotto.

#### **Modalità di applicazione della pittura di fondo**

Il prodotto può essere dato a pennello, a rullo, a spruzzo convenzionale.

Le superfici da verniciare dovranno essere preparate come segue:

- Acciaio (sabbatura commerciale, pulizia meccanica se non è possibile la sabbatura seguita da sgrassaggio oppure pulizia manuale e sgrassaggio);
- Acciaio nuovo zincato (sgrassaggio);
- Vecchie verniciature se ben aderenti (pulizia manuale e sgrassaggio);
- Alluminio, rame (pulizia manuale, sgrassaggio oppure pulizia meccanica e sgrassaggio).

Lo spessore consigliato del prodotto è di 50 micron.

Se necessario si può diluire il prodotto con massimo il 5% di diluente L.

#### **Caratteristiche tecniche della pittura protettiva di finitura**

Il prodotto di finitura è uno smalto sintetico satinato a base di resine uretaniche modificate ed alchidiche. Le caratteristiche del prodotto dovranno essere:

- Prodotto pronto all'uso;
- Peso specifico (massa volumica) della miscela pronta all'uso Kg/l 1,23;
- Residuo secco 63% in peso e 48% in volume;
- colori secondo cartella della ditta fornitrice;
- diluente L (se necessario);
- essiccazione a 23° al 65% di u.r.;
- spessore del film essiccato 35 micron per mano
- aspetto della pellicola 20-30% al glossmetro a 60°;
- resistenze meccaniche ottima;

Il prodotto è classificato pericoloso ai sensi del D.L. n. 285 del 16/07/98 e pertanto è necessaria la scheda di sicurezza del prodotto.

#### **Modalità di applicazione della pittura protettiva di finitura**

Il prodotto può essere dato a pennello, a spruzzo convenzionale ed a rullo.

Lo spessore consigliato del prodotto è di 35 micron per ogni strato (n. 2);

Il prodotto, dato a pennello, potrà essere diluito con massimo il 5% di diluente L; se dato a spruzzo con massimo il 10% di diluente M 600.

#### **3.3.8.4 Prove e controlli di accettazione**

Tutti i prodotti dovranno essere forniti in cantiere in recipienti originalità sigillati, di marca qualificata, recanti il nome della Ditta produttrice, il tipo e la qualità del prodotto, le modalità di conservazione e di uso, e l'eventuale data di scadenza.

I recipienti, da aprire solo al momento dell'impiego in presenza di un assistente della Direzione, non dovranno presentare materiali con pigmenti irreversibilmente sedimentati, galleggianti non disperdibili, pelli, addensamenti, gelatinizzazioni o degradazioni di qualunque genere.

Salvo diversa prescrizione, tutti i prodotti dovranno risultare pronti all'uso, non essendo consentita alcuna diluizione con solventi o diluenti, tranne che nei casi previsti dalle Ditte

produttrici e con i prodotti e nei rapporti dalle stesse indicati. Risulta di conseguenza assolutamente vietato preparare pitture e vernici in cantiere, salvo le deroghe di cui alle norme di esecuzione.

Per quanto riguarda proprietà e metodi di prova dei materiali si farà riferimento alle UNI di classifica I.C.S. 87 ed alle norme UNICHIM. In ogni caso saranno presi in considerazione solo prodotti di ottima qualità, di idonee e costanti caratteristiche per i quali potrà peraltro venire richiesto che siano corredati del "Marchio di Qualità Controllata" rilasciato dall'Istituto Italiano del Colore.

I controlli sul ciclo di verniciatura verranno effettuati dopo almeno sette giorni dall'applicazione dell'ultimo strato

Tale controllo si effettuerà nel seguente modo:

Esame visivo. Il ciclo dovrà essere privo di colature, festonature, bollo, raggrinzimenti, macchie, disuniformità di tinta o di brillantezza.

Controllo dello spessore. Lo spessore dovrà essere quello previsto dalla specifica. Scostamenti, apparecchi di misurazione e modalità saranno quelli previsti da SSPC-PA2.

Controllo aderenza. Potrà essere effettuata mediante quadrettatura secondo DIN 53151-ISO 2409 o mediante strappo secondo ASTM D 4541 ISO 4624.

Controllo porosità. Mediante Holiday Detector si verificherà che non ci sia passaggio di corrente dovuta a porosità o a zone scoperte (spigoli vivi, saldature, fori, ecc.) difettosità di questo tipo vanno eliminate con ritocchi a pennello. La tensione dovrà essere a basso voltaggio (inferiore a 100 volts) per evitare di danneggiare il rivestimento.

### ***3.3.8.5 Oneri specifici dell'appaltatore***

La Direzione dei Lavori avrà la facoltà di ordinare, a cura e spesa dell'Appaltatore, il rifacimento delle lavorazioni risultanti da esecuzione non soddisfacente e questo sia per difetto dei materiali impiegati, per non corretta applicazione degli stessi, per mancanza di cautele o protezioni o per qualunque altra causa ascrivibile all'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà provvedere con immediatezza a tali rifacimenti, eliminando nel contempo eventuali danni conseguenti dei quali rimane, in ogni caso ed a tutti gli effetti, unico responsabile.

L'Appaltatore ha l'onere di fornire campionature e documentazione tecnica dei materiali e dovrà prestarsi a sua cura e spese alle eventuali prove richieste dalla Direzione dei Lavori.

L'Appaltatore rimarrà responsabile degli eventuali danni che derivassero ai manufatti finiti sia durante la messa in opera che dopo fino al collaudo finale.

## **3.3.9 CORRIMANO E RINGHIERE IN ACCIAIO ZINCATO**

### ***3.3.9.1 Campi di impiego***

Corrimano a parete, parapetti e ringhiere di protezione in ambiti lavorativi.

### ***3.3.9.2 Specifiche tecniche***

### ***3.3.9.3 Normative e raccomandazioni di riferimento***

Sono definiti acciai i materiali ferrosi contenenti meno dell'1,9% di carbonio, limite che li separerà dalle ghise definite dalla **UNI 7856**.

La zincatura dovrà essere effettuata per immersione a caldo nello zinco fuso, che sarà di prima fusione, almeno di titolo **ZN A 99 UNI 2013**.

Il procedimento di zincatura 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 **UNI 5744**), o continuo Sendzimir.

### **3.3.9.4 Descrizione e modalità esecutive**

#### **3.3.9.4.1 GENERALITÀ**

**Corrimano scale esterne a parete:** Tubo a caldo  $\varnothing$  42, sp= 2mm , peso = 1,971 Kg/m zincato a caldo e verniciato;

**Ringhiera esterna** ancorata a muro su bicchieri metallici costituita da profilati zincati e verniciati:

- montanti in profilato scatolare a sezione quadrata (saldati da nastro laminato a caldo) 45x45, sp= 2mm;
- tubo corrimano a sezione rettangolare (saldato da nastro laminato) 60x40x2 mm
- parapetto in tubi a caldo a sezione circolare  $\varnothing$  18 sp=2 mm.

**Ringhiera/parapetto scale interne** costituita da profilati zincati e verniciati:

- montanti, corrimano e elemento intermedio in profilato scatolare a sezione quadrata 50x50x3;
- parapiede h= 150 mm in lamiera forata piegata sp= 15/10, con risvolti sviluppo = 25 mm (20+5), zincata sendzimir (fori tondi  $\varnothing$  10 mm alternati a 60°.

#### **3.3.9.4.2 CARATTERISTICHE**

Corrimano e/o ringhiere di acciaio zincato come da disegno progettuale.

Finitura dei corrimano e ringhiere:

- Gli antiruggine non sono compatibili con la zincatura, pertanto non devono assolutamente essere impiegati.
- Si può procedere alla verniciatura con smalto direttamente sullo zinco, dopo aver lavato la superficie con un solvente. La pulizia è molto importante per l'aggrappaggio del prodotto e deve essere effettuata con solvente per eliminare eventuali tracce di olio o grassi. Meglio ancora se si dà una mano di fondo con un primer specifico per lo zinco. Si applica sia a pennello che a spruzzo. Sopra a questo primer è possibile procedere direttamente con la verniciatura a smalto. Lo smalto è del tipo satinato per superfici zincate, semilucido ad alta copertura. Il legante di cui è composto, a base di un polimero stiren-acrilico, assicura ottima elasticità rendendo particolarmente aderente il film depositato ed eliminando i fenomeni di sfogliamento.

### **3.3.9.5 Prove e controlli di accettazione**

Durante il corso dei lavori la Direzione dei Lavori si riserverà di accertare, che la fornitura dei materiali costituenti i manufatti corrisponda alle prescrizioni e che la posa avvenga secondo le migliori regole dell'arte in modo da poter intervenire tempestivamente qualora non fossero rispettate le condizioni imposte.

Le saldature fra gli elementi costituenti la ringhiera dovranno essere prive di sbavature ed inclusioni e successivamente molate al fine di rendere la continuità fra profili priva di asperità.

### **3.3.9.6 Oneri specifici dell'appaltatore**

La Direzione dei Lavori avrà la facoltà di ordinare, a cura e spesa dell'Appaltatore, il rifacimento delle lavorazioni risultanti da esecuzione non soddisfacente e questo sia per difetto dei materiali impiegati, per non corretta applicazione degli stessi, per mancanza di cautele o protezioni o per qualunque altra causa ascrivibile all'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà provvedere con immediatezza a tali rifacimenti, eliminando nel contempo eventuali danni conseguenti dei quali rimane, in ogni caso ed a tutti gli effetti, unico responsabile.

L'Appaltatore ha l'onere di fornire campionature e documentazione tecnica dei materiali e dovrà prestarsi a sua cura e spese alle eventuali prove richieste dalla Direzione dei Lavori.

L'Appaltatore rimarrà responsabile degli eventuali danni che derivassero ai manufatti finiti sia durante la messa in opera che dopo fino al collaudo finale.

### **3.3.10 GRIGLIATI ELETTROSALDATI.**

#### **3.3.10.1 Campi di impiego**

I grigliati hanno impieghi molteplici, come schermature verticali, recinzioni ecc.....

#### **3.3.10.2 Specifiche tecniche**

##### **3.3.10.2.1 NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO**

##### **Grigliati elettrosaldati**

- **UNI 11002-1:2009** "Pannelli e gradini di grigliato elettrosaldato e/o pressato" – terminologia, tolleranze, requisiti e metodo di prova per pannelli
- **UNI 11002-3:2002** campionamento e criteri di accettazione per pannelli per applicazioni
- Acciaio S 235 JR UNI EN 10025-1/5:2005, UNI EN 10025-6:2009

##### **Zincatura a caldo**

- UNI EN ISO 1461:2009

#### **3.3.10.3 Descrizione e modalità esecutive**

##### **3.3.10.3.1 GENERALITÀ**

Il grigliato elettrosaldato è il prodotto di una moderna tecnologia che effettua la saldatura degli elementi strutturali mediante il procedimento di elettrofusione senza materiale di apporto. Tale procedimento viene realizzato da speciali macchine saldatrici a controllo elettronico.

##### **3.3.10.3.2 CARATTERISTICHE TECNICHE**

Le caratteristiche tecniche del grigliato elettrofuso, sono:

- Elevata resistenza alle sollecitazioni meccaniche;
- Indeformabilità, facilità di taglio, di sagomatura e di lavorazione. Il grigliato 'elettrofuso' non si sconnette con l'uso e con il tempo; la sua struttura è a prova di atti vandalici, non trattiene lo sporco e l'acqua;
- Leggerezza, conseguente al razionale dimensionamento e alla collaborazione degli elementi strutturali del grigliato che permettono un'ottima utilizzazione delle caratteristiche dell'acciaio;
- Perfetto rivestimento protettivo ottenuto mediante zincatura a caldo. Il grigliato 'elettrofuso' è infatti privo di tacche o di fori (presenti nei grigliati ad incastro o di altro tipo), punti critici agli effetti della ruggine. Viene così assicurata una lunga durata del manufatto senza particolari e costosi problemi di manutenzione periodica.

### 3.3.10.3.3 TRATTAMENTI DI PROTEZIONE

I grigliati sono sottoposti in officina al processo di zincatura a caldo secondo la Norma Europea UNI EN ISO 1461/99.

La zincatura a caldo di manufatti in acciaio costituisce il trattamento più efficace ed economico per conferire a tali manufatti una protezione duratura contro la ruggine, eliminando costosi interventi di manutenzione periodica.

Il rivestimento così ottenuto rappresenta una barriera protettiva per l'acciaio isolandolo dagli agenti corrosivi ed aumentandone, inoltre, la durezza superficiale. Parallelamente all'"effetto-barriera" sopra descritto, si determina una protezione "elettrochimica".

### 3.3.10.3.4 CARATTERISTICHE DIMENSIONALI

I grigliati previsti in progetto saranno caratterizzati da maglie e longherine portanti delle seguenti dimensioni:

Longherina portante	Maglia del grigliato	tondo
25x2 (hxs) mm	62x132 mm	ø 4,5

### **3.3.10.4 Strutture di sostegno grigliati**

#### **Telai perimetrali:**

- In profilati ad "L" 60x60x6 in acciaio zincato ancorati al supporto murario mediante perni ancoraggi ad espansione tipo Hilti HSL 3 B M8 (coppia di serraggio. 25 N/m);
- ancoraggio dei pannelli grigliati ai telai perimetrali mediante bulloni antisvitamento tipo standard M8;

### **3.3.10.5 Prove e controlli di accettazione**

La Direzione dei Lavori si riserverà di accertare, che la fornitura di grigliato a quello previsto dal progetto.

Le saldature fra gli elementi dovranno essere prive di sbavature al fine di non presentare asperità.

### **3.3.10.6 Oneri specifici dell'appaltatore**

La Direzione dei Lavori avrà la facoltà di ordinare, a cura e spesa dell'Appaltatore, il rifacimento delle lavorazioni risultanti da esecuzione non soddisfacente e questo sia per difetto dei materiali impiegati, per non corretta applicazione degli stessi, per mancanza di cautele o protezioni o per qualunque altra causa ascrivibile all'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà provvedere con immediatezza a tali rifacimenti, eliminando nel contempo eventuali danni conseguenti dei quali rimane, in ogni caso ed a tutti gli effetti, unico responsabile.

L'Appaltatore rimarrà responsabile degli eventuali danni che derivassero ai manufatti finiti sia durante la messa in opera che dopo fino al collaudo finale.

### **3.3.11 PORTE TAGLIAFUOCO TIPO REI 60-120.**

#### **3.3.11.1 Campi di impiego**

Le porte tagliafuoco trovano impiego in tutti gli ambienti che debbono mantenere determinate caratteristiche di resistenza al fuoco. Saranno pertanto impiegate per la compartimentazione al fuoco di zone protette, scale di emergenza, locali tecnologici ove questo sia espressamente



richiesto dalle normative. Si rappresenta che una "porta per uso esterno" è un serramento che separa due locali con condizioni climatiche diverse (ad esempio un vano climatizzato da un vano non climatizzato, o un vano dall'ambiente esterno alla costruzione).

In particolare verranno impiegate per tutti i locali tecnologici e dotate di maniglioni anti panico.

### **3.3.11.2 Specifiche tecniche**

#### **3.3.11.2.1 NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO**

Dovranno rispettare la norma di prodotto UNI EN 16034, le UNI EN 14351-1, UNI EN 14351-2 e superare positivamente le prove come da norme UNI EN 1634-1 e UNI EN 1363-1, UNI EN 15269, UNI EN 11473. L'installazione dovrà rispettare i requisiti di installazione dettati dal D. Lgs. 81/2008 e D.M. 10 marzo 1998. Si dovrà inoltre rispettare la normativa per la dotazione di sistemi di apertura antipanico di cui alle: UNI EN 179 (maniglioni antipanico) e UNI EN 1125 (maniglie o piastre a spinta). Allo stato attuale vige la l'obbligatorietà dell'omologazione delle porte interne resistenti al fuoco (porte tagliafuoco) ai sensi e per gli effetti del D.M. 14 dicembre 1993, del D.M. 27 gennaio 1999, del D.M. 20 aprile 2001 e del D.M. 21 giugno 2004 da parte del Ministero degli Interni (prevenzione incendi). È in vigore dal 11 giugno 2018 la nuova modulistica di *prevenzione incendi*. Il regime omologativo delle porte esterne antincendio è terminato con l'entrata in vigore della norma UNI EN 16034:2014 armonizzata per il regolamento (UE) 305/2011 CPR che prevede la marcatura CE a partire dal 01.11.2019 dopo il periodo di coesistenza dal 01.11.2016. il Ministero dell'Interno, con Circolare n.16746 del 06.11.2019 ha fornito chiarimenti in merito al campo di applicazione del Regolamento UE n.305/2011 sui prodotti da costruzione.

Dovranno altresì essere prese in considerazione tutte le norme riguardanti gli accessori delle porte in questione quali la UNI EN 1154 (Accessori per serramenti - Dispositivi di chiusura controllata delle porte - Requisiti e metodi di prova), UNI EN 1158 (Accessori per serramenti - Dispositivi per il coordinamento della sequenza di chiusura delle porte - Requisiti e metodi di prova).

Le porte interne dovranno essere REI 60-120 certificate secondo la norma CNVVF/CCI UNI 9723 e Foglio di Aggiornamento FA1 e/o secondo la UNI EN 1634-1, omologate secondo il DM 14.12.93; le porte debbono essere inoltre certificate secondo la norma ISO 3008.

Le porte saranno a 1 o 2 ante, tamburate in lamiera zincata, coibentate con materiale isolante incombustibile privo di emissioni nocive, spessore 60 mm; il telaio sarà in profilato di lamiera di acciaio zincata, le serrature con foro a cilindro e chiave tipo Patente, maniglie antiinfortunistica e verniciatura con polveri epossipoliestere antigraffio.

Saranno inoltre munite di guarnizioni termoespandenti per garantire la tenuta al fumo e rostri di tenuta dal lato delle cerniere.

Dove indicato nei disegni di progetto saranno dotate di maniglioni anti panico.

### **3.3.11.3 Descrizione e modalità esecutive**

#### **3.3.11.3.1 GENERALITÀ**

Porte tagliafuoco ad una ed a due ante tipo Novoferm (gruppo SIS) o equivalente REI 120.

#### **3.3.11.3.2 CARATTERISTICHE TECNICHE**

Saranno impiegate per la compartimentazione al fuoco di zone protette, come da elaborati grafici oppure ove sia espressamente richiesto dalle normative antincendio.

Avranno le seguenti caratteristiche:

- ante tamburate in lamiera zincata dello spessore di 10/10 mm, coibentazione con materiali isolanti, senza battuta inferiore, spessore totale 60 mm;

- telaio angolare in profilato di lamiera di acciaio zincato, spessore 20/10 mm, con zanche da murare, giunti per l'assemblaggio in cantiere e distanziale inferiore avvitabile;
- serratura con foro cilindrico e chiave tipo marca "Patent";
- serratura sull'anta secondaria (2 ante) per l'autobloccaggio, con levetta per l'apertura; predisposizione per l'applicazione della serratura di maniglione antipanico;
- maniglia antiinfortunistica colore nero con anima in acciaio e completa di placche con foro cilindrico ed inserti per chiave tipo marca "Patent";
- 2 cerniere (4 nelle porte a 2 ante), di cui una (due) a molla per l'eventuale autochiusura;
- rinforzi interni nell'anta quale predisposizione per l'eventuale montaggio di chiudiporta e maniglione antipanico;
- rostri di tenuta nella battuta delle ante sul lato cerniere;
- guarnizione termoespandente inserita in apposito canale sul telaio nella controbattuta dell'anta secondaria e nel lato inferiore delle ante;
- targhetta di contrassegno con elementi di riferimento applicata in battuta dell'anta secondo norme UNI 9723 e D.M. 14.12.93;
- verniciatura con polveri epossipoliestere termoindurite, con finitura a struttura antigraffio gofrata, colore RAL 9002.

Nel caso le porte tagliafuoco debbano avere anche caratteristiche fonoisolanti, verranno montati telai speciali isolati con battute multiple per la tenuta acustica, pannelli porta di spessori elevati, coibentati con materiali ad altissimo isolamento acustico, 3 cerniere per ogni battente, guarnizioni termoespandenti applicate perimetralmente sul telaio e guarnizione a saliscendi sottoporta.

#### 3.3.11.3.3 PRESCRIZIONI GENERALI DI POSA

Per la fornitura di qualsiasi tipo di serramento L'Appaltatore dovrà verificare sul posto tutte le misure e le condizioni di contorno, e dovrà verificare la rispondenza di ciascun infisso con i relativi accessori e componenti alla funzione a cui è destinato ed alle relative caratteristiche prestazionali e normative, con particolare riguardo alle norme di sicurezza. Dovrà quindi sottoporre alla Direzione Lavori i disegni aggiornati delle installazioni complete e, se necessario, i disegni di dettaglio e particolari specifiche contenenti ogni prescrizione necessaria alla fornitura dei materiali e delle lavorazioni.

Dopo avere riportato l'approvazione dei disegni e delle specifiche dovrà fornire un campione di ciascun tipo di manufatto completo di tutti gli accessori e delle necessarie certificazioni.

Per la fornitura di porte e serramenti l'Appaltatore dovrà avvalersi di produttori che abbiano la certificazione di Qualità ISO 9001 ovvero, per manufatti minori di produzione non standard, su richiesta della Direzione

Lavori, dovrà disporre sopralluoghi presso gli stabilimenti di produzione per verificare la qualità dei materiali e delle lavorazioni.

I controtelai fissi premurati a mezzo di opportune zanche, saranno realizzati in lamiera di acciaio zincato profilata di spessore minimo 15/10.

Le porte dovranno essere complete di tutti gli accessori necessari per il loro corretto funzionamento e la rispondenza alle relative normative anche dove non indicato esplicitamente negli elaborati progettuali.

Per il montaggio e l'installazione dei diversi manufatti l'Appaltatore dovrà avvalersi di Ditte specializzate e ben accette alla Direzione Lavori; Dopo l'avvenuta posa degli infissi l'Appaltatore dovrà curare fino al collaudo la perfetta conservazione e funzionalità degli stessi

e dei relativi accessori e complementi, provvedendo se necessario al loro ripristino o anche alla loro sostituzione completa.

#### **3.3.11.4 Prove e controlli di accettazione**

Materiali e componenti dovranno rispondere alle prescrizioni fornite nella Prima Parte di questo Capitolato "Qualità, provenienza e norme di accettazione"

I manufatti installati dovranno essere realizzati e collaudati secondo quanto indicato nei disegni esecutivi e nei dettagli di progetto, nelle prescrizioni e nelle normative richiamate nel presente Capitolato, e con riferimento alle norme indicate.

Tutti gli accessori montati su porte e cancelli dovranno essere del tipo adatto per resistenza e funzionalità e sopportare le sollecitazioni previste senza dar luogo a deformazioni permanenti; inoltre si dovranno armonizzare per forma e trattamento superficiale al tipo di infisso.

Cerniere ed organi di manovra dovranno essere atti a sopportare le sollecitazioni a cui possono essere sottoposte soddisfacendo i criteri di accettazione indicati dalla Norma **UNI 9158-88** e dovranno consentire un angolo di apertura adatto a non creare intralci nel passaggio di persone e materiali.

L'Appaltatore, prima dell'inizio di qualsiasi attività collegata al montaggio e/o all'installazione di porte e cancelli, dovrà provvedere a propria cura e spese alla realizzazione di un prototipo per ciascun tipo, senza che per questo gli venga riconosciuto alcun compenso aggiuntivo, al fine di verificarne la funzionalità e le caratteristiche tecniche ed estetiche, nonché la rispondenza alle specifiche normative, riportando l'approvazione definitiva della Direzione Lavori, prima di provvedere agli ordini ed all'installazione di tutti gli elementi previsti in progetto.

Qualora dovessero essere apportate modifiche ed aggiornamenti relativi al sistema di fissaggio, all'orientamento, al tipo di accessori e ferramenta, o alle dimensioni entro il limite di +/- 10% della superficie, dovrà provvedere ad apportarle senza poter pretendere oneri aggiuntivi, intendendosi compensati tali oneri nel prezzo di Appalto che deve essere inteso come comprensivo di tutti quegli accessori ed accorgimenti necessari per rendere gli infissi rispondenti a tutte le caratteristiche e le normative richieste dalla loro specifica installazione.

Le porte dovranno essere accompagnate dalla documentazione comprovante:

- Il marchio del produttore;
- L'ente certificante;
- Il numero del certificato, l'anno di costruzione ed il numero progressivo di produzione;
- Marcatura CE e Dichiarazione di Prestazione (DoP) ove prevista.

I battenti dovranno avere a protezione della finitura una pellicola trasparente in polietilene, da togliere soltanto dopo l'installazione della porta.

#### **3.3.11.5 Oneri specifici dell'appaltatore**

Per i serramenti l'Appaltatore, prima di iniziare i lavori, dovrà presentare alla approvazione della Direzione dei Lavori i disegni dettagliati con i particolari dei nodi, nonché le certificazioni di cui sopra.

Per la fornitura di porte e serramenti in genere, l'Appaltatore dovrà avvalersi di produttori che abbiano la certificazione di Qualità ISO 9001.

La Direzione dei Lavori avrà la facoltà di ordinare, a cura e spesa dell'Appaltatore, il rifacimento delle lavorazioni risultanti da esecuzione non soddisfacente e questo sia per difetto dei materiali impiegati, per non corretta applicazione degli stessi, per mancanza di cautele o protezioni o per qualunque altra causa ascrivibile all'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà provvedere con immediatezza a tali rifacimenti, eliminando nel contempo eventuali danni conseguenti dei quali rimane, in ogni caso ed a tutti gli effetti, unico responsabile.

Dopo la posa e l'installazione dei diversi manufatti l'Appaltatore dovrà curare fino al collaudo la perfetta conservazione e funzionalità degli stessi e dei relativi accessori e complementi, provvedendo se necessario al loro ripristino o anche alla loro completa sostituzione.

### **3.3.12        *SEGNALETICA.***

#### **3.3.12.1     *Campi di impiego***

Installazione di segnaletica verticale in corrispondenza dell'ingresso/uscita del parcheggio, realizzazione di segnaletica orizzontale, etc...

#### **3.3.12.2     *Specifiche tecniche***

##### **3.3.12.2.1   NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO**

- Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada - Decreto del Presidente della Repubblica 16 dicembre 1992, n. 495 (in Suppl. ord. alla Gazz. Uff., 28 dicembre 1992, n. 303) e successive modificazioni.
- **UNI EN 12899** "Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale".
- **UNI 7543-1** "Colori e segnali di sicurezza - Prescrizioni generali".

#### **3.3.12.3     *Descrizione e modalità esecutive***

##### **3.3.12.3.1   GENERALITÀ**

Per quanto attiene alla segnaletica orizzontale e verticale da realizzare all'interno dei parcheggi, la relazione Illustrativa e tecnica e gli elaborati grafici del progetto architettonico e funzionale ne illustrano disposizione, tipologia e dimensionamento. Oltre al rispetto delle indicazioni progettuali, la segnaletica dovrà ottemperare alle disposizioni della norma UNI 7543-1 del 2004, "Colori e segnali di sicurezza - Prescrizioni generali", riguardo l'utilizzo di cartelli specifici per segnalare pericoli nel rispetto dei colori e dei simboli di sicurezza ai fini della prevenzione degli infortuni, della tutela della salute e per affrontare le situazioni di emergenza.

##### **3.3.12.3.2   CARATTERISTICHE TECNICHE**

Tutti i segnali dovranno essere rigorosamente conformi alle forme, dimensioni, colori, simboli e caratteristiche prescritte dal regolamento di esecuzione del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. del 16/12/1992 - nr. 495 e come modificato dal D.P.R. del 16/09/1996 - nr. 610 autorizzati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Direzione Generale per la Segnaletica Stradale) che oltre a garantirne la conformità alla norma UNI EN 12899-1 ne autorizza la sua costruzione. I substrati per indicatori segnaletici retroriflettenti dovranno essere realizzati mediante stampaggio con materiale composito termoindurente rinforzati con fibre, denominati CG10, con elevata deformabilità e resistenti agli atti vandalici e dalla corrosione anche in ambiente marino e dovranno essere certificati "CE" ed autorizzati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti di cui alla norma EN 12899-1, oppure in alternativa gli stessi potranno essere realizzati anche in alluminio con un titolo di purezza non inferiore al 99,5 ed uno stato di cottura semicrudo e dovranno essere certificati "CE" di cui alla norma EN 12899-1. Altra alternativa è quella in cui gli stessi potranno essere realizzati anche in materiale composito di resine termoindurenti rinforzati con filamenti, denominati VTR per la loro opposizione alla corrosione anche in ambiente marino, elevata deformabilità e consistente resistenza meccanica e dovranno essere certificati "CE" ed autorizzati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti di cui alla norma EN 12899-1. I sostegni della

segnaletica verticale saranno dei tubolari antirotazione realizzati in ferro zincato a caldo, di dimensioni Ø 48 e Ø 60 mm.

I rallentatori di velocità a 8 km/h sono dossi artificiali realizzati in PVC di altezza 75 mm e dovranno coprire una larghezza pari a 3 m. La colorazione dovrà essere visibile in qualsiasi condizione atmosferica, sia di giorno che di notte.

I battiruota (stop parking) saranno realizzati in PVC di dimensioni 700x160x100 mm.

I portali limitatori di sagoma saranno realizzati in acciaio zincato; i montanti saranno assicurati alla base mediante piastre di acciaio zincato bloccate ad appositi plinti per mezzo di tirafondi.

#### **3.3.12.4 Prove e controlli di accettazione**

I materiali dovranno essere provvisti di tutta la documentazione di legge con eventuale marcatura CE e Dichiarazione di Prestazione (DoP).

#### **3.3.12.5 Oneri specifici dell'appaltatore**

La Direzione dei Lavori avrà la facoltà di ordinare, a cura e spesa dell'Appaltatore, il rifacimento delle lavorazioni risultanti da esecuzione non soddisfacente e questo sia per difetto dei materiali impiegati, per non corretta applicazione degli stessi, per mancanza di cautele o protezioni o per qualunque altra causa ascrivibile all'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà provvedere con immediatezza a tali rifacimenti, eliminando nel contempo eventuali danni conseguenti dei quali rimane, in ogni caso ed a tutti gli effetti, unico responsabile.

L'Appaltatore ha l'onere di fornire campionature e documentazione tecnica dei materiali e dovrà prestarsi a sua cura e spese alle eventuali prove richieste dalla Direzione dei Lavori.

L'Appaltatore rimarrà responsabile degli eventuali danni che derivassero ai manufatti finiti sia durante la messa in opera che dopo fino al collaudo finale.

### **3.3.13 Portoni scorrevoli REI**

#### **3.3.13.1 Campi d'impegno**

I portoni tagliafuoco trovano impiego in tutti gli ambienti che debbono mantenere determinate caratteristiche di resistenza al fuoco. Nel caso specifico saranno impiegate per la compartimentazione al fuoco dei compartimenti del parcheggio presso la stazione Anagnina.

#### **3.3.13.2 Specifiche tecniche**

##### **3.3.13.2.1 NORMATIVE E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO**

I portoni scorrevoli dovranno essere REI 120 con marcatura CE secondo la norma UNI EN 13241 e UNI EN 16034. Il regime omologativo delle porte esterne antincendio è terminato con l'entrata in vigore della norma UNI EN 16034:2014 armonizzata per il regolamento (UE) 305/2011 CPR che prevede la marcatura CE a partire dal 01.11.2019 dopo il periodo di coesistenza dal 01.11.2016.

I portoni scorrevoli saranno generalmente a una anta ma potranno essere a anche a 2 ante.

### **3.3.13.3     *Descrizioni e modalità esecutive***

#### **3.3.13.3.1     GENERALITÀ**

#### **3.3.13.3.2     CARATTERISTICHE TECNICHE**

I portoni a scorrimento orizzontale REI sono usati in ambienti interni per la chiusura di grandi passaggi in pareti di compartimentazione REI di costruzioni industriali o civili quali possono essere i parcheggi in questione. Sono anche usati in formati più piccoli e al posto di normali porte REI incernierate perché l'ingombro delle ante con apertura a scorrere è inferiore. Va detto che i portoni scorrevoli REI sono pesanti e poco adatti ad essere aperti più volte al giorno. In caso di frequente traffico è senz'altro consigliabile di tenerli normalmente aperti, con congegno di richiusura a mezzo di "fusibile termico" sensibile al calore oppure trattenuti aperti da "elettromagneti" che possono essere controllati per la richiusura dei portoni in caso di rilevamento sia di calore che di fumo. I portoni metallici antincendio seguono lo stesso iter di certificazione/omologazione delle porte REI citate in precedenza. Presenteranno una guida superiore forata per il fissaggio con viti o tasselli in profilato di acciaio speciale ad attrito ridotto per lo scorrimento di carrelli aerei fissati ai pannelli formanti le ante. Le ante saranno composte di pannelli modulari di spessore adeguato alla resistenza al fuoco prevista con giunti complanari maschio/femmina da assemblare a mezzo viti in doppia lamiera e con interposto speciale pannello antincendio, senza serrature, con maniglie ad incasso sui 2 lati di ogni anta. Struttura di irrigidimento superiore ed inferiore in lamiera d'acciaio. Contrappesi per l'autochiusura collegati alle ante, richiusura comandata da fusibili termici o elettromagneti (se ordinati con elettromagneti fusibili termici omessi). Labirinti contro la penetrazione di fuoco e fumo in lamiera pressopiegata per la copertura della guida superiore e del contrappeso. Guarnizioni termoespandenti poste su tutti i labirinti e sotto le ante. Finitura con mano di fondo a polveri epossipoliestere termoindurite di colore del piano del parcheggio (blu, verde o rosso) con smalti satinati nella gamma RAL polimerizzati a forno. Targa metallica con dati identificativi conforme alle prescrizioni di legge apposta sulla maniglia.

#### **3.3.13.3.3     PRESCRIZIONI DI POSA**

Per la fornitura di qualsiasi tipo di serramento L'Appaltatore dovrà verificare sul posto tutte le misure e le condizioni di contorno, e dovrà verificare la rispondenza di ciascun infisso con i relativi accessori e componenti alla funzione a cui è destinato ed alle relative caratteristiche prestazionali e normative, con particolare riguardo alle norme di sicurezza. Dovrà quindi sottoporre alla Direzione Lavori i disegni aggiornati delle installazioni complete e, se necessario, i disegni di dettaglio e particolari specifiche contenenti ogni prescrizione necessaria alla fornitura dei materiali e delle lavorazioni.

Dopo avere riportato l'approvazione dei disegni e delle specifiche dovrà fornire un campione di ciascun tipo di manufatto completo di tutti gli accessori e delle necessarie certificazioni.

Per la fornitura di porte e serramenti l'Appaltatore dovrà avvalersi di produttori che abbiano la certificazione di Qualità ISO 9001 ovvero, per manufatti minori di produzione non standard, su richiesta della Direzione Lavori, dovrà disporre sopralluoghi presso gli stabilimenti di produzione per verificare la qualità dei materiali e delle lavorazioni.

### **3.3.13.4     *Prove e controlli di accettazione***

I portoni dovranno essere accompagnati dalla documentazione comprovante:

- Il marchio del produttore;
- L'ente certificante;
- Il numero del certificato, l'anno di costruzione ed il numero progressivo di produzione;
- Marcatura CE e Dichiarazione di Prestazione (DoP) ove prevista.

I battenti dovranno avere a protezione della finitura una pellicola trasparente in polietilene



da togliere soltanto dopo l'installazione della porta.

### **3.3.13.5      *Oneri specifici dell'appaltatore***

Per i serramenti l'Appaltatore, prima di iniziare i lavori, dovrà presentare alla approvazione della Direzione dei Lavori i disegni dettagliati con i particolari dei nodi, nonché le certificazioni di cui sopra.

Per la fornitura di porte e serramenti in genere, l'Appaltatore dovrà avvalersi di produttori che abbiano la certificazione di Qualità ISO 9001.

La Direzione dei Lavori avrà la facoltà di ordinare, a cura e spesa dell'Appaltatore, il rifacimento delle lavorazioni risultanti da esecuzione non soddisfacente e questo sia per difetto dei materiali impiegati, per non corretta applicazione degli stessi, per mancanza di cautele o protezioni o per qualunque altra causa ascrivibile all'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà provvedere con immediatezza a tali rifacimenti, eliminando nel contempo eventuali danni conseguenti dei quali rimane, in ogni caso ed a tutti gli effetti, unico responsabile.

Dopo la posa e l'installazione dei diversi manufatti l'Appaltatore dovrà curare fino al collaudo la perfetta conservazione e funzionalità degli stessi e dei relativi accessori e complementi, provvedendo se necessario al loro ripristino o anche alla loro completa sostituzione.

### **3.3.14 Aree di parcheggio drenanti**

#### **3.3.14.1      *Campi d'impegno***

Alcune piazzole di parcheggio poste all'esterno della struttura metallica saranno realizzate con tale sistema.

#### **3.3.14.2      *Specifiche tecniche***

Per la realizzazione di questa tipologia di aree di parcheggio si utilizzeranno delle griglie in PEAD con base microforata solidale di altezza minima 20 mm, pietrisco di granulometria 5-20 mm per la realizzazione di un sottofondo drenante, ghiaia fine di granulometria 0-5 mm per la realizzazione di uno strato di livellamento.

#### **3.3.14.3      *Descrizione e modalità esecutive***

Le aree di parcheggio drenanti in ghiaia sono situate all'esterno del parcheggio multipiano. Tale tipologia di realizzazione assicura le stesse funzionalità e prestazioni di superfici realizzate con conglomerati bituminosi mantenendo altresì inalterata la capacità drenante del terreno. La costruzione consta di una prima operazione di scavo di pulizia e realizzazione di un sottofondo drenante di spessore almeno 30 cm costituito da pietrisco di granulometria 5-20 mm ben compattato; successivamente realizzazione di uno strato di livellamento di spessore 2 cm con ghiaia fine di granulometria 0-5 mm; posa in opera delle griglie; riempimento delle griglie con ghiaia fine (granulometria 0-5 mm), eventualmente decorative, fino a 3 cm al di sopra delle griglie stesse. A riempimento ultimato occorrerà compattare manualmente la ghiaia. Nel caso di superfici ampie, occorrerà riquadrare aree di circa 30 m<sup>2</sup> ciascuna prevedendo dei giunti di dilatazione consistenti nell'accostare le griglie tra loro lasciando un vuoto di circa 1 cm. in corrispondenza di eventuali presenze di pozzetti od altro, le griglie devono essere sagomabili.

### **3.3.15 Opere a verde**

#### **3.3.15.1      *Quadro generale e campi d'impiego***

La posizione della struttura da realizzare è interferente con parte delle alberature presenti nel parcheggio. È stato effettuato un rilievo delle essenze presenti nell'area i cui risultati



hanno restituito il censimento di 73 piante totali, di cui 72 appartenenti alla specie *Morus alba* (gelso) e 1 appartenente alla specie *Prunus avium* (ciliegio). Tra i gelsi censiti, 2 non risultano in stato vegetativo.

Il rilievo ha inoltre fornito dei dati sullo stato vegetazionale delle alberature, da cui si è constatato che il valore delle stesse, nelle condizioni in cui versano (problemi fitostatici), è estremamente ridotto. È da aggiungere il fatto che la tipologia di pianta impegnata (gelso), mal si presta ad essere presente in aree di parcheggio, determinando, con i frutti prodotti, problemi alle autovetture parcheggiate al di sotto delle chiome e problemi di scivolosità della pavimentazione.

In fase di realizzazione dell'opera si incorrerà pertanto in un'interferenza con le alberature presenti nel numero di 61 sulle 73 totali. Tali 61 alberature sono tutte della tipologia *Morus alba* (gelso).

L'Appaltatore è tenuto alla conservazione e alla cura delle piante esistenti e non interferite dalle opere, nelle aree di lavoro che, a tale scopo, gli verranno consegnate con regolare verbale dalla Direzione dei Lavori.

Tutta la vegetazione esistente non interferita dalle opere dovrà essere protetta da urti e rotture alla corteccia, dal calpestio, dal traffico e dai mezzi di lavoro attraverso l'installazione di recinzioni e barriere, provvisorie ma solide.

Risultando antieconomico trapiantare in altro sito le alberature interferite, la soluzione adottata ne prevede l'abbattimento e la loro compensazione mediante nuovi impianti arborei.

La compensazione complessiva è di n. 130 piante di cui n.26 *Morus alba* della varietà "fruitless" e n.104 *Acer campestre*, da distribuire tra l'area del parcheggio Anagnina e l'area del vicino parco di Villa Flaviana a recepimento della proposta formulata dal Municipio VII di Roma Capitale nel corso della conferenza dei servizi del 4 febbraio 2019.

I tipi di terreno utilizzabili per i lavori oggetto del presente Capitolato sono:

- Terreno vegetale messo in opera per uno strato di cm 30, proveniente da strato colturale attivo privo di radici e di erbe infestanti permanenti, di ciottoli, cocci, etc.
- Terriccio speciale humizzato messo in opera per uno strato di cm 30, composto dal 30% di sostanza organica e dal 70% di terricci vari vagliati e macinati.

L'Appaltatore è tenuto a provvedere alla rimozione e all'accantonamento, nel luogo indicato dalla D.L. o in aree da procurarsi a cura e spese dello stesso Appaltatore, dello strato superficiale (+/- 30/40 cm.) del suolo fertile, salvo che condizioni agronomiche o fitopatologiche del terreno, determinabili con opportune analisi, non richiedano la completa sostituzione. Le quantità eccedenti e l'eventuale altro materiale di scavo saranno accantonati nel luogo e secondo le modalità indicate dalla D.L., la quale darà anche indicazioni per eseguire le relative analisi del terreno, al fine di stabilirne la natura per eventuali interventi.

Per le nuove piantumazioni non sarà prevista la realizzazione dell'impianto di irrigazione.

L'Appaltatore si approvvigionerà, da apposita rete di distribuzione, a proprie spese e con propri mezzi dell'acqua necessaria per la realizzazione delle opere.

Con il procedere dei lavori di sistemazione superficiale e delle operazioni di piantagione, tutti i materiali di risulta (frammenti di pietre e mattoni, residui di lavorazione, spezzoni di filo metallico, di cordame e di canapa, contenitori e secchi vuoti, etc.) e gli utensili inutilizzati dovranno essere quotidianamente rimossi per mantenere in ordine il luogo in cui si opera.

I materiali di risulta allontanati dal cantiere dovranno essere portati alla discarica pubblica o su aree predisposte dall'Appaltatore.

L'attecchimento si intende avvenuto quando, al termine dei 2 anni del periodo di garanzia previsto, le piante si presentino sane e in buono stato vegetativo.

L'avvenuto attecchimento deve essere verbalizzato in contraddittorio fra Direzione Lavori e Appaltatore entro 10 giorni dalla scadenza del periodo sopra definito.

Nel caso in cui per alcuni esemplari si rendessero necessarie diverse sostituzioni, l'Appaltatore è tenuto, in accordo con la D.L., ad accertare ed eliminare le cause della moria, oppure, ove questo non sia possibile, ad informare tempestivamente e per iscritto la D.L., relazionando sulle difficoltà riscontrate e per ricevere dalla stessa istruzioni in merito alle eventuali varianti da apportare.

La manutenzione e le pratiche colturali di tutte le opere a verde dovranno essere garantite per la durata di 2 anni a partire dalla data di ultimazione dei lavori.

Durante il periodo di manutenzione l'Appaltatore dovrà costantemente seguire gli impianti, eseguendo tutte le cure colturali e di manutenzione idonee alle diverse situazioni fino al momento del collaudo.

Si prevede inoltre di piantumare la chiostrina centrale del parcheggio. Questo spazio aperto, a doppia altezza, è delimitato perimetralmente dalla struttura del parcheggio ed è diviso in due parti da una parete in blocchi di calcestruzzo alleggerito. Lungo i lati della parete sono ubicate due aiuole (6,90x44,00 m). Ciascuna aiuola è articolata al proprio interno in due fasce.

La fascia a ridosso della struttura del parcheggio è profonda circa 5,00 m e sarà pavimentata con ciottoli di fiume di colore bianco, di forma ellissoidale (asse maggiore circa 10 cm), disposti di punta su sottofondo in misto sabbia e cemento drenante. La sigillatura delle fughe tra i ciottoli è in malta cementizia drenante. A margine della pavimentazione in ciottoli, a ridosso del ciglio in travertino che delimita l'aiuola in narrativa verso il parcheggio, è installata una canaletta metallica in acciaio inox per la raccolta dell'acqua piovana.

La fascia a ridosso della parete in calcestruzzo è profonda 1,50 m e sarà piantumata con n. 72 arbusti rampicanti posti a distanza reciproca di circa 60 cm. Le piante, scelte sulla base dell'esposizione (nord-ovest e sud-est) e della rusticità, sono di due varietà: *Trachelospermum jasminoides* (n. 30 piante) e *Parthenocissus tricuspidata* "Veitchii".

### 3.3.16 Barriere stradali

Lungo tutto il perimetro (interno ed esterno) del piano carrabile è prevista l'installazione di barriera del tipo stradale (tipo barriera H3 Bordo Ponte). Quale rifinitura esterna, sul perimetro dell'impalcato, è previsto: rivestimento in tripla onda tipico delle barriere stradali montate sovrapposte per una altezza di 2,4 metri.