



Autorità di Sistema Portuale  
del Mare Adriatico Orientale  
Porti di Trieste e Monfalcone

PROGETTO AdSP n° 1949

## Componenti di intervento nel progetto di ammodernamento infrastrutturale e funzionale del terminal contenitori del Molo VII nel porto di Trieste

CIG: 9192064b2b - CUP: C94E21000270001

PROGETTISTA:



F&M Ingegneria Spa  
Via Belvedere 8/10  
30035 - Mirano (VE)



Haskoning-DHV Nederland B.V  
P.O. Box 1132  
3800 BC Amersfoort  
The Netherlands



HMR srl  
Piazzale della Stazione 7  
35131 - Padova (PD)



SQS srl  
Viale della Terza Armata 7  
34123 - Trieste (TS)

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Eric Marcone

## PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

NOME FILE: 1949\_PFTE\_L0\_ECO\_r005\_12\_01.doc

SCALA: -

TITOLO ELABORATO:

**CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE II**

ELABORATO:

**L0\_ECO\_r005**

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
01	07/06/2023	RISCONTRO OSSERVAZIONI REG_PROT-0008501	C.S.	C.S.	T.T.
00	05/05/2023	PRIMA EMISSIONE PER COMMENTI	C.S.	C.S.	T.T.



## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>13</b>
2.1	Normativa sulla sicurezza	13
2.2	Normative ambientali	13
2.3	Direttive comunitarie	14
2.4	Norme per le costruzioni	14
2.4.1	Leggi, decreti, circolari, istruzioni e norme	14
2.4.2	Normativa europea	15
2.5	Opere in calcestruzzo armato	16
2.5.1	Materiali e ai metodi di prova	16
2.5.2	Protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo	17
2.6	Aggregati	18
2.6.1	Metodi di prova aggregati	18
2.7	Strutture in acciaio	19
2.7.1	Bulloni	20
2.7.2	Saldature	21
2.7.3	Trattamenti anticorrosivi e di pitturazione	21
2.8	Norme relative alle pavimentazioni	22
2.9	Norme relative alle fognature e scarichi	23
2.9.1	Sistemi di tubazioni di materia plastica	24
2.9.2	Sistemi di tubazioni di calcestruzzo prefabbricato	27
2.10	Norme relative alla sicurezza antincendio	27
2.11	Norme e circolari in materia di urbanistica, edilizia ed impianti	28
<b>3</b>	<b>OBBLIGHI A CARICO DELL'APPALTATORE</b>	<b>29</b>
3.1	Osservanza delle regole d'arte, leggi, regolamenti e normative	29
3.2	Sorveglianza e salvaguardia del cantiere	29
3.3	Trasporto a discarica di materiali di risulta da lavorazioni e gestione rifiuti	29
3.4	Informazioni proprie dell'Appaltatore	30



<b>3.5</b>	<b>Incidenti, danni, pregiudizi.....</b>	<b>30</b>
<b>3.6</b>	<b>Responsabilità nei confronti degli operai e di terzi .....</b>	<b>30</b>
<b>3.7</b>	<b>Brevetti – licenze – proprietà riservata .....</b>	<b>30</b>
<b>3.8</b>	<b>Precauzioni nell'esecuzione dei lavori in prossimità di luoghi abitati, pubblici o aperti al pubblico.....</b>	<b>30</b>
<b>3.9</b>	<b>Forniture materie prime e semilavorate.....</b>	<b>31</b>
<b>3.10</b>	<b>POS “Piano Operativo di Sicurezza” e prescrizioni operative.....</b>	<b>31</b>
<b>3.11</b>	<b>Rispetto del cronoprogramma.....</b>	<b>32</b>
<b>4</b>	<b>PRESCRIZIONI GENERALI, PROVENIENZA, QUALITÀ E PROVE DEI MATERIALI .....</b>	<b>33</b>
<b>4.1</b>	<b>Prescrizioni generali.....</b>	<b>33</b>
<b>4.2</b>	<b>Provenienza e qualità dei materiali .....</b>	<b>33</b>
<b>4.3</b>	<b>Prove sui materiali.....</b>	<b>34</b>
<b>4.4</b>	<b>Custodia dei materiali e prodotti .....</b>	<b>34</b>
<b>4.5</b>	<b>Prescrizioni relative ai materiali .....</b>	<b>34</b>
4.5.1	Acqua .....	34
4.5.2	Leganti idraulici.....	34
4.5.2.1	Requisiti fisico meccanici.....	35
4.5.3	Cemento.....	36
4.5.4	Agglomerati cementizi .....	36
4.5.5	Inerti per conglomerati cementizi.....	37
4.5.6	Malta da ripristino .....	38
4.5.7	Tessuto in fibra di acciaio per inforzo strutturale.....	40
4.5.8	Impermeabilizzazione.....	42
<b>5</b>	<b>MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE LAVORAZIONI.....</b>	<b>43</b>
<b>5.1</b>	<b>Ordine di esecuzione dei lavori.....</b>	<b>43</b>
<b>5.2</b>	<b>Rilievi e verifiche dimensionali – indagini –tracciamenti .....</b>	<b>43</b>
<b>5.3</b>	<b>Prove sui materiali.....</b>	<b>43</b>
<b>5.4</b>	<b>Opere provvisorie .....</b>	<b>43</b>
<b>5.5</b>	<b>Mezzi d'opera .....</b>	<b>44</b>
<b>5.6</b>	<b>Misura e controllo degli stati di mare durante i lavori.....</b>	<b>46</b>



<b>5.7</b>	<b>Disposizioni ambientali</b> .....	<b>48</b>
<b>5.8</b>	<b>Danni di forza maggiore</b> .....	<b>48</b>
<b>5.9</b>	<b>Danni ad opere di terzi</b> .....	<b>48</b>
<b>5.10</b>	<b>Prescrizioni relative alla gestione del cantiere</b> .....	<b>48</b>
5.10.1	Sviluppo e programma dei lavori .....	48
5.10.2	Installazione di cantiere .....	49
<b>5.11</b>	<b>Pulizia e protezione dei manufatti durante il cantiere</b> .....	<b>49</b>
<b>5.12</b>	<b>Verifiche dimensionali in sito e dello stato dei luoghi</b> .....	<b>49</b>
5.12.1	Verifiche e rilievi propedeutici alle lavorazioni e forniture .....	49
5.12.2	Elaborati costruttivi .....	50
5.12.3	Elaborati as-built.....	50
<b>5.13</b>	<b>Demolizioni e rimozioni</b> .....	<b>50</b>
5.13.1	Prescrizioni generali .....	51
5.13.1.1	<i>Disposizioni antinfortunistiche</i> .....	52
5.13.2	Modalità di esecuzione .....	52
5.13.3	Realizzazione di aperture sulle velette di bordo .....	53
5.13.4	Demolizione di pavimentazione in conglomerato bituminoso .....	53
5.13.5	Realizzazione di fori e aperture sulle piastre prefabbricate .....	54
<b>5.14</b>	<b>Interventi di ripristino strutturale</b> .....	<b>54</b>
5.14.1	Descrizione degli interventi.....	54
5.14.2	Idropulizia e idroscarifica .....	56
5.14.3	Ripristino del copriferro.....	58
5.14.3.1	<i>Preparazione dei supporti</i> .....	59
5.14.3.2	<i>Applicazione</i> .....	60
5.14.3.3	<i>Controlli di qualità del supporto e dei materiali utilizzati</i> .....	61
5.14.4	Ripristino strutturale.....	67
5.14.4.1	<i>Preparazione dei supporti</i> .....	67
5.14.4.2	<i>Applicazione</i> .....	68
5.14.4.3	<i>Realizzazione di Connettore</i> .....	68
5.14.4.4	<i>Impermeabilizzazione</i> .....	68
5.14.4.5	<i>Controlli sul metodo di applicazione attraverso campi prova</i> .....	69



5.14.4.6	Controlli post-intervento .....	69
<b>5.15</b>	<b>Opere di calcestruzzo di cemento armato gettato in opera .....</b>	<b>69</b>
5.15.1	Certificazioni .....	69
5.15.1.1	Acciaio .....	69
5.15.1.2	Cemento .....	69
5.15.1.3	Calcestruzzo preconfezionato .....	69
5.15.1.4	Prelievo dei campioni .....	70
5.15.2	Campioni e prove .....	70
5.15.2.1	Acciaio per le armature .....	70
5.15.2.2	Calcestruzzo .....	70
5.15.3	Collaudi .....	70
5.15.3.1	Collaudo provvisorio .....	71
5.15.3.2	Collaudo definitivo .....	71
5.15.4	Prescrizioni di validità generale .....	71
5.15.4.1	Calcestruzzo .....	71
5.15.4.2	Impasti .....	75
5.15.4.3	Preparazione degli elementi componenti .....	75
5.15.4.4	Acciaio .....	76
5.15.4.5	Esecuzione dei casseri .....	77
5.15.4.6	Getto del conglomerato, stagionatura e disarmo .....	77
5.15.5	Prescrizioni particolari .....	78
5.15.5.1	Dimensioni degli inerti .....	78
5.15.5.2	Rapporto a/c .....	78
5.15.5.3	Tipi di calcestruzzo .....	78
<b>5.16</b>	<b>Opere in carpenteria metallica .....</b>	<b>79</b>
5.16.1	Definizione del lavoro .....	79
5.16.2	Certificazioni .....	79
5.16.3	Campioni e prove .....	79
5.16.3.1	Campionature particolari .....	80
5.16.4	Collaudi .....	80
5.16.4.1	Collaudi statici .....	80



5.16.5	Controllo in cantiere.....	81
5.16.6	Prescrizioni di validità generale .....	81
5.16.7	Materiali.....	82
5.16.8	Requisiti e accettazione dei materiali .....	83
5.16.9	Esecuzione delle opere .....	83
5.16.10	Lavorazioni in officina .....	83
5.16.10.1	Tagli e finiture.....	83
5.16.10.2	Forature .....	84
5.16.10.3	Saldature .....	84
5.16.11	Montaggio.....	84
5.16.11.1	Accoppiamento in cantiere.....	85
5.16.11.2	Saldature in opera .....	85
5.16.12	Tolleranze .....	86
5.16.13	Prescrizioni particolari .....	86
5.16.13.1	Disegni di officina.....	86
5.16.13.2	Identificazione degli elementi.....	87
<b>5.17</b>	<b>Acque meteoriche.....</b>	<b>87</b>
5.17.1	Canali prefabbricati.....	88
5.17.2	Griglie e chiusini in ghisa .....	88
5.17.3	Tubazioni .....	88
5.17.4	Sistema filtrante.....	89
5.17.5	Caratteristiche dei tratti in corrispondenza delle aree di stoccaggio delle merci pericolose.....	89
5.17.6	Esecuzione delle opere .....	90
5.17.7	Pozzetti di campionamento (pozzetti fiscali) .....	90
<b>5.18</b>	<b>Oneri di conferimento a discarica .....</b>	<b>90</b>
<b>5.19</b>	<b>Pavimentazioni.....</b>	<b>91</b>
5.19.1	Generalità.....	91
5.19.2	Strato di usura .....	91
5.19.3	Miscele .....	92
5.19.4	Controllo dei requisiti di accettazione .....	93
5.19.5	Formazione e confezione delle miscele.....	94



5.19.6	Posa in opera delle miscele.....	94
<b>6</b>	<b>IMPIANTI ELETTRICI .....</b>	<b>96</b>
<b>6.1</b>	<b>Oggetto delle opere .....</b>	<b>96</b>
<b>6.2</b>	<b>Limiti di fornitura .....</b>	<b>96</b>
<b>6.3</b>	<b>Descrizione e caratteristiche delle opere .....</b>	<b>96</b>
6.3.1	Informazioni generali .....	96
6.3.1.1	<i>Elenco degli elaborati.....</i>	<i>96</i>
6.3.1.2	<i>Denominazioni utilizzate ed abbreviazioni .....</i>	<i>96</i>
6.3.2	Normativa di riferimento .....	97
6.3.2.1	<i>Prodotti da costruzione - Regolamento CPR 305/11.....</i>	<i>98</i>
6.3.2.2	<i>Criteri Minimi Ambientali CAM - DM 23 Giugno 2022 .....</i>	<i>98</i>
6.3.2.3	<i>Norme di carattere generale .....</i>	<i>99</i>
6.3.2.4	<i>Norme per ambienti di lavoro o assimilabili.....</i>	<i>101</i>
6.3.2.5	<i>Norme impianti per superamento barriere architettoniche .....</i>	<i>101</i>
6.3.2.6	<i>Norme per impianti di cablaggio strutturato .....</i>	<i>101</i>
6.3.3	Criteri di misurazione dei lavori.....	102
6.3.4	Livello di qualità, accettazione ed approvazione dei materiali – Marche di riferimento.....	102
<b>6.4</b>	<b>ONERI SPECIFICI DI APPALTO .....</b>	<b>103</b>
6.4.1	Programma esecutivo delle opere .....	103
6.4.2	Verifica del progetto originale .....	104
6.4.3	Varianti agli impianti e modifiche al progetto.....	104
6.4.3.1	<i>Contabilità.....</i>	<i>105</i>
6.4.3.2	<i>Obblighi ed oneri specifici a carico dell'Appaltatore inerenti agli impianti .....</i>	<i>105</i>
6.4.3.3	<i>Opere di assistenza muraria e interventi edili di supporto agli impianti.....</i>	<i>105</i>
6.4.3.4	<i>Opere per sostegni e staffaggi vari .....</i>	<i>105</i>
6.4.3.5	<i>Opere murarie di assistenza .....</i>	<i>106</i>
6.4.3.6	<i>Opere edili di supporto agli impianti.....</i>	<i>107</i>
6.4.4	Disegni di cantiere e di montaggio.....	107
6.4.5	Scelta ed approvazione dei materiali.....	109
6.4.5.1	<i>Qualità e provenienza dei materiali.....</i>	<i>109</i>



6.4.5.2	<i>Marche e modelli</i> .....	109
6.4.5.3	<i>Materiali in cantiere</i> .....	110
6.4.5.4	<i>Campioni di materiali e apparecchiature</i> .....	110
6.4.5.5	<i>Buone regole dell'arte</i> .....	111
6.4.5.6	<i>Adempimenti e documentazione per autorizzazioni</i> .....	111
6.4.6	Verifiche e prove da prevedere.....	113
6.4.7	Verifiche e prove preliminari. Certificato Ultimazione Lavori.....	113
6.4.7.1	<i>Verifiche e prove in officina</i> .....	114
6.4.7.2	<i>Verifiche e prove in fabbrica</i> .....	114
6.4.7.3	<i>Messa a punto, tarature e bilanciamenti vari. Verifiche e prove di avviamento e di messa in esercizio</i> .....	115
6.4.7.4	<i>Verifica della completezza della documentazione finale</i> .....	115
6.4.7.5	<i>Emissione del Certificato Ultimazione Lavori</i> .....	115
6.4.8	Modalità di esecuzione delle verifiche e prove di avviamento e di messa in esercizio .....	116
6.4.8.1	<i>Procedure di verifica per l'avviamento degli impianti</i> .....	117
6.4.8.2	<i>Strumentazione</i> .....	117
6.4.8.3	<i>Attività preliminare</i> .....	117
6.4.8.4	<i>Prove in loco degli impianti elettrici</i> .....	117
6.4.8.5	<i>Verifiche e prove a completamento di quelle di avviamento e messa in esercizio</i> .....	119
6.4.9	Documentazione relativa a tarature, bilanciamenti, verifiche e prove di messa in esercizio..	120
6.4.10	Certificato di Collaudo Provvisorio (o Certificato di Regolare Esecuzione).....	120
6.4.11	Presa in consegna delle opere da parte della Committente .....	121
6.4.12	Garanzie .....	122
6.4.13	Addestramento del personale della Committente .....	122
6.4.14	Opere e documentazione a completamento .....	122
6.4.14.1	<i>Elaborati grafici finali di cantiere (As-Built)</i> .....	123
6.4.14.2	<i>Parti di ricambio, materiali di consumo, attrezzi</i> .....	123
6.4.14.3	<i>Documentazione varia</i> .....	124
6.4.14.4	<i>Tarature, prove, misure</i> .....	124
6.4.14.5	<i>Manuale di uso</i> .....	124
6.4.14.6	<i>Manuale di manutenzione</i> .....	124



6.4.14.7	Programma di manutenzione .....	125
6.4.14.8	Dichiarazione di conformità.....	125
6.4.14.9	Note conclusive .....	126
<b>6.5</b>	<b>specifiche tecniche dei materiali .....</b>	<b>126</b>
6.5.1	Quadri MT Primari 36kV .....	126
6.5.1.1	Prescrizioni generali.....	126
6.5.1.2	Norme di riferimento .....	126
6.5.1.3	Dati del Quadro.....	127
6.5.1.4	Cella Arrivo linea.....	128
6.5.1.5	Cella protezione.....	131
6.5.1.6	Cella congiuntore.....	134
6.5.1.7	Accessori .....	136
6.5.2	Quadri MT Secondari 6kV .....	136
6.5.2.1	Prescrizioni generali.....	136
6.5.2.2	Norme di riferimento .....	136
6.5.2.3	Dati del quadro .....	137
6.5.2.4	Cella arrivo Linea.....	138
6.5.2.5	Cella misure.....	139
6.5.2.6	Cella partenza.....	140
6.5.2.7	Accessori del quadro .....	142
6.5.3	Trasformatore MT/MT e MT/BT .....	142
6.5.3.1	Generalità .....	142
6.5.4	Norme di riferimento e conformità .....	143
6.5.4.1	Condizioni di servizio .....	144
6.5.4.2	Trasformatore .....	144
6.5.4.3	Classificazioni climatiche e ambientali .....	146
6.5.4.4	Classificazione del comportamento al fuoco.....	146
6.5.4.5	Protezione sismica.....	146
6.5.4.6	Accessori .....	146
6.5.4.7	Prove elettriche.....	147
6.5.4.8	Prove di tipo o speciali.....	147



6.5.4.9	Ambiente.....	148
6.5.4.10	Dati tecnici .....	148
6.5.5	Quadri elettrici tipo power-center.....	149
6.5.5.1	Prescrizioni generali.....	149
6.5.5.2	Norme di riferimento .....	149
6.5.5.3	Dati ambientali.....	149
6.5.5.4	Caratteristiche elettriche .....	149
6.5.5.5	Dati dimensionali .....	150
6.5.5.6	Caratteristiche costruttive .....	150
6.5.6	Interruttori aperti fino a 6300A .....	153
6.5.6.1	Introduzione .....	153
6.5.6.2	Conformità alle normative.....	153
6.5.6.3	Progettazione dell'interruttore .....	154
6.5.6.4	Requisiti per le protezioni.....	156
6.5.6.5	Interruttori-sezionatori (derivati da un interruttore aperto).....	159
6.5.6.6	Funzionamento e manutenzione.....	159
6.5.6.7	Condizioni di funzionamento.....	160
6.5.6.8	Comunicazione .....	162
6.5.6.9	Funzionamento e manutenzione.....	165
6.5.6.10	Ambiente.....	166
6.5.7	Interruttori scatola da 630A a 1600A .....	167
6.5.7.1	Introduzione .....	167
6.5.7.2	Conformità alle norme.....	167
6.5.7.3	Progettazione dell'interruttore .....	168
6.5.7.4	Unità di controllo .....	169
6.5.7.5	Funzionamento e manutenzione.....	171
6.5.7.6	Comunicazione .....	172
6.5.7.7	Ambiente.....	172
6.5.8	Interruttori scatolati da 16 a 630A.....	173
6.5.8.1	Introduzione .....	173
6.5.8.2	Conformità alle norme.....	173



6.5.8.3	<i>Progettazione dell'interruttore</i> .....	174
6.5.8.4	<i>Requisiti delle protezioni</i> .....	175
6.5.8.5	<i>Funzionamento e manutenzione (Sganciatori elettronici)</i> .....	178
6.5.8.6	<i>Comunicazione</i> .....	179
6.5.8.7	<i>Ambiente</i> .....	179
6.5.9	<i>Interruttori automatici modulari bt da 0,5 a 63A</i> .....	179
6.5.9.1	<i>Scopo</i> .....	179
6.5.9.2	<i>Norme di riferimento</i> .....	179
6.5.9.3	<i>Dati ambientali</i> .....	180
6.5.9.4	<i>Caratteristiche tecniche generali</i> .....	180
6.5.9.5	<i>Interruttori magnetotermici</i> .....	180
6.5.9.6	<i>Interruttori differenziali puri</i> .....	182
6.5.9.7	<i>Blocchi differenziali</i> .....	183
6.5.9.8	<i>Sistema di comunicazione per apparecchi modulari</i> .....	184
6.5.10	<i>Limitatori di sovratensione</i> .....	185
6.5.10.1	<i>Caratteristiche generali</i> .....	185
6.5.10.2	<i>Norme di riferimento</i> .....	185
6.5.10.3	<i>Dati e documentazione forniti</i> .....	185
6.5.10.4	<i>Caratteristiche tecniche</i> .....	186
6.5.10.5	<i>Caratteristiche costruttive</i> .....	187
6.5.10.6	<i>Collaudi e certificati</i> .....	187
6.5.11	<i>Strumenti di misura</i> .....	187
6.5.11.1	<i>Descrizione della fornitura</i> .....	187
6.5.11.2	<i>Norme di riferimento</i> .....	188
6.5.11.3	<i>Dati e documentazione da fornire</i> .....	188
6.5.11.4	<i>Caratteristiche tecniche</i> .....	188
6.5.11.5	<i>Tipologie di strumenti di misura e accessori</i> .....	189
6.5.12	<i>Cavi per energia in media e bassa tensione</i> .....	190
6.5.12.1	<i>Descrizione della fornitura</i> .....	190
6.5.12.2	<i>Norme di riferimento</i> .....	190
6.5.12.3	<i>Dati e documentazione forniti</i> .....	191



6.5.12.4	<i>Caratteristiche tecniche cavi MT tipo RG16H1R12 da 1,8/3kV a 18/30 kV.....</i>	<i>191</i>
6.5.12.5	<i>Caratteristiche tecniche cavi BT tipo FG16R16 da 0,6/1kV .....</i>	<i>192</i>
6.5.12.6	<i>Modalità di posa.....</i>	<i>193</i>



## 1 PREMESSA

Il Capitolato Speciale d'Appalto è stato diviso in due parti, per comodità suddivise in due documenti come specificato di seguito, l'una contenente la definizione tecnica ed economica dei lavori e l'altra la specificazione delle prescrizioni tecniche; esso illustra nel dettaglio:

PARTE PRIMA	doc. 1949_PFTE_L0_ECO_r004_12	Definizione tecnica ed economica dei lavori
PARTE SECONDA	doc. 1949_PFTE_L0_ECO_r005_12	Prescrizioni tecniche e norme generali

Il Capitolato contiene l'obbligo per l'Appaltatore di redigere il piano di qualità di costruzione e installazione da sottoporre all'approvazione della Direzione dei lavori che prevede, pianifica e programma le condizioni, sequenze, modalità, strumentazioni, mezzi d'opera e fasi delle attività di controllo da svolgersi nella fase esecutiva. Il piano definisce i criteri di valutazione dei fornitori e dei materiali ed i criteri di valutazione e risoluzione delle non conformità.

Il presente documento contiene la PARTE SECONDA.



## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Normative, leggi di riferimento e documenti guida sono da intendersi sempre applicabili nei relativi ultimi aggiornamenti e/o edizioni.

L'emanazione di una nuova norma o l'aggiornamento della documentazione di riferimento (attinente al progetto) che intervenisse nel corso delle lavorazioni dovrà essere recepita, previo accordo ed assenso da parte della Direzione Tecnica di Cantiere e della Committente ed applicata alle lavorazioni stesse, intervenendo, ove opportuno, alle necessarie modifiche di progetto.

### 2.1 Normativa sulla sicurezza

L'Appaltatore è tenuto a rispettare:

D.Lgs 81/08	Testo unico sulla Sicurezza del Lavoro
UNI EN 795:2012	Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute – Dispositivi di ancoraggio.
D. Lgs. 17/2010	Direttiva Macchine

### 2.2 Normative ambientali

L'Appaltatore è considerato il produttore del rifiuto, pertanto dovrà provvedere a sua cura e spese, agli adempimenti previsti dal D.M 17 dicembre 2009 "Istituzione del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti, ai sensi dell'articolo 189 del D.L. n. 152 del 2006 e dell'articolo 14-bis del D.L. n. 78 del 2009 convertito, con modificazioni, dalla legge n 102 del 2009". e a quanto prescritto agli artt. 188-bis, 188-ter, 190 e 193 D.Lgs n° 152/2006 e s.m.i.

Inoltre l'Appaltatore avrà l'obbligo di rispettare:

D.lgs 3 aprile 2006, n. 152	T.U. Ambiente "Norme in materia Ambientale
D.M 17 dicembre 2009	Istituzione del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti
DPCM del 5 Dicembre 1997	Requisiti acustici passivi degli edifici
DPCM del 14 Novembre 1997	Valori limite delle sorgenti sonore
D.Lgs. n.262/2002	Macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto. Emissione acustica ambientale
D.L. n°25 2 Febbraio 2002	Attuazione della direttiva 98/24/CE sulla protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori contro i rischi derivanti da agenti chimici durante il lavoro.
Art 304 D.Lgs. 9 aprile 2008 n.81	Materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro
D.M. 14.5.96	Normative e metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l'amianto



D.M. del 20 Settembre 2002

Attuazione dell'art. 5 della legge 28 Dicembre 1993, n. 549, recante misure a tutela dell'ozono stratosferico  
Misure a tutela dell'ozono stratosferico e dell'ambiente

L. 28 dicembre 1993, n. 549

### 2.3 Direttive comunitarie

Regolamento (UE) N. 305/2011

Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011, pubblicato nella GUUE L 88/5 del 04.04.2011.

GuUE n. C 309 del 18 dicembre 2009

Norme armonizzate europee in materia di materiali da costruzione

Direttiva n. 89/391/CEE 12 giugno 1989

Concernente l'attuazione di misure volte a promuovere il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro.

Direttiva n. 89/654/CEE 30 novembre 1989

Relativa alle prescrizioni minime di sicurezza e di salute per i luoghi di lavoro.

### 2.4 Norme per le costruzioni

#### 2.4.1 Leggi, decreti, circolari, istruzioni e norme

D.M. 8 aprile 2010.

Elenco riepilogativo di norme concernenti l'attuazione della direttiva 89/106/CE relativa ai prodotti da costruzione. (GU n. 91 del 20 aprile 2010)

D.M. 17.01.2018

Norme tecniche per le costruzioni

D.M. 16.02.2007

Ministero dell'interno – Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione

Istruzioni C.R.N. 10011/97

Costruzioni di acciaio – Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione il collaudo e la manutenzione.

Istruzioni C.R.N. 10025/98

Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture prefabbricate in calcestruzzo.

Istruzioni C.R.N. 10016/00

Strutture composte di acciaio e calcestruzzo. Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni

L. 5.11.1971, n°1086

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.

UNI EN 1090-1:2012

Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio – Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali

UNI EN 1090-2:2018

Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio – Parte 2: Requisiti tecnici per strutture di acciaio

UNI EN 1090-3:2019

Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio -Parte 3:



UNI EN 1992-1-1:2015

Requisiti tecnici per le strutture di alluminio  
Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-2:  
Regole generali- Progettazione strutturale contro  
l'incendio.

#### **2.4.2 Normativa europea**

UNI EN 1990:2006

EC0 Criteri generali di progettazione strutturale

UNI EN 1991-1-1:2004

EC1 Azioni sulle strutture-Parte 1-1: Azioni in generale –  
Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli  
edifici

UNI EN 1991-1-2:2004

EC1 – Azioni sulle strutture- Parte 1-2: Azioni in generale  
– Azioni sulle strutture esposte al fuoco.

UNI EN 1991-1-4:2010

EC1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale  
– Azioni del vento.

UNI EN 1991-1-6:2005

EC1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-6: Azioni in generale  
– Azioni durante la costruzione

UNI EN 1991-1-3:2015

EC1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-3: Azioni in generale  
– Carichi da neve

UNI EN 1991-1-7:2014

EC1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-7: Azioni in generale  
– Azioni eccezionali

UNI EN 1992-1-1:2015

EC2 Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte  
1-1: Regole generali e regole per gli edifici

UNI EN 1992-1-2:2019

EC2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte  
1-2: Regole generali – Progettazione strutturale contro  
l'incendio

UNI EN 1993-1-1:2014

EC 3 - Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-1:  
Regole generali e regole per gli edifici.

UNI EN 1993-1-2:2005

EC3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-2:  
Regole generali. Progettazione strutturale contro  
l'incendio.

UNI EN 1993-1-8:2005

EC3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-8:  
Progettazione dei collegamenti

UNI EN 1994-1-2:2014

EC4 Progettazione delle strutture composte acciaio-  
calcestruzzo – Parte 1-2:Regole generali – Progettazione  
strutturale contro l'incendio.

UNI EN 1994-1-1:2005

EC4 – Progettazione delle strutture composte acciaio –  
calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli  
edifici.

UNI EN 1997-1:2013

EC7- Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali

UNI EN 1997-2:2007

EC7- Progettazione geotecnica – Parte 2: Indagini e prove  
nel sottosuolo.

UNI EN 1998-1:2013

EC8 Progettazione delle strutture per la resistenza sismica



– Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici

UNI EN 1998-3:2005

EC8 -Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici

UNI EN 1998-5:2005

EC8 -Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici

## 2.5 Opere in calcestruzzo armato

### 2.5.1 Materiali e ai metodi di prova

UNI EN 206:2021

Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità

UNI 11104:2016

Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206

UNI EN 197-1:2011

Composizione, specifiche e criteri di conformità dei cementi

UNI EN 197-2:2020

Cemento: valutazione della conformità

UNI EN 1008:2003

Acqua d'impasto per il calcestruzzo - Specifiche di campionamento, di prova e di valutazione dell'idoneità dell'acqua, incluse le acque di ricupero dei processi dell'industria del calcestruzzo, come acqua d'impasto del calcestruzzo

UNI EN 12620:2008

Aggregati per il calcestruzzo - caratteristiche chimico/fisiche degli aggregati da utilizzarsi nel confezionamento di conglomerati cementizi.

UNI EN 10080:2005

Acciaio d'armatura per calcestruzzo - Acciaio d'armatura saldabile - Generalità

UNI EN 12350-2:2019

Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di abbassamento al cono

UNI EN 12390-13:2021

Prova sul calcestruzzo indurito – Parte 13: Determinazione del modulo di elasticità secante in compressione

UNI EN 12390-1:2021

Prova sul calcestruzzo indurito – Parte 1: Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e per casseforme

UNI EN 12390-3:2019

Prove sul calcestruzzo indurito – Parte 3: Resistenza alla compressione dei provini

UNI EN 12390-6:2010

Prove sul calcestruzzo indurito – Parte 6: Resistenza a trazione indiretta dei provini

UNI EN 12390-2:2019

Prove sul calcestruzzo indurito – Parte 2: Confezione e stagionatura dei provini per prove di resistenza



UNI EN 12390-5:2019	Prove sul calcestruzzo indurito – Parte 5: Resistenza a flessione dei provini
UNI EN 12390-7:2021	Prove sul calcestruzzo indurito – Parte 7: Massa volumica del calcestruzzo indurito
UNI EN 12390-4:2019	Prova sul calcestruzzo indurito – Resistenza alla compressione – Specifiche per macchine di prova
UNI EN 12390-11:2015	Prova sul calcestruzzo indurito – Parte 11: Determinazione della resistenza ai cloruri del calcestruzzo, diffusione unidirezionale.
UNI EN 16809:2019	Prove non distruttive - Misurazione dello spessore mediante ultrasuoni

### **2.5.2 Protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo**

UNI EN 1504-1:2005	Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 1: Definizioni.
UNI EN 1504-2:2005	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 1504-4:2005	Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 4: Incollaggio strutturale.
UNI EN 1504-5:2013	Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 5: Iniezione del calcestruzzo.
UNI EN 1504-8:2016	Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 8: Controllo di qualità e valutazione della conformità.
UNI EN 1504-10:2017	Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 10: Applicazione in opera di prodotti e sistemi e controllo di qualità dei lavori
UNI EN 1504-3:2006	Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 3: Riparazione strutturale e non strutturale
UNI EN 1504-6 -7:2007	Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle



	strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 6: Ancoraggio dell'armatura di acciaio. Parte 7: Protezione contro la corrosione delle armature
UNI EN 1504-9:2009	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 1504-10:2017	Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità - Parte 10: Applicazione in opera di prodotti e sistemi e controllo di qualità dei lavori

## 2.6 Aggregati

UNI EN 12620:2008	Aggregati per il calcestruzzo
UNI EN 13043:2004	Aggregati per miscele bituminose
UNI EN 13055:2016	Aggregati leggeri
UNI EN 13139:2003	Aggregati per malta
UNI EN 13242:2008	Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile
UNI EN 13383-1:2003	Aggregati per opere di protezione

### 2.6.1 Metodi di prova aggregati

UNI EN 932-1:1998	Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati. Metodi di campionamento
UNI EN 932-2:2000	Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati - Metodi per la riduzione dei campioni di laboratorio
UNI EN 933-1:2012	Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Parte 1: Determinazione della distribuzione granulometrica - Analisi granulometrica per setacciatura
UNI EN 1367-1:2007	Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati - Determinazione della resistenza al gelo e disgelo
UNI EN 1097-1:2011	Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati
UNI EN 1744-1:2013	Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati - Analisi chimica.



## 2.7 Strutture in acciaio

UNI EN 10025-1:2005	Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali – Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura
UNI EN 10025-2:2019	Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali- Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali
UNI EN 10025-3:2019	Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali – Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato
UNI EN 10025-4:2019	Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali – Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termo meccanica
UNI EN 10025-5:2019	Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali – Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai pe impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica
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 10210-2:2019	Profili 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 saldati formati a freddo per impieghi strutturali di acciai non legati e a grano fine – Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura
UNI EN 10219-2:2019	Profilati cavi saldati formati a freddo per impieghi strutturali di acciai non legati e a grano fine- Parte 2: Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo
UNI EN 10163/1/2/3:2005	Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Parte 1: Requisiti generali – Parte 2: Lamiere e larghi piatti – Parte 3: Profilati
UNI EN ISO 1460:2020	Rivestimenti metallici. Rivestimenti su materiali ferrosi per immersione a caldo. Determinazione gravimetrica della massa per unità di area.
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



### 2.7.1 Bulloni

UNI EN ISO 898-1:2013	Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio – Parte 1: Viti e viti prigioniere con classi di resistenza specificate – Filettature a passo grosso e a passo fine
UNI EN ISO 898-5:2012	Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio al carbonio e acciaio legato – Parte 5: Viti senza testa e particolari simili filettati con classi di durezza specificate – Filettatura a passo grosso e filettatura a passo fine.
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 14399-1:2015	Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico - Parte 1: Requisiti generali
UNI EN 14399-2:2015	Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico - Parte 2: Idoneità al precarico
UNI EN 14399-3:2015	Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico - Parte 3: Sistema HR - Assiemi vite e dado esagonali
UNI EN 14399-4:2015	Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico - Parte 4: Sistema HV - Assiemi vite e dado esagonali
UNI EN 14399-5:2015	Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico - Parte 5: Rondelle piane
UNI EN 14399-6:2015	Assiemi di bulloneria strutturale ad alta resistenza da precarico - Parte 6: Rondelle piane bisellate
UNI EN 14399-7:2018	Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 7: Sistema HR - Assieme vite con testa svasata piana e dado
UNI EN 14399-10:2018	Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato – Parte 10: Sistema HRC – Assiemi vite e dado con serraggio calibrato
UNI EN 14399-9:2018	Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato – Parte 9: Sistema HR o HV – Rondelle con indicazione di carico per assiemi vite e dado
UNI EN 14399-8:2018	Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato – Parte 8: Sistema HV – Assieme vite a testa esagonale con gambo calibrato a caldo
UNI EN ISO 4759-1:2001	Tolleranze per elementi di collegamento – Viti, viti



prigioniere e dadi – Categorie A, B e C.

UNI EN ISO 4759-3:2016

Tolleranze per elementi di collegamento – Parte 3:  
Rondelle per viti e dadi – Categorie A,C e F.

### 2.7.2 Saldature

UNI EN 1011-1:2009

Saldatura - Raccomandazioni per la saldatura di materiali  
metallici- Parte 1: Guida generale per la saldatura ad arco  
Saldatura – Raccomandazioni per la saldatura dei  
materiali metallici – Parte 2: Saldatura ad arco di acciai  
ferritici.

UNI EN 1011-2:2005

UNI EN 1011-3:2019

Saldatura – Raccomandazioni per la saldatura dei  
materiali metallici – Parte 3: Saldatura ad arco degli acciai  
inossidabili

UNI EN ISO 15792-1:2021

Materiali di apporto per saldatura – Metodi di prova – Parte  
1: Saggi di prova per la realizzazione di provette di tutto  
metallo di apporto di saldature di acciaio, nichel e leghe di  
nichel

UNI EN ISO 15792-2:2021

Materiali di apporto per saldatura – Metodi di prova – Parte  
2: Preparazione del saggio di prova per la realizzazione di  
provette di saldature di acciaio eseguite con tecnica a  
singola o a doppia passata.

UNI EN ISO 15792-3:2012

Materiali di apporto per saldatura – Metodi di prova – Parte  
3: Prova per la classificazione dell'attitudine alla saldatura  
in posizione e della penetrazione al vertice dei materiali di  
apporto per le saldature d'angolo

UNI EN ISO 17635:2017

Controllo non distruttivo delle saldature- Regole generali  
per i materiali metallici

UNI EN ISO 10675-1:2022

Controlli non distruttivi delle saldature - Livelli di  
accettazione per il controllo radiografico - Parte 1: Acciaio,  
nichel, titanio e loro leghe

### 2.7.3 Trattamenti anticorrosivi e di pittura

UNI EN ISO 12944-5:2019

Pitture e vernici – Protezione dalla corrosione di strutture  
di acciaio mediante verniciatura – Parte 5: Sistemi di  
verniciatura protettiva

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 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 12944-6:2018	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 28199-1:2021	Pitture e vernici – Valutazione delle proprietà dei rivestimenti in funzione del processo d'applicazione - Parte 1: Terminologia e preparazione dei pannelli di prova.
UNI EN ISO 28199-2:2021	Pitture e vernici – Valutazione delle proprietà dei rivestimenti in funzione del processo d'applicazione - Parte 2: Stabilità del colore, coprenza del processo, ridissoluzione, assorbimento dell'overspay, bagnabilità, tessitura superficiale e macchiettatura.
UNI EN ISO 28199-3:2021	Pitture e vernici – Valutazione delle proprietà dei rivestimenti in funzione del processo d'applicazione - Parte 3: Valutazione visiva di colature, formazione di bolle, crateri e della coprenza.
UNI EN ISO 7784-1:2016	Pitture e vernici – Determinazione della resistenza all'abrasione – Parte 1: Metodo con ruote ricoperte di carta abrasiva e col campione per il test in rotazione
UNI EN ISO 7784-2:2016	Pitture e vernici – Determinazione della resistenza all'abrasione – Parte 2: Metodo con ruote di gomma abrasiva e col campione per il test in rotazione
UNI EN ISO 7784-3:2016	Pitture e vernici – Determinazione della resistenza all'abrasione – Parte 3: Metodo con ruote ricoperte con carta abrasiva e col campione per il test in movimento reciprocante lineare.

## 2.8 Norme relative alle pavimentazioni

UNI 10329:2018	Posa dei rivestimenti di pavimentazione. Misurazione del contenuto di umidità negli strati di supporto cementizi o simili
UNI 8297:2004	Rivestimenti resinosi per pavimentazioni –



	Terminologia
UNI 8298-1:2000	Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Determinazione dell'adesione del rivestimento al supporto
UNI 8298-2:2007	Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Parte 2: Determinazione della resistenza al punzonamento dinamico
UNI 8298-3:2007	Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Parte 3: Determinazione della resistenza al punzonamento statico
UNI 8298-4:2007	Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Parte 4: Determinazione della resistenza agli agenti chimici
UNI 8298-5:2007	Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Parte 5: Determinazione del comportamento all'acqua
UNI 8298-6:2007	Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Parte 6: Determinazione della resistenza all'invecchiamento termico in aria
UNI 8298-8:1986	Edilizia. Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla pressione idrostatica inversa.
UNI 8298-9:2007	Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Parte 9: Determinazione della resistenza all'abrasione
UNI 8298-10:2007	Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Parte 10: Determinazione della resistenza elettrica
UNI 8298-12:2007	Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Parte 12: Determinazione dello spessore
UNI 8298-14:2007	Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Parte 14: Determinazione della lavabilità e della resistenza al lavaggio
UNI 8298-15:2008	Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Parte 15: Preparazione dei provini per la determinazione della massa volumica apparente
UNI 8298-16:2007	Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Parte 16: Determinazione del coefficiente di attrito
UNI 8636:2007	Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Significatività delle caratteristiche
UNI 10966:2007	Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione
UNI EN 14411:2016	Piastrelle di ceramica - Definizioni, classificazione, caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura
UNI EN 12004-1:2017	Adesivi per piastrelle di ceramica – Parte 1 - Requisiti, valutazione e verifica della costanza della prestazione, classificazione e designazione

## 2.9 Norme relative alle fognature e scarichi

Le caratteristiche tecniche, le modalità di posa e di prova di tubazioni, pozzetti e componenti vari del sistema devono essere rispondenti alle prescrizioni della normativa tecnica di settore di seguito elencata.



UNI CEI 70030 Settembre 1998  
UNI EN 752:2017

Impianti tecnologici sotterranei - Criteri generali di posa.  
Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici

UNI EN 12056-2: 2001

Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo.

UNI EN 1825-2: 2003

Separatori di grassi – Scelta delle dimensioni nominali, installazione, esercizio e manutenzione.

### **2.9.1 Sistemi di tubazioni di materia plastica**

UNI EN 13476-1:2018  
UNI EN 13476-2:2020  
UNI EN 13476-3:2020

Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE).

UNI CEN/TS 13476-4:2020

Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 4: Guida per la valutazione delle conformità

UNI EN ISO 1452:2010-12

Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua e per fognature e scarichi interrati e fuori terra in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Parti da 1 a 7.

UNI EN 1329-1:2021

Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e alta temperatura) all'interno della struttura dell'edificio - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Parte 1: Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema

UNI CEN/TS 1329-2:2021

Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Parte 2: Guida per la valutazione della conformità

UNI EN 1401-1:2019

Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.

UNI ENV 1401-2:2020

Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Parte 2: Guida per la valutazione della conformità



UNI ENV 1401-3:2002	Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Guida per l'installazione.
UNI EN 1451-1:2018	Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polipropilene (PP). Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.
UNI CEN/TS 1451-2:2020	Sistemi di tubazioni di materia plastica per lo scarico delle acque (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Polipropilene (PP) - Parte 2: Guida per la valutazione della conformità
UNI EN 1453-1:2017	Sistemi di tubazioni di materia plastica con tubi a parete strutturata per scarichi (a bassa e alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.
UNI CEN/TS 1453-2:2017	Sistemi di tubazioni di materia plastica con tubi a parete strutturata per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Guida per la valutazione della conformità.
UNI EN 1455-1:2002	Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Acrilnitrile – Butadiene – Stirene (ABS). Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.
UNI CEN/TS 1455-2:2012	Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Acrilnitrile-butadiene-stirene (ABS) - Guida per la valutazione della conformità
UNI EN 1519-1:2019	Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polietilene (PE). Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.
UNI CEN/TS 1519-2:2020	Sistemi di tubazioni di materia plastica per lo scarico delle acque (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Polietilene (PE) - Parte 2: Guida per la valutazione della conformità
UNI EN 1565-1:2001	Sistemi di tubazioni di materia plastica per l'evacuazione delle acque di scarico e delle acque usate (a bassa e alta temperatura) all'interno della struttura dell'edificio. Miscele di copolimeri di stirene



	(SAN+PVC). Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.
UNI CEN/TS 1566-2:2012	Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Miscele di copolimeri di stirene (SAN+PVC) - Parte 2: Guida per la valutazione della conformità
UNI EN 1566-1:2000	Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile clorurato (PVC-C). Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.
UNI ENV 1566-2:2012	Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Policloruro di vinile clorurato (PVC- C) - Guida per la valutazione della conformità
UNI CEN/TS 14578:2014	Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua o per scarico e fognatura - Materie plastiche termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) a base di resina poliestere insatura (UP) - Pratiche raccomandate per l'installazione
UNI 10972:2006	Tubi di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) per ventilazione e trasporto interrato di acqua piovane.
UNI EN 12056-1:2001	Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici.
UNI EN 12056-2:2001	
UNI EN 12056-3:2001	
UNI EN 12056-4:2001	
UNI EN 12056-5:2001	
UNI EN 12201-1:2012	Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua, e per scarico e fognature in pressione - Polietilene (PE) - Parte 1: Generalità
UNI EN 12201-2:2013	Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua, e per scarico e fognature in pressione - Polietilene (PE) - Parte 2: Tubi
UNI EN 12201-3:2013	Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua, e per scarico e fognature in pressione - Polietilene (PE) - Parte 3: Raccordi
UNI EN 12201-4:2012	Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua, e per scarico e fognature in pressione - Polietilene (PE) - Parte 4: Valvole
UNI EN 12201-5:2012	Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua, e per scarico e fognature in pressione - Polietilene (PE) - Parte 5: Idoneità allo



UNI CEN/TS 12201-7:2014	scopo del sistema Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua, e per scarico e per fognature in pressione - Polietilene (PE) - Parte 7: Guida per la valutazione della conformità
UNI EN ISO 15874-1:2013	Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Polipropilene (PP) - Parte 1: Generalità
UNI EN ISO 15874-2:2018	Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Polipropilene (PP) - Parte 2: Tubi
UNI EN ISO 15874-3:2022	Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 3: Raccordi. Parte 5. Idoneità all'impiego.
UNI EN ISO 15874-5:2018	
UNI CEN ISO/TS 15874-7:2019	Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Polipropilene (PP) - Parte 7: Guida per la valutazione della conformità.

### **2.9.2 Sistemi di tubazioni di calcestruzzo prefabbricato**

UNI EN 1916:2004	Tubi e raccordi di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali
UNI EN 14844:2012	Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Elementi scatolari
UNI EN 681-1:2006	Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico delle acque. Gomma vulcanizzata;
D.M. 12-12-85	Norme tecniche relative alle tubazioni;
Circolare LL.PP. 27291	Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni;

### **2.10 Norme relative alla sicurezza antincendio**

I prodotti e gli elementi costruttivi impiegati nell'esecuzione di opere per le quali è prescritto il requisito di resistenza al fuoco e reazione al fuoco ai fini della sicurezza antincendio devono essere conformi ai titoli e ai riferimenti delle norme armonizzate europee e alla normativa di recepimento di seguito elencata.

Nella realizzazione di opere di cui sopra devono essere impiegati prodotti ed elementi costruttivi muniti di marcatura CE in conformità all'impiego previsto dalla classificazione e dalle specificazioni tecniche di prodotto.

D.P.R. 1 agosto 2011, n 151	Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi.
-----------------------------	--



D.M. 10 marzo 2005	Ministero dell'Interno. Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio.
UNI EN 13501-1:2018	Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione. Parte 1: Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco.
D.M. 15 marzo 2005	Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo.
D.M. 16 febbraio 2009	Modifiche ed integrazioni al decreto 15 marzo 2005 recante i requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione.
D.M. 16 febbraio 2007	Ministero dell'interno – Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione
Circ. 1968 15 febbraio 2008	Parteti di muratura portanti resistenti al fuoco

## 2.11 Norme e circolari in materia di urbanistica, edilizia ed impianti

D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 e s.m.i.	Testo unico delle disposizioni legislative e regolamenti in materia di edilizia.
D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81	Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
D.Lgs n°127/2016	Norme per il riordino della disciplina in materia di conferenza di servizi, in attuazione dell'articolo 2 della legge 7 agosto 2015, n. 124.
DM 22 gennaio 2008, n 37	Disposizioni in materia di installazione degli impianti all'interno di edifici.
Legge 22 febbraio 2001, n. 36	Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici.
D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462	Regolamento e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche.
Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 194	Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale "pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 222 del 23 settembre 2005



### **3 OBBLIGHI A CARICO DELL'APPALTATORE**

Oltre agli obblighi specifici previsti nel presente documento e/o negli altri documenti contrattuali, l'Appaltatore s'impegna per quanto segue.

#### **3.1 Osservanza delle regole d'arte, leggi, regolamenti e normative**

L'Appaltatore dovrà eseguire a perfetta regola d'arte tutti i lavori necessari alla realizzazione dell'Opera, anche se non espressamente specificati nei documenti contrattuali, o indicati dalla D.L., ottemperando a tutte le normative di legge, decreti e regolamenti nazionali e locali vigenti e/o in vigore dopo l'inizio dei lavori.

L'Appaltatore, sotto la propria esclusiva responsabilità, deve ottemperare a tutte le disposizioni legislative, come pure deve osservare tutti i regolamenti, le norme, le prescrizioni delle competenti autorità in materia di esecuzione dei lavori, di accettazione delle opere e dei materiali, di contratti di lavoro, di sicurezza e di igiene del lavoro, le norme fiscali e qualsiasi altra norma possa comunque interessare l'appalto e la sua esecuzione, assumendo quindi le conseguenti responsabilità civili e penali previste dalla legge.

#### **3.2 Sorveglianza e salvaguardia del cantiere**

L'Appaltatore, in qualità di sorvegliante del cantiere e dei lavori, ne assumerà tutti i rischi nei confronti del Committente fino alla data del collaudo finale delle opere.

Per tutta la durata dei lavori l'Appaltatore avrà l'obbligo di salvaguardare, a sue spese e fino al collaudo finale o presa di possesso da parte del Committente, i materiali e le opere da furti, degrado e danni di qualsiasi natura. In nessun caso, anche se conseguente a cause di forza maggiore, sarà corrisposta alcuna indennità all'Appaltatore a seguito di furti, perdite, avarie e danni provocati a persone, opere, installazioni e materiali. I danni resteranno sempre e comunque a totale carico dell'Appaltatore.

Sono a carico dell'Appaltatore i danni indiretti derivanti da interruzione o ritardi dei lavori, spese di immobilizzazione dei mezzi e dei materiali, mancato guadagno, spese varie, spese generali, la guardiania attiva 24/24h garantita ininterrotta, ecc.

#### **3.3 Trasporto a discarica di materiali di risulta da lavorazioni e gestione rifiuti**

L'Appaltatore deve provvedere a sua totale cura e spese al carico, all'allontanamento dal cantiere e al trasporto a discarica di ogni materiale di risulta, trovante, imballaggio o quant'altro proveniente dalle forniture e/o dalle lavorazioni in appalto di propria competenza, secondo il rigoroso rispetto della normativa vigente in tema di smaltimento dei rifiuti, nonché ad ogni onere conseguente alla gestione degli stessi.

L'Appaltatore deve provvedere a sua totale cura e spese alla continua pulizia dei luoghi di lavoro, all'immediato allontanamento da essi dei rifiuti con accumulo degli stessi ove indicato dalla D.L. o in appositi scarrabili o siti attrezzati, e deve infine procedere al rapido allontanamento dal cantiere dei rifiuti medesimi.

In caso di mancato o ritardato adempimento da parte dell'Appaltatore degli obblighi di cui sopra, il Committente si riserva la facoltà, anche senza preventiva messa in mora, di provvedere direttamente, rivalendosi in danno all'Appaltatore medesimo.

Resta comunque stabilito che ogni onere ed incombenza conseguente a quanto sopra è da intendersi compreso e pienamente remunerato nel corrispettivo forfetario di appalto.



### **3.4 Informazioni proprie dell'Appaltatore**

In qualsiasi momento, anche precedente alla firma del contratto, il Committente si riserva di richiedere all'Appaltatore la propria situazione relativa a:

- Sistema sanitario nazionale;
- Operai e fornitori;
- Regime di amministrazione fiscale;
- Compagnie di assicurazione presso le quali vengono sottoscritte le polizze assicurative previste dal presente Capitolato Speciale d'Appalto;
- Camera di Commercio e Registro Società;
- Istituti previdenziali (INPS, INAIL, Cassa Edile, ecc.).

### **3.5 Incidenti, danni, pregiudizi**

L'Appaltatore è l'unico responsabile delle proprie installazioni, magazzini, spogliatoi, attrezzature, materiali in opera o stoccati all'interno del cantiere. Saranno a carico dell'Appaltatore tutte le riparazioni o sostituzioni qualunque sia la causa che le abbia determinate. L'Appaltatore sarà l'unico responsabile dei lavori e delle forniture. Il collaudo finale dei lavori, e/o gli esiti delle prove non diminuiscono, in alcuna misura, la responsabilità dell'Appaltatore.

L'Appaltatore sarà responsabile dell'osservanza della disciplina di cantiere e dovrà impedirne l'accesso alle persone non autorizzate dalla D.L., dalla Committenza, dal Responsabile dei Lavori o dal Coordinatore della Sicurezza in fase di Esecuzione.

### **3.6 Responsabilità nei confronti degli operai e di terzi**

L'Appaltatore è tenuto alla sorveglianza continua del cantiere al fine di evitare qualsiasi incidente ai lavoratori, anche appartenenti ad altre Imprese, al personale occupato a qualsiasi titolo nel cantiere ed a terzi.

L'Appaltatore sarà responsabile dei danni da chiunque subiti a causa di negligenza nell'esecuzione dei propri lavori o nel comportamento di propri tecnici ed operai. Egli s'impegna a garantire il Committente e la D.L. da ogni azione che potrebbe essere esercitata contro costoro dovuta all'inosservanza di qualunque suo obbligo di legge e contrattuale.

### **3.7 Brevetti – licenze – proprietà riservata**

L'Appaltatore sarà garante, nei confronti del Committente, contro ogni rivendicazione inerente forniture, materiali e procedimenti utilizzati per l'esecuzione dei lavori, che potrebbe essere avanzata da titolari di brevetti, licenze, disegni, modelli, marchi di fabbricazione ecc. L'Appaltatore, se necessario, dovrà ottenere tutte le concessioni, licenze od autorizzazioni necessarie; restano a suo carico le spese per diritti, canoni o indennità conseguenti.

In caso di qualsiasi eventuale azione intrapresa nei confronti del Committente per abusi da parte dell'Appaltatore di brevetti, licenze, disegni, modelli, marchi di fabbrica, ecc, quest'ultimo dovrà sollevare il Committente da tutti i danni e spese conseguenti.

### **3.8 Precauzioni nell'esecuzione dei lavori in prossimità di luoghi abitati, pubblici o aperti al pubblico**

Quando i lavori avvengano in prossimità di luoghi abitati, spazi pubblici o aperti al pubblico l'Appaltatore dovrà provvedere a tutte le misure necessarie, anche se non indicate dalla D.L., per eliminare o ridurre, il più possibile,



qualsiasi pericolo e/o inconveniente (difficoltà di accesso, rumore, fumi, polvere, ecc.) recato ai lavoratori ed al pubblico.

### 3.9 Forniture materie prime e semilavorate

Le bolle di consegna relative alle forniture di materia prime e semilavorate dovranno essere intestate direttamente all'Appaltatore con indirizzo del cantiere e firmate dal rappresentante dell'Appaltatore.

### 3.10 POS "Piano Operativo di Sicurezza" e prescrizioni operative

Il Piano Operativo di Sicurezza dovrà essere redatto e consegnato dall'Appaltatore 15 (quindici) giorni prima dell'inizio dei lavori al Responsabile per la Sicurezza in fase di realizzazione; esso dovrà essere redatto conformemente alle indicazioni riportate sul Piano di Sicurezza e Coordinamento e dovrà tenere conto delle lavorazioni, dei mezzi d'opera, del luogo, di eventuali ostacoli, delle circostanze e dell'interferenza con i mezzi d'opera e le maestranze. Tale piano dovrà contenere anche i metodi e l'organizzazione del cantiere ivi compresi accessi, stoccaggi, pulizie che saranno eseguiti in corso d'opera e all'atto dell'ultimazione dei lavori (indicando la frequenza ed il personale preposto).

Il P.O.S. dell'impresa esecutrice delle demolizioni dovrà contenere specifico Piano delle Demolizioni completo di fasizzazione e cronoprogramma delle varie fasi di lavoro e dovrà contenere altresì relazione tecnica a firma di un tecnico abilitato contenente tutte le verifiche strutturali delle opere provvisorie necessarie alla demolizione.

Si precisa che:

- prima dell'inizio di lavori di demolizione è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e di stabilità delle varie strutture da demolire.
- 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 verifichino crolli intempestivi.
- i lavori di demolizione devono procedere con cautela e con ordine, devono essere eseguiti sotto la sorveglianza di un preposto e condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle eventuali adiacenti.
- la successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, ove previsto, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.

Prescrizioni operative previste dalla normativa vigente:

- la demolizione dei muri effettuata con attrezzature manuali deve essere eseguita servendosi di ponti di servizio indipendenti dall'opera in demolizione.
- è vietato lavorare e fare lavorare gli operai sui muri in demolizione.
- gli obblighi di cui ai precedenti punti non sussistono quando trattasi di muri di altezza inferiore ai due metri.
- il materiale di demolizione non deve essere gettato dall'alto, ma deve essere trasportato oppure convogliato in appositi canali, il cui estremo inferiore non deve risultare ad altezza maggiore di due metri dal livello del piano di raccolta.
  - i canali suddetti devono essere costruiti in modo che ogni tronco imbocchi nel tronco successivo; gli eventuali raccordi devono essere adeguatamente rinforzati.



- l'imboccatura superiore del canale deve essere realizzata in modo che non possano cadervi accidentalmente persone.
- 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.
- ove sia costituito da elementi pesanti od ingombranti, il materiale di demolizione deve essere calato a terra con mezzi idonei.
- durante i lavori di demolizione si deve provvedere a ridurre il sollevamento della polvere, irrorando con acqua le murature ed i materiali di risulta.
- nella zona sottostante la demolizione deve essere vietata la sosta ed il transito, delimitando la zona stessa con appositi sbarramenti.

### 3.11 Rispetto del cronoprogramma

Le lavorazioni dovranno seguire la programmazione descritta e rispettare le tempistiche previste (elaborato 1949\_PFTE\_L0\_ECO\_r006\_13).

Si specifica che:

- le lavorazioni nelle fasi o cantieri operativi dovranno avere inizio e concludersi entro il tempo previsto per le fasi stesse;
- l'appaltatore dovrà comunicare con un preavviso di almeno **XXX giorni (concordare con TMT)** con la data di inizio di ciascuna delle suddette fasi e sottofasi affinché la società TMT provveda ad organizzare gli arrivi e gli ormeggi delle navi secondo la tempistica che ne consegue;
- eventuali variazioni della tempistica dovranno essere comunicate con preavviso minimo di **XXX giorni (concordare con TMT)**.



## **4 PRESCRIZIONI GENERALI, PROVENIENZA, QUALITÀ E PROVE DEI MATERIALI**

A meno che le voci dell'Elenco non ne indichino specificatamente la provenienza, l'Appaltatore può approvvigionare i materiali ovunque lo ritenga opportuno, purché la loro qualità rispetti i requisiti contrattuali, le leggi ed i regolamenti vigenti in materia.

L'Appaltatore è tenuto ad assicurarsi in tempo utile la disponibilità di tutti i materiali necessari al compimento dell'opera.

### **4.1 Prescrizioni generali**

Si fa espressamente presente che eventuali marche di qualsiasi prodotto citato nelle descrizioni di capitolato, come pure nelle singole voci di elenco prezzi, sono puramente indicative e l'Appaltatore potrà porre in opera prodotti corrispondenti per forma, dimensioni, caratteristiche, ecc., anche se prodotti da altre ditte arrecanti altro nome di marca.

Sarà cura del Committente, tramite la D.L., verificare la perfetta corrispondenza tra le caratteristiche tecniche del prodotto citato in capitolato con quello proposto dall'Appaltatore. L'Appaltatore prima di porre in opera qualsiasi prodotto dovrà ottenere l'autorizzazione per iscritto da parte del Committente. Nel caso non abbia ottenuto tale autorizzazione, qualora il Committente non ritenga idonei i succitati prodotti, l'Appaltatore stesso dovrà provvedere a sua cura e spese alla rimozione di quelli posti in opera ed alla sostituzione degli stessi con quelli approvati dal Committente.

Tutti i materiali impiegati di qualsiasi natura dovranno soddisfare alle norme UNI esistenti all'atto dell'esecuzione delle varie categorie di lavoro, anche se non espressamente riportate nel presente Capitolato Speciale d'Appalto parte seconda, o se riportate con classificazioni antecedenti.

L'applicazione dei criteri di misurazione contenuti nelle presenti specifiche d'esecuzione non determina il corrispettivo a corpo di appalto. L'applicazione degli stessi criteri di misurazione è valida soltanto per il controllo della completezza delle opere a cura della D.L. e per la quotazione delle sole varianti in aggiunta o in diminuzione esplicitamente richieste dal Committente.

Il Committente si riserva la facoltà di ordinare l'esecuzione di opere in maggiorazione per le quali sarà stabilito un importo aggiuntivo a corpo determinato sulla scorta delle quantità di computo metrico predisposto dal progettista moltiplicate per i prezzi unitari di contratto. Qualora fosse necessario determinare nuovi prezzi, essi saranno concordati da D.L. ed Appaltatore sulla scorta dei prezzi medi di mercato e/o per similitudine con i prezzi di contratto.

In nessun caso si procederà alla misurazione di qualsiasi tipo di opere provvisionali, ivi compresi i ponteggi e banchinaggi, intendendosi dette opere sempre comprese nei prezzi unitari delle singole voci di prezzo.

### **4.2 Provenienza e qualità dei materiali**

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati.

Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni del Capitolato Generale d'Appalto, artt. 15 e seguenti del D.M. 145/2000.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla D.L.

I materiali proveranno da località o fabbriche che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché corrispondano



ai requisiti di cui sopra.

Quando la D.L. abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Appaltatore dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese dello stesso Appaltatore.

Qualora l'Appaltatore non effettui la rimozione del materiale, nel termine prescritto dalla D.L., il Committente può provvedervi direttamente a spese dell'Appaltatore a carico della quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa in qualche modo derivare dalla rimozione stessa.

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della D.L., l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti qui di seguito fissati.

### **4.3 Prove sui materiali**

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla D.L. o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico dell'Appaltatore.

Per le stesse prove la D.L. provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali dovrà riportare espresso riferimento a tale verbale.

### **4.4 Custodia dei materiali e prodotti**

L'Appaltatore sarà responsabile della custodia di tutti i prodotti e dei materiali fino al collaudo definitivo delle opere e loro sostituzione in caso di danneggiamenti.

### **4.5 Prescrizioni relative ai materiali**

#### **4.5.1 Acqua**

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 14 febbraio 1992 (S.O. alla G.U. n. 65 del 18.03.1992) in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971. Si veda inoltre l'allegato I del D.M. 9 gennaio 1996.

#### **4.5.2 Leganti idraulici**

Dovranno corrispondere, come richiamato dal D.M. 14 febbraio 1992, alla legge 26 maggio 1965 n. 595 (G.U. n. 143 del 10.06.1965).

I leganti idraulici si distinguono in:

- Cementi (di cui all'art. 1 lettera A) - B) - C) della legge 595/1965).
- Agglomerati cementizi e calci idrauliche (di cui all'art. 1 lettera D) e E) della Legge 595/1965).

I cementi dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

- D.M. 3.6.1968 che approva le "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n. 180 del 17.7.1968).
- D.M. 20.11.1984 "Modificazione al D.M. 3.6.1968 recante norme sui requisiti di accettazione e modalità



di prova dei cementi” (G.U. n. 353 del 27.12.1984).

- Avviso di rettifica al D.M. 20.11.1984 (G.U. n. 26 del 31.1.1985).
- D.I. 9.3.1988 n. 126 “Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi”.

Gli agglomerati cementizi e le calce idrauliche dovranno alle caratteristiche tecniche dettate da:

- D.M. 31.8.1972 che approva le “Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche” (G.U. n. 287 del 6.11.1972).

Le calce idrauliche si dividono in:

- calce idraulica in zolle: prodotto della cottura di calcari argillosi di natura tale che il prodotto cotto risulti di facile spegnimento;
- calce idraulica e calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere: prodotti ottenuti con la cottura di marne naturali oppure di mescolanze intime ed omogenee di calcare e di materie argillose, e successivi spegnimento, macinazione e stagionatura;
- calce idraulica artificiale pozzolanica: miscela omogenea ottenuta dalla macinazione di pozzolana e calce aerea idratata;
- calce idraulica siderurgica: miscela omogenea ottenuta dalla macinazione di loppa basica di alto forno granulata e di calce aerea idratata.

L'uso della calce idrata dovrà essere preventivamente autorizzato dalla D.L.

#### 4.5.2.1 Requisiti fisico meccanici

CALCI IDRAULICHE IN POLVERE	RESISTENZE MECCANICHE SU MALTA NORMALE. battuta 1:3 tolleranza 10 %		PROVA DI STABILITA' DEL VOLUME
	Resistenza a trazione dopo 28 giorni di stagionatura	Resistenza a compressione dopo 28 giorni di stagiona- tura	
Calce idraulica naturale o artificiale in polvere	5 kg/cmq	10 kg/cmq	SI
Calce eminentemente idraulica o artificiale	10 kg/cmq	100 kg/cmq	SI
Calce idraulica artificiale pozzolanica	10 kg/cmq	100 kg/cmq	SI
Calce idraulica artificiale siderurgica	10 kg/cmq	100 kg/cmq	SI

È ammesso un contenuto di MgO superiore ai limiti purché rispondano alla prova di espansione in autoclave. Tutte le calce idrauliche in polvere devono:

- lasciare sul setaccio da 900 maglie/cm<sup>2</sup> un residuo percentuale in peso inferiore al 2% e sul setaccio da 4900 maglie/cm<sup>2</sup> un residuo inferiore al 20%;
- iniziare la presa fra le 2 e le 6 ore dal principio dell'impasto e averla già compiuta dalle 8 alle 48 ore del medesimo;
- essere di composizione omogenea, costante, e di buona stagionatura.

Dall'inizio dell'impasto i tempi di presa devono essere i seguenti:

- inizio presa: non prima di un'ora



- termine presa: non dopo 48 ore

#### **4.5.3 Cemento**

Il cemento deve essere sempre di recente preparazione e fornito in sacchetti bene asciutti, o sfuso per essere conservato in silos.

I cementi, da impiegare in qualsiasi lavoro dovranno rispondere, per composizione, finezza di macinazione, qualità, presa, resistenza ed altro, alle norme di accettazione di cui alla legge 26 maggio 1965 n. 595 e al D.M. 31 agosto 1972, e successive modifiche ed integrazioni. Per quanto riguarda composizione, specificazione e criteri di conformità per i cementi comuni, si farà riferimento a quanto previsto dal D.M. 19 settembre 1993 che recepisce le norme unificate europee con le norme UNI ENV 197:2001.

I cementi, gli agglomeranti cementizi e le calci idrauliche in polvere debbono essere forniti o:

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

#### **4.5.4 Agglomerati cementizi**

Per agglomeranti cementizi si intendono i leganti idraulici che presentano resistenze fisiche inferiori o requisiti chimici diversi da quelli che verranno stabiliti per i cementi normali. Essi si dividono in agglomerati cementizi:

- a lenta presa;
- a rapida presa.

Gli agglomerati cementizi in polvere non devono lasciare, sullo staccio formato con tela metallica unificata avente apertura di maglie 0,18 (0,18 UNI 2331), un residuo superiore al 2%; i cementi normali ed alluminosi non devono lasciare un residuo superiore al 10% sullo staccio formato con tela metallica unificata avente apertura di maglia 0,09 (0,09 UNI 2331).

In base all'art. 5 del R.D. n. 2229 del 16 novembre 1939 il cemento deve essere esclusivamente a lenta presa e rispondere ai requisiti di accettazione prescritti nelle norme per i leganti idraulici in vigore all'inizio della costruzione. Per lavori speciali il cemento può essere assoggettato a prove supplementari.

Il costruttore ha l'obbligo della buona conservazione del cemento che non debba impiegarsi immediatamente nei lavori, curando tra l'altro che i locali, nei quali esso viene depositato, siano asciutti e ben ventilati. L'impiego di cemento giacente da lungo tempo in cantiere deve essere autorizzato dalla D.L. sotto la sua responsabilità.

I cementi, gli agglomeranti cementizi e le calci idrauliche in polvere debbono essere forniti o:

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

Se i leganti idraulici sono forniti in sacchi sigillati essi dovranno essere del peso di 25 chilogrammi chiusi con legame munito di sigillo. Il sigillo deve portare impresso in modo indelebile il nome della ditta fabbricante e del relativo stabilimento nonché la specie del legante.

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

- la qualità del legante;
- lo stabilimento produttore;



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

Se i leganti sono forniti in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione, le indicazioni di cui sopra debbono essere stampate a grandi caratteri sugli imballaggi stessi. I sacchi debbono essere in perfetto stato di conservazione; se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, la merce può essere rifiutata.

Se i leganti sono forniti alla rinfusa, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce.

Le calci idrauliche naturali, in zolle, quando non possono essere caricate per la spedizione subito dopo l'estrazione dai forni, debbono essere conservate in locali chiusi o in sili al riparo degli agenti atmosferici. Il trasporto in cantiere deve eseguirsi al riparo dalla pioggia o dall'umidità.

#### **4.5.5 Inerti per conglomerati cementizi**

I materiali inerti per i calcestruzzi e le malte possono essere approvvigionati dall'Appaltatore presso impianti di produzione commerciale, previo accertamento che i materiali stessi siano disponibili con caratteristiche adatte ed uniformi ed in quantità sufficiente.

I materiali inerti devono essere scevri da parti terrose o friabili, sali minerali solubili in acqua e comunque da sostanze dannose; non devono essere gelivi e devono presentare una resistenza meccanica nettamente superiore a quella massima prevista per il calcestruzzo.

I materiali inerti devono essere di norma suddivisi in quattro classi granulometriche, due delle quali per gli elementi inferiori ai 5 mm.

Tutti gli inerti devono, se richiesto dalla D.L., essere sottoposti a sistematiche prove di controllo durante il corso dei lavori e l'Appaltatore deve predisporre gli impianti in modo che sia possibile effettuare, in qualunque momento, prelievi all'uscita dei dosatori. L'Appaltatore è tenuto ad eseguire, con proprio personale ed a proprie spese, tali prelievi, a curarne il trasporto nei Laboratori indicati dalla D.L. ed al pagamento delle prove.

La D.L. indicherà, volta per volta, le modalità da seguire per ottenere campioni rappresentativi dei materiali. L'entità di ciascun campione dipenderà principalmente dal diametro massimo degli elementi la tabella che segue fissa orientativamente il peso minimo del campione a seconda del diametro nominale dell'inerte:

<b>diametro nominale dell'inerte</b>	<b>peso del campione in kg</b>
5 mm	5
20 mm	15
40 mm	30

L'inerte fino, ossia la sabbia naturale o artificiale, è costituito da elementi litoidi aventi dimensioni massime di 5 mm. Il Committente può prescrivere, senza variazioni del prezzo contrattuale del calcestruzzo, che l'inerte fino sia composto da una miscela opportunamente dosata di sabbia naturale e artificiale: in questo caso i due tipi di sabbia devono venire mescolati solo all'atto della loro immissione in betoniera. La forma degli elementi costituenti l'inerte fino deve tendere a quella sferica o cubica; non sono ammessi materiali in cui siano presenti elementi appiattiti in percentuale notevole. L'inerte deve essere duro, scricchiolante al tatto, non alterabile né sfaldabile; non vengono ammesse, in particolare, le sabbie con alta percentuale di mica (in particolare



muscovite).

L'inerte fino deve essere privo di patine aderenti, limo, argille, sostanze carboniose e sostanze estranee in genere; la massima percentuale complessiva in peso di tali sostanze, ammissibile nell'inerte fino, è del 2%.

Devono essere altresì scartate le partite di inerte fino nelle quali venga riscontrata eccessiva presenza di impurità organiche accertate per via colorimetrica con la consueta soluzione limite di paragone.

L'inerte grosso è costituito unicamente da ghiaia naturale, i cui elementi litoidi hanno dimensioni minime di 5 mm.

Non sono considerate soddisfacenti le partite contenenti un'elevata percentuale di elementi aventi forma appiattita o aghiforme.

L'inerte grosso deve essere esente da elementi alterati teneri, friabili e da sostanze nocive quali limo, argilla in zolle, sostanze carboniose e sostanze estranee in genere. La massima percentuale complessiva in peso di tali sostanze, ammissibile nell'inerte grosso è del 2%.

#### 4.5.6 Malta da ripristino

Malta tixotropica per passivare, ripristinare, rasare e proteggere strutture in calcestruzzo armato, ancorare e fissare elementi metallici.

Dati tecnici:

Aspetto	polvere	
Massa volumica apparente	≈ 1300 kg/m <sup>3</sup>	UEAtc
Natura mineralogica aggregato	silicatica-carbonatica	
Intervallo granulometrico	0 – 0,5 mm	EN 12192-1
Conservazione	≈ 6 mesi dalla data di produzione in confezione originale e integra; teme l'umidità	
Confezione	sacchi 25 / 5 kg	
Acqua d'impasto	≈ 4,6 l / 1 sacco 25 kg – ≈ 0,9 l / 1 sacco 5 kg	
Spandimento dell'impasto	140 – 160 mm	EN 13395-1
Massa volumica dell'impasto	≈ 2040 kg/m <sup>3</sup>	
pH dell'impasto	≥ 12,5	
Inizio / Fine presa	≈ 8 – 10 min. (≈ 22 – 25 min. a +5 °C) – (≈ 3 – 4 min. a +30 °C)	
Temperature limite di applicazione	da +5 °C a +40 °C	
Spessore minimo	2 mm	
Spessore massimo per strato	40 mm	
Resa	≈ 17,5 kg/m <sup>2</sup> per cm di spessore	



<b>Caratteristica prestazionale</b>	<b>Metodo di prova</b>	<b>Requisiti richiesti EN 1504-7</b>	<b>Prestazione Geolite 10</b>		
Protezione dalla corrosione	EN 15183	nessuna corrosione	specifica superata		
Adesione per taglio	EN 15184	≥ 80% del valore della barra nuda	specifica superata		
	<b>Metodo di prova</b>	<b>Requisiti richiesti EN 1504-3 classe R4</b>	<b>Geolite 10 Prestazione in condizioni CC e PCC (MPa)</b>		
			<b>-10 °C*</b>	<b>+5 °C</b>	<b>+21 °C</b>
			2 h	> 5	> 10
			4 h	> 3	> 8
			24 h	> 7	> 15
Resistenza a compressione	EN 12190	≥ 45 MPa (28 gg)	7 gg	> 23	> 25
			28 gg	> 30	> 40
				> 40	> 45
			* Temperatura ambiente -10 °C per le prime 12 h e successivamente +5 °C, temperatura supporto e polvere +5 °C		
				<b>+5 °C</b>	<b>+21 °C</b>
			2 h	> 1	> 2
Resistenza a trazione per flessione	EN 196-1	nessuno	4 h	> 3	> 3
			24 h	> 4	> 6
			7 gg	> 5	> 7
			28 gg	> 6	> 8
				> 6	> 8
Legame di aderenza	EN 1542	≥ 2 MPa (28 gg)	> 2 MPa (28 gg)		
Resistenza alla carbonatazione	EN 13295	$d_k \leq$ calcestruzzo di riferimento [MC (0,45)]	specifica superata		



	<b>Metodo di prova</b>	<b>Requisiti richiesti EN 1504-2 (C)</b>	<b>Prestazione Geolite 10</b>
Permeabilità al vapore acqueo	EN ISO 7783-2	classe di riferimento	Classe I: $s_d < 5$ m
Assorbimento capillare e permeabilità all'acqua	EN 1062-3	$w < 0,1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-0,5}$	$w < 0,1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-0,5}$
Forza di aderenza per trazione diretta	EN 1542	$\geq 2$ MPa	$> 2$ MPa
Ritiro lineare	EN 12617-1	$\leq 0,3\%$	$< 0,3\%$
Coefficiente di espansione termica	EN 1770	$\alpha_T \leq 30\cdot 10^{-6}\cdot\text{k}^{-1}$	$\alpha_T < 30\cdot 10^{-6}\cdot\text{k}^{-1}$
Resistenza all'abrasione	EN ISO 5470-1	perdita di peso $< 3000$ mg	specificata superata
Aderenza in seguito a shock termico	EN 13687-2	$\geq 2$ MPa	$> 2$ MPa
Resistenza all'urto	EN ISO 6272-1	classe di riferimento	Class III : $\geq 20$ Nm
Sostanze pericolose		conformi al punto 5.4	
	<b>Metodo di prova</b>	<b>Requisiti richiesti EN 1504-6</b>	<b>Prestazione Geolite 10</b>
Resistenza allo sfilamento delle barre d'acciaio (spostamento in mm relativo a un carico di 75 kN)	EN 1881	$\leq 0,6$ mm	$< 0,6$ mm
Contenuto ioni cloruro (determinato sul prodotto in polvere)	EN 1015-17	$\leq 0,05\%$	$< 0,05\%$
Sostanze pericolose		conformi al punto 5.4	
<b>Caratteristica prestazionale aggregato</b>	<b>Metodo di prova</b>	<b>Requisiti richiesti UNI 8520-22</b>	<b>Prestazione aggregato Geolite 10</b>
Reazione alcali-aggregati	UNI 11504	classe di reattività	NR (non reattivo)

#### 4.5.7 Tessuto in fibra di acciaio per inforzo strutturale

Tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, formato da micro-trefoli di acciaio fissati su una microrete in fibra di vetro per i rinforzi strutturali in accoppiamento a matrici minerali.

Dati tecnici:



**Trefolo 3x2 ottenuto unendo fra loro 5 filamenti, di cui 3 rettilinei e 2 in avvolgimento con elevato angolo di torsione:**

- area effettiva di un trefolo 3x2 (5 fili)	$A_{\text{trefolo}}$	0,538 mm <sup>2</sup>
- n° trefoli/cm		1,57 trefoli/cm
- massa (comprensivo di termosaldatura)		≈ 670 g/m <sup>2</sup>
- carico di rottura a trazione di un trefolo		> 1500 N
- resistenza a trazione del nastro, valore caratteristico	$\sigma_{\text{nastro}}$	> 3000 MPa
- resistenza a trazione per unità di larghezza		> 2,35 kN/cm
- modulo di elasticità normale del nastro, valore medio	$E_{\text{nastro}}$	> 190 GPa
- deformazione a rottura del nastro, valore caratteristico	$\epsilon_{\text{nastro}}$	> 1,5%
- spessore equivalente	$t_f$	≈ 0,084 mm
Confezione		rotoli 50 m (h 30 cm)
Peso 1 rotolo		≈ 24 kg inclusa confezione

Caratteristica prestazionale <sup>1</sup>	Metodo di prova		Prestazioni sistema Geosteel SRG su supporto in calcestruzzo
Tensione limite convenzionale	LG FRCCM (§§ 2.1 – 7.2)	$\sigma_{\text{lim,conv}}$	1827 MPa
Deformazione limite convenzionale	LG FRCCM (§§ 2.1 – 7.1)	$\epsilon_{\text{lim,conv}}$	0,94 %
Modulo elastico del tessuto	LG FRCCM (§§ 2.1 – 7.1.1)	$E_f$	195 GPa
Resistenza a compressione della malta (valore caratteristico)	EN 12190	$f_{c,\text{mat}}$	> 50 MPa (28 gg)
Percentuale in peso delle componenti organiche			< 1%
Permeabilità al vapore acqueo	EN ISO 7783-2		Classe I: $s_d < 5$ m
<b>Condizioni di installazione</b>			
Temperatura massima (aria e superficie)	-	-	< +40 °C
Temperatura minima (aria e superficie)	-	-	> +5 °C
Umidità relativa dell'aria	-	-	ininfluente
Umidità relativa della superficie di incollaggio	-	-	supporto saturo privo di acqua liquida in superficie
<b>Condizioni di esercizio</b>			
Temperatura massima (aria e superficie)	-	-	< +80 °C
Temperatura minima (aria e superficie)	-	-	> -40 °C
Umidità relativa dell'aria	-	-	ininfluente
Contatto con acqua <sup>2</sup>	-	-	occasionale
Reazione al fuoco <sup>3</sup>	Decisione 2000/605/CE	-	Classe A1



#### 4.5.8 Impermeabilizzazione

Malta cementizia bicomponente elastica, di colore grigio, per la protezione di grandi opere in calcestruzzo, soggette ad elevate sollecitazioni.

Il prodotto dovrà rispondere ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-2 rivestimento (C), secondo i principi PI, MC e IR, per la protezione del calcestruzzo e avere le seguenti caratteristiche prestazionali:

Adesione al calcestruzzo secondo EN 1542:

- dopo 28 gg a +20°C e 50% U.R. +21 gg in acqua (N/mm<sup>2</sup>): 1,0

Compatibilità termica ai cicli di gelo-disgelo con Sali disgelanti

(EN 13687-1), misurata come adesione secondo EN 1542 (N/mm<sup>2</sup>): 0,8

Adesione al calcestruzzo secondo EN 1542:

- dopo 7 gg a +20 °C e 50% U.R. +21 gg in acqua (N/mm<sup>2</sup>): 0,6

Elasticità espressa come allungamento (DIN 53504 mod.):

- dopo 28 gg a +20°C e 50% U.R. (%): 30

Crack-bridging statico a -20°C secondo EN 1062-7 espresso come  
larghezza massima della fessura (mm):

Classe A3 (-20 °C)  
(> 0,5 mm)

Permeabilità al vapore acqueo secondo EN ISO 7783-1:

-spessore di aria equivalente S<sub>D</sub> (m):

S<sub>D</sub>= 2,1  
μ= 1160

Impermeabilità all'acqua espressa come assorbimento capillare secondo  
EN 1062-3 (kg/m<sup>2</sup>·h<sup>0,5</sup>):

W < 0,02 Classe III  
(bassa permeabilità all'acqua)  
secondo EN 1062-1

Permeabilità dell'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) secondo EN 1062-6 Metodo B:

- diffusione in spessore di aria equivalente SDCO<sub>2</sub> (m):

> 50

Reazione al fuoco (EN 13501-1) (Euroclasse):

E



## **5 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE LAVORAZIONI**

### **5.1 Ordine di esecuzione dei lavori**

L'Appaltatore è tenuto ad organizzare il lavoro nel modo più adatto a garantire la corretta realizzazione delle opere e comunque secondo quanto eventualmente disposto dalla Direzione Lavori. L'Amministrazione si riserva il diritto di stabilire l'esecuzione di un determinato lavoro entro congruo termine perentorio o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, senza che l'Impresa possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali e/o maggiori compensi. I lavori dovranno comunque essere organizzati in funzione delle scadenze stabilite nel cronoprogramma. Sarà compito della Direzione Lavori pretendere la massima continuità nell'esecuzione dei lavori compatibilmente con il programma contrattuale. In ogni caso dovranno essere rispettate le disposizioni che verranno date al riguardo dalla Direzione Lavori.

### **5.2 Rilievi e verifiche dimensionali – indagini –tracciamenti**

Prima di intraprendere qualsiasi opera si raccomanda di verificare quote e dimensioni delle strutture esistenti. Per la conduzione di verifiche e rilievi l'Appaltatore è tenuto a somministrare a sue cura e spesa, i materiali, il personale e i mezzi necessari all'esecuzione.

Rilievi e indagini per valutare lo stato di degrado degli elementi strutturali sono condotti a cura ed onere dell'Appaltatore su richiesta della D.L.

Il tracciamento delle opere è eseguito dall'Appaltatore. I capisaldi e le livellette eventualmente rimossi o danneggiati nel corso dei lavori dovranno essere immediatamente ripristinati a cura e spese dell'Appaltatore. L'Appaltatore dovrà inoltre attenersi a quelle precise prescrizioni che, riguardo alla forma, dimensioni, numero e qualità dei segnali, saranno disposte dalla D.L.

### **5.3 Prove sui materiali**

Fatto salvo quanto più precisamente indicato nel presente elaborato, il presente articolo indica una serie di prove, peraltro non esaustive, che potranno essere richieste, tutte o in parte, dalla Direzione lavori e/o del Collaudatore. Indicativamente si prevede, per i materiali di maggior consumo, la seguente frequenza di campionamento.

- Calcestruzzo: 1 campione ogni 100 metri cubi;
- Malta da ripristino: 1 campione ogni 100 metri cubi;
- Acciaio: 1 campione ogni 30 t.

In relazione a quanto è prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Impresa sarà obbligata ad effettuare il prelievo dei campioni, sottostando quindi a tutte le spese di prelevamento, confezionamento, invio dei campioni ad Istituto Sperimentale debitamente riconosciuto (ufficiale o autorizzato ai sensi dell'Art. 20 della legge n° 1086/71 e s.m.i.) e successive analisi di laboratorio.

Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione presso l'Istituto Sperimentale fino al collaudo dell'opera, munendoli di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità.

### **5.4 Opere provvisionali**

Le opere provvisionali occorrenti per dare finito a regola d'arte il lavoro nei tempi e secondo le modalità contrattuali saranno eseguite a cura e spese e su iniziativa dell'Impresa, intendendosi i relativi oneri compresi e



compensati nei prezzi di elenco.

Saranno pure a cura e spese dell'Impresa i lavori di smontaggio o demolizione delle opere provvisorie. Nel caso si abbiano a verificare danni o molestie a terzi ed alle proprietà adiacenti alla zona dei lavori, l'Impresa è tenuta al ripristino delle opere danneggiate ed all'eventuale risarcimento dei danni, sollevando l'Amministrazione da ogni e qualsiasi responsabilità ed onere in merito.

## 5.5 Mezzi d'opera

L'Impresa può utilizzare i mezzi d'opera terrestri e marittimi che ritiene più idonei all'esecuzione del lavoro in ottemperanza a tutte le norme e condizioni stabilite nel presente Disciplinare speciale. I mezzi di cui sopra potranno essere integrati secondo le disposizioni della Direzione Lavori al solo fine del raggiungimento degli obiettivi temporali di progetto.

I mezzi marittimi dovranno avere i certificati di idoneità e navigabilità e/o classe in corso di validità ed essere riconosciuti idonei dall'ente tecnico. Spetta al concorrente l'onere di valutare l'eventuale necessità dell'omologazione RINA del mezzo e che i tempi/costi della procedura sono interamente a carico del concorrente.

Si prevede di utilizzare i mezzi per gli interventi di pulizia, ripristino e impermeabilizzazione delle piattaforme componibili su elementi galleggianti con piano di lavoro idoneo (acciaio inox) e vasca di recupero della parte solida e liquida derivante dalle attività previste.

Saranno inoltre previste di tutti gli accessori (teli perimetrali, pompe, sportello stagno per ingresso, mensole stabilizzatrici con martinetti e adeguato sistema d'illuminazione) necessari.

Per le operazioni di idropulizia e idroscarifica sono previste 4 piattaforme con 3 operatori ciascuno.

Per le operazioni di ripristino sono previste 2 piattaforme con 3 operatori ciascuno.

Per le operazioni di impermeabilizzazione sono previste 3 piattaforme con 3 operatori ciascuno.

Per i lavori puntuali e per le zone poco accessibili è prevista 1 piattaforma con 3 operai OTS (operatori tecnici subacquei)

Il contesto di intervento si presenta con condizioni operative difficili conseguenti alla ristrettezza degli spazi sotto impalcato (caratteristiche geometriche illustrate nell'elaborato 1949\_PFTE\_L1\_STR\_t002\_07) e alle condizioni derivanti dal moto ondoso e dalle maree. Le piattaforme di lavoro, illustrate nell'elaborato 1949\_PFTE\_L1\_STR\_t010\_07, dovranno quindi rispettare determinati vincoli operativi:

- Per l'accesso alle aree sotto impalcato, dato che la dimensione delle aperture sulle velette di bordo non può essere ampliata più di quanto già previsto (4 m x 0.76 m) a causa di vincoli strutturali (cfr. elaborato nell'elaborato 1949\_PFTE\_L1\_STR\_t011\_07), il mezzo operativo dovrà essere assemblato sotto impalcato.
- Dato che le travi che costituiscono le piastre prefabbricate hanno intradosso a quota +0.78 m s.l.m.m., il mezzo dovrà avere un basamento sufficientemente basso e affondabile per seguire le variazioni di marea e consentire i tempi di lavoro previsti (su due turni da 6 ore ciascuno)
- Durante i passaggi tra una piastra e l'altra i parapetti dovranno poter essere abbassati / richiusi.

Il mezzo dovrà inoltre essere dotato di teli per la raccolta del materiale demolito e dell'acqua derivante dalle operazioni di idropulizia e idroscarifica che dovranno essere poi portate a smaltimento / trattamento.

Per quanto riguarda i vincoli dettati dal Concessionario si segnala quanto segue:



- Il mezzo dovrà rimanere costantemente sotto impalcato perché non sono disponibili ormeggi in banchina. Per il trasporto degli operai dai passi uomo alla piattaforma si prevede l'impiego di una piccola imbarcazione e per l'accesso all'interno della piattaforma, si prevede una paratoia a tenuta stagna sul parapetto.
- Le aree di cantiere sopra impalcato saranno itineranti per seguire l'andamento delle lavorazioni sotto impalcato e saranno disposte come illustrato nell'elaborato 1949\_PFTE\_L0\_SIC\_t001\_14

I mezzi saranno composti da elementi galleggianti tipo CUBO-DOCK o equivalente, costituiti in ERACLENE BB82 della ENI che ne garantisce la qualità; questo materiale è certificato ed omologato anche per il trasporto di merci pericolose. Il suo alto peso molecolare e la larga distribuzione dei pesi molecolari garantiscono un ottimo bilanciamento tra resistenza all'impatto e all'accatastamento e resistenza allo stress cracking. Tale materiale, inoltre, per la sua particolare struttura chimica è totalmente inattaccabile dagli agenti atmosferici, acqua salata, acidi e sostanze chimiche. Al momento dello stampaggio il Polietilene viene additivato con Anti UV che lo rendono totalmente resistente ai raggi del sole, resiste a temperature da  $-60^{\circ}$  a  $+80^{\circ}$  gradi centigradi, che lo rendono idoneo alla realizzazione di piattaforme di lavoro in qualsiasi ambiente.

Le caratteristiche tecniche degli elementi sono riportate di seguito:

**ELEMENTO SINGOLO:**

- DIMENSIONI (LxLxH): 50 x 50 x 40 cm
- PESO: 6,0 kg
- COLORE STANDARD: azzurro o beige
- COLORE CONNETTORE: nero
- PORTATA: 350 kg/m<sup>2</sup> singolo strato 700 kg/m<sup>2</sup> doppio strato 1050 kg/m<sup>2</sup> triplo strato
- RESISTENZA TEMPERATURA:  $-60^{\circ}$  C /  $+80^{\circ}$  C
- MATERIALE: Polietilene alta densità (HDPE)
- NOME: ENI ERACLENE BB82
- TRATTAMENTO: additivato con anti UV e antidecoloranti

**ELEMENTO DOPPIO:**

- DIMENSIONI (LxLxH): 100 x 50 x 40 cm
- PESO: 10,5 kg
- COLORE STANDARD: azzurro o beige
- COLORE CONNETTORE: nero
- PORTATA: 350 kg/m<sup>2</sup> singolo strato 700 kg/m<sup>2</sup> doppio strato 1050 kg/m<sup>2</sup> triplo strato
- RESISTENZA TEMPERATURA:  $-60^{\circ}$  C /  $+80^{\circ}$  C
- MATERIALE: Polietilene alta densità (HDPE)
- NOME: ENI ERACLENE BB82
- TRATTAMENTO: additivato con anti UV e antidecoloranti

**ELEMENTO SINGOLO BASSO:**

- DIMENSIONI (LxLxH): 50 x 50 x 25 cm
- PESO: 4,5 kg



- COLORE STANDARD: disponibile in diversi colori.
- COLORE CONNETTORE: nero
- PORTATA: 350 kg/m<sup>2</sup> singolo strato 700 kg/m<sup>2</sup> doppio strato 1050 kg/m<sup>2</sup> triplo strato
- RESISTENZA TEMPERATURA: – 60 °C / + 80 °C
- MATERIALE: Polietilene alta densità (HDPE)
- NOME: ENI ERACLENE BB82
- TRATTAMENTO: additivato con anti UV e antidecoloranti

I livelli di affondamento a seconda del peso caricato sono:

Peso (kg)	Affondamento (mm)
0	20
50	70
100	120
150	170
200	220
250	260
300	300
350	350
386	394

La struttura di sostegno del piano di lavoro ipotizzato è costituito da:

- Traversi principali con profili quadri (o equivalenti) in acciaio inox 100x100x5 mm ad interasse 100cm del peso di 15,323 kg/ml
- Montanti laterali con Profili a C in acciaio inox 50x100x50x5mm ad interasse 100cm del peso di 7.15 kg/ml
- Traversi secondari con profili rettangolari (o equivalenti) in acciaio inox 100x50x5 mm ad interasse 150cm del peso di 11,336 kg/ml
- Piano di calpestio e parete laterale con lamiera inox spessore 10mm del peso di 80 kg/mq
- Vasca centrale di raccolta acqua da utilizzare anche come vasca di carico per affondamento della piattaforma costituita da struttura perimetrale con profili rettangolari (o equivalenti) in acciaio inox 100x50x5 mm del peso di 11,336 kg/ml e lamiera inox spessore 10mm del peso di 80 kg/mq
- Mensole reggitelo perimetrale con Profili a C in acciaio inox 40x80x40x5mm del peso di 5.58 kg/ml
- N° 4 martinetti d'angolo per il bloccaggio e stabilizzazione in fase di lavoro

## 5.6 Misura e controllo degli stati di mare durante i lavori

Per assicurare il costante monitoraggio delle aree di cantiere nei confronti delle possibili condizioni di esposizione al moto ondoso, l'Appaltatore è tenuto a prendere visione i bollettini di allerta meteo emessi dagli organi nazionali e regionali della Protezione Civile.

- Monitorare durante il periodo dei lavori l'impatto acustico delle lavorazioni ed, in caso di superamento dei limiti di immissione presso i recettori residenziali o sensibili, predisporre a suo onere barriere mobili antirumore. Non si dovrà prescindere dal fatto che l'ingresso dei mezzi d'opera all'interno del cantiere



dovrà avvenire solo se in buono stato di manutenzione e conformi alle vigenti normative, prestando attenzione ai problemi di tipo acustico con verifica e controllo periodico anche con misure di rumore che andranno a comporre un registro storico delle emissioni rumorose in modo tale da mantenere l'efficienza in termini di prestazioni rispetto ai livelli di emissione;

- Nel corso dei lavori dovrà adottare tutti i provvedimenti atti ad evitare emissione di materiale pulverulento attraverso bagnatura delle piste, dei piazzali, delle strade impiegate dai mezzi d'opera e predisporre un'area attrezzata per il lavaggio delle ruote dei mezzi in uscita dal cantiere compresa la rete di captazione e smaltimento delle acque di lavaggio e predisporre barriere fisiche all'interno delle aree di lavoro per evitare la dispersione delle polveri;
- Utilizzo di mezzi a motore provvisti di sistemi che riducano le emissioni in atmosfera;
- Prestare una adeguata manutenzione a tutti i mezzi, minimizzando il verificarsi di malfunzionamenti o rotture accidentali che possano portare alla fuoriuscita di combustibili e oli. Inoltre tutte le parti a contatto con l'acqua dovranno avere un funzionamento idraulico basato sull'impiego di oli idraulici biodegradabili. Dovranno essere impiegati lubrificanti di parti idrauliche a contatto con acqua definiti "ecologici", ovvero corrispondenti alle Direttive 1980/2000 e 2005/360/CE. In ogni caso le aree di cantiere e di lavoro dovranno essere dotate di panne, salsicciotti e rotoli oleo-assorbenti e di materiale granulare oleo-assorbente che dovrà essere impiegato per tamponare eventuali fuoriuscite. Tali attrezzature dovranno essere scelte in modo da garantirne la loro efficacia e applicabilità in tutti i casi dove si presentino fuoriuscite di oli, idrocarburi, vernici sia sul suolo che in acqua. Appositi kit di assorbimento dovranno essere messi a disposizione di ciascun subcantiere impiegato nelle esecuzioni delle lavorazioni; il materiale eventualmente sversatosi dovrà essere tamponato, raccolto in sacchi big-bag e conferito in apposita discarica. Ulteriori precauzioni dovranno essere adottate anche durante le operazioni di manutenzione, di rifornimenti di carburante, di rabbocco di lubrificanti, di ingrassaggio mezzi; a tal proposito le aree di cantiere presso cui saranno eseguite tali interventi dovranno essere state attrezzate con superfici pavimentate o telonature di protezione ed i depositi di oli e carburante dovranno essere realizzati con strutture prefabbricate dotate di vasca di raccolta degli sversamenti conformi alla normativa ambientale vigente;
- Attuazione di tutti i necessari accorgimenti per il trattamento delle acque residue di cantiere in fase di scarico, ovvero a seconda del carico inquinante presunto, dovranno essere previsti di norma i seguenti trattamenti: decantazione, disoleazione, normalizzazione del ph e flocculazione del materiale solido in soluzione e sospensione. Dovranno essere trattati separatamente eventuali reflui di natura civile originati dai servizi igienici di cantiere e dai servizi igienico assistenziali (mensa, dormitori). Dovranno inoltre essere evitati ristagni o accumuli non impermeabilizzati onde evitare percolazioni nel suolo di acque potenzialmente inquinate. A tal proposito le aree di cantiere in cui saranno previsti tali formazioni di reflui liquidi dovranno essere attrezzate con superfici pavimentate o telonature di protezione ed i depositi di tali reflui saranno realizzati con strutture prefabbricate dotate di vasca impermeabile di raccolta conformi alla normativa ambientale vigente. Dovrà infine essere osservata la raccolta degli oli minerali usati connessi all'impiego di mezzi meccanici e di altri rifiuti liquidi derivanti da processi industriali e rifiuti solidi derivanti dai processi produttivi e/o risultati del processo di realizzazione delle opere e successivamente conferiti nelle discariche di competenza con le procedure previste dalle vigenti normative in materia ambientale;
- Nel corso dei lavori dovrà essere rispettato il piano di raccolta differenziata dei rifiuti a terra



- Durante tutto il corso dei lavori dovranno essere utilizzati tutti gli accorgimenti necessari per evitare la caduta a mare di materiale o acqua derivante dalle lavorazioni di idropulizia/idroscarifica.

## 5.7 Disposizioni ambientali

L'Impresa per lo svolgimento dei lavori, per ogni attività di cantiere e per le operazioni di ripristino dei luoghi dovrà attenersi, ove applicabile, alle disposizioni contenute nella determina di esclusione dall'assoggettamento alla procedura VIA del progetto del 21/12/2012 e nel decreto prot. 325/STA del 24/08/2015 con il quale il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque, ha approvato l'intervento di rimozione dei sedimenti contaminati previsto nel presente progetto, entrambi riportati nell'allegato 1.

L'impresa per lo svolgimento dei lavori dovrà altresì attenersi alle seguenti linee di indirizzo:

## 5.8 Danni di forza maggiore

Eventuali danni alle opere dovuti a causa di forza maggiore devono essere denunciati immediatamente dopo l'evento o comunque in modo che si possa procedere in tempo utile alle opportune constatazioni.

I danni causati da forza maggiore a lavori non misurati, né regolarmente iscritti a libretto, sono a carico dell'Appaltatore.

Per procedere alle constatazioni, in caso di danno, l'esecuzione e le quantità dei lavori, devono risultare da misurazioni, anche provvisorie, o devono essere provate con certezza in altri modi ad esclusione della sola prova testimoniale.

L'Appaltatore deve adottare, in modo tempestivo ed efficace, tutte le misure preventive atte ad evitare tali danni e in caso, tutti i provvedimenti necessari alla loro immediata eliminazione.

L'eventuale compenso spettante per i danni sarà limitato all'importo dei lavori necessari per riparare i guasti, applicando ai valori i prezzi di contratto. L'Appaltatore non può sospendere o rallentare l'esecuzione dei lavori, tranne in quelle parti che dovessero rimanere danneggiate sino a che non sia stato eseguito l'accertamento dei fatti.

Nessun compenso è dovuto per danni prodotti da forza maggiore, quando essi siano imputabili anche alla negligenza dell'Appaltatore o delle persone delle quali è tenuto a rispondere, che non abbiano osservato le regole d'arte o le prescrizioni della D.L.

## 5.9 Danni ad opere di terzi

L'Appaltatore deve ripristinare a propria cura e spese ogni opera, manufatto od impianto eventualmente danneggiato durante l'esecuzione delle lavorazioni di propria competenza.

## 5.10 Prescrizioni relative alla gestione del cantiere

### 5.10.1 Sviluppo e programma dei lavori

In linea generale l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale purché, a giudizio della D.L., ciò non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi del Committente.

È onere dell'Appaltatore redigere il programma esecutivo dei lavori e condurre le lavorazioni nel modo più opportuno, secondo quanto pianificato. Il programma esecutivo dei lavori deve essere preventivamente



approvato dalla D.L.

Il Committente si riserva a ogni modo il diritto di fissare all'Appaltatore i punti dove devono di preferenza avere inizio i lavori, concentrati in mezzi d'opera, a seconda delle diverse circostanze e di quanto possa essere richiesto dal pubblico vantaggio.

Il Committente si riserva inoltre il diritto di stabilire l'esecuzione di un determinato lavoro entro un congruo termine perentorio, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

L'Appaltatore è tenuto a condurre i lavori in modo tale da eseguire sempre tratti completi e funzionali, con l'avvertenza che i lavori eseguiti in eccedenza alle previsioni di progetto, qualora determinassero il superamento delle somme contrattuali, non saranno contabilizzati. L'Appaltatore provvederà ai preparativi e alle provviste necessarie all'esecuzione delle opere nei modi e nei tempi stabiliti nei documenti di contratto.

### **5.10.2 Installazione di cantiere**

L'Appaltatore deve completare l'impianto del cantiere entro e non oltre il termine stabilito dai documenti di contratto. Secondo i termini stabiliti dal cronoprogramma, prima di dare inizio ai lavori, l'Appaltatore deve sottoporre all'approvazione della D.L. il piano di sviluppo degli stessi e tutti gli elaborati progettuali di programmazione, verifica e cantierizzazione previsti dalla normativa vigente e dai documenti di contratto.

### **5.11 Pulizia e protezione dei manufatti durante il cantiere**

L'Appaltatore è responsabile della custodia di tutte le forniture, i materiali, i manufatti, prima e dopo il loro impiego, di tutte le lavorazioni eseguite sino al collaudo definitivo dell'Opera. In caso di danneggiamenti la sostituzione dei materiali o manufatti, e il rifacimento dei lavori eseguiti sono a carico ed onere dell'Appaltatore. L'Appaltatore è tenuto a:

- provvedere alla movimentazione, accatastamento e protezione dei materiali e dei manufatti nell'ambito del cantiere;
- mantenere nelle aree di lavoro massimo ordine e pulizia;
- eseguire la pulizia quotidiana delle aree interessate alle lavorazioni ed accatastare i materiali di rifiuto o di risulta in container, su aree indicate dalla D.L.;
- mantenere pulite le aree utilizzate per l'accatastamento dei materiali e dei rifiuti;
- fornire, posare e successivamente smantellare idonei rivestimenti protettivi provvisori delle opere eseguite per evitare ogni e qualsiasi danneggiamento alle opere stesse;
- predisporre, fino alla consegna dei lavori, tutte le opere provvisorie atte ad impedire l'accesso e l'utilizzo delle aree finite al personale di cantiere non autorizzato.

### **5.12 Verifiche dimensionali in sito e dello stato dei luoghi**

#### **5.12.1 Verifiche e rilievi propedeutici alle lavorazioni e forniture**

Prima dell'inizio delle lavorazioni o della posa in opera di materiali e manufatti, sarà cura dell'Appaltatore verificare che le condizioni ambientali del cantiere non comportino rischi di compromissione delle opere o rischi di degrado dei materiali e delle finiture. L'Appaltatore deve, inoltre:

- controllare le strutture esistenti e i supporti sulle quali devono essere installati i manufatti e le finiture;
- verifiche sullo stato dei luoghi mediante rilievi topografici;



- effettuare verifiche dimensionali sui calcestruzzi, acciai ecc. e rilievi di dettaglio;
- effettuare verifiche di resistenza dei materiali;
- verificare la presenza di eventuali fuori piombo e/o squadra;
- controllare la corrispondenza delle opere e delle predisposizioni agli elaborati costruttivi approvati dalla D.L.

Tale ispezione deve essere eseguita tempestivamente affinché gli eventuali lavori di ripristino siano realizzati in tempo utile al rispetto del programma lavori. Le risultanze di ogni verifica devono essere verbalizzate e presentate alla D.L. Restano comunque a carico dell'Appaltatore le maggiorazioni degli oneri per compensare eventuali carenze o difformità delle opere eseguite alle prescrizioni progettuali, normative e di buona tecnica.

### **5.12.2 Elaborati costruttivi**

L'Appaltatore deve provvedere alla redazione di elaborati di cantierizzazione integrativi, officina, taglio, assemblaggio e montaggio costituenti interfaccia fra il progetto esecutivo e la costruzione delle opere. Gli elaborati di cantierizzazione, sottoscritti dall'Appaltatore e da un tecnico abilitato ai sensi di legge devono essere sottoposti all'approvazione del direttore dei lavori.

Gli elaborati devono descrivere compiutamente tutti i componenti e le lavorazioni.

In linea generale, fatto salvo specifici elaborati previsti dai documenti contrattuali, il progetto costruttivo deve comprendere:

- il dimensionamento di dettaglio di tutti i componenti di progetto;
- modalità di trasporto, montaggio e assemblaggio dei componenti di progetto;
- calcoli e dettagli degli elementi strutturali e di finitura che dimostrino la conformità delle opere da realizzare con i carichi accidentali (statici e dinamici) dovuti ad elementi ed impianti secondo le indicazioni riportate nel progetto;
- eventuali integrazioni del progetto esecutivo coerenti con il progetto architettonico ed impiantistico necessarie per la realizzazione del progetto;
- disegni costruttivi quotati completi di ingombri e pesi negli assetti di trasporto e di servizio, caratteristiche geometriche, sigle di identificazione;

Le piante, le sezioni e i particolari costruttivi devono essere rappresentati in scala adeguata.

Gli elaborati devono essere prodotti in tre copie su supporto cartaceo e magnetico, secondo le disposizioni e le codifiche impartite dalla D.L. o dai documenti contrattuali.

### **5.12.3 Elaborati as-built**

Al termine dei lavori l'Appaltatore è tenuto alla redazione degli elaborati di fine cantiere, elaborati as-built, nei quali devono essere dettagliatamente descritte tutte le modifiche apportate al progetto esecutivo/costruttivo e le diverse soluzioni esecutive che si siano rese necessarie durante l'esecuzione dei lavori.

Le piante, le sezioni e i particolari costruttivi devono essere rappresentati in scala adeguata.

Gli elaborati devono essere prodotti in tre copie su supporto cartaceo e magnetico, secondo le disposizioni e le codifiche impartite dalla D.L. o dai documenti contrattuali.

## **5.13 Demolizioni e rimozioni**

Il presente capitolo descrive e definisce le modalità di esecuzione delle opere di demolizioni e rimozioni delle



strutture e dei manufatti esistenti. I materiali o i manufatti per i quali è previsto il riuso o il ripristino in opera devono essere rimossi, puliti e accatastati prima di essere nuovamente impiegati. I materiali di risulta devono essere smaltiti secondo le disposizioni impartite dal presente Capitolato.

L'Appaltatore non può dare inizio ai lavori di demolizione o rimozione senza il preventivo benestare della D.L. la quale, a suo insindacabile giudizio, stabilisce se le demolizioni debbano essere effettuate per elementi completi o per campioni dei quali fissa le dimensioni.

La D.L. ha inoltre la facoltà di ordinare la rimozione preventiva e l'accatastamento in cantiere di elementi accessori da conservare. Sono addebitati all'Appaltatore tutti i danni causati dalla negligenza od incuria nell'esecuzione delle lavorazioni.

Tutti gli elementi residui di cui non sia ordinata la rimozione preventiva, possono essere demoliti unitamente alle strutture.

Le opere di demolizione sono comprensive degli oneri di carico, trasporto, scarico e smaltimento dei materiali di risulta.

### **5.13.1 Prescrizioni generali**

Prima di dare inizio alle demolizioni l'Appaltatore deve procedere ad una diligente ricognizione delle strutture, così da poter accuratamente programmare le modalità e la successione dei lavori.

Il comportamento delle strutture nelle fasi di demolizione deve essere attentamente valutato in relazione al loro stato di conservazione e alle condizioni di sollecitazione e di vincolo.

Sotto la piena ed esclusiva responsabilità dell'Appaltatore le opere di rimozione e demolizione devono essere condotte adottando tutte le precauzioni e tutte le misure atte a prevenire infortuni alle persone, danni alle strutture da conservare o danni a costruzioni, opere, impianti di proprietà del Committente e di terzi.

L'Appaltatore deve di conseguenza porre in opera tutte le protezioni, sbadacchiature, rinforzi e puntelli necessari ad assicurare l'incolumità di cose e persone, compresi sbarramenti e segnalazioni atte ad isolare le zone interessate dai lavori. L'Appaltatore deve compiere i lavori di demolizione procedendo gradualmente dall'alto verso il basso; non è consentito l'abbattimento di grandi fronti di muratura né la caduta libera dei materiali da notevole altezza. Le demolizioni devono essere limitate alle parti ed alle dimensioni stabilite dalla D.L. Qualora per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni venissero danneggiate altre parti od oltrepassati i limiti fissati, le opere danneggiate o indebitamente demolite devono essere ricostruite a spese dell'Appaltatore.

In ogni fase di lavorazione deve essere condotta nel rispetto delle seguenti indicazioni:

- l'uso degli apparecchi mobili e portatili è consentito solo a personale addestrato e a conoscenza dei possibili rischi durante l'uso;
- i posti di passaggio e di lavoro devono essere mantenuti sgombri da materiali e puliti frequentemente;
- prima dell'inizio dei lavori è obbligatorio valutare le possibili interferenze delle operazioni di cantiere con le linee elettriche di rete;
- prima dell'inizio dei lavori deve essere effettuata la costruzione dei quadri elettrici di cantiere a norma;
- l'Appaltatore ha l'obbligo di impartire istruzioni al personale presente in cantiere in merito alle priorità di smontaggio, ai sistemi di stoccaggio, accatastamento e conservazione degli elementi rimossi;
- durante lo svolgimento delle fasi di lavoro su scale, gli utensili e le attrezzature non utilizzate devono essere custodite in guaine o assicurate in modo da impedirne la caduta;
- le aree per il deposito del materiale di risulta e di quello in arrivo devono essere segnalate con appositi



nastri;

- tutti gli addetti ai lavori devono sempre indossare i dispositivi di protezione individuale.

In ogni caso l'Appaltatore deve rispettare integralmente tutte le norme vigenti in materia di sicurezza sull'ambiente di lavoro e tutto quanto specificatamente indicato nel piano di sicurezza.

Sono inoltre a carico della ditta appaltante:

- l'esecuzione di tutte le opere provvisorie di puntellazione, passerelle, protezioni, ecc. e quanto altro necessario allo svolgimento dei lavori in condizioni di assoluta sicurezza;
- tutti gli oneri e magisteri necessari per dare le opere perfettamente idonee alle successive opere di ricostruzione;
- tutti gli oneri conseguenti al fatto di dover operare al di fuori dei normali orari di lavoro ed eventualmente in giornata festiva;
- tutte le opere di impermeabilizzazione provvisoria necessarie ad evitare infiltrazioni d'acqua all'interno del fabbricato durante lo svolgimento dei lavori;
- eventuali spostamenti di materiali.

È assolutamente vietato gettare dall'alto i materiali in genere, essi devono essere trasportati e guidati in basso con mezzi idonei.

È vietato sollevare polvere, se necessario, è onere dell'Appaltatore provvedere alla bagnatura dei materiali di risulta.

#### **5.13.1.1 Disposizioni antinfortunistiche**

Nel corso dei lavori devono essere osservate le direttive europee in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro con particolare riferimento alla direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei e mobili. In ogni caso devono essere rispettate tutte le prescrizioni previste dalla normativa vigente in materia di sicurezza all'atto dell'esecuzione dell'opera.

#### **5.13.2 Modalità di esecuzione**

Le demolizioni fuori acqua, sia in rottura che parziali o complete, comprese le demolizioni degli allestimenti di banchina esistenti, quali bitte, anelloni, scalette, etc, dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue strutture, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi o disturbo. L'Impresa deve, inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature ed ancoraggi per sostenere le parti da preservare ed operare in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi impiegare utilmente, sotto pena di rivalsa di danni a favore dell'Amministrazione appaltante.

Durante le demolizioni l'appaltatore dovrà prendere ogni precauzione e provvedimento volto ad evitare che i materiali di risulta delle demolizioni cadano in acqua. In caso contrario l'appaltatore è tenuto, a sua cura e spese, a provvedere al salpamento del materiale caduto in acqua senza che per questo possa pretendere alcun compenso. Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte.

Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e a spese dell'appaltatore, senza alcun compenso, ricostruite e messe in ripristino le parti indebitamente demolite.

Per ogni manufatto da demolire la D.L. fisserà all'Impresa la sezione tipo di demolizione che potrà essere eseguita in una o più fasi successive, secondo i casi e le disposizioni che è facoltà insindacabile della D.L. di



adottare all'atto esecutivo, senza che l'Impresa possa comunque avanzare eccezioni o riserve.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei lavori, devono essere opportunamente scalcinati, puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nello scalcinamento, sia nel trasporto, sia nel loro assestamento e per evitarne la dispersione. I materiali di risulta delle demolizioni e rimozioni in genere, nei limiti ritenuti idonei dalla Direzione dei Lavori, dovranno essere, con carattere di priorità, portati a riempimento della zona di rinterro indicata nei disegni di progetto, e spianati alle quote prestabilite. La parte di materiale non ritenuta idonea o eccedente la quantità necessaria sarà portata a cura e spese dell'Impresa alle discariche che l'Impresa stessa avrà cura di provvedersi.

Per le demolizioni sia fuori acqua che in acqua non è consentito l'impiego di cariche esplosive micro ritardate. Tutte le demolizioni dovranno comunque attuarsi con l'osservanza delle norme cautelative che saranno impartite sia dalle Autorità competenti sia che da quelle Marittime.

I mezzi d'opera sia terrestri che marittimi che verranno utilizzati dall'Impresa per l'esecuzione delle demolizioni e rimozioni, dovranno limitare al minimo l'operatività delle aree operative del Terminal.

### **5.13.3 Realizzazione di aperture sulle velette di bordo**

Realizzazione dell'apertura per il passaggio dei natanti impiegati per gli interventi all'intradosso dell'impalcato, attraverso il taglio della veletta di bordo per un riquadro di cm 400x76 ed il successivo ripristino al termine dell'intervento, compreso:

- approntamento dell'attrezzatura per l'esecuzione del taglio orizzontale e di n. 3 tagli verticali;
- l'ancoraggio preliminare delle strutture e la successiva movimentazione con idoneo mezzo di sollevamento;
- la ripresa ed il trasporto a discarica o a centro di recupero del materiale demolito;
- la fornitura e posa dei ferri d'armatura per il ripristino della veletta ancorati in resina alla struttura esistente;
- il montaggio e lo smontaggio dei casseri metallici per il getto delle velette ancorati alle strutture di banchina esistenti;
- fornitura ed il getto di cls. della classe di resistenza C35/ 45, classe di esposizione XS3, classe di consistenza S5 per il pristino delle velette.

Il tutto realizzato da mare con l'impiego di motopontone provvisto di idoneo mezzo di sollevamento e quant'altro necessario per dare l'opera conclusa e finita.

### **5.13.4 Demolizione di pavimentazione in conglomerato bituminoso**

La demolizione di pavimentazioni in conglomerato bituminoso deve essere realizzata mediante specifiche attrezzature fresatrici.

La fresatura della sovrastruttura stradale per la parte 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. Le attrezzature dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate secondo la "direttiva macchine", D.P.R. 24/7/1996 n° 459. La superficie dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati. L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti dal Progetto. Qualora questi dovessero risultare inadeguati a contingenti situazioni in essere e comunque diversi per difetto o per eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Appaltatore è tenuto a darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di



scarifica. Il rilievo dei nuovi spessori deve essere effettuato in contraddittorio. Particolare cura e cautela deve essere rivolta alla fresatura della pavimentazione su cui giacciono coperchi o prese dei sottoservizi, la stessa Impresa avrà l'onere di sondare o farsi segnalare l'ubicazione di tutti i manufatti che potrebbero interferire con la fresatura stessa. Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito. Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature. Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso. La ditta Appaltatrice dovrà essere in regola e attenersi a tutte le disposizioni a norma di legge vigente in materia di trasporto dei materiali di rifiuto provenienti dai cantieri stradali o edili.

### **5.13.5 Realizzazione di fori e aperture sulle piastre prefabbricate**

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, smorzatori sismici, 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.

## **5.14 Interventi di ripristino strutturale**

### **5.14.1 Descrizione degli interventi**

Si individuano **3 tipologie di interventi** in funzione del livello di degrado:

- Intervento di tipo 1, essenzialmente di tipo preventivo / protettivo, applicato su tutte le superfici, comprese le zone non degradate, costituito da:
  - idropulizia della superficie dell'intera piastra, con le seguenti caratteristiche:
    - uso di ugelli a 1 testina rotante
    - pressione 450 bar
    - distanza dalla superficie di pulizia 15cm
    - consumo d'acqua 15l/min
  - Impermeabilizzazione della superficie mediante:
    - malta cementizia bicomponente elastica.
  
- Intervento tipo 2, applicabile alle zone degradate ma senza significative perdite di sezione resistente dell'armatura, costituito da:
  - Martellinatura delle travi per rimozione delle parti più ammalorate con evidenti segni di distacco del copriferro



- Idroscarifica leggera localizzata del copriferro in prossimità delle zone ammalorate, con le seguenti caratteristiche:
  - uso di ugelli a 2 testine rotanti
  - pressione 1800 bar
  - distanza dalla superficie di pulizia 5cm
  - consumo d'acqua 25l/min
- Rimozione totale dai ferri d'armatura dell'eventuale ruggine presente.
- Ciclo di passivazione delle barre d'armatura esposte e ripristino del copriferro mediante prodotto unico: malta minerale certificata, eco-compatibile, a base di legante a reazione cristallina, per la passivazione, ripristino, rasatura e protezione monolitica di strutture in calcestruzzo degradato.  
In alternativa si può utilizzare:
  - per la passivazione delle barre d'armatura: protezione anticorrosione: boiaccia cementizia contenente fumi di silice, polimero-modificata
  - per il ripristino del copriferro: malta minerale certificata, eco-compatibile, a base di legante a reazione cristallina
- Intervento tipo 3, applicabile alle zone in cui è necessario ripristinare la capacità portante dell'elemento strutturale parzialmente compromessa dalla perdita di sezione resistente delle armature corrose.
  - Martellinatura delle travi per rimozione delle parti più ammalorate con evidenti segni di distacco del copriferro
  - Idroscarifica profonda localizzata del copriferro in prossimità delle zone ammalorate, con le seguenti caratteristiche:
    - uso di ugelli a 2 testine rotanti
    - pressione 2100 bar
    - distanza dalla superficie di pulizia 5cm
    - consumo d'acqua 25l/min
  - Rimozione totale dai ferri d'armatura dell'eventuale ruggine presente.
  - Applicazione primo strato di malta tixotropica e contestuale trattamento dei ferri di armatura (passivazione), mediante utilizzo di malta tixotropica sp. 3-5 mm.  
In alternativa si può utilizzare:
    - per la passivazione delle barre d'armatura: protezione anticorrosione: boiaccia cementizia contenente fumi di silice, polimero-modificata
    - per il primo strato di malta: malta minerale certificata, eco-compatibile, a base di legante a reazione cristallina
  - Posa del tessuto in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, avendo cura di garantire una completa impregnazione del tessuto.
  - Ancoraggio delle estremità del tessuto in fibra d'acciaio tramite arrotolamento del tessuto e inghisaggio delle code all'interno dei fori precedentemente realizzati con adesivo minerale epossidico o placcaggio con elementi metallici installati con adesivo minerale epossidico.
  - Esecuzione secondo strato di malta tixotropica, mediante utilizzo di malta tixotropica sp. 5-8 mm.



- Ripristino del coprifermo mediante:
  - malta minerale certificata, eco-compatibile, a base di legante a reazione cristallina, per la passivazione, ripristino, rasatura e protezione monolitica di strutture in calcestruzzo degradato

### 5.14.2 Idropulizia e idroscarifica

L'asportazione del calcestruzzo incoerente o degradato avverrà mediante preliminare martellinatura delle travi per rimozione delle parti più ammalorate con evidenti segni di distacco del coprifermo. Successivamente sarà eseguito un trattamento di idropulizia finalizzata a rimuovere qualsiasi traccia di sporco e difetti minori e a preparare le superfici all'applicazione del trattamento protettivo di impermeabilizzazione.

Come riportato nella UNI EN 1504-10 punto A.3.2.1:

#### A.3.2 Preparazione del calcestruzzo (punto 7.2)

##### A.3.2.1 Pulitura (punto 7.2.2)

Lo scopo della pulitura è rimuovere la polvere, il materiale incoerente e i contaminanti in modo da migliorare l'aderenza tra la superficie pulita del substrato e il materiale da applicare. Sono metodi efficaci la pulitura a getto d'acqua, con acqua in pressione, la pulitura ad aria compressa pulita o l'aspirazione mediante vuoto.

Quando contaminanti sono presenti sulla superficie o sono penetrati sotto la superficie, può rendersi necessario rimuoverli utilizzando metodi per esempio che comportano l'utilizzo di solventi o la pulitura con vapore.

I cloruri e gli altri contaminanti possono essere rilevati mediante riferimento al campionamento in sito e ad analisi chimiche della EN 14629 per il tenore di cloruri e della BS 1881 parte 124 per altre analisi chimiche.

I contaminanti inglobati nella superficie possono comprendere tiranti, chiodi e legname.

La pulitura delle superfici di calcestruzzo senza rimozione del calcestruzzo è normalmente effettuata con pressioni dell'acqua fino a 18 Mpa.

L'idrodecapaggio a pressione elevata è utilizzato per la pulitura o la rimozione superficiale del calcestruzzo fino a una profondità di 2 mm. Membrane, residui di asfalto, marcature colorate e croste sono altri esempi di materiali che possono essere rimossi.

Le fessure e i giunti possono essere puliti con getto d'acqua, flusso d'acqua o aria compressa.

Quando si utilizza aria compressa, si deve prestare attenzione che l'aria sia pulita e non contaminata il substrato con olio.

L'asportazione del calcestruzzo degradato sarà completata mediante idrodemolizione per superfici orizzontali, superfici verticali o intradosso d'impalcato, adottando tutte le precauzioni necessarie ad evitare il danneggiamento delle strutture superstite.

Come riportato nella UNI EN 1504-10 punto A.3.2.2 e A.3.2.3:

##### A.3.2.2 Martellinatura (punto 7.2.3)

La martellinatura si utilizza per la rimozione del calcestruzzo fino a una profondità di 15 mm, e fornisce una superficie a tessitura ruvida che favorisce buone qualità di aderenza per un nuovo strato di malta o di calcestruzzo gettato o proiettato sul calcestruzzo originario.

##### A.3.2.3 Rimozione del calcestruzzo (punto 7.2.5)

L'entità della rimozione dovrebbe tenere conto dei fattori pertinenti e dell'eventuale necessità di fornire una copertura incontaminata su tutti i lati dell'armatura.

Le considerazioni strutturali possono limitare la portata della rimozione.

Dove devono essere utilizzati i metodi 7.3, 7.5 e 10.1, dovrebbero essere rimossi il calcestruzzo alveolato o delaminato, i rivestimenti superficiali e le precedenti riparazioni con resistività inaccettabilmente elevata. Per questi metodi, non è necessario rimuovere il calcestruzzo sano originario dall'armatura circostante.

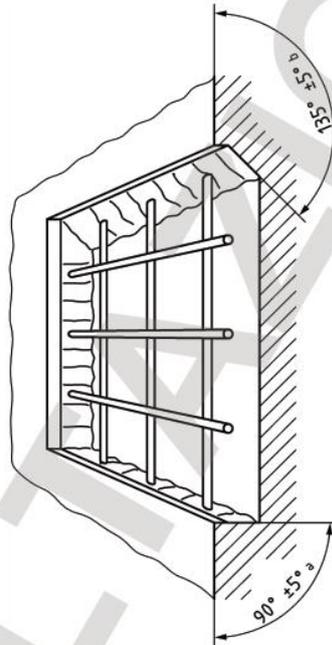
Dovrebbero essere rimossi, dove possibile, i frammenti di tiranti metallici, i chiodi e gli altri detriti metallici inglobati nel calcestruzzo.

I bordi dove è stato rimosso il calcestruzzo dovrebbero essere tagliati con un angolo minimo di 90° per evitare sottosquadri, e con un angolo massimo di 135° per ridurre la possibilità di distacco dalla superficie superiore del calcestruzzo sano adiacente, e dovrebbero essere irruviditi in misura sufficiente per fornire una chiave meccanica tra il materiale originario e il prodotto di riparazione.



figura A.1 Rimozione del calcestruzzo

- Legenda  
a Angolo minimo  
b Angolo massimo



Se è presente corrosione sulla circonferenza del ferro di armatura che è esposto dopo la rimozione del calcestruzzo danneggiato, può essere necessario aumentare la profondità della rimozione per scoprire l'intero ferro in base alle specifiche di riparazione. Il giuoco attorno all'armatura e la distanza minima tra il ferro di armatura e il substrato restante dovrebbe essere almeno uguale al maggiore dei due valori seguenti 15 mm o la dimensione massima dell'aggregato del materiale di riparazione aumentato di 5 mm, al fine di consentire una compattazione adeguata. Il calcestruzzo contaminato da cloruri dovrebbe essere rimosso su tutti i lati dell'armatura per un minimo di 20 mm.

Se non vi è corrosione sull'armatura, il calcestruzzo contaminato da cloruri e/o carbonatato può rimanere se si utilizzano metodi elettrochimici o se il calcestruzzo è sufficientemente asciutto.

Nella rimozione termica e meccanica del calcestruzzo, possono prodursi microfessure nel calcestruzzo lasciato in opera. Lo strato contenente microfessure dovrebbe essere rimosso mediante pulitura a getto d'acqua o acqua in pressione con o senza abrasivo oppure dovrebbe essere trattato per ripristinarne l'integrità se la resistenza a trazione della superficie non è sufficiente per i prodotti e sistemi da applicare. Se si utilizzano processi termici per rimuovere il calcestruzzo, l'introduzione del calore deve essere attentamente controllata per evitare danni, e in caso di danni, deve essere attuata una rimozione ulteriore del calcestruzzo contaminato con altri mezzi.



Il getto d'acqua è un modo veloce ed efficace per rimuovere il calcestruzzo. Il getto d'acqua selettivo è un metodo che riduce al minimo l'asportazione di calcestruzzo sano. Questa procedura può essere utilizzata se è eseguita con attrezzature dotate di prestazioni note. Non si sviluppano microfessure e il calcestruzzo contaminato è rimosso selettivamente lasciando intatto il calcestruzzo sano. La selezione si effettua attorno a una profondità di rimozione media. I requisiti da soddisfare consistono nell'operare la selezione tra il calcestruzzo sano e quello non sano, nel rimuovere il calcestruzzo senza lasciare ombre e lasciando solo una piccola quantità di rilievi modesti sotto l'armatura, e nell'eseguire il lavoro senza produrre cavità. È possibile la rimozione a una profondità minima generalmente predeterminata, ma, dove il calcestruzzo è localmente debole, la profondità della rimozione è maggiore.



L'idropulizia della superficie dell'intera piastra avrà le seguenti caratteristiche:

- uso di ugelli a 1 testina rotante
- pressione 450 bar
- distanza dalla superficie di pulizia 15cm

L'idroscarifica leggera (circa 3 cm o comunque fino a completa rimozione del calcestruzzo degradato) del copriferro in prossimità delle zone ammalorate avrà le seguenti caratteristiche:

- uso di ugelli a 2 testine rotanti
- pressione 1800 bar
- distanza dalla superficie di pulizia 5cm

L'idroscarifica profonda (circa 5 cm o comunque fino a completa rimozione del calcestruzzo degradato) del copriferro in prossimità delle zone ammalorate avrà le seguenti caratteristiche:

- uso di ugelli a 2 testine rotanti
- pressione 2100 bar
- distanza dalla superficie di pulizia 5cm

Le macchine per l'idropulizia e l'idroscarifica dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori ed essere corredate di sistemi di prerogolazione con comando a distanza e di sistemi sicurezza e protezione, che consentano il corretto funzionamento anche in presenza di traffico, nonché il controllo delle acque di scarico, la qualità delle quali dovrà essere conforme ai limiti della tabella "A" della legge 318/76.

La superficie del calcestruzzo di supporto dovrà risultare macroscopicamente ruvida (asperità di circa 5 mm di profondità) allo scopo di ottenere la massima aderenza tra il nuovo ed il vecchio materiale.

Tale macro ruvidità è indispensabile affinché si realizzi il meccanismo dell'espansione contrastata<sup>1</sup> che è alla base del funzionamento dei materiali a ritiro compensato.

L'operazione di pulizia con acqua in pressione, se eseguita immediatamente prima dell'applicazione del materiale, consente anche la saturazione del calcestruzzo, comunque necessaria per una corretta applicazione dei materiali a ritiro compensato.

### **5.14.3 Ripristino del copriferro**

Riprofilatura mediante ripristino monolitico del copriferro in sezioni danneggiate o degradate e contestuale trattamento dei ferri di armatura e rasatura delle superfici di strutture in c.a. e c.a.p., con applicazione a cazzuola o a spruzzo, previa adeguata preparazione dei supporti e bagnatura a rifiuto, di malta minerale certificata, eco-compatibile, tixotropica, a presa normale, a base di legante e zirconia a reazione cristallina, a bassissimo contenuto di polimeri petrolchimici ed esente da fibre organiche, specifica per la passivazione, il ripristino, la rasatura e la protezione monolitica a durabilità garantita di strutture in calcestruzzo provvista di marcatura CE e conforme ai requisiti prestazionali richiesti dalla Norma EN 1504-7 per la passivazione delle barre di armatura, dalla EN 1504-3, Classe R4 (stagionatura CC e PCC) per la ricostruzione volumetrica e la rasatura e dalla EN 1504-2 per la protezione delle superfici, in accordo ai Principi 2, 3, 4, 5, 7, 8 e 11 definiti dalla EN 1504-9 con caratteristiche tecniche certificate: nessuna corrosione della barra metallica (EN 15183), resistenza a

---

1 Se i conglomerati a ritiro compensato venissero applicati in assenza di contrasto (ruvidità del supporto, confinamento, armatura per gli spessori > 20 mm), sarebbero destinati inevitabilmente a perdere aderenza con il supporto durante l'espansione iniziale ed ad avere fessure da ritiro igrometrico.



compressione a 28 gg > 50 MPa (EN 12190), resistenza a trazione per flessione a 28 gg > 8 MPa (EN 196/1), legame di aderenza a 28 gg > 2 MPa (EN 1542), modulo elastico E a 28 gg  $\geq$  20 GPa (EN 13412), resistente alla carbonatazione (EN 13295), ritiro lineare < 0,3% (EN 12617-1), resistenza all'abrasione con perdita di peso del provino < 3000 mg (EN ISO 5470-1).

L'intervento si svolgerà nelle seguenti fasi:

- a) preparazione del substrato, irruvidimento del calcestruzzo;
- b) inserimento di eventuale armatura integrativa e bagnatura a rifiuto del supporto;
- c) applicazione di malta tixotropica minerale per riprofilare e ripristinare il copriferro;

#### 5.14.3.1 Preparazione dei supporti

Irruvidire il substrato in calcestruzzo con asperità di almeno 5 mm mediante scarifica meccanica o idrodemolizione o, provvedendo all'asportazione in profondità dell'eventuale calcestruzzo ammalorato fino al raggiungimento dello strato di calcestruzzo con caratteristiche di buona solidità, omogeneità e comunque non carbonatato; l'asportazione di materiale ammalorato deve interessare ogni altro elemento che possa fungere da falso aggrappo ai successivi trattamenti e/o getti.

Si procederà quindi alla pulizia del substrato, eliminando qualsiasi residuo di polvere, grasso, olii e altre sostanze contaminanti con aria compressa o idropulitrice, e alla bagnatura a rifiuto fino ad ottenere un substrato saturo, ma privo di acqua liquida in superficie. Prima di applicare la malta verificare l'idoneità della classe di resistenza del calcestruzzo di supporto. Per riporti a spessore su superfici estese si richiede l'applicazione di un'opportuna armatura metallica di contrasto ancorata al supporto mediante idonea tassellatura.

Come riportato nella UNI EN 1504-10 punto A.3.3:

#### A.3.3 Preparazione dell'armatura

##### A.3.3.1 Generalità (punto 7.3.1)

Le prestazioni strutturali possono variare a causa della perdita di sezione o della vaiolatura dell'armatura.

##### A.3.3.2 Pulitura (punto 7.3.2)

Per motivi pratici, la pulitura normalmente si effettua sull'intera periferia della barra. La pulitura normalmente si estende 50 mm o più oltre la lunghezza della barra interessata dalla corrosione. Considerazioni strutturali possono limitare la quantità di calcestruzzo che può essere rimossa e la pulitura che può essere effettuata. La mappatura del potenziale può contribuire a individuare la corrosione.

La norma di pulitura per il metodo 11.1 quando si utilizzano rivestimenti con pigmento attivo, è normalmente Sa2 "pulitura per decapaggio". Per il metodo 11.2 quando si utilizzano rivestimenti barriera Sa2½, è normalmente specificato "pulitura per decapaggio profondo". La pulitura può essere difficile da ottenere in certi siti.

Ove l'accesso per la pulitura sia impedito o difficile per la congestione delle barre, il contatto tra le barre, la vicinanza al substrato di calcestruzzo o altre barre o altri fattori, il metodo e la norma di pulitura dovrebbero essere specificati. Se non è possibile rimuovere i prodotti della corrosione e i contaminanti, o se il rivestimento non può essere applicato su tutte le superfici da trattare, le prestazioni del rivestimento possono essere modificate. Le norme Sa della pulitura per decapaggio sono indicate nella EN ISO 8501-1. Può essere utilizzato qualsiasi metodo di pulitura, compreso il decapaggio abrasivo.

La rimozione dei cloruri dalla superficie dell'acciaio di armatura o dalle cavità dell'acciaio di armatura può essere ottenuta solo con acqua sotto pressione, normalmente a una pressione minore di 18 MPa, ma se sono richiesti ridotti volumi d'acqua, possono essere necessarie pressioni fino a 70 MPa.

Come riportato nella UNI EN 1504-10 punto A.4.2:



**A.4 Applicazione di prodotti e sistemi (punto 8)**

**A.4.1 Generalità (punto 8.1)**

La temperatura del substrato e del calcestruzzo o della malta di riparazione non dovrebbero differire in misura sostanziale per evitare il rischio di perdita di aderenza e di idratazione.

Il trattamento superficiale della malta o del calcestruzzo può provocare la formazione di fessure da ritiro in quanto il trattamento può produrre uno strato superficiale ricco di cemento.

**A.4.2 Difetti nel calcestruzzo e rinforzo strutturale (punto 8.2)**

**A.4.2.1 Aderenza (punto 8.2.1)**

Un substrato ben preparato e un'adeguata compattazione del ricoprimento di nuovo getto o dello strato interno sono i fattori più importanti per favorire una buona adesione tra il calcestruzzo vecchio e il nuovo materiale di riparazione. Anche un certo grado di ruvidità superficiale di un substrato profilato favorisce l'adesione. Ciò può essere ottenuto mediante getto d'acqua, pulitura ad acqua in pressione oppure (se si presta particolare attenzione a prevenire la formazione simultanea di microfessure) mezzi meccanici. Se si utilizza il getto d'acqua, vi è normalmente una buona aderenza tra il substrato di calcestruzzo e il materiale di riparazione, e non è necessario il collegamento meccanico per il trasferimento delle sollecitazioni di trazione e di taglio minori di 0,4 e 1 MPa, rispettivamente.

L'utilizzo di un agente legante, se presente dovrebbe essere considerato in base al substrato, al materiale di riparazione, al metodo di applicazione e alle condizioni ambientali. Gli agenti leganti possono ridurre l'adesione se fanno presa o si asciugano troppo prima dell'applicazione dei prodotti successivi.

Qualora i prodotti e i sistemi cementizi di riparazione siano utilizzati senza un agente legante, e la superficie debba essere precedentemente inumidita come specificato nei punti 8.2.2, 8.2.3 o 8.2.4 per un periodo minimo, la superficie non deve essere lasciata asciugare prima dell'applicazione dei prodotti e sistemi. Tuttavia, le cavità e le porosità superficiali non dovrebbero contenere acqua quando si applica il materiale, altrimenti può ridursi l'aderenza. Un'indicazione è data dall'aspetto della superficie che dovrebbe essere scura e opaca, senza lucidità. L'umidificazione della superficie ha lo scopo di impedire il trasferimento dell'acqua dal prodotto di riparazione al substrato, che influisce negativamente l'idratazione del prodotto di riparazione. Questo tipo di condizione superficiale è generalmente denominato a superficie saturata asciutta (SSD).

Quando richiesto, si dovrebbe irruvidire la superficie del calcestruzzo o della malta di riparazione prima che vada in presa in modo da ottenere una chiave meccanica per uno strato successivo.

**5.14.3.2 Applicazione**

La protezione dei ferri, il ripristino volumetrico del calcestruzzo mancante e l'eventuale rasatura saranno realizzate mediante malta tixotropica.

Provveduto alla pulizia del substrato, la ricostruzione potrà avvenire manualmente (a cazzuola) o mediante idonea macchina spruzzatrice, su fondo saturo ma privo di acqua liquida in superficie, nel rispetto delle corrette tecniche applicative. L'applicazione deve garantire il riempimento di tutte le cavità e l'inglobamento dei ferri d'armatura nella malta da ripristino.

- Per il ripristino localizzato e/o generalizzato, in spessori variabili da 2 a 40 mm (max per strato), applicare la malta manualmente a cazzuola.
- Per la realizzazione di una rasatura protettiva, in spessori non inferiori a 2 mm, applicare manualmente (con spatola d'acciaio) previo irruvidimento delle superfici con asperità di 1-2 mm.
- Per l'inghisaggio di barre, riempire il foro precedentemente realizzato tramite estrusione del materiale con apposita pistola e inserire la barra con movimento rotatorio.

Terminata l'applicazione si procederà alla staggiatura e alla rifinitura con frattazzo di spugna, curando la stagionatura umida delle superfici per almeno 24 ore



### Come riportato nella UNI EN 1504-10 punto A.4.2.2:

#### A.4.2.2 **Malta o calcestruzzo applicati a mano (punto 8.2.2)**

Devono essere presi provvedimenti per tenere conto delle differenze tra le proprietà delle malte e dei calcestruzzi polimerici e le proprietà dei prodotti e sistemi cementizi. La malta e il calcestruzzo polimerico in generale presentano coefficienti di dilatazione termica più elevati, maggiore resistenza al vapore acqueo e minore resistenza al fuoco o alle alte temperature rispetto alle alternative cementizie.

È possibile utilizzare malta e calcestruzzo polimerico laddove non sia possibile ottenere la stagionatura dei materiali cementizi.

Se è prevista l'applicazione dell'intradosso (overhead) ci si deve assicurare che il prodotto selezionato sia adatto a tale applicazione. Per le linee guida su come verificare l'applicabilità dell'intradosso (overhead), vedere la EN 13395-4.

#### A.4.2.3 **Malta e calcestruzzo proiettati (punto 8.2.3)**

Il calcestruzzo e la malta proiettati possono essere applicati con procedimento umido o a secco.

Il calcestruzzo o la malta proiettati dovrebbero essere applicati con un angolazione quanto più vicina possibile a 90° rispetto al substrato, e a una distanza compresa tra 0,5 m e 1,0 m fra l'ugello e il substrato.



UNI EN 1504-10:2017

© UNI

Pagina 39

Se il calcestruzzo proiettato è applicato a uno spessore maggiore di 70 mm, può rendersi necessario incorporare un'armatura o fibre per controllare lo sviluppo di fessure da ritiro e favorire il collegamento meccanico al substrato.

È necessario prestare attenzione per evitare la formazione di vuoti dietro l'armatura.

Per calcestruzzo proiettato che è andato in presa tra gli strati, vale a dire non umido su umido, la superficie dovrebbe essere pulita con acqua a bassa pressione o aria compressa. Il calcestruzzo proiettato normalmente non richiede un agente ancorante.

Uno strato aggiuntivo non strutturale può essere applicato se esistono requisiti specifici per la superficie del materiale di riparazione, per esempio la finitura con riga o utensili a mano.

#### A.4.2.4 **Malta o calcestruzzo gettati (punto 8.2.4)**

Gli strati di drenaggio sulle superfici della cassaforma impediscono la formazione di vuoti superficiali e riducono il rapporto acqua-cemento dello strato superficiale.

#### A.4.2.5 **Stagionatura (punto 8.2.5)**

Qualora sia importante evitare la formazione di fessure causate da ritiro plastico o per essiccazione, la stagionatura della malta e del calcestruzzo idraulici (CC) è ottenuta con la massima efficacia mediante fornitura di acqua in eccesso sulla superficie. Generalmente risulta poco pratico applicare l'acqua manualmente per l'intera durata della stagionatura. L'utilizzo di tubi forati per apportare l'acqua ai materiali assorbenti (per esempio, tela di juta) coperti con fogli di plastica trasparente, risulta invece conveniente dal punto di vista economico e molto efficace anche nelle condizioni più severe di essiccazione.

Durante l'idratazione e il processo di indurimento del calcestruzzo, è importante che il gradiente di temperatura in tutta la struttura sia il più debole possibile per evitare la fessurazione di origine termica.

I prodotti e sistemi che contengono modificatori polimerici (PCC) presentano requisiti di stagionatura particolari, poiché deve essere stabilito un compromesso tra la necessità di trattenere l'umidità per far stagionare il cemento e la necessità di ridurre l'umidità per permettere la formazione della pellicola polimerica al fine di incrementare la resistenza.

### 5.14.3.3 *Controlli di qualità del supporto e dei materiali utilizzati*

Come riportato nella UNI EN 1504-10 punto A.5.:



## A.5 Controllo di qualità (punto 9)

### A.5.1 Generalità (punto 9.1)

Come indicato nel punto 9, le prove in sito rappresentano un metodo per misurare le caratteristiche e la qualità richieste per i prodotti e sistemi al loro arrivo in sito, e per le loro prestazioni durante e dopo l'applicazione. Le prove in sito rappresentano inoltre un metodo per misurare le condizioni della struttura e del substrato sul quale i prodotti e sistemi devono essere applicati, e le condizioni ambientali in cui i prodotti e sistemi devono essere applicati.

I metodi di prova sono descritti nelle norme EN, ma dove non esistono tali norme, le prove dovrebbero essere effettuate in conformità alle norme ISO o alle norme nazionali o in base alle prove od osservazioni descritte nel punto A.5.2.

Nota La EN 1504-9 indica i requisiti di competenza del personale addetto all'esecuzione dei lavori di protezione e riparazione.

### A.5.2 Classi di esecuzione (punto 9.2)

Le classi di esecuzione mettono in evidenza la correlazione tra competenza e gestione della qualità dell'esecuzione e affidabilità e conseguenze. La competenza del personale è specificata nella EN 1990 e da definire a livello nazionale. La classe di esecuzione dipende dalla specifica di progetto e deve essere indicata dal progettista. Il prospetto seguente fornisce esempi di interventi di riparazione nelle diverse classi di esecuzione.

prospetto A.2 Esempi di interventi di riparazione nelle diverse classi di esecuzione

	Classe di esecuzione 1	Classe di esecuzione 2	Classe di esecuzione 3
Scopo e campo di applicazione	Manutenzione e riparazione non strutturale	Manutenzione e riparazione strutturale	Consolidamento e miglioramento
Esempi	Rilavorazioni superficiali. Misure durante la manutenzione e l'ispezione. Manutenzione di elementi a bassa deformazione.	Rilavorazioni con sostituzione del calcestruzzo. Manutenzione di elementi a normale deformazione. - Rivestimento come protezione di elementi deformati. - Sostituzione di calcestruzzo pertinente dal punto di vista statistico, per esempio calcestruzzo cementizio polimerico proiettato (SPCC) compresa l'armatura. - Sostituzione di calcestruzzo di calcestruzzo macchiato chimicamente.	Rafforzamento degli elementi del calcestruzzo mediante: - ancoraggio adesivo del polimero fibrorinforzato (FRP) al calcestruzzo; - aggiunta di malta/calcestruzzo proiettato rinforzato; - aggiunta di connessioni a barre di armatura post-installate o ancoraggi di aderenza secondo il benessere tecnico europeo (ETA).



### A.5.3 Prove di controllo di qualità e osservazioni (punto 9.3)

#### prospetto A.3 Linee guida sui parametri minimi e massimi accettabili per le prove delle caratteristiche

N° della prova	Caratteristiche	Metodo	Parametri minimo e massimo
10	Temperatura del substrato	Tutti	Dipende dal materiale ma generalmente compresa tra 5 °C e 30 °C
23	Precipitazioni	Tutti	Generalmente assenti, ma alcuni materiali possono essere applicati su superfici umide o bagnate
24	Resistenza al vento	1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2, 5.1, 5.2, 6.1, 7.1, 8.1, 8.2, 9.1	Minore di 8 m/s
25	Punto di rugiada	1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 3.3, 4.3, 5.1, 5.2, 6.1, 7.1, 7.2, 8.1, 8.2, 9.1, 11.1, 11.2	Dipende dal materiale, ma generalmente non si esegue l'applicazione a temperature minori di 3 °C sopra il punto di rugiada
33	Grado di riempimento delle fessure	1.5, 4.5, 4.6	L'80% è generalmente accettabile
35	Aderenza del materiale di riparazione	3.1, 3.2, 3.3, 4.4, 5.1, 6.1, 7.1, 7.2, 7.4	Può variare, ma non può mai essere maggiore della resistenza a trazione superficiale del substrato. Sono accettabili valori in sito che rientrino nell'intervallo compreso tra 1,2 MPa e 1,5 MPa per la riparazione strutturale, e un valore minimo di 0,7 MPa per la riparazione non strutturale. I valori per le prestazioni di laboratorio sono indicati nella EN 1504-3
35	Aderenza dei rivestimenti	1.3, 2.3, 5.1, 6.1, 7.1, 8.3, 9.1	Può variare ma non può mai essere maggiore della resistenza a trazione superficiale del substrato. I valori per le prestazioni di laboratorio sono indicati nella EN 1504-2
36	Resistenza a compressione	3.1, 3.2, 3.3, 4.3, 4.4, 5.1, 6.1, 7.1, 7.2, 7.4	La compatibilità con il calcestruzzo originario è un fattore importante. I valori per le prestazioni di laboratorio sono indicati nella EN 1504-3
44	Aderenza del materiale di riempimento delle fessure al substrato	1.5, 4.5, 4.6	Può variare, ma non può mai essere maggiore della resistenza a trazione superficiale del substrato. I valori per le prestazioni di laboratorio sono indicati nella EN 1504-5

Si indicano le prove più significative che possono essere eseguite come riportato nella UNI EN 1504-10 punto A.5.4:

#### A.5.4 Descrizione delle prove di controllo di qualità e delle osservazioni (prospetto 5)

##### A.5.4.1 Prova od osservazione n. 1 - Delaminazione

La prova sonica di eco da impatto sulla superficie di calcestruzzo può essere effettuata con un martello leggero o altra attrezzatura per prove di eco da impatto. Lo scopo è quello di rilevare le aree delaminate della struttura di calcestruzzo o gli aggregati singoli incoerenti nella superficie del substrato.

##### A.5.4.2 Prova od osservazione n. 2 - Pulizia

La superficie dovrebbe essere sottoposta ad ispezione visiva per accertare la presenza di:

- cemento indurito e nebbia di spruzzo;
- difetti come nidi di ghiaia;
- efflorescenza;
- polvere e sabbia;
- particelle incoerenti come polvere o schegge di calcestruzzo (per esempio sopra l'armatura);
- proliferazioni organiche;
- contaminanti come olio, grasso o paraffina;
- agenti di distacco, agenti di stagionatura o residui di vecchi rivestimenti;
- distacco di malta.

La presenza di polvere o contaminanti sulla superficie del substrato può essere rilevata sfofinando un panno bianco pulito sulla superficie. Questo metodo di prova è descritto nell'appendice B.



- A.5.4.3 Prova od osservazione n. 3 - Irregolarità della superficie**  
L'ispezione visiva rivela la presenza sulla superficie del substrato di cavità, pori e vaiolature in grado di interrompere uno spessore uniforme di una pellicola di rivestimento o ancorante.  
L'irregolarità del substrato può essere stabilita utilizzando una squadra di acciaio.  
Le irregolarità possono essere corrette come specificato nei punti 8.2.2, 8.2.6 e 8.2.7.
- A.5.4.4 Prova od osservazione n. 4 - Ruvidità**  
La ruvidità può essere determinata con l'utilizzo di un profilometro o col metodo della superficie di sabbia. Questo ultimo metodo è descritto nel punto 7.2 della EN 1766:2017. Il metodo del profilo di tessitura superficiale è descritto nella EN ISO 3274 e nella EN ISO 4288. Per le superfici a getto d'acqua si raccomanda il metodo del profilo a denti di sega descritto nell'appendice C
- A.5.4.5 Prova od osservazione n. 5 - Resistenza a trazione superficiale del substrato**  
La resistenza a trazione superficiale può essere misurata in sito utilizzando una prova di trazione diretta analoga alla EN 1542. Dovrebbe essere prestata attenzione nella preparazione della superficie e nella scelta del numero e della posizione delle prove per far sì che queste siano appropriatamente rappresentative.
- A.5.4.6 Prova od osservazione n. 6 - Larghezza e profondità delle fessure**  
La larghezza delle fessure può essere misurata con un calibro meccanico o elettrico sulle strutture esposte. Le caratteristiche più importanti delle fessure (larghezza e variazioni di larghezza delle fessure) sono suscettibili di variazioni in base alle condizioni atmosferiche (vedere prova od osservazione n. 7). Quando tali caratteristiche sono determinate, dovrebbero essere registrati i seguenti dati aggiuntivi:  
a) la data, l'ora;  
b) le condizioni meteorologiche, vale a dire la temperatura dell'aria, la nuvolosità/pioggia (compresi i valori dei giorni precedenti);  
c) la temperatura superficiale del componente nelle zone interessate dalle fessure, e in casi particolari anche nella parte interna del componente.  
Possono essere utilizzati carotaggi per determinare il tipo e le dimensioni delle fessure, lo stato delle fessure, i bordi delle fessure ed eventuali misure correttive precedenti. I carotaggi rappresentano invariabilmente un elemento di disturbo, e dovrebbero quindi essere limitati ai casi strettamente necessari. Le prove a ultrasuoni forniscono anch'esse valide informazioni sulle caratteristiche delle fessure. Esse possono essere utilizzate solo da personale debitamente addestrato e dotato di esperienza.
- A.5.4.9 Prova od osservazione n. 9 - Tenore di umidità del substrato e delle fessure**  
Il tenore di umidità del substrato può essere valutato mediante le prove e le osservazioni seguenti:  
a) Ispezione visiva.  
L'umidità superficiale può essere osservata utilizzando le indicazioni di massima seguenti:  
1) "asciutta" - Una superficie che presenta una frattura prodotta di recente con profondità di 2 cm circa non dovrebbe assumere una colorazione visibilmente più chiara in seguito all'asciugatura,  
2) "umida" - La superficie ha un aspetto umido e opaco, senza alcun film lucido d'acqua; le porosità del supporto non devono essere sature d'acqua, vale a dire che gocce d'acqua applicate sul substrato di calcestruzzo devono essere assorbite, lasciando la superficie nuovamente opaca dopo un breve periodo di tempo,  
3) "bagnata" - Le porosità possono essere sature d'acqua; può esserci lucidità superficiale sul calcestruzzo, ma non c'è acqua libera in superficie.  
Un'ulteriore indicazione visiva può essere ottenuta coprendo la superficie con una pellicola di polietilene per 24 h. Se non vi è umidità evidente, la superficie e la sottosuperficie possono essere considerate asciutte;  
b) utilizzo di sonde di umidità relativa;  
c) misurazione della resistività elettrica con la prova mediante sonda di Wenner, e correlando i risultati al tenore di umidità assoluta misurata in laboratorio. Esiste anche una prova di conduttività a due poli che può essere correlata al tenore di umidità assoluta;  
d) prelievo di campioni in sito ed esecuzione di prove in laboratorio.  
Il tenore di umidità nelle fessure può essere rilevato mediante prelievo di campioni o carote ed osservazione visiva.



**A.5.4.10 Prova od osservazione n. 10 - Temperatura del substrato**

La misurazione della temperatura di una superficie di acciaio o di calcestruzzo dovrebbe essere effettuata con un termometro apposito per misurare le temperature superficiali. Se è necessario effettuare una misurazione esatta della temperatura di un substrato, dopo l'applicazione di un materiale idoneo per garantire il contatto termico con il substrato, la misurazione può essere effettuata come segue. Il termometro dovrebbe essere collocato nella posizione di misurazione sotto al centro di un materiale isolante come una lastra di polistirolo di dimensioni di 0,5 m<sup>2</sup> e spessore di 70 mm. La misurazione dovrebbe essere effettuata quando la temperatura è stabile, vale a dire quando la variazione della temperatura nel tempo è minore di 1 °C/ 5 min.

**A.5.4.11 Prova od osservazione n. 11 - Prova di carbonatazione**

Utilizzare la prova descritta nella EN 14630.

**A.5.4.12 Prova od osservazione n.12 - Tenore di cloruri**

Il tenore di cloruri del substrato di calcestruzzo può essere ottenuto prelevando campioni di polvere, e successivamente sottoponendo a prova tali campioni in laboratorio con i metodi indicati nella EN 14629.

In alternativa, possono essere utilizzati sistemi di prova in sito basati sulla tecnologia elettrochimica.

**A.5.4.15 Prova od osservazione n. 16 - Pulizia dell'armatura esistente**

Il grado richiesto di pulizia dell'armatura di acciaio dipende dal metodo di riparazione selezionato. La pulizia si valuta nel modo migliore confrontando l'aspetto dell'armatura pulita con quello definito nella EN ISO 8501-1 per esempio Sa2½ oppure Sa2 quando devono essere applicati rispettivamente rivestimenti barriera o attivi.

**A.5.4.16 Prova od osservazione n.17 - Dimensioni dell'armatura esistente**

Le dimensioni delle barre di armatura dovrebbero essere misurate meccanicamente in diverse posizioni, dopo la rimozione di eventuali prodotti di corrosione, in modo da poter determinare l'area della sezione trasversale come base per calcoli strutturali e confronti con la specifica.

**A.5.4.17 Prova od osservazione n.18 - Corrosione dell'armatura esistente**

La perdita di superficie d'acciaio dell'armatura dovuta alla corrosione può essere stimata in base alle dimensioni misurate delle barre di armatura corrose e non corrose. Una particolare attenzione dovrebbe essere prestata al rilevamento di vaiolature da corrosione dell'acciaio di armatura. I rivestimenti epossidici o i rivestimenti impermeabili di altro tipo dell'armatura dovrebbero essere rigorosamente ispezionati. Le fessure o i difetti del rivestimento, se abbinati ad alti livelli di cloruri, possono provocare un aumento della corrosione nel punto danneggiato e la riduzione dell'aderenza del rivestimento.

La corrosione può essere rilevata mediante mappatura potenziale utilizzando prove su semicella o altre tecniche elettriche.

**A.5.4.18 Prova od osservazione n. 19 - Pulizia delle lastre di armatura**

Le lastre di acciaio dovrebbero essere prive di trucioli di fresatura, ruggine, grasso e altri contaminanti. Il grado di pulizia dovrebbe essere di Sa 2½ come definito nella EN ISO 8501-1. Le lastre composite dovrebbero essere pulite come specificato.

**A.5.4.19 Prova od osservazione n. 20 - Identità**

L'identità può essere stabilita mediante marcatura ed etichettatura in conformità alla EN 1504-8 o mediante certificato scritto. La purezza dell'acqua può essere stabilita come indicato in dettaglio nella EN 1008.



- A.5.4.33 Prova od osservazione n. 34 - Spessore o copertura dei materiali di riparazione**
- La copertura di calcestruzzo sopra l'armatura può essere stabilita mediante un misuratore di copertura che è costituito da un dispositivo elettromagnetico. L'accuratezza prevista nelle condizioni medie in sito dovrebbe essere entro  $\pm 15\%$  o 5 mm, secondo il valore più grande per una copertura di armatura minore di 100 mm. Il metodo di prova è descritto nella BS 1881 Parte 204.
- La copertura di calcestruzzo può essere stabilita anche mediante carotaggio e mediante rimozione del materiale di riparazione.
- A.5.4.34 Prova od osservazione n. 35 - Aderenza di rivestimenti, materiali di riparazione e adesivi**
- L'aderenza dei rivestimenti può essere valutata mediante la prova di quadrettatura come specificato nella EN ISO 2409 e per l'aderenza dei materiali di riparazione mediante una prova di trazione diretta come specificato nella EN ISO 4624 o in maniera analoga alle prove di laboratorio della EN 1542. La prova di quadrettatura può essere utilizzata per strati di spessore minore di 0,5 mm, e la prova di trazione diretta per strati di spessore maggiore.
- A.5.4.35 Prova od osservazione n. 36 - Resistenza a compressione**
- La resistenza a compressione del calcestruzzo originario e della malta o calcestruzzo di riparazione induriti può essere misurata mediante prelievo di carote da sottoporre a prova in conformità alla EN 12504-1. Per una valutazione approssimativa è possibile utilizzare il metodo dello sclerometro in conformità alla EN 12504-2. Quando si utilizza questo metodo, si dovrebbe prestare attenzione ad assicurare che lo strumento sia adeguatamente tarato. La natura di quest'ultimo metodo e la possibile variazione della superficie della malta o del calcestruzzo lo rendono utile per l'indicazione della resistenza comparativa piuttosto che i valori assoluti.
- La resistenza del calcestruzzo di riparazione può essere stabilita in conformità alle EN 12390-1, EN 12390-2 ed EN 12390-3 utilizzando prove di compressione su cubo, ma per la malta PC o PCC e CC la resistenza a compressione può essere stabilita in conformità alla EN 12190.
- A.5.4.36 Prova od osservazione n. 37 - Massa volumica della malta o del cemento indurito**
- La massa volumica della malta o del cemento di riparazione induriti dovrebbe essere stabilita utilizzando le prove descritte nella EN 12390-7. Se è richiesta la massa volumica del calcestruzzo originario, essa può essere stabilita mediante prelievo di carote e misurazione del peso e del volume.
- A.5.4.37 Prova od osservazione n. 38 - Ritiro, fessurazione del materiale di riparazione**
- Questi aspetti possono essere valutati visivamente e misurati con un calibro. Le fessurazioni molto sottili possono essere rilevate bagnando la superficie e lasciandola asciugare. Mentre la superficie si asciuga, le fessure diventano visibili poiché trattengono l'acqua per un periodo più lungo rispetto alla superficie non fessurata.
- A.5.4.42 Prova od osservazione n. 43 - Prove di carico**
- Prove di carico in sito possono essere richieste se deve essere stabilita la capacità portante di un elemento o di una struttura dopo la riparazione o il rinforzo.
- A.5.4.43 Prova od osservazione n. 44 - Aderenza del materiale di riempimento delle fessure al substrato**
- Non esiste una prova in sito per misurare la forza di aderenza del materiale di riempimento delle fessure. Tuttavia, un'indicazione dell'aderenza può essere ottenuta mediante prelievo, ispezione e prova a rottura delle carote, utilizzando la prova specificata nella EN 12504-1.



#### **5.14.4 Ripristino strutturale**

Esecuzione di riparazione strutturale, mediante l'utilizzo di sistema composito a matrice inorganica, provvisto di Valutazione Tecnica Europea (ETA) ai sensi dell'art. 26 del Regolamento UE n. 305/2011 o di certificazione internazionale di comprovata validità, realizzato con tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, formato da micro-trefoli di acciaio prodotti secondo norma ISO 16120-1/4 2017 fissati su una microrete in fibra di vetro, del peso netto di fibra di circa 1200 g/m<sup>2</sup> con caratteristiche tecniche certificate del nastro: resistenza a trazione valore caratteristico > 3000 MPa; modulo elastico > 190 GPa; deformazione ultima a rottura > 2%; area effettiva di un trefolo 3x2 (5 fili) = 0,538 mm<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 3,14 con avvolgimento dei fili ad elevato angolo di torsione conforme alla norma ISO/DIS 17832; spessore equivalente del nastro = 0,169 mm, impregnato con una malta minerale certificata, eco-compatibile, tixotropica, a presa normale, a base di legante e zirconia a reazione cristallina, a bassissimo contenuto di polimeri petrolchimici ed esente da fibre organiche, specifica per la passivazione, il ripristino, la rasatura e la protezione monolitica a durabilità garantita di strutture in calcestruzzo provvista di marcatura CE e conforme ai requisiti prestazionali richiesti dalla Norma EN 1504-7 per la passivazione delle barre di armatura, dalla EN 1504-3, Classe R4 (stagionatura CC e PCC) per la ricostruzione volumetrica e la rasatura e dalla EN 1504-2 per la protezione delle superfici, in accordo ai Principi 2, 3, 4, 5, 7, 8 e 11 definiti dalla EN 1504-9 con caratteristiche tecniche certificate: nessuna corrosione della barra metallica (EN 15183), resistenza a compressione a 28 gg > 50 MPa (EN 12190), resistenza a trazione per flessione a 28 gg > 8 MPa (EN 196/1), legame di aderenza a 28 gg > 2 MPa (EN 1542), modulo elastico E a 28 gg ≥ 20 GPa (EN 13412), resistente alla carbonatazione (EN 13295), ritiro lineare < 0,3% (EN 12617-1), resistenza all'abrasione con perdita di peso del provino < 3000 mg (EN ISO 5470-1).

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi:

- a) eventuale trattamento di ripristino delle superfici degradate, ammalorate, decoese o non planari (da contabilizzare a parte), garantendo asperità di almeno 5 mm, e bagnatura a rifiuto del supporto;
- b) stesura di un primo strato di malta, di spessore di circa 3 – 5 mm;
- c) con malta ancora fresca, procedere alla posa del tessuto in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, avendo cura di garantire una completa impregnazione del tessuto ed evitare la formazione di eventuali vuoti o bolle d'aria che possano compromettere l'adesione del tessuto alla matrice o al supporto;
- d) esecuzione del secondo strato di malta, di spessore complessivo del rinforzo di 5 – 8 mm al fine di inglobare totalmente il tessuto di rinforzo e chiudere gli eventuali vuoti sottostanti;
- e) eventuale ripetizione delle fasi (c), e (d) per tutti gli strati successivi di rinforzo previsti da progetto;
- f) eventuale ancoraggio delle estremità del tessuto in fibra d'acciaio tramite arrotolamento del tessuto e inghisaggio delle code all'interno dei fori precedentemente realizzati con adesivo minerale epossidico o placcaggio con elementi metallici installati con adesivo minerale epossidico (da contabilizzare a parte).

##### *5.14.4.1 Preparazione dei supporti*

supporti dovranno essere preparati e bonificati a regola d'arte, comunque seguendo le indicazioni e prescrizioni della D.L.

In caso di supporti non degradati procedere con il semplice irruvidimento della superficie garantendo asperità di almeno 5 mm, la pulizia e rimozione di polveri e olii che possano compromettere l'adesione del sistema, mediante idropulitrice. In caso di supporto evidentemente degradato, non planare o danneggiato da eventi gravosi si procederà come di seguito descritto: eventuale rimozione in profondità del calcestruzzo ammalorato



mediante scarifica meccanica o idrodemolizione, avendo cura di irruvidire il substrato con asperità di almeno 5 mm; eventuale rimozione di ruggine dai ferri d'armatura, che dovranno essere puliti mediante spazzolatura (manuale o meccanica) o sabbiatura; eventuale ricostruzione monolitica o rasatura della sezione mediante malta tixotropica. Prima dell'applicazione del sistema di rinforzo provvedere sempre alla preparazione del supporto con asperità di almeno 5 mm.

#### 5.14.4.2 Applicazione

La realizzazione del sistema di ripristino strutturale in fibra di acciaio in abbinamento a malta minerale strutturale tixotropica andrà eseguito, realizzando una fascia di rinforzo longitudinale al senso di sviluppo della trave stessa, con l'applicazione di una prima mano di malta, garantendo sul supporto una quantità di materiale sufficiente (spessore minimo 3 – 5 mm) per regolarizzarlo e per adagiare e inglobare il tessuto di rinforzo. Successivamente si procederà applicando, sulla matrice ancora fresca, il tessuto in fibra di acciaio galvanizzato, garantendo il perfetto inglobamento del nastro nello strato di matrice, esercitando una pressione energica con la spatola e avendo cura che la stessa fuoriesca dai trefoli per garantire così un'ottima adesione fra primo e secondo strato di matrice. Nei punti di giunzione longitudinale, si procederà a sovrapporre due strati di tessuto in fibra di acciaio per almeno 30 cm.

L'applicazione si concluderà con la rasatura finale protettiva (spessore complessivo del rinforzo 5 – 8 mm), sempre realizzata con malta tixotropica, al fine di inglobare totalmente il rinforzo e chiudere eventuali vuoti sottostanti. In caso di strati successivi al primo, procedere con la posa del secondo strato di fibra sullo strato di matrice ancora fresca.

#### 5.14.4.3 Realizzazione di Connettore

La realizzazione del diatono artificiale a fiocco andrà eseguita con l'inserimento di una fascia di tessuto della di opportuna larghezza, in modo da predisporre all'interno del connettore il numero di trefoli minimi necessari da progetto per attingere alle resistenze di trazione richieste; si avrà cura di sfilacciare la parte terminale della fascia di tessuto, mediante taglio della rete di supporto, procedendo con un taglio parallelo ai trefoli stessi per una lunghezza pari a quella dello sfocchetto che si vuole realizzare sulla muratura e alla successiva piegatura con apposita piegatrice certificata.

In caso di connettore con sfocchettatura su entrambi i lati, tale operazione dovrà essere realizzata su entrambe le estremità della striscia di fibra opportunamente predisposta. Terminato il taglio e la piegatura del tessuto si procederà all'arrotolamento della fascia su se stessa, avendo cura di realizzare un cilindro di diametro opportuno rispetto al foro realizzato.

Si procederà quindi all'installazione del connettore così realizzato all'interno del foro e successivamente all'inserimento del connettore in polipropilene armato con fibra di vetro, in modo da far aderire la parte terminale del fiocco al supporto. Infine tramite l'apposito foro posto sulla testa del tassello, si procederà all'iniezione di malta colabile per l'inghisaggio del diatono.

Al termine di questa fase il Connettore sarà opportunamente sigillato.

#### 5.14.4.4 Impermeabilizzazione

Malta cementizia bicomponente elastica, di colore grigio, per la protezione di grandi opere in calcestruzzo, soggette ad elevate sollecitazioni.

Fornitura e posa in opera di malta cementizia bicomponente elastica, fino a -20°C, di colore grigio chiaro, per



applicazioni a spruzzo con pompa intonacatrice, a base di leganti cementizi, aggregati selezionati a grana fine, fibre sintetiche, additivi speciali e polimeri sintetici in dispersione acquosa per la protezione di supporti in calcestruzzo contro la penetrazione di agenti aggressivi (anidride carbonica e cloruri). In particolare 2 mm di prodotto dovranno incrementare la durabilità della struttura, contrastando la penetrazione della CO<sub>2</sub> (carbonatazione) per un periodo superiore a 50 anni; mentre per quanto riguarda l'aggressione da cloruri, 2,5 mm di prodotto dovranno garantire una protezione pari a 30 mm di copriferro realizzato con un calcestruzzo avente rapporto a/c pari a 0,45. L'applicazione della malta dovrà essere effettuata previa adeguata preparazione del supporto (da computarsi a parte) asportando tutte le parti inconsistenti e in fase di distacco, fino ad ottenere un sottofondo solido, avendo cura di eliminare residui polverosi che impediscono una corretta adesione. Il prodotto dovrà essere applicato, su sottofondo pulito e umido, in due mani, a spruzzo con pompa intonacatrice dotata di lancia per rasature, in uno spessore finale non inferiore a 2 mm.

#### *5.14.4.5 Controlli sul metodo di applicazione attraverso campi prova*

La D.L. avrà la possibilità di richiedere un campo prova per testare e certificare il “sistema” utilizzato per i ripristini attraverso una serie di prove descritte in precedenza al cap. 5.14.3.3 che ritiene più opportune al fine di calibrare e controllare tutte le variabili che influiscono sul “sistema”.

#### *5.14.4.6 Controlli post-intervento*

Sulle piastre dove viene eseguito il ripristino strutturale (l'intervento tipo 3 – piastre classificate come “rosse” e “viola”) saranno eseguite prove di carico sulle solette (4 ton/mq per la porzione di molo originaria e 6 ton/mq per porzione di molo di ampliamento) come da indicazioni del Collaudatore.

### **5.15 Opere di calcestruzzo di cemento armato gettato in opera**

#### **5.15.1 Certificazioni**

##### *5.15.1.1 Acciaio*

Tutte le barre di acciaio, lisce o ad aderenza migliorata, dovranno portare un marchio dal quale risulta in modo inequivocabile il riferimento dell'Azienda produttrice, lo stabilimento di produzione e il tipo di acciaio impiegato. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata da un certificato rilasciato da un Laboratorio Ufficiale, in originale, con timbro e firma del responsabile del laboratorio che lo ha rilasciato e con il preciso riferimento alla bolla di consegna del materiale.

##### *5.15.1.2 Cemento*

I cementi da impiegare forniti in sacchi sigillati, imballaggi speciali o alla rinfusa dovranno essere provvisti di marchio di qualità CNR-ICITE.

##### *5.15.1.3 Calcestruzzo confezionato*

Ad ogni consegna sarà fornita una scheda numerata serialmente.

Le schede indicheranno: data, nome del Fornitore, località in cui è ubicato l'impianto di produzione, marca e tipo del cemento impiegato, classe del conglomerato, classe di consistenza al getto, rapporto acqua/cemento (a/c), eventuali additivi aggiunti, numero dell'automezzo che effettua il trasporto, ora di partenza e ora di arrivo al cantiere, quantità di prodotto, dimensione massima dell'aggregato impiegato ed eventuale dettagli sulla miscela.



È tassativamente vietato modificare senza approvazione della D.L. la miscela del calcestruzzo di progetto.

#### 5.15.1.4 *Prelievo dei campioni*

Un prelievo consiste nel prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera nei casseri, il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di due provini.

La media della resistenza a compressione dei due provini di un prelievo, rappresenta la “resistenza di prelievo”, che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.

La D.L. prescriverà ulteriori prelievi rispetto al numero minimo, tutte le volte che variazioni di qualità dei costituenti l'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso.

### 5.15.2 **Campioni e prove**

#### 5.15.2.1 *Acciaio per le armature*

In cantiere o nel luogo di lavorazione delle barre dovranno essere effettuati i controlli previsti nell'Allegato 3 del Decreto Ministeriale 9 Gennaio 1996.

#### 5.15.2.2 *Calcestruzzo*

Dovranno essere eseguiti i prelievi di campione e l'esecuzione delle prove previste nell'allegato n. 2 al Decreto Ministeriale 9 Gennaio 1996.

##### 5.15.2.2.1 *Provini preliminari*

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore, in accordo con la D.L., predisporrà presso l'impianto di betonaggio prescelto, un impasto di qualifica, con i materiali e le proporzioni indicate nella certificazione presentata in sede di offerta.

La resistenza di tale impasto dopo 28 giorni, determinata su provini cubici aventi spigolo di cm 16, non dovrà essere inferiore a quella indicata sugli elaborati grafici di progetto.

Prima dell'inizio dei lavori, l'Appaltatore dovrà presentare la documentazione relativa ad una serie di prove di qualificazione, eseguita su campioni di calcestruzzo allo scopo di fornire i parametri più significativi delle caratteristiche del medesimo, accompagnata dalle composizioni granulometriche degli aggregati impiegati.

##### 5.15.2.2.2 *Provini in corso d'opera*

Durante il corso dei lavori la D.L., richiederà il confezionamento di provini supplementari (oltre a quelli previsti per normativa), per l'esecuzione delle seguenti prove atte a garantire il controllo della qualità: durezza degli inerti, prova Los Angeles – resistenza alla frantumazione, prova Micro Deval ad umido.

La D.L. richiederà inoltre misure della consistenza del calcestruzzo con il metodo del cono (SLUMP), in accordo con la Norma UNI 7163-72 appendice E.

### 5.15.3 **Collaudi**

Verranno eseguiti come descritto nei documenti di contratto con le precisazioni che seguono.

Ai fini dell'accettazione finale delle opere, queste saranno sottoposte al Collaudo Ufficiale, eseguito in accordo alla Legge 5.11.1971 n. 1086, da parte di un Collaudatore che sarà nominato dal Committente.



#### 5.15.3.1 Collaudo provvisorio

Consisterà nell'esecuzione dei seguenti controlli e verifiche:

- controllo dei certificati delle prove eseguite sull'acciaio e sui calcestruzzi;
- controllo della buona esecuzione dei manufatti, e della omogeneità e assenza di porosità delle superfici, (assenza di fessurazioni, sbrecciature ecc.);
- verifica della conformità di quanto eseguito con i disegni di progetto.

#### 5.15.3.2 Collaudo definitivo

Sarà effettuata una ricognizione delle opere eseguite per accertare che siano state ottemperate tutte le prescrizioni fatte in sede di collaudo provvisorio e che nel periodo di tempo trascorso non si siano manifestati cedimenti o altri danni e che le stesse non presentino alcun segno di degrado dovuto all'uso normale.

### 5.15.4 Prescrizioni di validità generale

#### 5.15.4.1 Calcestruzzo

L'Appaltatore realizzerà:

##### 5.15.4.1.1 Leganti

Saranno impiegati esclusivamente leganti idraulici definiti come cementi conformi alla norma UNI-ENV 197/1, di tipo adeguato a raggiungere la resistenza caratteristica prevista in progetto.

Ai fini della loro individuazione si farà riferimento ad una delle tre classi di resistenza a compressione dopo 28 giorni pari rispettivamente a 325 - 425 - 525 Kg/cm<sup>q</sup>.

La conservazione del cemento in cantiere dovrà avvenire in luoghi asciutti. Non sarà ammesso l'impiego di cemento di produzione non recente.

Per la confezione dei calcestruzzi e delle malte è previsto l'impiego di cemento rispondente ai requisiti di accettazione prescritti dalla legge 26 maggio 1965, n. 595, dal D.M. 3 giugno 1968 e dalle norme UNI 9858 e UNI ENV 197-1.

Con un conveniente anticipo rispetto all'inizio del loro impiego, l'Appaltatore, se richiesto dal Committente, deve consegnare alla D.L. per l'approvazione un campione del cemento che intende utilizzare, corredato dai certificati originali sottoriportati rilasciati da un Laboratorio ufficiale attestanti la rispondenza alle caratteristiche richieste:

- analisi chimica del cemento;
- prove di resistenza meccanica a flessione e compressione su malta normale, eseguite secondo le modalità di cui all'articolo 10 del già citato D.M. 3 giugno 1968 e successive modifiche ed integrazioni, e UNI 6127, 6130/1, 6132, 6133, 6135.

Durante il corso dei lavori il Committente stabilirà le modalità di successivi prelievi di campioni di cemento in cementificio e/o dai depositi di cantiere, per la ripetizione di tutte o di parte delle analisi e prove suddette. La frequenza dei prelievi sarà di norma conforme a quanto stabilito all'articolo 4 della già citata legge n. 595 e potrà essere comunque variata, a giudizio della D.L. in funzione del ritmo degli approvvigionamenti, allo scopo di ottenere il controllo sistematico dei cementi impiegati.

La fornitura dei cementi deve essere effettuata con osservanza delle condizioni e modalità di cui all'art. 3 della già citata legge n. 595. Qualora il cemento venga trasportato alla rinfusa, devono essere impiegati appositi ed idonei mezzi di trasporto, ed in corrispondenza dei coperchi e degli orifizi di scarico dei contenitori devono essere



apposti cartellini piombati recanti le indicazioni prescritte dalla legge suddetta.

L'Appaltatore deve approvvigionare il cemento presso fabbriche che diano adeguate garanzie per l'espletamento della fornitura con costanza di caratteristiche ed a prendere tutti i provvedimenti necessari ad assicurare l'efficacia e la regolarità dei controlli in generale.

I cementi sono classificati dalla norma UNI ENV 197/1 in base alla loro composizione secondo la tabella che segue, nella quale le percentuali sono espresse in massa:

Tipi di cemento	Denominazione	Sigla	Clinker	Loppa d' altoforno granu- lata	Micro-silice	Pozzolana		Cenere vo- lante		Scicto calci-nato	Calcare	Costituenti secondari	
						naturale	industriale	silicica	calcica				
						K	S	D	P				Q
I	Cemento Portland	I	95-100	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
II	Cemento Portland alla loppa	II/A-S	80-94	6-20	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
		II/B-S	65-79	21-35	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
	Cemento Portland alla microsilice	II/A-D	90-94	-	6-10	-	-	-	-	-	-	0-5	
	Cemento Portland alla pozzolana	II/A-P	80-94	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	0-5
		II/B-P	65-79	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	0-5
		II/A-Q	80-94	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	0-5
		II/B-Q	65-79	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	0-5
	Cemento Portland alle ceneri volanti	II/A-P	80-94	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	0-5
		II/B-P	65-79	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	0-5
		II/A-W	80-94	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	0-5
		II/B-W	65-79	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	0-5
	Cemento Portland allo scicto calcinato	II/A-T	80-94	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	0-5
		II/B-T	65-79	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	0-5
	Cemento Portland al calcare	II/A-L	80-94	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	0-5
		II/B-L	65-79	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	0-5
	Cemento Portland composito	II/A-M	80-94	6-20									
II/B-M		65-79	21-35										
III	Cemento d'altoforno	III/A	35-64	36-65	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		III/B	20-34	66-80	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		III/C	5-19	81-95	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
IV	Cemento pozzolanico	IV/A	65-89	-	11-35				-	-	-	0-5	
		IV/B	45-64	-	36-55				-	-	-	0-5	
V	Cemento composito	V/A	40-64	18-30	-	18-30			-	-	-	0-5	
		V/B	20-39	31-50	-	31-50			-	-	-	0-5	

#### 5.15.4.1.2 Inerti

La sabbia dovrà essere di grossezza bene assortita e costituita da grani resistenti, non provenienti da rocce



decomposte, limose o gessose. Dovrà essere scricchiolante alla mano, non lasciare tracce di sporco, non contenere materie organiche, argillose o comunque dannose. In particolare gli inerti dovranno essere liberi da sostanze a base di cloruri, solfati, silice reattiva. La forma degli elementi costituenti l'inerte fino deve tendere a quella sferica o cubica; non sono ammessi materiali in cui siano presenti elementi appiattiti in percentuale notevole.

La ghiaia dovrà essere bene assortita, formata da elementi resistenti e non gelivi, scevra da sostanze estranee, da parti friabili, terrose, o comunque dannose. La ghiaia, se necessario, dovrà essere lavata con acqua dolce, per eliminare le materie nocive. Le dimensioni degli elementi di ghiaia dovranno essere tali che il conglomerato passi agevolmente fra le maglie dell'armatura.

Qualora invece della ghiaia si impieghi pietrisco, questo dovrà provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non dovrà contenere impurità né materie pulverulenti, dovrà essere costituito da elementi le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

Il pietrisco dovrà essere lavato con acqua dolce, qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive, al fine di non alterare il rapporto acqua-cemento rispetto a quanto determinato in progetto, sarà necessario conoscere per l'inerte impiegato, il quantitativo di acqua che determina la condizione di saturazione a superficie asciutta (s.s.a.) e quindi l'umidità superficiale.

#### 5.15.4.1.3 Acqua

L'acqua per gli impasti dovrà essere dolce, limpida, non dovrà contenere solidi organici in sospensione né sali (particolarmente cloruri e solfati) in percentuali dannose. I limiti percentuali da considerare sono 1 g/litro per i solfati, 0,5 g/litro per il cloruro di calcio e lo 0,5 % per i materiali in sospensione.

#### 5.15.4.1.4 Additivi e altri materiali affini

##### 5.15.4.1.4.1 Generalità

Sostanze aeranti o fluidificanti o acceleranti della presa non possono essere in nessun caso impiegate senza la preventiva approvazione della D.L. Qualora l'aggiunta degli additivi richiesta dall'Appaltatore, venga approvata dalla D.L., questi vengono forniti e posti in opera dall'Appaltatore a propria cura e spese.

Gli additivi devono ottemperare alle prescrizioni delle norme UNI da 7101 a 7120 e UNI 8145; la loro quantità non deve superare i 50 g/kg di cemento né deve essere inferiore a 2 g/kg di cemento nella miscela; la quantità di additivo liquido che superi 3 l/mc di calcestruzzo deve essere presa in considerazione nel calcolo del rapporto a/c.

È previsto l'utilizzo di additivi superfluidificanti al fine di ottenere i valori di consistenza previsti in funzione di un prefissato rapporto a/c.

L'obiettivo da perseguire nella scelta dell'additivo, che sarà soggetta all'approvazione di D.L., è quello di ottimizzare i seguenti aspetti:

- incrementare la resistenza meccanica e la durabilità dei manufatti;
- agevolare lo scarico ed il pompaggio del conglomerato, attenuando il rischio di insorgenza di fenomeni di disgregazione;
- ridurre i tempi di vibrazione meccanica dei getti;
- diminuire i fenomeni di ritiro e fluage;
- consentire una migliore rifinitura dei getti a vista.



L'utilizzo di questi additivi, specialmente in caso di climi molto caldi dovrà essere effettuato sotto stretto controllo di D.L.

#### 5.15.4.1.4.2 Additivo antiritiro

L'Appaltatore impiegherà un additivo liquido per la riduzione ed il controllo del ritiro idrometrico, idoneo per la produzione di calcestruzzo di alta qualità, caratterizzato da una forte riduzione del ritiro igrometrico e della conseguente formazione di fessure. Ciò determina il miglioramento della durabilità del calcestruzzo e delle strutture in generale.

L'additivo agirà riducendo la tensione superficiale dell'acqua all'interno dei pori capillari del calcestruzzo. Attraverso questa azione, nel caso di perdite d'acqua per evaporazione saranno notevolmente ridotte le forze tangenziali agenti pareti dei capillari.

L'additivo garantirà i seguenti vantaggi:

- sensibile riduzione del ritiro igrometrico alle lunghe stagionature pari ad almeno il 40%;
- Possibile utilizzo in combinazione con aeranti per la produzione di calcestruzzi resistenti ai cicli di gelo e disgelo.
- Possibile utilizzo in combinazione con i superfluidificanti.
- Riduzione della permeabilità del calcestruzzo nei confronti dell'acqua.

L'Additivo non contiene cloruri nè altre sostanze che favoriscono la corrosione delle armature metalliche.

#### 5.15.4.1.4.3 Resina epossidica fluida

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. una copia delle schede tecniche dei prodotti che saranno utilizzati per la realizzazione delle opere.

Per la stuccatura delle fessure l'Appaltatore dovrà impiegare un adesivo epossidico strutturale a consistenza di pasta morbida a due componenti. È consentito l'impiego di adesivi epossidici di tipo rapido qualora sia richiesto dalle condizioni operative sia consentito dalle condizioni ambientali. In ogni caso gli adesivi impiegati dovranno rispondere integralmente alle seguenti prescrizioni:

<b>Peso specifico</b>	1,65 kg/l (somma dei due componenti)		
<b>Pot life</b>	Temperatura	Tipo normale	Tipo rapido
	5°C	-	1 h
	10°C	90 min.	40 min.
	20°C	40 min.	20 min.
	30°C	20 min.	-
	40°C	-	-
<b>Temperature limite di applicazione</b>		Tipo normale	Tipo rapido
		+20°C - +40°C	+5°C - +20°C
<b>Resistenza a compressione</b>	60-70 N/mmq		
<b>Resistenza a flessotrazione</b>	30-40 N/mmq		
<b>Resistenza a trazione diretta</b>	20 N/mmq		
<b>Resistenza a trazione al calcestruzzo</b>	3 N/mmq (rottura del calcestruzzo)		
<b>Resistenza a trazione sull'acciaio</b>	15-20 N/mmq		
<b>Modulo elastico</b>	4300 N/mmq (a 10 gg)		



#### 5.15.4.2 Impasti

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto, ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato.

Il rapporto a/c sarà determinato tenendo conto dell'umidità degli inerti.

Il rapporto a/c, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato, e alle caratteristiche di esposizione del manufatto, al fine di garantire la durabilità del materiale.

L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.

La resistenza caratteristica del conglomerato è quella indicata sui disegni di progetto.

In alcun caso potrà essere prevista una resistenza caratteristica inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup> o superiore a 50 N/mm<sup>2</sup>.

Si ricorda infine che l'impiego di conglomerato con resistenza caratteristica uguale o superiore a 40 N/mm<sup>2</sup> e sino a 50 N/mm<sup>2</sup> richiede l'esecuzione di controlli statistici sia preliminari che in corso di impiego.

Tra il terreno e le fondazioni dovrà essere realizzato uno strato di livellamento di cls dosato a 200 kg di cemento R325 per mc di impasto dell'altezza minima di cm. 10.

#### 5.15.4.3 Preparazione degli elementi componenti

##### 5.15.4.3.1 Confezione del calcestruzzo

Il calcestruzzo potrà essere approvvigionato presso impianti di produzione e portato in cantiere a mezzo autobetoniere oppure confezionato in cantiere.

La composizione dei diversi tipi di calcestruzzo deve in linea generale, essere proposta dall'Appaltatore alla preventiva approvazione della D.L.

Le composizioni devono essere studiate con il criterio di adottare il minimo rapporto acqua/cemento che sia compatibile con l'ottenimento di un prodotto che soddisfi ai seguenti requisiti:

- all'atto della posa sia lavorabile in ogni punto e specialmente attorno alle armature, e compattabile, con i previsti mezzi, in una massa omogenea ed isotropa;
- fornisca, alle scadenze prescritte, un materiale impermeabile e compatto, le cui serie di provini raggiungano le caratteristiche richieste negli elaborati esecutivi o indicate dalla D.L.

Il calcestruzzo dovrà avere la consistenza prescritta dalla D.L., determinata dalla misura dell'abbassamento al cono (UNI 9418) o da altro metodo indicato riconosciuto idoneo dalle vigenti norme UNI.

L'Appaltatore è tenuto ad osservare scrupolosamente le prescrizioni della D.L. circa la conservazione ed il maneggio del cemento, il quale deve trovarsi al momento dell'uso, in perfetto stato di conservazione.

##### 5.15.4.3.2 Calcestruzzo preconfezionato

Per ciascuna applicazione sarà richiesto l'impiego di calcestruzzo per getto manuale oppure di calcestruzzo pompabile; sia nell'uno che nell'altro caso il calcestruzzo dovrà essere "a prestazione garantita", secondo quanto richiesto negli elaborati progettuali.

Per il calcestruzzo "a prestazione garantita" dovranno essere garantiti i seguenti parametri:

- classe di resistenza;
- classe di consistenza;



- classe di aggressività ambientale.
- rapporto acqua/cemento;
- tipo e classe del cemento;
- dimensione massima dell'inerte.

#### 5.15.4.3.3 Calcestruzzo confezionato in cantiere

La confezione del calcestruzzo dovrà essere eseguita esclusivamente a mezzo di miscelatori verticali che assicurino l'intima mescolanza e l'uniforme distribuzione dei vari ingredienti nella massa.

L'impianto di confezionamento dovrà essere dotato di dispositivi per l'esatta misurazione delle quantità di componenti da miscelare.

Variazioni nella definizione dell'impasto rispetto al campione approvato dovranno preventivamente essere approvate da D.L.

#### 5.15.4.4 Acciaio

##### 5.15.4.4.1 Armature metalliche

Verrà utilizzato esclusivamente acciaio tipo FeB 44 k controllato in stabilimento, avente caratteristiche conformi a quanto riportato nel D.M. 9.1.96.

Non si devono porre in opera armature eccessivamente ossidate, corrose, recanti difetti, screpolature, bruciature o altre irregolarità che possono ridurre sensibilmente l'aderenza al conglomerato.

##### 5.15.4.4.2 Piegatura del ferro e formazione delle gabbie

Le armature metalliche dovranno essere tagliate e sagomate in conformità ai disegni.

La piegatura dovrà essere fatta meccanicamente, mai a caldo, a mezzo di piegaferri.

I mandrini dovranno avere raggio tale da evitare deformazioni dannose. Detto raggio dipenderà dal diametro dei tondini in lavorazione.

Le giunzioni di barre saranno consentite solo quando la lunghezza commerciale delle stesse è inferiore a quella necessaria.

Le eventuali giunzioni dovranno essere sfalsate e trovarsi nelle regioni di minor sollecitazione; ciascuna giunzione inoltre non dovrà interessare una sezione metallica superiore al 30% di quella complessiva.

Le giunzioni potranno essere eseguite mediante sovrapposizione delle barre secondo le prescrizioni dei disegni di progetto, le sovrapposizioni che coinvolgono più barre andranno, per quanto possibile, sfalsate. In nessun caso saranno accettate sovrapposizioni inferiori a 40 volte il diametro delle armature interessate.

È previsto di utilizzare le fondazioni dell'edificio come dispersori naturali dell'impianto di messa a terra e più in generale tutte le armature in acciaio per la realizzazione dell'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche.

A tale scopo per quanto riguarda la continuità elettrica dei ferri di armatura si rimanda all'art. 1.2.17 della Norma CEI 81.1 che prescrive che la continuità elettrica si considera realizzata quando la resistenza tra due punti non sia superiore a 0,1 ohm al passaggio di una corrente di 10A.

In ogni caso al fine di realizzare la continuità elettrica richiesta, si prescrive che alcuni tondini facenti parte di elementi strutturali (plinti, pilastri, travi, ecc.) vengano saldati elettricamente in corrispondenza delle giunzioni. Il medesimo provvedimento deve essere applicato ad alcuni tondini delle strutture verticali ed orizzontali.



Nella posa delle armature metalliche si curerà il posizionamento delle stesse nei casseri, tenendo presente che la distanza minima dagli stessi non deve essere inferiore ai 20 mm, salvo indicazioni diverse riportate sui disegni di progetto. La distanza minima netta tra le barre deve essere almeno pari al diametro delle medesime, in ogni caso non inferiore al diametro massimo dell'inerte impiegato per il calcestruzzo.

Qualora il getto venga eseguito controterra dovrà essere assicurato un ricoprimento netto dell'armatura pari a 40 mm.

Il posizionamento di ciascun ferro sarà ottenuto legando il medesimo alle staffe mediante filo di ferro in modo da ottenere una gabbia entro la quale i ferri non possono muoversi.

La gabbia sarà mantenuta in posizione all'interno dei casseri mediante opportuni distanziatori di materia plastica in modo che, a getto ultimato, la posizione delle armature metalliche risulti quella indicata nei disegni di progetto.

#### 5.15.4.5 Esecuzione dei casseri

Le casseforme devono avere le esatte forme e dimensioni previste dai disegni esecutivi.

I casseri potranno essere realizzati con tavole di legno di abete dello spessore di mm 25 a fili paralleli oppure potranno essere impiegati pannelli modulari di legno composito o di metallo.

I casseri dovranno essere sufficientemente rigidi in modo da non aver deformazioni apprezzabili al momento del getto e della vibratura del calcestruzzo.

L'unione tra i vari elementi dovrà essere tale da impedire il più possibile la fuoriuscita di calcestruzzo durante il getto.

#### 5.15.4.6 Getto del conglomerato, stagionatura e disarmo

##### 5.15.4.6.1 Getto del conglomerato

Prima di effettuare il getto, dovrà essere controllata la perfetta pulizia delle parti interne dei casseri e dei ferri i quali non dovranno presentare superfici unte o arrugginite.

Si procederà poi alla bagnatura del cassero come di ogni altro elemento assorbente con il quale il conglomerato può venire a contatto.

I getti di regola non potranno essere effettuati a temperature tali per cui ci sia pericolo di gelo e comunque non inferiori a  $-5^{\circ}$  C. L'eventuale uso di additivi antigelo dovrà essere autorizzato da D.L.; dovranno pure essere evitati getti con elevate temperature ambiente.

Per evitare la separazione dei componenti non potranno essere effettuati getti da altezze superiori ai m 2,00.

Nella esecuzione di calcestruzzi a vista la omogeneità del conglomerato dovrà essere curata in modo particolare, il getto non potrà avvenire per caduta libera, ma il calcestruzzo andrà convogliato all'interno di un tubo.

Contemporaneamente al procedere del getto si dovrà provvedere all'accurata costipazione o vibratura dello stesso.

Dovranno essere impiegati vibratori ad immersione cilindrici, oppure a lama nel caso ci siano ferri molto ravvicinati.

Vibratori da collegare ai ferri o ai casseri saranno usati solo nell'impossibilità di usare gli altri e solo su autorizzazione di D.L.

La vibratura dovrà interessare possibilmente anche gli strati gettati in precedenza; dovrà inoltre essere condotta in modo uniforme e senza soluzione di continuità; dovrà essere sospesa all'apparire di un velo d'acqua e



cemento sulla superficie.

Le riprese dei getti dovranno di regola essere evitate; qualora si rendessero necessarie, bisognerà eseguirle nelle zone di minor sollecitazione.

All'atto della ripresa del getto, si avrà cura di pulire perfettamente e di bagnare a saturazione le superfici delle parti già indurite con boiaccia di cemento.

#### 5.15.4.6.2 Stagionatura

Il calcestruzzo sarà protetto da perdite di umidità, rapidi cambiamenti di temperatura, e danni derivanti da pioggia o acque scorrenti, per un periodo non inferiore a 7 giorni (3 giorni per cemento a presa rapida) dopo aver effettuato il getto. La stagionatura potrà essere ottenuta attraverso una stagionatura ad acqua: mantenere le superfici continuamente umide per mezzo di dispositivi a spruzzo o altri dispositivi approvati;

Ulteriore stagionatura del calcestruzzo dopo la rimozione delle casseforme sarà effettuata come eventualmente indicato.

Nel caso venga usato calcestruzzo confezionato, l'impianto dovrà avere capacità ed attrezzature di trasporto sufficienti a consegnare ad un ritmo indicato e in ogni caso non inferiore a quello necessario ad assicurare, in un massimo di 60', carico e getto.

#### 5.15.4.6.3 Disarmo

Il disarmo deve avvenire solo quando il conglomerato ha raggiunto sufficiente resistenza per sopportare gli sforzi cui risulterà soggetto dopo il disarmo stesso.

Il disarmo deve avvenire per gradi e in modo da evitare urti ed azioni dinamiche in genere.

Sarà cura dell'Appaltatore procedere a regolarizzare eventuali sbavature dei getti e ad eliminare eventuali inserti di ferro che dovessero sporgere dalle superfici e che servivano per legare i casseri.

### 5.15.5 Prescrizioni particolari

#### 5.15.5.1 Dimensioni degli inerti

La dimensione degli inerti non dovrà essere superiore mm 20.

#### 5.15.5.2 Rapporto a/c

Il rapporto A/C sarà determinato a seconda della classe di esposizione e della classe di resistenza.

#### 5.15.5.3 Tipi di calcestruzzo

Il calcestruzzo da impiegare sarà il seguente:

Classe di esposizione	XS2 (UNI EN 206-1)
Classe di resistenza	C 35/45 Mpa
Dimensione massima dell'aggregato (mm)	20



## **5.16 Opere in carpenteria metallica**

### **5.16.1 Definizione del lavoro**

La presente sezione ha per oggetto le condizioni di fornitura dei materiali, prestazioni di manodopera, attrezzature ed accessori vari occorrenti per la realizzazione delle strutture metalliche (fornitura e posa in opera).

### **5.16.2 Certificazioni**

Il prodotto fornito dall'Appaltatore deve presentare una marchiatura, dalla quale risulti in modo inequivocabile il riferimento all'azienda produttrice, allo stabilimento di produzione, al tipo di acciaio ed al suo grado qualitativo. Il marchio dovrà risultare depositato presso il Ministero dei LL.PP., Servizio Tecnico Centrale. La mancata marchiatura o la sua illeggibilità anche parziale, comporterà il rifiuto della fornitura.

Al momento dell'ingresso dei materiali in officina essi dovranno essere accompagnati dai certificati delle analisi chimiche e delle prove meccaniche rilasciate dalle ferriere. Suddetta documentazione sarà consegnata alla Direzione Lavori (D.L.).

I prodotti laminati devono essere qualificati secondo le disposizioni contenute nelle norme CNR 10011/92. L'Appaltatore dovrà fornire a D.L. i certificati relativi alle prove di qualificazione ed alle prove periodiche di verifica della qualità. Da tali certificati dovrà risultare chiaramente:

- il nome dell'azienda produttrice, lo stabilimento e il luogo di produzione;
- il certificato di collaudo secondo EN 10204 (agosto 1991);
- il marchio di identificazione del prodotto depositato presso il Servizio Tecnico Centrale;
- gli estremi dell'ultimo attestato di deposito conseguito per le prove teoriche di verifica della qualità;
- la data del prelievo, il luogo di effettuazione delle prove e la data di emissione del certificato (non anteriore a tre mesi dalla data di spedizione in cantiere);
- le dimensioni nominali ed effettive del prodotto;
- i risultati delle prove eseguite in stabilimento o presso un laboratorio ufficiale;
- l'analisi chimica, che per prodotti saldabili, dovrà soddisfare i limiti di composizione raccomandati dalla UNI 5132 (ottobre 1974);
- le elaborazioni statistiche previste dagli allegati del D.M. 9.1.1996.

### **5.16.3 Campioni e prove**

La D.L. avrà la facoltà di chiedere di eseguire dei prelievi di campioni di materiali da sottoporre a prove. Essi consisteranno nel prelievo di almeno due campioni lunghi 50 cm per ogni tipo di profilato, lamiera, ecc., e di almeno un bullone ogni cento impiegati nella costruzione. A tal fine l'Appaltatore avviserà tempestivamente D.L. dell'arrivo dei materiali.

I campioni prelevati serviranno per eseguire le prove sui materiali, contemplate dalle norme UNI e particolarmente:

- prova di trazione con determinazione del carico di rottura di snervamento e dell'allungamento su provetta corta;
- prova di piegamento;
- prova di resistenza;
- analisi chimica con determinazione dei principali componenti: C, Mn, Si, S, P.



Al fine di controllare la saldabilità delle strutture da saldare e la qualità degli elettrodi che si intendono impiegare, si preleveranno da tali membrature almeno tre campioni lunghi 50 cm. Questi saranno tagliati a metà lunghezza, convenientemente preparati e saldati alla presenza di D.L. o di un suo incaricato, facendo uso degli elettrodi di cui si è previsto l'impiego. Tali campioni serviranno per prove di trazione e piega, su provini saldati. La D.L. chiederà inoltre la sperimentazione su provette (almeno due) ricavate da materiali di apporto.

Le prove elencate saranno effettuate presso un laboratorio ufficiale, nel rispetto delle norme UNI 7070-82.

I materiali devono essere nuovi esenti da difetti palesi od occulti.

#### 5.16.3.1 *Campionature particolari*

Per ogni elemento metallico a vista dovrà essere costruito a cura e spese dell'Appaltatore un campione in scala 1:1, al quale dovranno essere applicate le medesime lavorazioni e trattamenti superficiali previsti per l'opera.

#### **5.16.4 Collaudi**

A fine lavori si procederà al collaudo delle opere eseguite, con le modalità previste dai documenti contrattuali e, dove non definite, secondo le indicazioni del Collaudatore.

Ai fini dell'accettazione finale delle opere, queste saranno sottoposte al Collaudo Ufficiale, eseguito in base alla Legge 5.11.1971 n. 1086, da parte di un Collaudatore che sarà nominato dalla Committente.

Le opere eseguite si intenderanno accettate solo se rispondenti a quanto prescritto nei documenti di progetto (disegni, specifiche, ecc.).

Sarà verificata la rispondenza delle opere, a quanto richiesto nei disegni esecutivi, sia per quanto riguarda le sagome sia per l'esattezza delle misure richieste, nel rispetto delle tolleranze riportate nella presente specifica. Tutte le strutture dovranno essere eseguite in modo da risultare perfettamente omogenee, ben collegate ed allineate nei piani orizzontali e verticali, con spigoli vivi o smussati.

Sarà facoltà della D.L. esigere prove e verifiche in qualunque momento durante il corso dei lavori, sia sui materiali che sulle opere eseguite.

Nel caso che le opere non rispettino le caratteristiche richieste, sarà cura dell'Appaltatore apportare le riparazioni e le correzioni necessarie all'eliminazione dei difetti riscontrati.

L'Appaltatore dovrà consentire alla D.L. e al Collaudatore il libero accesso in qualsiasi luogo delle officine che abbiano attinenza con la fornitura e dovrà fornire loro tutta l'assistenza richiesta.

Se richiesto dalla D.L., oltre che mediante prove di rottura dei campioni, la valutazione delle caratteristiche dei materiali potrà essere eseguita anche con metodi non distruttivi (ultrasuoni, radiografie), sia in corso d'opera che in fase di collaudo finale.

Nelle prove di carico, se richiesto dalla D.L. e/o dal Collaudatore, saranno impiegate apparecchiature per il rilievo, oltre che degli spostamenti, anche delle deformazioni (estensimetri elettrici o meccanici ed elettromeccanici).

Le prove saranno integrate con un programma specifico di controllo delle saldature da attuare con metodi correnti quali ultrasuoni, radiografie, liquidi penetranti.

#### 5.16.4.1 *Collaudi statici*

Tutte le opere di carpenteria metallica dovranno essere eseguite secondo le indicazioni riportate nelle presenti specifiche, indicate nelle relazioni di calcolo e negli elaborati grafici allegati alla denuncia delle opere, in ottemperanza alla Legge 1086/71.



L'Appaltatore è tenuto a sottostare, sostenendone le spese, alle normali verifiche ed alle prove statiche dei lavori compiuti per dimostrare la buona esecuzione, la resistenza la rispondenza alle prescrizioni contrattuali. Sarà pure a carico dell'Appaltatore, e compreso nel prezzo dell'appalto, l'onere relativo all'esecuzione delle prove di resistenza.

Il collaudo statico dell'opera e le relative prove di carico dovranno rispondere alle prescrizioni di cui alla Legge 1086/71 e del D.M. del 09 gennaio 1996 e D.M. 16 gennaio 1996 e tutte le normative vigenti in materia. Nelle prove di carico, se richiesto dalla D.L. e/o dal Collaudatore, dovranno essere impiegate apparecchiature per il rilievo, oltre che degli spostamenti, anche delle deformazioni (estensimetri elettrici o meccanici ed elettromeccanici).

### **5.16.5 Controllo in cantiere**

Nella fornitura oggetto delle presenti specifiche, si comprende il controllo dell'area di cantiere al fine di accertarne la rispondenza al progetto e valutarne l'effettiva e sicura agibilità con i mezzi ed il personale d'opera, il controllo delle quote e del posizionamento degli accessori alle strutture d'acciaio, la disponibilità di tutte le apparecchiature ed i mezzi di servizio necessari, nonché tutte le installazioni e le disposizioni di sicurezza necessari ed obbligatori per il funzionamento del cantiere.

Tutti i componenti che perverranno al cantiere dovranno essere dotati di marcatura o di cartellino identificativo di posizione e riferimento nel disegno ed in opera.

L'Appaltatore dovrà prestare particolare cura durante il trasporto degli elementi, mantenendo perfettamente integra la finitura superficiale. Qualsiasi danneggiamento degli elementi avvenuto in fase di trasporto o di montaggio, dovrà essere rapidamente ripristinato a cura e spese dell'Appaltatore.

Ad assemblaggi completamente conclusi, è previsto che l'Appaltatore metta a disposizione a sua cura e spese il personale idoneo a ritoccare quelle parti delle strutture eventualmente danneggiate durante l'esecuzione delle lavorazioni, avendo cura di proteggere tutte le opere circostanti.

### **5.16.6 Prescrizioni di validità generale**

- L'Appaltatore fornirà tutte le prestazioni elencate nelle Specifiche Tecniche per dare le opere compiute come precisato nella presente specifica e negli allegati, in particolare quanto segue:
- l'accettazione scritta della relazione di calcolo redatto dal calcolatore delle strutture della Committente ai sensi dell'art. 1 della Legge 5.11.1971 n. 1086;
- l'accettazione scritta della relazione illustrativa redatta dal calcolatore della Committente ai sensi dell'art. 4 della Legge 5.11.1971 n. 1086;
- relazione finale del Direttore dei montaggi;
- il progetto strutturale esecutivo di officina (shop drawings) completo di ogni dettaglio;
- la progettazione delle metodologie di montaggio e la verifica delle strutture in relazione alle diverse situazioni di carico e di vincolo durante le differenti fasi di montaggio;
- Il controllo delle opere già realizzate nelle quali dovranno essere inserite le strutture oggetto della presente specifica tecnica;
- Le operazioni di tracciamento partendo dai capisaldi che verranno indicati da D.L.;
- la fornitura delle strutture in acciaio prefabbricate in officina;
- le piastre di base complete di tirafondi o altro sistema di connessione alle strutture in calcestruzzo



- armato;
- tutta la bulloneria necessaria per il montaggio e l'assemblaggio delle strutture;
- la predisposizione di asole, fori e vani nelle strutture per dare luogo e passaggio di tubazioni e condotte degli impianti tecnologici, nonché la predisposizione dei collegamenti alle strutture degli eventuali elementi costruttivi, anche se non elaborati, determinabili nel progetto.;
- calcoli giustificativi di eventuali giunzioni o nodi resisi necessari per l'adeguamento ad eventuali particolari tecnologie di esecuzione proprie dell'officina;
- gli elettrodi;
- la fornitura e la posa in opera delle lamiere grecate zincate o preverniciate, complete di accessori di fissaggio e di profili pressopiegati a freddo per il contenimento dei getti;
- il montaggio delle strutture sopra richiamate;
- l'assistenza durante le operazioni di inghisaggio dei manufatti metallici nelle strutture esistenti;
- quanto serve per dare l'opera completa e funzionante.

L'Appaltatore curerà inoltre:

- esecuzione delle prove di carico richieste;
- trasporto dai luoghi di installazione e l'accatastamento nell'ambito del cantiere, in zona recintata, preventivamente indicata da D.L., dei materiali di risulta e di rifiuto. Il trasporto degli stessi al luogo di smaltimento;
- pulizia delle aree utilizzate per l'accatastamento dei materiali e dei rifiuti.

Fermi restando gli impegni a fronte di quanto sopra, da espletare nei termini richiesti dal programma generale delle consegne, all'Appaltatore viene richiesto di sottoporre alla D.L. per approvazione tutti i disegni e i calcoli dallo stesso eventualmente eseguiti nell'ambito delle prestazioni oggetto dell'appalto.

Le saldature saranno a tutta lunghezza, non saranno ammesse saldature puntuali. Dovranno essere regolari e senza sganciamenti. Eventuali irregolarità saranno eliminate mediante fresatura.

Fissaggi a vista avranno un dado cieco (a cappello) su entrambi i lati, in acciaio inox.

Correzioni su superfici finite non saranno accettate. In caso di necessità tutto l'elemento dovrà esser rilavorato o sostituito.

Tanto durante la giacenza in cantiere quanto durante il loro trasporto, sollevamento e collocamento in opera, si dovrà aver cura che i manufatti non abbiano a subire guasti o lordure, proteggendoli convenientemente dagli urti, dalla calce, ecc. sia nelle superfici che negli spigoli.

### **5.16.7 Materiali**

I vari elementi che formeranno le strutture in oggetto di questa specifica saranno formati in:

- per la carpenteria in genere S355J0 (Fe510C) UNI EN 10025 – 2:2004;

Le caratteristiche dei materiali metallici impiegati per le costruzioni di acciaio dovranno corrispondere a quanto prescritto dal D.M. 14 Febbraio 1992, parte seconda, punto 2, che fissa le caratteristiche qualitative e le prove di accettazione dei materiali.

Il materiale impiegato per la realizzazione delle opere dovrà essere nuovo ed esente da difetti palesi od occulti e dovrà rispettare quanto ordinato dall'allegato 8 del D.M. sopraccitato. In particolare dovranno essere seguiti i punti riguardanti:

- marcatura per identificazione del prodotto qualificato;



- documentazione di accompagnamento delle forniture;
- controlli in officina e/o in cantiere su prodotti qualificati e non qualificati.

#### **5.16.8 Requisiti e accettazione dei materiali**

I materiali metallici in generale devono essere esenti da scorie, soffiature, bruciate, paglie o qualsiasi altro difetto apparente o latente in fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

Essi devono risultare, all'analisi chimica, esenti da impurità e sostanze anomale e inoltre la loro struttura micrografica deve essere tale da dimostrare la corretta riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalle successive lavorazioni. Per la qualità, le prescrizioni e le prove meccaniche e tecnologiche si farà riferimento alle vigenti norme di unificazione (UNI).

Gli acciai da costruzione non contemplati dalle presenti specifiche tecniche non possono essere impiegati in nessun caso.

Sono a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri per le prove di carico relative ai collaudi statici che verranno effettuati sulle strutture, secondo il numero e le indicazioni fornite dalla D.L.

#### **5.16.9 Esecuzione delle opere**

L'Appaltatore dovrà fornire tutti gli elementi in un solo pezzo senza giunti per elementi di lunghezza inferiore a quella commerciale.

L'Appaltatore dovrà porre particolare attenzione nella realizzazione dei giunti saldati e, in generale, in tutti i tipi di unione. In tale senso sarà obbligo dell'Appaltatore seguire scrupolosamente la norma uni 10011/92.

#### **5.16.10 Lavorazioni in officina**

Le lavorazioni di officina dovranno essere condotte nel rigoroso rispetto di quanto prescritto al punto 9 delle norme CNR 10011/92.

Le lavorazioni dovranno essere condotte da personale qualificato e con l'uso di attrezzature e macchinari idonei. L'Appaltatore è tenuto ad adottare tecniche e procedimenti di lavorazione appropriati. Inoltre è pienamente responsabile della buona esecuzione del lavoro e non potrà invocare attenuante alcuna in caso di risultati contestati o contestabili, dovuti ad imperizia o mancato rispetto di prescrizioni stabilite dalle norme ufficiali e dalle presenti specifiche tecniche.

In particolare dovranno essere rispettate le prescrizioni circa le operazioni elementari di produzione ossia:

- lavorazioni di macchina (raddrizzamento, tagli e finitura, foratura, etc.);
- saldatura;
- tecniche esecutive di saldatura;
- ispezioni e collaudi;
- marcatura e spedizione dei pezzi.

##### **5.16.10.1 Tagli e finiture**

Le superfici dei tagli potranno restare grezze purché non presentino strappi, riprese, mancanze di materiale o sbavature.

E' ammesso il taglio a ossigeno, purché regolare.

I tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice. Vale comunque quanto disposto al punto 9.8 della



norma CNR UNI 10011/92.

#### 5.16.10.2 Forature

I fori per i bulloni dovranno essere preferibilmente eseguiti con trapano. È consentita la foratura a mezzo di punzone, purché successivamente l'Appaltatore provveda alla rettifica delle aperture praticate con un'alesatrice. Quando sia previsto l'ulteriore allargamento dei fori, la base maggiore del vano tronconico formato col punzone, avrà diametro di almeno 3 mm minore del diametro del foro definitivo, che sarà poi ottenuto allargando il foro a mezzo trapano e alesatrice.

E' assolutamente vietato l'uso della fiamma per l'esecuzione di fori destinati ai bulloni.

I pezzi destinati ad essere bullonati in opera, devono essere marcati in officina in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni definite all'atto dell'alesatura dei fori.

#### 5.16.10.3 Saldature

Le saldature saranno eseguite in conformità alle vigenti disposizioni di legge. L'esecuzione sarà conforme alle specifiche appositamente redatte dall'Istituto Italiano della Saldatura.

Le caratteristiche dimensionali e costruttive delle saldature dovranno corrispondere ai disegni di officina approvati dalla D.L.

Per quanto necessario sono altresì da osservare le raccomandazioni EN 1011-1.

##### 5.16.10.3.1 Assemblaggio tramite saldatura in officina

Tutti gli assemblaggi formati tramite saldatura eseguita esclusivamente in officina, saranno obbligatoriamente effettuati secondo i seguenti procedimenti:

- saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti;
- saldatura automatica ad arco con elettrodi rivestiti;
- saldatura automatica ad arco sommerso;
- saldatura automatica o semiautomatica sotto gas di protezione CO<sub>2</sub> o sue miscele;
- altro procedimento di saldatura la cui attitudine a garantire una saldatura pienamente efficiente deve essere preventivamente verificata mediante prove indicate dalla D.L.

Il materiale depositato dovrà rispondere alle caratteristiche meccaniche stabilite dalla UNI 5132 per quanto attiene il procedimento manuale. Gli elettrodi impiegati dovranno essere sempre del tipo omologato secondo la norma UNI citata.

##### 5.16.10.3.2 Raddrizzamento e spianamento

Il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere eseguiti esclusivamente con dispositivi agenti per pressione. Dovranno sempre essere rispettate le prescrizioni della norma CNR UNI 10011/92.

#### 5.16.11 Montaggio

Il montaggio delle strutture sarà effettuato con personale, mezzi d'opera ed attrezzature fornite dall'Appaltatore e verrà condotto sotto la sua piena e incondizionata responsabilità, secondo la progressione temporale prevista in programma.

L'Appaltatore è obbligato a notificare a mezzo lettera e prima dell'apertura del cantiere, il nome del direttore del cantiere e del capo cantiere responsabile, la cui presenza in luogo dovrà essere continuativa.



Il personale responsabile del cantiere deve essere perfettamente edotto sulle norme e condizioni che regolano l'appalto ed essere in possesso di copia del contratto e delle norme relative ad esso.

Il personale responsabile del cantiere dovrà possedere la preparazione professionale necessaria a garantire un lavoro ineccepibile sotto il profilo tecnico.

Il montaggio in opera deve essere affidato ad operai abilitati ad eseguire tali lavori ed in numero sufficiente perché il lavoro proceda con la dovuta sicurezza, con perfezione e celerità.

I mezzi di sollevamento o di lavoro dovranno garantire la sicurezza e l'effettuazione dei montaggi nei tempi previsti.

Particolare cura dovrà essere posta, per evitare danneggiamenti, durante lo scarico, la movimentazione e il tiro in alto dei materiali. Durante queste operazioni si dovranno scrupolosamente osservare le norme di sicurezza. Tutte le misure per i tracciamenti di ogni lotto dell'appalto oggetto delle presenti specifiche dovranno avere origine da un unico caposaldo di cui saranno indicate la posizione, la descrizione ed il riferimento per il piano di imposta.

Di regola il montaggio deve essere eseguito con l'ausilio di bulloni provvisori, che non potranno essere riutilizzati per il montaggio definitivo.

Le operazioni di bullonatura e saldatura dovranno essere effettuate nel rispetto rigoroso delle norme e prescrizioni vigenti in materia.

Per le saldature manuali dovranno essere impiegati elettrodi basici e saldatrici in corrente continua. Ogni saldatura eseguita dovrà essere registrata su apposito giornale di cantiere con accanto il nome del saldatore ed il tipo di elettrodo usato. Inoltre ogni saldatore dovrà essere munito di patentino rilasciato da Ente autorizzato che ne attesti la qualifica e dovrà essere dotato di punzone personale per la marcatura delle saldature dallo stesso eseguite.

La D.L. si riserva la facoltà di procedere a controlli delle strutture montate per i quali l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione quanto serve per rendere possibili i controlli stessi.

Non potranno essere montati elementi con parti danneggiate. La D.L. ha la facoltà di ordinare la rimozione di tali elementi anche se già in opera senza che per questo l'Appaltatore possa avanzare pretese economiche di qualsiasi genere.

#### *5.16.11.1 Accoppiamento in cantiere*

Tutte gli accoppiamenti in cantiere dovranno essere effettuati nel rispetto rigoroso delle norme vigenti.

Gli accoppiamenti saranno eseguiti con bulloni di Classe 8.8 (conformi per le caratteristiche dimensionali alle UNI 5727, UNI 5592, UNI 5591) e 10.9 (conformi per le caratteristiche dimensionali alle UNI 5712) e dadi 6S e 8G (conformi per le caratteristiche dimensionali alle UNI 5713), rondelle e rosette in acciaio C50 UNI 7845 temprato e rinvenuto HCR 32 - 40.

Nelle giunzioni ad attrito devono essere impiegati bulloni ad alta resistenza di classe non inferiore a 10.9; viti e dadi devono essere associate come prescritto al cap. 2 delle 10011/85; le modalità ed il valore della coppia di serraggio dei bulloni nei collegamenti ad attrito e la preparazione della superficie di contatto delle piastre dovranno essere conformi a quanto previsto al punto 9.10.3 delle 10011/85.

#### *5.16.11.2 Saldature in opera*

Il montaggio in opera sarà eseguito solamente per bullonatura. Si fa esclusione categorica di eseguire saldature, anche provvisoriale in sede di montaggio.



Qualora fosse necessaria l'esecuzione di saldature in opera, queste dovranno sempre avere autorizzazione scritta da parte della D.L. ed essere perfettamente rispondenti alle norme di corretta esecuzione; dovranno presentare caratteristiche meccaniche di resistenza pari a quelle eseguite in officina; le operazioni dovranno essere conformi a quanto previsto al punto 9.10.4 delle UNI 10011/88. Successivamente si dovrà ripristinare accuratamente la zincatura a mezzo di spruzzatura, nelle zone di ripresa.

Le saldature in opera potranno essere eseguite solamente se previste sul progetto e a temperatura non inferiore a 0°C.

Per saldature manuali dovranno essere impiegati elettrodi basici e saldatrici in corrente continua.

Ogni saldatura eseguita dovrà essere registrata su apposito giornale di cantiere con accanto il nome del saldatore ed il tipo di elettrodo usato.

Ogni saldatore dovrà essere munito di patentino rilasciato da Ente autorizzato che ne attesti la qualifica e dovrà essere dotato di punzone personale per la marcatura delle saldature dallo stesso eseguite.

#### 5.16.11.2.1 Controlli sulle saldature

I controlli radiografici (od eventualmente ultrasuoni) sulle saldature saranno a carico della ditta appaltatrice; l'estensione ed il numero dei controlli sarà stabilita dalla D.L., in relazione all'importanza delle giunzioni ed alle precauzioni prese durante l'esecuzione, alla posizione di esecuzione delle saldature, a seconda che siano state eseguite in officina od al montaggio.

#### 5.16.12 Tolleranze

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- Dimensioni  $\pm 0,1 \text{ ‰}$  (zerovirgolauno per mille)
- Spessori 0 mm;
- Posizioni  $\pm 1 \text{ mm}$ .

È da notare che gli scarti tollerati, tra elementi contigui, non si devono sommare.

Ulteriori tolleranze dimensionali particolari potranno essere richieste dal D.L. o sottoposte dall'Appaltatore a D.L. per approvazione.

Qualora non fossero rispettate le tolleranze sopra indicate le opere non saranno accettate. Esse dovranno essere ripristinate in conformità al progetto a cura e spese dell'Appaltatore. Non saranno ammessi ritardi per rifacimenti/demolizioni e ricostruzioni.

#### 5.16.13 Prescrizioni particolari

##### 5.16.13.1 Disegni di officina

L'Appaltatore dovrà produrre disegni di officina nei quali saranno chiaramente indicati gli elementi di seguito elencati:

- la lunghezza di taglio di tutti gli elementi;
- le caratteristiche delle giunzioni, siano esse da effettuare in officina o in cantiere;
- la disposizione, il diametro dei fori, le dimensioni e i tipi dei bulloni da impiegare;
- le dimensioni dei cordoni di saldatura, i procedimenti di saldatura, la qualità degli elettrodi da impiegare;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- gli spessori di ogni elemento impiegato nelle connessioni.



### 5.16.13.2 Identificazione degli elementi

L'Appaltatore, oltre ai disegni di officina, dovrà fornire uno schema di montaggio dal quale risultino chiaramente le reciproche posizioni degli elementi componenti le strutture da porre in opera.

Le varie parti delle strutture da montare dovranno essere marcate con marchi bulinati in posti facilmente visibili e determinati in collaborazione con la D.L. Le stesse marcature dovranno essere riportate sui disegni di officina.

#### 5.16.13.2.1 Approvazione degli elaborati di progetto

L'Appaltatore, oltre ai disegni di officina, dovrà fornire uno schema di montaggio dal quale risultino chiaramente le reciproche posizioni degli elementi componenti le strutture da porre in opera.

Le varie parti delle strutture da montare dovranno essere marcate con marchi bulinati in posti facilmente visibili e determinati in collaborazione con la D.L. Le stesse marcature dovranno essere riportate sui disegni di officina.

## 5.17 Acque meteoriche

Per impianto di collettamento acque meteoriche si intende l'insieme degli elementi di raccolta, convogliamento, e recapito finale.

L'analisi relativa alla più corretta gestione delle acque meteoriche ha i seguenti assunti di base:

- La presenza di diverse aree funzionali del terminal;
- La geometria della struttura e la disponibilità di spazi: si tratta di terminal esistente con intradosso della struttura posto a quota +0,76 m s.m.m e con una pavimentazione al di sopra della struttura portante dell'impalcato di spessore utile pari a 40 cm in cui poter collocare cavi e opere d'arte.

È stato adottato il seguente approccio metodologico:

- Le aree di deposito dei container non saranno soggette a trattamento acque e si ammettono delle aperture che recapitino le acque direttamente a mare: si assume infatti che tutti i container, ad eccezione di quelli nell'area delle merci pericolose, siano per tipologia costruttiva esenti da rilasci significativi; pertanto, si esclude che le piogge su tali aree aggravino l'onere del trattamento;
- Le aree a parcheggio seguiranno gli stessi criteri delle aree di deposito dei container in analogia con la pratica corrente: anche per questi casi non sarà necessario predisporre specifici trattamenti e scaricheranno direttamente a mare a condizione che su tali aree si curi la pulizia periodica;
- La viabilità stradale fra gli impilamenti dei container, la fascia della banchina, il deposito carburante e l'area di rifornimento vanno trattati alla stregua della viabilità ordinaria, prevedendo specifico sistema di raccolta e trattamento delle acque meteoriche;

Il rifacimento del sistema di raccolta delle acque meteoriche comporta anche il rifacimento della pavimentazione (primi 5 cm) nelle porzioni di competenza delle canalette al fine di agevolare il deflusso delle acque verso il sistema di raccolta.

L'impianto di cui sopra si intende funzionalmente suddiviso come segue:

- canaletta prefabbricata in calcestruzzo con sabbia al quarzo e fibra di basalto, provvista di telaio zincato con rivestimento Zinco-Magnesio tipo FASERFIX SUPER 200 Tipo 020 o equivalente dotata di sistema di chiusura rapida delle griglie, con connessione maschio-femmina H40 cm;
- griglia a fessure 170x20 mm in ghisa sferoidale GJS 500-7, classe F900.
- Tubo di drenaggio con geotessile tipo DRAINFIX CLEAN o equivalente,
- Filtro substrato in carbone attivo tipo CARBOTEC 60 o equivalente.
- tubazioni di scarico da pozzetto a fondo banchina in PVC DN150.



Prima di ordinare i materiali l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione dei Lavori, eventuali illustrazioni e/o campioni dei materiali che intende fornire, inerenti i chiusini, i tubi, il tipo di giunzione, i pezzi speciali, le flange ed eventuali giunti speciali, insieme al materiale illustrativo disegni e campioni.

All'esterno di ciascun tubo, canaletta, griglia o pezzo speciale, in linea di massima, dovranno essere apposte in modo indelebile e ben leggibili le seguenti marchiature:

- marchio del produttore;
- sigla del materiale;
- data di fabbricazione;
- diametro interno o nominale;
- pressione di esercizio;
- classe di resistenza allo schiacciamento (espressa in kN/m per i materiali non normati);
- normativa di riferimento.

Le caratteristiche delle tubazioni e delle canalette sono riportate nei disegni e nelle relazioni di progetto e negli articoli dei corrispondenti impianti del presente Disciplinare.

### **5.17.1 Canali prefabbricati**

#### Caratteristiche del corpo del canale

Canaletta prefabbricata in calcestruzzo con sabbia al quarzo e fibra di basalto, provvista di telaio zincato con rivestimento Zinco-Magnesio, FASERFIX SUPER 200 Tipo 020 - con sistema di chiusura rapida delle griglie, con connessione maschio-femmina, in Calcestruzzo C35/45 XF4 rinforzato con fibra Poliolefinica ritorta per collocamento in piazzali classificati F900.

La fornitura e posa in opera di del canale comprende anche gli oneri per la formazione della base di appoggio in emaco fibrorinforzato, i rinfianchi in getto in calcestruzzo previo inghisaggio di opportune barre di collegamento con la struttura esistente come da disegni di progetto, il collegamento delle tubazioni per lo scarico sotto banchina, gli oneri di trasporto, carico e scarico, movimentazione e controllo idraulico ed ogni altro onere necessario per la realizzazione di un sistema perfettamente funzionante ed a tenuta idraulica senza l'impiego di sigillanti o stuccature di qualsiasi natura sia per gli innesti principali che per gli eventuali allacciamenti.

La fornitura dovrà essere corredata del certificato di prodotto, relativo alla prova di carico dell'insieme canale e griglia secondo il progetto di norma EN 1433 rilasciato da un ente certificato EN45001. Sarà inoltre corredata del certificato ISO 9002 della fabbrica di fornitura.

### **5.17.2 Griglie e chiusini in ghisa**

Devono essere del tipo classe F900, piano e ricavati da ghisa di 1<sup>a</sup> fusione. Le griglie e i chiusini in ghisa, per chiusura canalette, pozzetti, passi d'uomo, ecc. possono essere di sezione, in pianta quadrata, rettangolare o circolare e del tipo ciechi (chiusini) o a griglia (caditoie) secondo le indicazioni di progetto.

I chiusini devono essere completi di controtelaio che deve essere ancorato alle strutture preesistenti.

### **5.17.3 Tubazioni**

- Tubo filtrante microfessurato in PEAD per la captazione ed evacuazione delle acque dal sistema filtrante



rivestito con geotessile di protezione diametro 100 mm.

Il tubo dovrà avere sulla circonferenza non meno di 3 fori corrispondenti ad almeno 243 per metro lineare di tubo, la resistenza allo schiacciamento (EN 50086-2-4) con una riduzione del diametro interno inferiore al 5% dovrà essere di almeno 100 N.

- Tubo di connessione in PVC per lo scarico sotto banchina diametro 150 mm.

La tubazione sarà prodotta da azienda regolarmente iscritta al Consorzio obbligatorio PolieCo D.Lgs. (152/2006 - art. 234) e dotata dei seguenti sistemi di gestione:

- qualità, secondo UNI EN ISO 9001;
- ambiente, secondo UNI EN ISO 14001;
- certificati e validati da ente terzo accreditato.

#### 5.17.4 Sistema filtrante

Il sistema di trattamento deve avvenire per adsorbimento e scambio cationico, e deve essere composto da materiale filtrante tipo CARBOTEC60, o equivalente a base di carbone attivo vegetale, posto all'interno della canaletta.

##### Caratteristiche:

<b>k<sub>f</sub> – valore</b> (substrate):	permeabilità iniziale:	$5,0 \times 10^{-4}$ m/s
	permeabilità di esercizio:	$1,3 \times 10^{-4}$ m/s
	intervallo di funzionalità:	$2,0 \times 10^{-5}$ m/s - $5,0 \times 10^{-4}$ m/s

**v<sub>f</sub> – valore** (filtration rate):  $v_f \geq 1,5 \times k_f$  – valore (substrato)

##### Efficienza di rimozione degli inquinanti:

Metalli pesanti:	indicator	Zinc	$\eta \geq 90\%$
petrolio e carboni policiclici idrocarburi:	indicator	PAH	$\eta \geq \dots 99\%$

La composizione del medio filtrante dovrà essere ottimizzata dall'Appaltatore prima della messa in opera allo scopo di garantire l'efficacia del trattamento secondo i limiti per lo scarico diretto a mare delle acque depurate. La fornitura del materiale dovrà essere corredata da adeguata documentazione a riprova dell'efficacia del sistema di filtrazione nel rispetto dei valori limite di emissione in acque superficiali (D.Lgs. 152/06 – Parte Terza, Allegato 5, Tabella 3).

#### 5.17.5 Caratteristiche dei tratti in corrispondenza delle aree di stoccaggio delle merci pericolose

Le canalette ricadenti nelle aree di deposito delle merci pericolose, in corrispondenza dei punti di scarico, dovranno essere dotate di adeguata valvola meccanizzata a controllo remoto in grado di impedire lo scarico a mare nel caso di sversamenti accidentali.

Nel caso di spanti accidentali la procedura prevede:

- La chiusura immediata delle valvole di controllo per impedire lo scarico a mare,
- La completa pulizia dell'area
- La totale rimozione del materiale filtrante e delle tubazioni microfessurate
- La pulizia delle canalette con recupero delle acque utilizzate e loro conferimento a impianto;



- La sostituzione delle tubazioni microfessurate e del materiale filtrante con nuova fornitura.
- La riapertura delle valvole di controllo.

### **5.17.6 Esecuzione delle opere**

Le fasi di posa in opera delle vasche dovranno garantire quanto indicato:

1. Demolizioni (fascia di larghezza di 700 mm):
  - a. Taglio del manto stradale;
  - b. Scarifica del conglomerato bituminoso;
  - c. Demolizioni/scavo fino per tutta l'altezza del riempimento (40 cm) fino alla messa in luce della sottostante struttura della piastra prefabbricata in c.a. costituente l'impalcato;
  - d. Verifica posizione dei ferri di armatura della piastra prefabbricata;
  - e. Predisposizione fori per scarico a mare e dei fori per tassellature sui lati della canaletta;
2. Posa canaletta
  - a. Getto di allettamento in EMACO fibrorinforzato
  - b. Posa della canaletta
  - c. Posa armature e getto strutturale dei cordoli laterali
  - d. Rinfianco e finiture
3. Ripristini e asfaltature
  - a. Asfaltatura delle fasce laterali di competenza
  - b. Posa tubo microfessurato e del medium filtrante
  - c. Posa griglia F900
  - d. Decommissioning del cantiere e ripristino della viabilità.

### **5.17.7 Pozzetti di campionamento (pozzetti fiscali)**

Data la numerosità degli scarichi a mare, è condivisa la previsione di attrezzare una serie di punti di campionamento, disposti in modo tale da interessare ciascuna area funzionalmente omogenea.

I pozzetti di campionamento, di dimensione 60x60 cm, andranno posati in corrispondenza di punti di scarico e consentiranno i necessari campionamenti di controllo.

### **5.18 Oneri di conferimento a discarica**

I materiali provenienti da scavi, demolizioni e quant'altro la D.L. ritenesse necessario dovranno essere trasportati a discarica autorizzata a ricevere tali materiali.

Negli elaborati di progetto sono indicate le discariche autorizzate presenti nelle immediate vicinanze delle aree di intervento a cui si è fatto riferimento nel presente studio ed ai fini della definizione dei relativi oneri. Sarà facoltà dell'Impresa individuare altri siti autorizzati per lo smaltimento che non distino più di 20 km dall'area di deposito temporaneo dei materiali prevista in progetto

Nel prezzo del presente appalto si intendono compresi tutti gli oneri, tasse e contributi per il conferimento del materiale alla discarica autorizzata.

L'attestazione dello smaltimento dovrà necessariamente essere attestata a mezzo dell'apposito formulario di



identificazione rifiuti (D.lgs. 152/2006 e smi) debitamente compilato e firmato in ogni sua parte. La consegna del modulo da formulario alla D.L. risulterà evidenza oggettiva dello smaltimento avvenuto autorizzando la corresponsione degli oneri a seguire. Il trasportatore è pienamente responsabile della classificazione dichiarata.

## **5.19 Pavimentazioni**

### **5.19.1 Generalità**

In linea generale, salvo diversa disposizione della DL, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2.0 -2.5%.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dal progetto in accordo con la DL, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio eseguite.

I materiali, le terre, impiegati nella realizzazione della sovrastruttura, nonché la loro provenienza dovranno soddisfare le prescrizioni riportate in questa sezione.

La DL potrà ordinare ulteriori prove su detti materiali, presso un Laboratorio Ufficiale.

In cantiere dovranno essere attrezzati dei laboratori, con personale qualificato, nei quali eseguire le prove di routine per l'identificazione delle richieste caratteristiche.

L'approvazione della DL circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la riuscita del lavoro.

L'Impresa dovrà curare di garantire la costanza della massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera.

Salvo che non sia diversamente imposto dai punti seguenti, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto più di 1 cm, controllata a mezzo di un regolo lungo 4.50 m disposto secondo due direzioni ortogonali, è ammessa una tolleranza in più o in meno del 3%, rispetto agli spessori di progetto, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

### **5.19.2 Strato di usura**

Lo strato di usura sarà realizzato con un conglomerato bituminoso steso a caldo costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'Art. 1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

Dovranno essere impiegati bitumi modificati mediante l'opportuna additivazione di idonei polimeri al fine di determinare un aumento dell'intervallo di plasticità (riduzione della suscettibilità termica), un aumento dell'adesione ed un aumento della viscosità. La modifica delle proprietà reologiche dovrà inoltre conseguire nei conglomerati bituminosi, una maggiore resistenza alle sollecitazioni ed alla loro ripetizione (comportamento a fatica). Il legante modificato dovrà essere prodotto in appositi impianti capaci di dosare e disperdere perfettamente i polimeri nel bitume e dovrà presentare caratteristiche di costanza qualitativa, verificata da laboratori attrezzati. Lo stoccaggio dovrà avvenire in apposito serbatoio riscaldato, coibentato e preventivamente svuotato dal bitume preesistente. Il prelievo dei campioni di bitume dovrà avvenire secondo la norma UNI EN 58. I campioni saranno preparati secondo la norma UNI EN 12594. I dati della caratterizzazione chimico-fisica e reologica del legante elastomerizzato dovranno rientrare fra quelli di seguito



indicati:

Parametro	Normativa	Valori	Classe UNI EN 14023
<b>Penetrazione a 25°C</b>	UNI EN 1426	10 - 40 dmm	2
<b>Punto di rammollimento</b>	UNI EN 1427	> 70°C	4
<b>Coesione force ductility test a 10°C</b>	UNI EN 13703	> 3 J/cm <sup>2</sup>	7
<b>Ritorno elastico a 25°C</b>	UNI EN 13398	> 80%	2
<b>Viscosità dinamica a 160°C</b>	UNI EN 13702/2	> 0,4 Pa·s	
<b>Resistenza all'invecchiamento RTFOT</b>	UNI EN 12607-1		
<b>Variazione in massa</b>	UNI EN 12607-1	< 0,5%	3
<b>Penetrazione residua a 25°C</b>	UNI EN 1426	> 70%	7
<b>Incremento del punto di rammollimento</b>	UNI EN 1427	< 8°C	2
<b>Stabilità allo stoccaggio</b>	UNI EN 13399		
<b>D penetrazione a 25°C</b>	UNI EN 1426	< 9 dmm	2
<b>D punto di rammollimento</b>	UNI EN 1427	< 5°C	2

### 5.19.3 Miscela

Il legante bituminoso dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 5,5% riferito al peso totale degli aggregati. Lo spessore minimo del conglomerato ad alto modulo complesso sarà indicato di volta in volta dalla DL; comunque non potrà essere inferiore a cm 8 per la base e a cm 5 per il binder. Il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere quello necessario all'ottimizzazione del conglomerato che dovrà avere i seguenti requisiti:

Verifica con pressa giratoria (UNI EN 12697-31), parametri di preparazione:

diametro provino: 150 mm

pressione verticale: 600 kPa

angolo di rotazione: 1,25 °

velocità di rotazione: 30 giri/min

La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di giri: N1 (iniziale), N2 (design) e N3 (finale). Il numero di giri con % di vuoti sono:

	N° giri	Vuoti %
<b>N1</b>	10	11 – 15
<b>N2</b>	120	3 – 6
<b>N3</b>	200	> 2

I provini, compattati a N3, dovranno avere resistenza alla prova di trazione indiretta (UNI EN 12697-23) a 25°C compresa fra 0,95 e 1,70 MPa, con coefficiente di trazione indiretta superiore a 75 MPa. In alternativa, ove non sia disponibile una pressa giratoria, si richiedono i seguenti requisiti con compattazione Marshall (UNI EN 12697-30) su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia:

- il valore della stabilità Marshall (UNI EN 12697-34) eseguita a 60°C dovrà essere di almeno 14 KN. Il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità in KN e lo scorrimento in mm, dovrà essere superiore a 4; □ la resistenza alla prova di trazione indiretta (UNI EN 12697-23) a 25°C di almeno 1,50 MPa;
- la percentuale dei vuoti dei provini Marshall deve essere compresa fra 3 e 6%.
- la percentuale dei vuoti residui in opera deve essere compresa fra 3 e 7% e comunque la massa volumica del conglomerato in sito non dovrà essere inferiore al 98% della massa volumica giratoria a N2 o dei provini Marshall.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito la prova di sensibilità all'acqua (UNI EN 12697-12), dovrà dare un valore di stabilità non inferiore all'85% di quello precedentemente indicato. I provini dovranno



essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa, senza alcun ulteriore riscaldamento. In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Se la compattazione dei provini non fosse eseguita alla produzione o alla stesa, la temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa, non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C. Nella determinazione del modulo di rigidità (UNI EN 12697-26 tipo provino IT-CY), su provini confezionati in laboratorio con metodo giratorio a N3 o Marshall e sottoposti a prova dinamica di trazione - compressione alla frequenza di 10 Hz, con la deformazione unitaria compresa tra  $1,0 \cdot 10^{-5}$  e  $4,0 \cdot 10^{-5}$ , in un intervallo di tempo compreso tra il 15° ed il 20° giorno dalla loro confezione, si dovranno ottenere i valori di seguito riportati:

Temperatura	Modulo di rigidità
10°C	> 10000 Mpa
25°C	> 5000 Mpa
40°C	> 1300 Mpa

#### 5.19.4 Controllo dei requisiti di accettazione

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante per la relativa accettazione. L'Impresa è poi tenuta a presentare, con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale. Una volta accettata dalla DL la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con controlli giornalieri. Non saranno ammesse variazioni del contenuto di aggregato grosso superiore a  $\pm 5\%$  e di sabbia superiore  $\pm 3\%$  sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di  $\pm 1,5\%$  sulla percentuale di filler. Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di  $\pm 0,3\%$ . Tali valori dovranno essere verificati con le prove sul conglomerato bituminoso prelevato all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito. In ogni caso i valori dovranno rientrare in quanto previsto nel punto 4 del capitolato. In ogni cantiere di lavoro dovrà essere installato a cura e spese dell'Impresa un laboratorio idoneamente attrezzato e condotto da personale appositamente addestrato per le prove ed i controlli in corso di produzione. In quest'ultimo laboratorio dovranno essere effettuate quando necessarie ed almeno con frequenza giornaliera:  $\otimes$  la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;  $\otimes$  la verifica della composizione del conglomerato bituminoso (granulometria degli inerti, % di bitume, % di filler) prelevando lo stesso all'uscita del mescolatore o alla tramoggia di stoccaggio (UNI EN 12697-27);  $\otimes$  la verifica delle caratteristiche del conglomerato e precisamente: peso di volume (UNI EN 12697-6) metodo Marshall o giratorio a N2; percentuale dei vuoti (UNI EN 12697-8) metodo Marshall o giratorio; caratteristiche meccaniche, metodo Marshall o giratorio. Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno. In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla DL sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati. In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la DL effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.



### **5.19.5 Formazione e confezione delle miscele**

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela. L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto. Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che del filler. La zona destinata al deposito degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura. L'inserimento nel mescolatore sarà sempre il seguente: 1) inerti caldi, 2) bitume, 3) filler. Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 25 secondi. La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 170°C e 190°C, quella del legante tra 160°C e 180°C, salvo diverse disposizioni della DL in rapporto al tipo di bitume impiegato. Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati. L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,2%.

### **5.19.6 Posa in opera delle miscele**

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla DL la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati negli articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare ed in misto cementato. Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato o misto granulare stabilizzato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla stesa di emulsione bituminosa cationica o anionica (tipo IDROBIT o VALBIT), tale da permettere l'applicazione su strada di almeno 0,4 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo. Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa cationica o anionica (tipo IDROBIT o VALBIT), tale da permettere l'applicazione su strada di almeno 0,4 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo. La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla DL, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento. Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa 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 2 o più finitrici. Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con 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 asportazione della parte terminale di



azzerramento. La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti. Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni. La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 160°C. La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste o con modulo complesso inferiore del 15% da quello richiesto dal capitolato) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa. La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. La compattazione \*sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati (comunque con peso non inferiore a 18 ton.) con l'ausilio di rulli a ruote metalliche (comunque con peso non inferiore a 10 ton.), tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Al termine della compattazione, lo strato dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 98% di quella giratoria a N2 o Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo la norma UNI EN 12697-6 su carote di 10-15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di almeno due prove. Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga m 4, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti saltuari e contenuti nel limite di 10 mm. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.



## 6 IMPIANTI ELETTRICI

### 6.1 Oggetto delle opere

Oggetto del presente capitolo è la descrizione delle caratteristiche tecniche e costruttive, nonché delle modalità di posa in opera, dei singoli componenti che costituiscono gli impianti elettrici ed affini da realizzarsi a servizio dell'intervento denominato "**Componenti di intervento nel progetto di ammodernamento infrastrutturale e funzionale del terminal contenitori del Molo VII nel Porto di Trieste**".

La realizzazione di dette opere dovrà essere eseguita in ottemperanza alle leggi e normative più restrittive in vigore in Italia all'atto dell'inizio lavori ed a quanto stabilito ed indicato negli elaborati allegati al progetto, eseguendo comunque le lavorazioni secondo la buona regola dell'arte e del ben costruire per la loro perfetta esecuzione.

Le filosofie impiantistiche ed i componenti di qualità adottati sono scelti con il preciso obiettivo dell'ottenimento delle migliori prestazioni possibili nel coordinamento delle esigenze del cliente ed estetiche, creando una significativa armonia fra tecnica e immagine.

La forma, le dimensioni, le prestazioni e gli elementi costruttivi risultano dalla Relazione Tecnica, dal Computo Metrico Dettagliato e dagli elaborati grafici di progetto allegati.

Per i contenuti di carattere contrattuale, amministrativo tipici del Capitolato Speciale d'Appalto, si rimanda ai documenti di carattere generale.

### 6.2 Limiti di fornitura

Tutti gli impianti si considerano forniti ed installati dall'Appaltatore a regola d'arte, nel rispetto delle vigenti normative, in opera completi di ogni accessorio necessario per il loro corretto funzionamento.

Sulla Relazione Tecnica Specialistica sono descritte le opere ed i limiti di fornitura.

### 6.3 Descrizione e caratteristiche delle opere

#### 6.3.1 Informazioni generali

##### 6.3.1.1 Elenco degli elaborati

I documenti costituenti il presente progetto sono indicati nell'elenco elaborati generale dell'opera.

##### 6.3.1.2 Denominazioni utilizzate ed abbreviazioni

I termini "Ente Appaltante" (EA) e "Committente" sono sinonimi e indicano la COMMITTENTE dell'Opera.

Il termine "Appaltatore" è da intendere anche quale sinonimo di "Consorzio di Imprese", "Associazione temporanea di Imprese (ATI)", "Ditta", "Esecutore" e indica il soggetto APPALTATORE dell'opera.

Per "Codice" si intende il Codice dei Contratti Pubblici (D.Lgs. 163/2006 e ss.mm.ii.).

Per "Regolamento" si intende il Regolamento di esecuzione del codice dei Contratti (D.P.R. 207/2010 e ss.mm.ii.).

Per una più rapida lettura degli elaborati progettuali vengono adottate le seguenti denominazioni convenzionali abbreviate (in ordine alfabetico):

AD Azienda distributrice (di energia elettrica, e/o di gas, e/o di acqua, e/o altro)



CCIAA	Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura
CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano
CSA	Capitolato Speciale Prestazionale
NES	Norme di Esecuzione
DL	Direzione dei Lavori, generale o specifica
EN	European Norm
IMQ	Istituto Italiano per il Marchio di Qualità
ISO	International Standard Organization
PU	Prezzo Unitario
EPU	Elenco Prezzi Unitari
EA/SA	Ente o Stazione Appaltante / Committente
SIL	Sistema Italiano Laboratori di prova
SIT	Sistema Italiano di Taratura
UNEL	Unificazione Elettrotecnica Italiana
UNI	Ente Nazionale Italiano di Unificazione
VVF	Vigili del Fuoco
CT	Centrale termica
CF	Centrale frigorifera
CI	Centrale idrica
CTA-UTA	Centrale trattamento aria
CDZ	Condizionamento o condizionatore
QE	Quadro elettrico
Direzione Lavori:	Struttura incaricata dalla Stazione Appaltante per lo svolgimento di tutte le attività in corso d'opera previste dalla normativa vigente
Appaltatore:	L'azienda con la quale la Stazione Appaltante firma il contratto
Progettista:	Tutti i vari progettisti che hanno partecipato alla stesura del progetto
Programma Lavori:	Rappresenta il programma delle varie lavorazioni elaborato in sede di progetto
Programma lavori di Costruzione:	Rappresenta lo sviluppo da parte dell'Appaltatore in fase di cantierizzazione delle opere del Programma Lavori

### **6.3.2 Normativa di riferimento**

Gli impianti Elettrici, di seguito più dettagliatamente descritti, saranno realizzati allo scopo di ottenere le migliori condizioni d'utilizzo e sicurezza, nel pieno rispetto delle vigenti leggi, normative, e disposizioni particolari degli Enti competenti per Zona e Settore Impiantistico di cui di seguito si riportano le principali.

Si precisa che l'Appaltatore dovrà assumere in loco, sotto la sua completa ed esclusiva responsabilità, le necessarie informazioni presso le sedi locali ed i competenti uffici dei vari Enti e di prendere con essi ogni necessario accordo inerente la realizzazione degli impianti.

Dovranno essere rispettate tutte le norme UNI, UNI EN, UNI EN ISO, CEI, anche se non menzionate espressamente e singolarmente, riguardanti ambienti, classificazioni, calcoli, dimensionamenti, macchinari, materiali, componenti, lavorazioni che in maniera diretta o indiretta abbiano attinenza con le opere di cui si tratta nel presente progetto. Vengono comunque richiamate nel seguito del presente paragrafo, per motivi di praticità



e chiarezza, ma non certo a titolo esaustivo, alcune (le più significative) fra le norme sopra citate, di riferimento per i lavori in oggetto.

In mancanza di normativa nazionale, o comunque in caso di particolari esigenze, si farà riferimento a normative straniere (ad esempio ASHRAE, DIN, ISO, NFPA, ecc.), che saranno espressamente richiamate nel seguito o nei successivi paragrafi della presente relazione.

#### 6.3.2.1 *Prodotti da costruzione - Regolamento CPR 305/11*

Il Regolamento (UE) 305/2011 disciplina l'immissione e la libera circolazione sul mercato europeo dei prodotti da costruzione e riguarda tutti i prodotti (materiali, manufatti, sistemi, ecc.) che sono realizzati per diventare parte permanente di opere di costruzione.

Tutti i prodotti previsti rispettano requisiti e prestazioni relazionate ai sette requisiti essenziali dell'opera da costruzione:

- resistenza meccanica e stabilità;
- sicurezza in caso di fuoco;
- igiene, sicurezza e ambiente;
- sicurezza in uso;
- protezione contro il rumore;
- risparmio energetico;
- uso sostenibile delle risorse naturali per la realizzazione delle costruzioni.

Il regolamento impone tra gli obblighi del fabbricante, quello di garantire la rintracciabilità per consentire l'eventuale ritiro o richiamo del prodotto dal mercato nel caso il fabbricante abbia motivo di credere che il prodotto immesso sul mercato non rispetti la conformità e la corrispondenza espresse dalla Marcatura CE.

Il concetto chiave del nuovo Regolamento 305/11, rispetto alla Direttiva CPD 89/106/CEE, è la Dichiarazione di Prestazione (DoP) che va a sostituire la precedente Dichiarazione di Conformità dei prodotti da costruzione. Se quest'ultima attestava la conformità di un prodotto ai requisiti di una norma tecnica (art. 13 CPD), la dichiarazione di prestazione:

- è obbligatoria per tutti i prodotti coperti da una norma armonizzata;
- deve contenere informazioni sull'impiego previsto;
- deve contenere le caratteristiche essenziali pertinenti l'impiego previsto;
- deve includere le performance di almeno una delle caratteristiche essenziali;
- informa che il fabbricante si assume la responsabilità delle prestazioni dichiarate.

#### 6.3.2.2 *Criteri Minimi Ambientali CAM - DM 23 Giugno 2022*

Nell'ottica di un maggior impegno verso l'efficientamento e il risparmio si dovranno rispettare i nuovi criteri ambientali minimi, di cui al Decreto Ministeriale 23 Giugno 2022. Tale decreto è parte integrante del piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi della sola Pubblica Amministrazione e in generale ribadisce ai fini impiantitici/energetici il rispetto della legislazione nazionale, con ulteriori indicazioni più restrittive.

I criteri ambientali minimi riguardano:

- Diagnosi energetica;
- Prestazione energetica;
- Impianti di illuminazione per interni;
- Ispezionabilità e manutenzione degli impianti di riscaldamento e condizionamento;
- Aerazione, ventilazione e qualità dell'aria;
- Benessere termico;



- Illuminazione naturale;
- Dispositivi di ombreggiamento;
- Tenuta all'aria;
- Inquinamento elettromagnetico negli ambienti interni;
- Prestazioni e comfort acustici;
- Radon;
- Piano di manutenzione dell'opera;
- Disassemblaggio e fine vita;

Per approfondimenti e dettagli si rimanda alle successive sezioni del presente documento.

### 6.3.2.3 Norme di carattere generale

Norma	CEI 3-23	Segni grafici per schemi e piani di installazione architettonici e topografici
Norma	CEI 0-10	Guida alla manutenzione degli impianti
Norma	CEI 0-16	Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
Norma	CEI 0-21	Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica
Norma	CEI 99-2	Impianti elettrici con tensioni superiori a 1kV in corrente alternata
Norma	CEI 99-3	Messa a terra degli impianti elettrici con tensioni superiori a 1kV in corrente alternata
Norma	CEI 17-113 CEI-EN 61439/1	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione – Parte 1 regole generali
Norma	CEI 17-114 CEI-EN 61439/2	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione – Parte 2 quadri di potenza
Norma	CEI-EN 61439/ Parti 3-4-5-6-7	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione Parte 3 - Quadri di distribuzione destinati ad essere manovrati da persone comuni Parte 4 – Quadri di cantiere Parte 5 – Quadri di distribuzione per rete pubblica Parte 6 – Condotti sbarre Parte 7 – Quadri per applicazioni particolari
Norma	CEI 23-145 CEI EN 60898-1	Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari – Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata;
Norma	CEI 17-5 CEI EN 60947-2	Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici
Norma	CEI 23-51	Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;
Norma	CEI-UNEL 35023	Cavi di energia per tensione nominale U uguale a 1 kV – Cadute di tensione
Norma	CEI-UNEL 35024	Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata ed a 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
Norma	CEI 20-40	Guida all'uso dei cavi con tensione nominale non superiore a 450/750V



Norma	CEI 20-67	Guida all'uso dei cavi con tensione nominale 0,6/1kV
Norma	CEI 23-36	Tubi per installazioni elettriche. Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori
Norma	CEI 23-39	Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni generali
Norma	CEI 23-54	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 2-1: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori
Norma	CEI 23-55	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 2-2: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori
Norma	CEI 23-56	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 2-3: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori
Norma	CEI 31-33	Atmosfere esplosive – Progettazione, scelta ed installazione degli impianti elettrici
Norma	CEI 31-87	Classificazione dei luoghi - atmosfere esplosive per la presenza di gas
Norma	CEI 31-88	Classificazione dei luoghi - atmosfere esplosive per la presenza di polveri combustibili
Norme	CEI 64-2	Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione – Prescrizioni specifiche per la presenza di polveri infiammabili e sostanze esplosive
Norme	CEI 64-7	Impianti di illuminazione situati all'esterno con alimentazione in serie
Norme	CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata, e a 1500 V in corrente continua;
Norma	CEI 64-12	Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.
Norma	CEI 64-15	Impianti elettrici negli edifici pregevoli per rilevanza storica e/o artistica
Norma	CEI 64-17	Guida all'esecuzione degli Impianti elettrici nei cantieri
Norma	CEI 64-19	Guida agli impianti di illuminazione esterna
Norma	CEI 64-21	Impianti adeguati all'utilizzo da parte di persone con disabilità o specifiche necessità negli impianti residenziali
Norma	CEI 64-50	Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici
Norma	CEI 64-100	Guida per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti elettrici, elettronici e per le comunicazioni. Parte 2: Unità immobiliari Parte 3: Case unifamiliari case a schiera e complessi immobiliari
Norma	CEI 78-17	Manutenzione delle cabine elettriche MT/MT e MT/BT dei Clienti/utenti finali
Norma	CEI 81-10	Protezione contro il fulmine Parte 1: Principi generali Parte 2: Valutazione del rischio Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture
Norma	CEI 81-28	Guida alla protezione contro i fulmini degli impianti fotovoltaici



Legge	n° 186	del 01.03.1968 - Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, impianti elettrici a regola d'arte;
Legge	n° 791	del 18.10.1977 - Attuazione delle direttive del Consiglio delle Comunità Europee relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione
D.M.	n° 37	Del 22 Gennaio 2008 - Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 Dicembre 2005;
Norma	UNI EN 15232	Prestazione energetica degli edifici Parte 1: Impatto dell'automazione, del controllo e della gestione tecnica degli edifici
Ufficio	VV.F.	Disposizioni particolari;
Ufficio	ACEGAS	Disposizioni particolari;
Ufficio	A.U.S.L.	Disposizioni particolari;
Ufficio	ARPA	Disposizioni particolari;

#### 6.3.2.4 Norme per ambienti di lavoro o assimilabili

D.Lgs.	n° 81	del 9 aprile 2008 Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007 n.123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
--------	-------	---

#### 6.3.2.5 Norme impianti per superamento barriere architettoniche

Legge	n° 13	del 9/01/89 e D.M. 14/6/89, n° 236: Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati;
D.P.R.	n° 503	del 24/7/96: Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici.
Ufficio	VV.F.	Prescrizioni particolari

#### 6.3.2.6 Norme per impianti di cablaggio strutturato

Norma	CEI 103-1	Impianti telefonici interni
Guida	CEI 306-2	Guida al cablaggio per le comunicazioni elettroniche negli edifici residenziali
Guida	CEI 306-10	Sistemi di cablaggio strutturato – Guida alla realizzazione e alle norme tecniche
Guida	CEI 306-22	Disposizioni per l'infrastrutturazione degli edifici con impianti di comunicazione elettronica - Linee guida per l'applicazione della Legge 11 novembre 2014, n. 164.
Standard	TIA/EIA 568-B	Commercial Building Telecommunications Cabling Standard
Standard	TIA/EIA 569-A	Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces.
Standard	TIA/EIA 606	Administration Standard for the telecommunication infrastructure of commercial buildings.
Standard	TIA/EIA 607	Commercial Building Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications.
Standard	TIA/EIA 570-A	Residential Telecommunications Cabling Standard.
Standard	ISO/TEC 11801	ISInformation Technology – Generic cabling for customer premises Cabling.



Norma	CEI 50173-1	Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato Parte 1: Prescrizioni generali.
Norma	CEI 50173-2	Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato Parte 2: Locali per ufficio.
Norma	CEI 50173-3	Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato Parte 3: Ambienti industriali.
Norma	CEI 50173-4	Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato Parte 4: Abitazioni.
Norma	CEI 50173-5	Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato Parte 5: Centri dati.
Norma	CEI 50310	Applicazione della connessione equipotenziale e della messa a terra in edifici contenenti apparecchiature per la tecnologia dell'informazione.
Norma	CEI 50174-1	Tecnologia dell'informazione - Installazione del cablaggio – Parte 1: Specifiche ed assicurazione della qualità
Norma	CEI 50174-2	Tecnologia dell'informazione – Installazione del cablaggio – Parte 2: Pianifica- zione e criteri di installazione all'interno degli edifici.

### 6.3.3 Criteri di misurazione dei lavori

I lavori, i manufatti, i macchinari ed i componenti in genere descritti, si intendono pure comprensivi di tutte le minuterie, accorgimenti, accessori, finiture, ritocchi, verniciature, staffaggi statici e sismici, strumenti di misura e calibrazione che il buon senso interpretativo fa ritenere incluse nella fornitura, anche se non esplicitamente menzionate. Risulta chiaro che nessun dettaglio grafico o descrizione verbale, per quanto accurata, dettagliata e particolareggiata, può comprendere tutti gli innumerevoli elementi accessori costituenti gli impianti, descrivere tutte le funzioni delle singole apparecchiature, precisare tutti i magisteri esecutivi delle varie categorie di opere. Sono in ogni caso compresi gli oneri per sfridi, materiali di consumo, minuterie, finiture ecc..

Nella fornitura devono pure intendersi sempre compresi:

- gli oneri per il fissaggio statico e sismico su qualsiasi tipo di struttura in acciaio, in muratura tradizionale, in calcestruzzo, ecc., di profilati ed apparecchiature in genere, tramite tappi ad espansione, chiodi a sparo, zanche, opere di saldatura, cravatte, morsetti, ecc.;
- Il dimensionamento di dettaglio e costruttivo dei dispositivi di sostegno e di controvento sismico degli elementi non strutturali (esempi non esaustivi: impianti, baraccature, tramezzature, controsoffitti) inteso a carico del Fornitore in accordo con le proprie specifiche e con le prescrizioni di cui al p.to 7.2.3 del DM 17/01/2018 e relativa Circolare LL.PP. 21/01/2019;
- gli oneri derivanti da staffe, mensole, tiranti, fissaggi vari, pezzi speciali, curve, guide, guarnizioni, ed accessori vari a completamento;
- collegamenti a linee o reti di ogni tipo esistenti o di nuova realizzazione;
- viaggi, trasporti e imballi, trasferte, scarichi per materiale e manovalanza

### 6.3.4 Livello di qualità, accettazione ed approvazione dei materiali – Marche di riferimento

Con un congruo anticipo sull'esecuzione delle singole lavorazioni l'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della DL la scelta delle marche e dei modelli delle apparecchiature, nonché dei componenti da impiegare. I risultati delle scelte verranno regolarmente verbalizzati e saranno vincolanti per l'Appaltatore.

L'Appaltatore, su richiesta della DL, dovrà fornire i cataloghi e le specifiche tecniche delle apparecchiature da



installare, dalle quali risultino chiaramente tutte le caratteristiche tecniche, prestazionali e dimensionali delle stesse, che dovranno corrispondere esattamente a quanto previsto e richiesto dal progetto.

I materiali, la posa in opera e in generale tutti gli impianti dovranno uniformarsi alle prescrizioni derivanti dal presente elaborato e dall'insieme degli elaborati progettuali, ferma restando l'osservanza delle norme di legge, del CEI, dell'UNI e delle tabelle UNEL o normative europee equivalenti.

Tutti i componenti per i quali sia obbligatoria in Europa la marcatura CE dovranno esserne provvisti e dotati della relativa documentazione certificativa. Laddove siano utilizzati componenti per i quali è prevista l'omologazione tramite Marchi di conformità alle Normative italiane od europee questi ne devono essere provvisti. I Marchi riconosciuti in ambito CEE saranno considerati equivalenti.

La DL potrà autorizzare la fornitura e l'installazione di componenti offerti dall'Appaltatore privi di Marchi di qualità riconosciuti, purché costruiti a regola d'arte, dotati comunque di marcatura CE ed altresì di certificati o attestati che la DL ritenga, a suo giudizio insindacabile, equipollenti alla dotazione di un Marchio, ovvero previo risultato positivo di prove e verifiche prescritte dalla DL ed carico dell'Appaltatore presso laboratori universitari o appartenenti al sistema SIL.

Tutti i materiali ed i componenti dopo il loro arrivo in cantiere dovranno essere approvati dalla DL/SA, che ne verificherà la rispondenza alle marche ed i modelli prescelti, nonché alle prescrizioni contrattuali. Anche i sistemi di ancoraggio, sospensione ed il mensolame per il sostegno delle varie linee, canalizzazioni e tubazioni dovranno essere sottoposti all'approvazione della DL/EA.

Resta ben inteso che l'approvazione da parte della DL nulla toglie alla responsabilità dell'Appaltatore sulla bontà e sulle prestazioni dei componenti, sull'esecuzione dei lavori, sulla rispondenza delle opere eseguite alle pattuizioni contrattuali, e sul buon funzionamento degli impianti.

Inoltre la DL si riserva la facoltà di rifiutare quei materiali o componenti o macchinari che, anche se già posti in opera, non abbiano ricevuto la previa approvazione di cui sopra, o per i quali, pur se già approvati ed anche eventualmente posti in opera, si verificasse che non rispondono appieno alle pattuizioni contrattuali o infine che siano comunque dalla DL ritenuti per qualità, lavorazione o altro, non adatti alla perfetta riuscita del lavoro (e quindi non accettabili).

In questo caso la DL potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinarne la sostituzione con altri rispondenti appieno, con tutti gli oneri di sostituzione a carico dell'Appaltatore (compresi anche smontaggio e rimontaggio). In caso di ordine di sostituzione, qualora l'Appaltatore non vi provveda entro il termine di tempo imposto, la DL potrà far provvedere per proprio conto alla sostituzione, attraverso altra Ditta, addebitando tutti i relativi oneri all'Appaltatore.

Se per difetti delle forniture e per le riparazioni, sostituzioni di parti già in opera o per ritardi nella consegna o per altre cause imputabili all'Appaltatore fossero danneggiate o fosse necessario manomettere altre opere, le attività necessarie al ripristino di tutte le opere manomesse sono a carico dell'Appaltatore stesso.

## **6.4 ONERI SPECIFICI DI APPALTO**

### **6.4.1 Programma esecutivo delle opere**

L'Appaltatore ha l'obbligo di presentare un programma lavori. Il programma dovrà essere unitario, cioè comprendere, opportunamente integrate, tutte le categorie/tipologie di opere facenti parte dell'appalto (ovvero tutti i gruppi di lavorazioni complessive ritenute omogenee).

Ogni categoria/tipologia di opere (ovvero ogni gruppo di lavorazioni omogenee) sarà a sua volta disaggregata



nelle sue componenti o lavorazioni principali.

Nel programma dovranno pertanto essere riportate, per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle date contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento.

Per ulteriori informazioni si rimanda al Capitolato Generale di Appalto dell'opera.

#### **6.4.2 Verifica del progetto originale**

Il presente progetto impiantistico dovrà essere sviluppato dall'impresa a livello esecutivo e costruttivo di cantierizzazione che dovrà essere approvato dall'EA e dalla DL. L'Appaltatore è tenuto a redigere il progetto esecutivo completo di calcoli, dimensionamenti e ingombri.

In ogni caso l'Appaltatore si assume la responsabilità della perfetta esecuzione e funzionamento finale delle opere.

Resta espressamente inteso che l'approvazione del progetto di dettaglio da parte della DL, comprese le eventuali modifiche in corso d'opera richieste dalla DL e concordate con l'Appaltatore, non esonera in alcun modo l'Appaltatore stesso dalle responsabilità di qualsiasi genere, fino al termine del periodo di garanzia, per qualunque inconveniente che si verificasse nelle opere stesse e/o per loro causa nelle strutture e negli arredamenti dell'edificio.

#### **6.4.3 Varianti agli impianti e modifiche al progetto**

Qualora la SA o la DL ritengano necessarie una o più modifiche da apportare all'opera prevista nel progetto e previa valutazione del progettista e della DL, dovranno essere attuate le disposizioni del "Codice". Ciò comporterà la redazione di progetti supplementari quali:

- progetto di variante per determinare le variazioni di quantità e/o qualità dei materiali o dei lavori previsti inizialmente;
- progetto di variante sostitutivo per determinare le variazioni di quantità e/o qualità dei materiali o dei lavori previsti inizialmente, che modificano in modo significativo il progetto originario (in aggiunta o in detrazione);
- progetto suppletivo per determinare un'aggiunta di materiale e/o lavori rispetto a quelli previsti nel progetto iniziale.

Non si considerano modifiche, eventuali spostamenti, nell'ambito di singole fasi o lotti e/o di singole aree di pertinenza di apparecchiature, tubazioni, canali, cavi, ecc. L'Appaltatore non dovrà apportare di propria iniziativa alcuna modifica rispetto al progetto approvato se non dettata da inconfutabili esigenze tecniche e/o di cantiere e comunque da attuare sempre previa approvazione della DL, pena il non riconoscimento del lavoro eseguito in variante e l'onere di demolizione delle opere stesse a completa cura dell'Appaltatore stesso.

In ogni caso l'Appaltatore si assume la responsabilità della perfetta esecuzione e funzionamento finale delle opere e quindi anche del progetto di variante e dei calcoli relativi.

Resta espressamente inteso che l'approvazione dei progetti esecutivi e di dettaglio da parte della DL, comprese le eventuali modifiche in corso d'opera richieste dalla DL e concordate con l'Appaltatore, non esonera in alcun modo l'Appaltatore stesso dalle responsabilità di qualsiasi genere, fino al termine del periodo di garanzia, per qualunque inconveniente che si verificasse nelle opere stesse e/o per loro causa nelle strutture e negli arredamenti dell'edificio.



#### 6.4.3.1 Contabilità

Agli effetti contabili, per la stesura dei S.A.L., si rimanda a quanto contenuto nella specifica documentazione di contratto.

#### 6.4.3.2 Obblighi ed oneri specifici a carico dell'Appaltatore inerenti agli impianti

Il presente capitolo completa le prescrizioni amministrative che regolano l'Appalto e precisa gli oneri a carico dell'Appaltatore, il tutto con riferimento specifico alle opere impiantistiche afferenti al presente elaborato. Al solo fine di parziale esemplificazione delle opere ed oneri specifici a carico dell'Appaltatore, e per eliminare qualsiasi interpretazione che non corrisponda all'intento della Committente di ottenere impianti perfettamente efficienti, si elencano qui di seguito i principali oneri specifici riguardanti gli impianti, che devono intendersi compresi nelle forniture contrattuali (oltre alle forniture e prestazioni espressamente indicate negli altri capitoli del CSA e oltre, ovviamente, agli obblighi derivanti da leggi, decreti e regolamenti).

Per quanto riguarda gli oneri di carattere generale a carico dell'Appaltatore si invia all'apposito articolo del documento Generale di Appalto e/o dello Schema di Contratto.

In caso di conflitto interpretativo tra i vari documenti contrattuali, sarà osservato l'ordine progressivo di prevalenza secondo la seguente sequenza:

- Elaborato Generale di Appalto e lo Schema di Contratto;
- Capitolato Speciale di Appalto;
- Disegni.

#### 6.4.3.3 Opere di assistenza muraria e interventi edili di supporto agli impianti

Come "opere murarie ed interventi edili di supporto agli impianti" si intende tutta una serie di interventi, prestazioni e realizzazioni di lavori che sono collegati alla esecuzione degli impianti per la loro esecuzione.

Esse sono così suddivise:

- opere per sostegni e staffaggi vari (sempre ed in ogni caso a carico dell'Appaltatore degli impianti);
- opere murarie di assistenza;
- opere edili di supporto agli impianti.

#### 6.4.3.4 Opere per sostegni e staffaggi vari

Queste opere sono sempre a carico dell'Appaltatore degli impianti e consistono sostanzialmente in:

- fissaggio di mensole e staffe a pareti o solai in CLS, compresi tasselli, pezzi speciali, profilati in acciaio aggiuntivi, ecc.
- fissaggio di apparecchiature e attrezzature varie a pareti e/o solai in CLS
- fissaggio di apparecchiature e attrezzature varie a pareti in cartongesso e/o in laterizio
- staffaggi per tubazioni, canalizzazioni, organi di intercettazione e similari nelle centrali e nei cavedi e nei cunicoli tecnici, comprendendo l'esecuzione di eventuali strutture metalliche di supporto fissate alle pareti, a pavimento o ai solai. Sono compresi elementi di ancoraggio, pezzi speciali, profilati in acciaio aggiuntivi, ecc.
- staffaggi per le sospensioni degli organi terminali, di macchinari e dei vari componenti
- ponteggi e trabattelli fino a sei metri da terra del piano di calpestio.

Si precisa che le sospensioni devono risultare indipendenti dalla struttura portante del controsoffitto e non devono andare in appoggio su di esso.

Il dimensionamento di dettaglio e costruttivo dei dispositivi di sostegno e di controvento sismico degli elementi non strutturali (esempi non esaustivi: impianti, baraccature, tramezzature, controsoffitti) inteso a carico del



Fornitore in accordo con le proprie specifiche e con le prescrizioni di cui al p.to 7.2.3 del DM 17/01/2018 e relativa Circolare LL.PP. 21/01/2019.

#### 6.4.3.5 Opere murarie di assistenza

Sono comprese in questa categoria le ulteriori opere inerenti alla posa di reti e di apparecchiature ovunque nel fabbricato, necessarie per consentire l'installazione degli impianti ed a carico dell'Appaltatore degli impianti.

In particolare si comprendono:

- fori di qualunque forma e dimensione ( $\leq \varnothing 150$  mm oltre a quelli già previsti nel progetto architettonico e strutturale) nei solai o pareti di qualunque tipo e loro chiusura (nel calcestruzzo, tradizionale o cartongesso). Sono fori da realizzare con trapano, carotatrice o altro mezzo, comprendendo anche le forniture accessorie per tali macchine e la pulizia dell'area dopo l'intervento (per i fori su nucleo in calcestruzzo strutturali deve comunque essere effettuato un coordinamento con la D.L. strutturale);
- in sostituzione dei fori, apposite cravatte, morsetti, mensole e simili per il transito delle reti attraverso strutture in acciaio;
- segnature con spray di tracce su pareti;
- tracce su pareti e simili in laterizio, blocchi, cartongesso, ecc. e relativa chiusura da realizzare con personale e mezzi idonei;
- opere di protezione di reti posate a pavimento, mediante l'utilizzo di strutture rigide resistenti al passaggio di persone e/o mezzi;
- smontaggio e rimontaggio di controsoffitti e/o pavimenti galleggianti per interventi impiantistici e per le opere di finitura, di collaudi, ecc.;
- saldature per fissaggi vari;
- fori nelle pareti di qualunque tipo per scatole/cassette da incasso di qualunque forma e dimensione;
- fori nei controsoffitti, nei pavimenti galleggianti e pannellature in genere per alloggiare organi terminali degli impianti;
- opere di protezione provvisoria e/o temporanea di reti, cassette e simili posate a parete o pavimento, mediante l'utilizzo di malta cementizia o equivalente e/o di strutture rigide resistenti al passaggio di persone e/o mezzi;
- ripristino e finitura al grezzo di tracce e fori (nel caso di diametri superiori a 50 mm con riempimento mediante colaggio di malta neoplastica tixotropica a ritiro compensato);
- ripristino e finitura al grezzo di tracce e fori nel pavimento o solaio, per la posa di tubazioni, con ripristino del piano calpestabile in CLS magro e lisciatura superficiale;
- stuccature e rasature;
- riprese di tinteggiature anche a rappezzi con più mani;
- segnatura di scavi, pozzetti, ecc.;
- fissaggio di tubazioni interrato ai pozzetti con sigillatura degli imbocchi;
- predisposizioni su solai di pilette, pozzetti e simili;
- quadrotti in calcestruzzo (dimensioni indicative cm 40/80 cm), da appoggiare sulla copertura, su cui vanno fissati i supporti per tubazioni di qualsiasi tipo e canalizzazioni;
- ripristino di pavimentazioni nei vari tipi;
- ponteggi e trabattelli fino a sei metri da terra del piano di calpestio;
- scarico dei materiali in arrivo di tutti i tipi, dimensioni pesi ed ingombri e loro trasporto nel magazzino di ricovero o, se sarà possibile, nella posizione di installazione finale;
- sollevamenti, tiri in alto e posizionamento di tutte le macchine ed apparecchiature ovunque queste vadano installate;



- manovalanza e mezzi d'opera in aiuto ai montatori per la movimentazione di cantiere.

Per tutte le opere e prestazioni precedenti l'Appaltatore deve fornire i disegni dimensionali costruttivi prima della loro realizzazione.

Una volta realizzate tali opere l'Appaltatore deve provvedere allo sgombero dei materiali, al loro allontanamento ed alla pulizia completa della zona interessata, alla pulizia accurata, al ripristino di eventuali piccoli danni, alla rimessa in ordine delle reti a pavimento (canalizzazioni, tubazioni, cassette, ecc.), prima dell'esecuzione dei pavimenti sopraelevati, e altre opere di finitura in genere.

Tali opere sono comprese nel progetto degli impianti e quindi a carico dell'Appaltatore degli impianti.

#### 6.4.3.6 Opere edili di supporto agli impianti

Sono opere civili, escluse dal progetto degli impianti.

Ci si riferisce in particolare a:

- fori di grandi dimensioni nei solai, nelle pareti in CLS ed in genere nelle pareti di qualunque tipo per il passaggio degli impianti: questi fori sono previsti nel progetto strutturale ed architettonico; qualora ne servissero degli altri questi devono essere realizzati prima dell'esecuzione delle opere previo coordinamento con la D.L.; in ogni caso tutti i fori devono essere di dimensioni sufficientemente ampie da consentire un agevole montaggio dei componenti interessati comunque senza eccedere tali dimensioni strettamente necessarie in modo da limitare al massimo l'onere per il ripristino della chiusura;
- grigliati tecnici e cunicoli nelle centrali e all'esterno del fabbricato;
- cunicoli e cavedi tecnici;
- basamenti per le apparecchiature impiantistiche;
- scavi, reinterri, pozzetti, scavo, basamenti, rinfianchi, camere di ispezioni;
- insonorizzazioni delle centrali e delle zone tecniche esterne (gruppi elettrogeni, gruppi frigoriferi, ecc.) salvo quanto incluso in specifiche voci incluse negli importi degli impianti;
- ripristino di impermeabilizzazioni per il passaggio degli impianti;
- quanto altro non indicato al paragrafo precedente, ma comunque necessario per la realizzazione delle opere impiantistiche, per renderle rispondenti alle finalità progettuali.

Per queste opere edili, l'Appaltatore delle opere impiantistiche dovrà eseguire una verifica puntuale di quanto necessario per il soddisfacimento delle esigenze impiantistiche, e dovrà presentare alla DL nei tempi previsti i disegni e le descrizioni di dettaglio atti a garantire il corretto coordinamento delle opere da realizzare.

#### 6.4.4 Disegni di cantiere e di montaggio

La documentazione tecnica del progetto dovrà illustrare le caratteristiche dell'opera, le modalità esecutive, i dati dimensionali dei vari componenti e dovrà contenere i disegni necessari per la realizzazione delle opere.

È peraltro a carico dell'Appaltatore la redazione del progetto esecutivo, dei disegni di cantiere e di montaggio (i cosiddetti "costruttivi"), questi ultimi potranno anche essere redatti non in soluzione unica, ma per fasi, in relazione al programma di esecuzione delle singole parti o lavorazioni impiantistiche.

In ogni caso i disegni costruttivi relativi alle singole fasi o lavorazioni dovranno essere presentati alla DL per l'approvazione con un congruo anticipo, dell'ordine di almeno 40 ÷ 50 giorni, rispetto all'inizio dell'esecuzione di dette parti o lavorazione.

Gli elaborati da presentare per l'approvazione sono:



- i disegni di cantiere (costruttivi) relativi all'installazione dei vari componenti e apparecchiature, completi di particolari di montaggio, con la posizione precisa delle varie apparecchiature, gli ingombri lordi, le posizioni e le modalità di ancoraggio alle strutture, i carichi statici e dinamici, i collegamenti elettrici ed idraulici;
- i disegni quotati di tutte le principali opere murarie necessarie e, per iscritto, i dati ed elementi che possano in qualunque modo avere attinenza con opere affidate ad altre Imprese.

I disegni costruttivi di cantiere devono essere conformi ai disegni e specifiche del progetto approvato, nonché a tutta la documentazione contrattuale ed alle indicazioni della DL.

Dimensioni, ubicazioni, ingombri con impianti esistenti (negli stessi cavedi, piani, centrali, ecc.) e quote nei disegni costruttivi di cantiere, devono essere verificati sul posto dall'Appaltatore per controllarne le eventuali interferenze e per individuare percorsi ottimali per ciascuna rete, alla luce anche delle effettive dimensioni e caratteristiche delle apparecchiature e macchine acquistate.

Devono pertanto essere confrontati i disegni degli impianti elettrici con quelli degli impianti termomeccanici o con altri impianti coinvolti, per definire le zone interessate da ciascuna rete, i relativi spazi accessori e di montaggio.

Tale verifica deve portare all'eventuale elaborazione di ulteriori disegni di dettaglio con evidenziate queste mutue interferenze.

Lo spirito dei disegni costruttivi è principalmente quello di illustrare nel dettaglio le modalità costruttive delle opere evidenziandone la compatibilità con le altre opere interferenti.

È a carico dell'Appaltatore la verifica della compatibilità dei propri impianti con quelli eventualmente affidati ad altre Ditte.

Gli elaborati per l'approvazione vanno consegnati alla DL in duplice copia (o secondo altre procedure da definirsi in sede di D.L.); una viene restituita firmata ed approvata, oppure approvata con commenti (eventualmente ritenuta valida solo per coordinamento con altre opere), oppure non approvata.

La DL può inoltre comunicare che l'approvazione è sospesa, in quanto quella parte di lavori è oggetto di revisione.

Solo nei primi due casi l'Appaltatore può procedere con i relativi lavori; deve comunque sottoporre nuovi elaborati in tutti i casi ad eccezione del caso di documento "approvato" ed è responsabile per i ritardi che ci potranno essere rispetto al Programma Lavori concordato.

Nel caso dell'approvazione con commenti l'Appaltatore deve apportare le modifiche richieste e quindi procedere nel lavoro.

È comunque stabilito che l'Appaltatore non può procedere ad alcun lavoro se non è in possesso dei relativi disegni di progetto e di cantiere approvati e firmati dalla DL.

Qualora l'Appaltatore desse inizio o corso, di propria iniziativa, a lavorazioni od opere i cui disegni di cantiere/costruttivi non avessero ancora ottenuto la prescritta approvazione della DL e tali lavorazioni od opere non risultassero poi conformi ai disegni approvati, l'Appaltatore è obbligato a smantellarle totalmente, rieseguendole quindi in modo conforme.

La DL si riserva 30 giorni per la verifica dei disegni dell'Appaltatore.

Si precisa che tutte le approvazioni non corresponsabilizzano minimamente la DL sul buon funzionamento degli impianti e sulla rispondenza degli stessi in termini di collaudo in corso d'opera e finale, la cui responsabilità resta completamente a carico dell'Appaltatore.

Inoltre l'approvazione da parte della DL di tali disegni, schemi e dettagli non esonera l'Appaltatore dalla sua responsabilità per qualsiasi errore dei propri elaborati e per deviazioni dalle Norme vigenti e/o dalla



Documentazione di Appalto (D.A.), a meno che l'Appaltatore abbia informato per iscritto la DL di tali deviazioni e ne abbia ricevuto per iscritto la necessaria approvazione.

L'Appaltatore deve ripresentare i disegni a cui siano state apportate o richieste correzioni, sino al conseguimento dell'approvazione definitiva; questa in ogni caso non solleva l'Appaltatore dalla responsabilità per la perfetta esecuzione delle opere, essendo tale approvazione data sostanzialmente alla loro impostazione concettuale ma non al dimensionamento delle apparecchiature ed a tutti i dettagli costruttivi.

In particolare i disegni dovranno comprendere almeno:

- piante e sezioni delle centrali tecniche in scala 1:50 con dettagli 1:20, 1:10;
- piante generali con la disposizione delle apparecchiature relative ai vari impianti: canalizzazioni, tubazioni, unità e centrali di trattamento aria, apparecchi terminali, ecc. (scala 1:100 e 1:50);
- percorsi cavidotti e tubazioni con sezioni tipo e particolari di ancoraggio e sospensione (scala 1:20);
- particolari tipo dell'esecuzione degli impianti (scala 1:10 o 1:20);
- disposizione delle apparecchiature nei locali tecnici e prospetti dei quadri (scala 1:10 o 1:20);
- particolari di realizzazione opere di carpenteria come staffe, basamenti metallici, ecc. (scala 1:5 o 1:10).

I disegni costruttivi di cantiere e di montaggio dell'Appaltatore devono contenere anche le opere murarie necessarie quali ad esempio basamenti, cunicoli, ecc., con l'indicazione dei carichi statici e dinamici delle macchine, le potenze e le caratteristiche dei vari motori e/o macchine, le modalità di montaggio e di ancoraggio alle strutture.

Per una completa verifica di quantità e tipologia di materiali ed apparecchiature installate, a semplice richiesta della DL, tutte le piante, schemi ed eventuali sezioni interessate devono contenere tabelle con l'indicazione per ogni apparecchiatura e materiale di:

- simbolo e/o sigla del componente;
- quantità degli elementi contenuti nel disegno;
- marca;
- modello.

#### **6.4.5 Scelta ed approvazione dei materiali**

##### *6.4.5.1 Qualità e provenienza dei materiali*

Tutti i materiali, componenti e le loro parti, opere e manufatti, devono risultare rispondenti alle norme emanate dai vari organi, enti ed associazioni che ne abbiano titolo, in vigore al momento dell'aggiudicazione dei lavori o che vengano emanate prima dell'ultimazione dei lavori stessi.

Tutti i materiali impiegati devono rispondere alle norme UNI, CNR, CEI, di prova e di accettazione, ed alle tabelle UNEL in vigore, nonché alle altre norme e prescrizioni richiamate nelle norme tecniche.

Ogni approvazione rilasciata dalla DL non costituisce implicita autorizzazione in deroga alle norme tecniche, facenti parte degli elaborati contrattuali, a meno che tale eventualità non venga espressamente citata e motivata negli atti approvativi.

##### *6.4.5.2 Marche e modelli*

La scelta delle marche e dei modelli delle apparecchiature e dei componenti da impiegare nell'esecuzione delle opere in oggetto è eseguita dalla DL subito dopo la consegna dei lavori in base agli elenchi contenuti nella documentazione di progetto o a quelli proposti dall'Appaltatore.



Le marche proposte devono essere distribuite ed assistite in Italia da emanazioni dirette della casa madre, in modo che sia garantita il più possibile la continuità dell'assistenza.

L'Appaltatore è tenuto a compilare le apposite schede di "Sottomissione dei materiali" (praticamente una per ogni voce di E.P.U.), fornite dalla DL o concordate con la medesima.

Ogni sottomissione deve avere la relativa approvazione scritta da parte della DL

La DL si riserva 30 giorni per tale approvazione.

I materiali devono essere forniti da fabbricanti aventi:

- riconosciuta reputazione per prodotti di qualità superiore, di facile messa in opera, durevoli e che richiedano minima manutenzione;
- ampie possibilità di produzione e spedizione per rispettare i programmi di realizzazione stabiliti.

Le consegne devono essere effettuate:

- in imballaggi o recipienti originali, sigillati con indicazioni di nomi, marca di fabbrica, tipo, qualità, classe e altre notizie utili;
- nelle quantità, intervalli e scadenze concordate per evitare qualsiasi ritardo nell'avanzamento dei lavori in cantiere.

L'Appaltatore deve anche presentare all'approvazione della DL i sistemi di ancoraggio, di sospensione ed il mensolame per il sostegno delle tubazioni, delle canalizzazioni e delle varie linee.

Resta inteso che la scelta di ogni materiale è vincolante per l'Appaltatore.

#### 6.4.5.3 *Materiali in cantiere*

Dopo il loro arrivo in cantiere tutti i materiali, le apparecchiature ed i componenti da impiegare nell'esecuzione delle opere devono essere approvati dalla DL che ne verifica la rispondenza al verbale e alle prescrizioni contrattuali. L'approvazione da parte della DL nulla toglie alla responsabilità dell'Appaltatore sull'esecuzione dei lavori, sulla rispondenza delle opere eseguite alle norme contrattuali e sul buon funzionamento degli impianti.

La DL ha facoltà di rifiutare quei materiali o componenti, o apparecchiature che, anche se già posti in opera, non abbiano ottenuto l'approvazione di cui sopra o non rispondano alle norme contrattuali.

La DL può pertanto a suo insindacabile giudizio ordinare la sostituzione degli impianti non conformi, restando inteso che tutti gli oneri per tale sostituzione sono a carico dell'Appaltatore.

#### 6.4.5.4 *Campioni di materiali e apparecchiature*

Preventivamente alla installazione di impianti, apparecchiature o componenti ripetitivi, l'Appaltatore è tenuto, a semplice richiesta della DL, a realizzare una campionatura esecutiva delle lavorazioni e delle realizzazioni previste in progetto, eventualmente ambientate nei locali di destinazione.

Tale campionatura potrà pertanto prevedere anche la realizzazione di locali tipo completi di qualsiasi impianto in esso previsto (es.: servizi igienici di vario tipo), al fine di consentire alla DL di valutare la corretta esecuzione dell'opera fin nei particolari.

In particolare l'Appaltatore, oltre che l'approvazione tecnica, deve richiedere anche quella estetica di tutti i materiali ed apparecchiature in vista.

Dovranno comunque essere presentate campionature per le seguenti categorie di componenti o impianti (elenco avente carattere esemplificativo e non esaustivo):

- Apparecchi Illuminanti;
- Staffaggi di tubazioni o condutture;
- Punti comando e prese;



- Placche;
- ecc.

Ogni campione deve essere etichettato con le seguenti indicazioni: tipo ed altri mezzi di identificazione, nome e località del cantiere, numero d'ordine e/o richiesta di offerta, data ed altre indicazioni utili.

Dopo l'approvazione da parte della DL tali campioni rimarranno in cantiere, bene conservati e serviranno quale base di riferimento per materiali e/o manufatti da fornire.

Relativamente ai materiali ed alle apparecchiature per i quali non è possibile una campionatura e per quelli di cui non è richiesta la campionatura, devono comunque essere forniti nome, marca di fabbrica, tipo e tutte le altre informazioni utili.

L'esecuzione delle campionature, sia in caso di approvazione da parte della DL sia in caso contrario, sono comprese negli oneri a carico dell'Appaltatore.

#### 6.4.5.5 Buone regole dell'arte

Gli impianti devono essere realizzati, oltre che secondo le prescrizioni della documentazione di Appalto, anche secondo le buone regole dell'arte, intendendosi con tale denominazione tutte le prescrizioni ed indicazioni contenute in norme legislative e/o tecniche relative alla corretta esecuzione dei lavori.

Ad esempio tutte le rampe di tubazioni devono avere gli assi allineati; i collettori devono avere gli attacchi raccordati e gli assi dei volantini delle valvole d'esclusione delle linee in partenza e/o arrivo devono essere allineati; tutti i rubinetti di sfianto di tubazioni o serbatoi devono essere in posizione facilmente accessibile, senza necessità d'uso di scale o altro; tutti i serbatoi, le pompe, le apparecchiature di regolazione, i collettori e le varie tubazioni in arrivo/partenza devono essere provvisti di targa d'identificazione in plexiglas, con tutte le indicazioni necessarie (circuito, portata, prevalenza, capacità ecc.) e così via.

Tutte le cassette elettriche di derivazione devono avere i lati verticali a piombo, essere allineate (alla stessa distanza da soffitto o pavimento) ed essere installate in posizioni facilmente accessibili.

All'interno delle cassette e alle estremità deve essere lasciata una certa "abbondanza" dei cavi in modo da consentire la variazione dei collegamenti; e così via.

Altre informazioni e prescrizioni sono contenute nelle Specifiche Tecniche dei singoli componenti degli impianti.

#### 6.4.5.6 Adempimenti e documentazione per autorizzazioni

È onere contrattuale dell'Appaltatore, senza alcun aggravio per la SA:

- Redigere progetti, calcoli, relazioni, disegni e qualunque altro elaborato necessario per ottenere tutte le licenze, approvazioni, autorizzazioni e collaudi da parte di Comune, ASL, ARPA, VVF, INAIL (ex I.S.P.E.S.L.), Ministeri, Enti fornitori di energia e/o fluidi, ecc. fino al completamento dell'iter burocratico e fino all'ottenimento delle autorizzazioni all'esercizio dell'edificio;
- Redigere progetti, calcoli, relazioni, disegni e qualunque altro elaborato necessario alle pratiche di allacciamento dei servizi primari e secondari quali: energia elettrica, acqua potabile, fognatura, teleriscaldamento, telefonia, al fine dell'ottenimento delle autorizzazioni all'esercizio dell'edificio;
- Fornire certificazioni ed omologazioni necessarie durante l'esecuzione delle opere a giudizio della Committente e della DL e secondo quanto richiesto dal presente elaborato e dalla Normativa vigente;
- Fornire alla Committente ed alla DL la suddetta documentazione nel numero di copie richieste da inoltrare agli Enti preposti di controllo;
- Seguire le pratiche fino al completamento dell'iter burocratico;



- Sostenere gli oneri per l'esame dei progetti da parte dei vari Enti e quelli per gli eventuali professionisti che firmeranno i documenti;
- Procedere alla stesura finale dei documenti secondo L. 10 del 09/01/1991 e ss.mm.ii. da presentare in Comune in conformità a quanto precisato nel D.P.R. 412 del 26/08/93 e successive emissioni, aggiornati con le eventuali variazioni avvenute in corso d'opera;
- Rilasciare una dichiarazione che riepiloghi tutte le apparecchiature soggette ad omologazione. Detta dichiarazione deve elencare: tipo di dispositivo, marca, numero di omologazione, termine di validità.

Sono invece a carico dell'Appaltatore eventuali versamenti aggiuntivi che si rendessero necessari per motivi imputabili all'Appaltatore stesso. Sono altresì a carico dell'Appaltatore senza alcun aggravio per la EA eventuali modifiche od integrazioni da apportare alle opere eseguite, che fossero necessarie a seguito di richieste degli Enti preposti, finalizzate all'ottenimento dei necessari Nulla Osta, qualora tali modifiche od integrazioni fossero imputabili ad errori, dimenticanze, negligenza dell'Appaltatore o a sua ignoranza delle prescrizioni normative e/o di legge.

Sono inoltre inclusi tra gli oneri a carico dell'Appaltatore la redazione e la presentazione agli Enti preposti di relazioni riguardanti:

- La dichiarazione di conformità degli impianti realizzati in accordo alle prescrizioni del D.M. 22 Gennaio 2008, n. 37 e legge 5 Marzo 1990, n. 46 (per quanto non abrogato). La dichiarazione di conformità deve comprendere anche gli impianti di messa a terra, gli impianti di protezione dalle scariche atmosferiche e gli impianti nei luoghi con pericolo di esplosione; deve quindi riportare le caratteristiche relative a tali impianti (valore della resistenza di terra, materiali utilizzati, ecc.) su modulo predisposto da ISPESL, ASL e/o ARPA.

La dichiarazione di conformità consente la messa in servizio degli impianti di cui sopra (terra, protezione scariche atmosferiche, luoghi con pericolo di esplosione).

La dichiarazione di conformità, a seguito del D.P.R. n. 462 del 22 Ottobre 2001, ha valore di omologazione invece solo per gli impianti di terra e di protezione dalle scariche atmosferiche.

- per gli impianti in luoghi con pericolo di esplosione l'omologazione viene effettuata dalla ASL o ARPA.
- la domanda per l'autorizzazione ministeriale da presentare al Ministero Industria e Commercio e Artigianato (MICA) e, per conoscenza, all'ufficio provinciale UTF, relativamente all'entrata in esercizio di eventuali gruppi elettrogeni.
- la denuncia di officina elettrica e la domanda di licenza di esercizio, relativamente all'impianto fotovoltaico, da presentare all'ufficio tecnico provinciale UTF su appositi modelli, dopo aver ottenuto l'autorizzazione ministeriale.

Alla denuncia vanno allegati:

- lo schema unifilare generale dell'impianto
- i certificati di taratura congiunta di TA e contatori
- la dichiarazione di installazione nel rispetto delle normative vigenti in materia di tutela dell'ambiente.

Quanto sopra dovrà essere svolto assumendo in loco e sotto la completa ed esclusiva responsabilità dell'Appaltatore, tutte le necessarie informazioni presso gli uffici competenti delle varie società o enti e prendendo con essi gli accordi necessari per la successiva realizzazione a regola d'arte e collaudo dell'opera. Committente e DL dovranno essere mantenuti costantemente informati in merito a tutte le attività in corso; agli stessi dovrà essere consegnata copia conforme di tutti i documenti prodotti.

L'Appaltatore dovrà coordinare ed eventualmente aggiornare i documenti a seguito di richieste di modifica finalizzate all'ottenimento di parere favorevole da parte delle Autorità, Società o Enti stessi.



L'Appaltatore è responsabile dell'ottenimento in tempo utile di detti certificati, collaudi ecc., così da non causare ritardi nell'esecuzione e nella consegna degli impianti.

#### **6.4.6 Verifiche e prove da prevedere**

L'esecuzione dei lavori richiede una consegna preliminare ed una consegna definitiva (o finale) degli impianti. Per la consegna preliminare (che non è accettazione degli impianti) da farsi appena terminate le opere e quindi subito dopo l'emissione del Certificato Ultimazione Lavori con esito positivo, sono previste le seguenti verifiche e prove preliminari (elenco indicativo e non esaustivo):

- verifiche e prove in officina;
- verifiche e prove in fabbrica;
- verifiche e prove in corso d'opera;
- messa a punto, tarature e bilanciamenti vari, verifiche e prove di avviamento e di messa in esercizio (servizio);
- verifica della completezza della documentazione finale.

Per la consegna definitiva (accettazione degli impianti), da farsi subito dopo l'emissione da parte del Collaudatore del Certificato di Collaudo Provvisorio con esito positivo (o da parte della DL del Certificato di Regolare Esecuzione con esito positivo), sono previste le seguenti verifiche e prove definitive:

- verifica della completezza della documentazione finale
- verifiche dei materiali ed apparecchi impiegati
- verifiche dei montaggi
- verifica della contabilità dei lavori
- esame delle eventuali riserve
- esecuzione di tutte le verifiche e prove che il Collaudatore riterrà opportuno prescrivere in relazione ai requisiti e caratteristiche di funzionamento degli impianti
- accertamento che il personale dell'Ente Appaltante preposto alla conduzione e manutenzione degli impianti sia stato adeguatamente istruito dall'Appaltatore.

Tutte le verifiche e prove preliminari devono essere effettuate a cura dell'Appaltatore in contraddittorio con l'Ente Appaltante e la DL, all'eventuale presenza del Collaudatore in corso d'opera se nominato.

Tutte le verifiche e prove definitive devono essere effettuate a cura dell'Appaltatore in contraddittorio con l'Ente Appaltante ed il Collaudatore, alla presenza della DL (o in contraddittorio con la DL nel caso che il Collaudatore non sia nominato).

L'esito favorevole di verifiche e prove parziali non esonera l'Appaltatore da ogni responsabilità nel caso che, nonostante i risultati ottenuti, non si raggiungano i prescritti requisiti nelle opere finite.

È compito ed onere dell'Appaltatore:

- eseguire tutte le verifiche e prove preliminari e definitive, avvisando per iscritto DL e Collaudatore, con almeno una settimana di anticipo, quando singole apparecchiature e/o materiali e/o parti di impianti e/o impianti completi sono pronti per le operazioni sopraddette;
- mettere a disposizione di DL e Collaudatore la strumentazione di misura e di controllo ed il personale qualificato necessario per le operazioni sopraddette, sia per le verifiche e prove preliminari che quelle definitive.

#### **6.4.7 Verifiche e prove preliminari. Certificato Ultimazione Lavori**

Durante l'esecuzione ed alla fine dei lavori, la DL si riserva di effettuare a proprio insindacabile giudizio, tutte le prove e verifiche che riterrà opportune in fabbrica, in officina e in cantiere, come di seguito descritto, al fine di



verificare che:

- le tipologie, caratteristiche, quantità e qualità dei materiali e delle lavorazioni corrispondano alle prescrizioni contrattuali, alle marche approvate dopo la consegna dei lavori, alle modalità esecutive approvate con i disegni costruttivi;
- la posa in opera degli impianti sia conforme al progetto approvato;
- gli impianti siano tarati e bilanciati in maniera corretta e pronti per l'avviamento e messa in servizio degli stessi.

Si precisa che tali prove o verifiche di seguito descritte sono da considerarsi “di normale routine”, assolutamente necessarie (anche se non sempre del tutto sufficienti) alla buona riuscita delle opere, al corretto funzionamento degli impianti ed alla rispondenza dei lavori eseguiti al progetto ed alle prescrizioni contrattuali.

Pertanto l'onere per tali prove e verifiche, salvo specifiche pattuizioni contrattuali diverse, deve intendersi a totale carico dell'Appaltatore, senza alcun aggravio per l'Ente Appaltante, anche fossero necessarie prestazioni in orari notturni e/o festivi, o allacciamenti/forniture di energia/fluidi provvisori (qualora quelli di cantiere non fossero sufficienti), con tutte le relative pratiche.

Tali verifiche e prove riguarderanno sia i singoli componenti e macchinari, secondo quanto riportato nelle apposite sezioni dei documenti progettuali, sia i parziali o totali “sottoinsiemi” costituenti i singoli impianti, sia infine gli impianti completi, secondo quanto descritto nel seguito.

Nel periodo di messa a punto, taratura, bilanciamento, avviamento e messa in esercizio degli impianti (detto anche periodo di funzionamento provvisorio degli stessi), fino alla emissione del Certificato Ultimazione Lavori, restano a carico dell'Appaltatore gli oneri per la conduzione e manutenzione degli impianti, nonché quelli per la pulizia degli stessi, per la sostituzione dei materiali di consumo e per energia elettrica / acqua / combustibili.

Le verifiche e prove preliminari avverranno secondo la sequenza qui sotto illustrata.

#### 6.4.7.1 Verifiche e prove in officina

Vengono effettuate alla presenza della Committente e della DL (ed eventualmente del Collaudatore in corso d'opera, se nominato), ed hanno per oggetto la verifica dello stato di avanzamento delle forniture, con possibilità di collaudo di alcuni componenti.

La Committente e la DL devono godere di libero accesso alle officine dell'Appaltatore e dei suoi subfornitori.

Le verifiche in officina interessano principalmente l'assemblaggio di parti di impianto prefabbricate.

Per i materiali e le apparecchiature sottoposti a collaudo da parte di Enti ufficiali devono essere forniti certificati.

#### 6.4.7.2 Verifiche e prove in fabbrica

Vengono effettuate alla presenza della Committente e della DL (ed eventualmente del Collaudatore in corso d'opera, se nominato), sui prodotti finiti.

Tali verifiche e prove sono eseguite non appena le macchine sono state ultimate ed è stata effettuata da parte del costruttore una serie di prove di funzionamento atte ad accertare anticipatamente le prestazioni delle macchine.

Una volta che l'Appaltatore disporrà della documentazione dal costruttore delle prove effettuate, prenderà accordi con la DL per definire tempi e modalità delle prove in fabbrica.

In particolare vengono provati presso le officine dei costruttori, sottoponendoli alle prove di accettazione previste dalle Norme ISPEL, UNI e CEI.

Devono essere redatti i verbali dei collaudi eseguiti, contenenti le indicazioni sulle modalità di esecuzione, sui risultati ottenuti e sulla rispondenza alle prescrizioni della documentazione di Appalto.



I verbali devono essere consegnati al termine delle verifiche e prove.

#### 1.1.1 Verifiche e prove in corso d'opera

Sono le verifiche e prove in corso d'opera da effettuare in cantiere secondo il corso dei lavori su parti di impianto, su singole macchine e/o su impianti completi e da eseguirsi secondo le richieste ed indicazioni della DL (ed eventualmente del Collaudatore in corso d'opera, se nominato), registrandone i risultati su schede fornite e/o concordate con la DL stessa.

Al termine di ciascuna verifica o prova viene steso un Verbale di Verifiche e Prove in Corso d'Opera che va poi allegato al Certificato di Ultimazione Lavori.

#### 6.4.7.3 *Messa a punto, tarature e bilanciamenti vari. Verifiche e prove di avviamento e di messa in esercizio*

A montaggi ultimati, e comunque prima del termine contrattuale di ultimazione dei lavori, avrà inizio un periodo di funzionamento provvisorio degli impianti, a carico dell'Appaltatore, di durata adeguata e comunque non inferiore al 10% dell'intero tempo contrattuale previsto per la realizzazione dell'opera.

La DL si riserva la più ampia facoltà di presenziare a una o più fasi (a proprio insindacabile giudizio) di messe a punto, tarature, bilanciamenti, avviamenti e messa in esercizio degli impianti, eseguendo anche tutti i controlli e le verifiche che riterrà più opportuni: a tale riguardo l'Appaltatore è tenuto a fornire e rendere disponibile tutta la strumentazione ed il personale di assistenza necessari.

Per messe a punto, tarature, bilanciamenti, avviamenti e messa in servizio si intendono tutte quelle operazioni atte a rendere gli impianti perfettamente funzionanti e rispondenti alle prescrizioni di progetto.

Tutti i risultati delle operazioni sopraddette devono essere riportati su piante, schemi e schede da concordare con la DL.

Le piante e schemi, eventualmente in scala ridotta, devono formare una serie a sé stante con precisato sul cartiglio che sono state usate per tutte queste attività relative al corretto avviamento degli impianti e devono contenere tutte le indicazioni atte a comprendere dove e come sono state effettuate le tarature stesse e/o le misure (ulteriori informazioni sono fornite nei paragrafi successivi).

Prima dell'inizio delle verifiche e prove sopraddette, l'Appaltatore deve aver provveduto affinché copia della documentazione di messa a punto e tarature sia presentata in visione alla DL.

Qualora ciò non avvenga, la DL non procederà ad alcuna prova e ritornerà soltanto quando tali obblighi siano stati soddisfatti. Ovviamente i ritardi nella consegna degli impianti sono addebitati all'Appaltatore, compresa l'eventuale penale per mancata ultimazione dei lavori.

Per le modalità di esecuzione delle verifiche e prove di avviamento e messa in esercizio, vedere apposito capitolo successivo.

#### 6.4.7.4 *Verifica della completezza della documentazione finale*

Consiste nell'esame e nel controllo che tutta la documentazione finale sia completa, così come descritto ed elencato nell'apposito capitolo, sia fornita nel numero di copie previste in contratto e ben raccolta in opportuni contenitori per una facile e rapida consultazione.

#### 6.4.7.5 *Emissione del Certificato Ultimazione Lavori*

Al termine del periodo di funzionamento provvisorio (con relative messe a punto, tarature, bilanciamenti, avviamenti e messa in servizio) e prima della scadenza del termine contrattuale di fine lavori, l'Appaltatore farà



una comunicazione formale alla DL nella quale preciserà che ha terminato la realizzazione dell'opera, che ha effettuato tutte le messe a punto, tarature, bilanciamenti avviamenti e messa in servizio degli impianti e che ha completato il periodo di funzionamento provvisorio degli stessi.

A seguito della comunicazione di cui sopra la DL, entro 15 giorni, effettuerà i necessari accertamenti in contraddittorio con l'Appaltatore e, se tutto risulta conforme, rilascia il Certificato Ultimazione Lavori.

Nel Certificato Ultimazione Lavori la DL assegna un termine non superiore a 60 giorni per eventuali completamenti di lavorazioni o messe a punto di piccola entità che non pregiudicano comunque l'uso e la funzionalità dell'opera. Entro il termine di completamento delle lavorazioni riportate nel Certificato Ultimazione Lavori la DL si riserva di effettuare tutti gli ulteriori controlli, verifiche e prove (oltre a quelli effettuati eventualmente durante il periodo di funzionamento provvisorio degli impianti, citato in precedenza) che riterrà opportuni a proprio insindacabile giudizio, e l'Appaltatore ha l'obbligo di rendere disponibile e/o fornire tutta la strumentazione ed il personale di assistenza necessari. Sempre entro questo termine vanno ottemperati anche tutti gli altri obblighi contrattuali, ivi compresi quelli inerenti eventuali completamento / aggiornamento della documentazione finale.

Si fa presente che, in ogni caso, la mancata fornitura da parte dell'Appaltatore alla Committente (entro i termini fissati) di tutta la documentazione finale prescritta dall'Elaborato (nulla-osta degli enti preposti, disegni finali, norme e manuali di conduzione e di manutenzione, ecc.) costituirà motivo per la DL di dichiarare gli impianti non accettabili per colpa dell'Appaltatore, con tutte le conseguenze che ciò comporta.

Il mancato rispetto del termine assegnato dal Certificato di Ultimazione Lavori per completare le lavorazioni in esso riportate o l'eventuale esito negativo o incompleto delle verifiche e prove preliminari comporta l'inefficacia del Certificato di Ultimazione Lavori e la necessità di redigere un nuovo certificato all'avvenuto accertamento da parte della DL che le lavorazioni a completamento sono ultimate e che le verifiche e prove hanno dato esito positivo.

Se i risultati ottenuti, pur dopo gli interventi dell'Appaltatore, non fossero ancora accettabili, la EA può rifiutare gli impianti in parte o nella loro totalità. L'Appaltatore deve allora provvedere, nei termini prescritti, alla rimozione e sostituzione delle opere e dei materiali non accettati al fine di ottenere i risultati richiesti. Qualora questo non fosse fatto, l'Ente Appaltante provvederà direttamente ad effettuare i lavori addebitandone gli oneri all'Appaltatore, salvo il maggior danno.

Nel periodo successivo al Certificato di Ultimazione Lavori e fino al termine delle verifiche e prove definitive eseguite dal Collaudatore con l'emissione del Certificato di Collaudo Provvisorio (oppure, nei casi in cui sia consentito, con verifiche e prove definitive fatte dalla DL e successiva emissione del Certificato di Regolare Esecuzione), sono esclusi dagli oneri dell'Appaltatore la fornitura dell'energia elettrica, dei combustibili, dell'acqua per il funzionamento degli impianti mentre restano a carico dell'Appaltatore gli oneri per la conduzione e manutenzione degli impianti nonché quelli per la pulizia degli stessi e per la sostituzione dei materiali di consumo.

#### **6.4.8 Modalità di esecuzione delle verifiche e prove di avviamento e di messa in esercizio**

Le modalità di esecuzione delle prove e verifiche di avviamento e di messa in esercizio illustrate di seguito e le attività da porre in atto per il loro completamento sono da ritenersi valide anche per le prove e verifiche definitive. Salvo diversa indicazione, tutte le prove e verifiche di avviamento e di messa in servizio saranno eseguite dall'Appaltatore, in contraddittorio con la Direzione Lavori ed alla eventuale presenza del Collaudatore in corso d'opera (che si riserva ogni facoltà di presenziare).



L'Appaltatore deve:

- informare per iscritto la DL, quando l'impianto o il macchinario è predisposto per le verifiche e prove suddette;
- dare piena opportunità alla DL di verificare, misurare e provare qualsiasi lavoro prima che sia ricoperto o comunque posto fuori vista, notificandolo per iscritto almeno con 48 ore di anticipo. La DL dà corso alla verifica, misura o prova, a meno che notifichi all'Appaltatore di non considerarlo necessario.

Verifiche, prove e controlli sia in corso d'opera che preliminari dovranno essere eseguiti in conformità alle normative e prescrizioni vigenti (Enti Erogatori, Servizio d'Igiene, Vigili del fuoco, INAIL (ex I.S.P.E.S.L.), CEI, norme specifiche di settore, ecc.) secondo le modalità indicate sia nel seguito del presente capitolo, che nei capitoli specifici riguardanti i singoli componenti e/o materiali; le prove dovranno essere eseguite da tecnici adeguatamente addestrati e provvisti di idonea attrezzatura e strumentazione di prova e misura.

Qualora qualche prova o verifica o controllo desse esito negativo, l'Appaltatore è tenuto entro il termine di tempo che la DL gli imporrà, a porre in essere a propria cura tutti gli accorgimenti e gli interventi atti a ripristinare le condizioni prescritte in progetto e/o in contratto, senza alcun onere per la Committenza. Il tutto verrà di volta in volta regolarmente verbalizzato.

#### 6.4.8.1 Procedure di verifica per l'avviamento degli impianti

L'Appaltatore deve dare evidenza documentale delle attività di taratura, verifica e prova di avviamento e di messa in esercizio degli impianti, redigendo uno specifico elaborato.

#### 6.4.8.2 Strumentazione

Gli strumenti indispensabili che si devono utilizzare per le prove e verifiche dei vari componenti, con i relativi certificati di calibrazione in data non superiore ad 1 anno, sono elencati nell'elaborato "Procedure di verifica per l'avviamento degli impianti" fornito in allegato.

#### 6.4.8.3 Attività preliminare

Per le varie tipologie di impianti la D.L., a proprio insindacabile giudizio, eseguirà:

- verifiche quantitative e qualitative delle installazioni, per accertarne in linea tecnica la conformità alle caratteristiche fondamentali indicate nelle tavole grafiche e nel presente documento;
- controlli di tipo visivo rivolti ad accertare che le diverse parti e componenti dell'impianto corrispondano, come tipi, qualità, lavorazioni, dati di targa a quanto previsto nel progetto e che il tutto sia stato eseguito secondo le buone regole dell'arte.

Si riportano, a titolo esemplificativo e non esaustivo, i principali controlli visivi da eseguire:

- verifica corretta installazione macchine ed apparecchiature;
- verifica corretta distribuzione reti di distribuzione;
- verifica staffe, mensole e sostegni in generale di apparecchiature, tubazioni, passerelle, ecc.; verifica chiusure tagliafuoco;
- identificazione dei vari componenti e dei circuiti elettrici;
- corretta installazione elementi in campo;
- presenza di schemi, cartellonistica e di informazioni analoghe;
- agevole accessibilità dell'impianto per interventi operativi e di manutenzione.

#### 6.4.8.4 Prove in loco degli impianti elettrici

Le prove devono accertare la rispondenza degli impianti alle disposizioni di legge, alle Norme CEI e a tutto



quanto richiesto negli elaborati di Appalto, tenuto conto di eventuali modifiche concordate in corso d'opera, sia per quanto riguarda l'efficienza delle singole parti che della loro installazione.

Le prove e verifiche da eseguire sono (elenco esemplificativo e non esaustivo):

- protezioni:
  - o verifica della loro adeguatezza e del loro coordinamento; misura delle impedenze dell'anello di guasto;
  - o sicurezza: verifica di tutto l'impianto di terra; misura della resistenza dell'impianto di dispersione;
  - o verifica della inaccessibilità di parti sotto tensione salvo l'impiego di utensili;
  - o verifica dell'efficienza delle prese di terra degli utilizzatori;
  - o verifica dei collegamenti equipotenziali;
  - o verifica dei livelli di isolamento;
  - o verifica di funzionamento dei dispositivi differenziali;
- misura e verifica delle tensioni di passo e di contatto, se necessario;
- conduttori:
  - o verifica dei percorsi, della sfilabilità e del coefficiente di riempimento, delle portate e delle cadute di tensione, prova di isolamento dei cavi fra fase e fase e tra fase e terra in cantiere
  - o verifica delle sezioni dei conduttori in funzione dei livelli di corto circuito;
- quadri:
  - o prova di isolamento prima della messa in servizio
  - o prova di funzionamento di tutte le apparecchiature, degli interblocchi e degli automatismi.

Le prove devono accertare la rispondenza degli impianti alle disposizioni di legge, alle Norme CEI e a tutto quanto richiesto negli elaborati di progetto, tenuto conto di eventuali modifiche concordate in corso d'opera, sia per quanto riguarda l'efficienza delle singole parti che la loro installazione.

#### 6.4.8.4.1 Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dei circuiti e dell'apposizione dei contrassegni di identificazione

Occorre verificare che:

- tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni indicate nella documentazione di appalto e al tipo di posa, alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo e/o in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali
- il dimensionamento dei cavi e conduttori sia realizzato in base alle portate indicate nelle tabelle CEI UNEL
- tutti i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione.

#### 6.4.8.4.2 Verifica della sfilabilità dei cavi

La verifica consiste nell'estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o condotto compresi tra due cassette o scatole successive e controllare che questa operazione non provochi danneggiamenti agli stessi e sia effettuabile senza difficoltà. La verifica va eseguita su tratti di tubo o condotto per una lunghezza pari complessivamente ad una percentuale tra il 5% e il 10% della lunghezza totale.

#### 6.4.8.4.3 Misura della resistenza di isolamento

Secondo normativa.



#### 6.4.8.4.4 Misura delle cadute di tensione

Secondo normativa.

#### 6.4.8.4.5 Verifica delle protezioni contro i corto circuiti e i sovraccarichi

Occorre verificare che:

- il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i corto circuiti sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione;
- la taratura degli apparecchi di protezione contro i sovraccarichi sia coordinata alla sezione dei conduttori protetti dagli stessi.

Le verifiche vanno eseguite sui dati elaborati dall'Appaltatore.

#### 6.4.8.4.6 Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti

Vanno eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra.

Si devono effettuare questi interventi:

- esame a vista dei conduttori di terra e di protezione: vanno verificate le sezioni, i materiali, le modalità di posa dei conduttori stessi e delle giunzioni. Vanno inoltre controllate le condutture di protezione che assicurino il collegamento tra il conduttore di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi;
- verifiche nei locali servizi igienici della continuità del collegamento equipotenziale tra le tubazioni metalliche di adduzione e di scarico, gli apparecchi sanitari e il conduttore di protezione.

#### 6.4.8.5 Verifiche e prove a completamento di quelle di avviamento e messa in esercizio

Nell'insieme di verifiche e prove di avviamento e messa in esercizio, dovranno in ogni caso essere effettuate le seguenti operazioni (elenco avente carattere esemplificativo e non esaustivo):

- verifica continuità dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali;
- misura resistenza di isolamento dell'impianto elettrico;
- verifica protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;
- prove di polarità;
- prova di tensione applicata;
- prove di funzionamento;
- verifica protezione contro gli effetti termici;
- prove caduta di tensione;
- verifica assorbimento di corrente;
- assorbimento dei carichi elettrici;
- metodi di protezione contro i contatti diretti ed indiretti compresa la misura delle distanze (barriere, involucri, ecc.);
- scelta dei conduttori per la portata e la caduta di tensione;
- scelta e taratura dei dispositivi di protezione e di segnalazione;
- presenza e corretta messa in opera dei dispositivi di sezionamento o di comando;
- scelta dei componenti elettrici e delle misure di protezione idonei con riferimento alle influenze esterne;
- identificazione dei conduttori di neutro e di protezione;
- identificazione dei circuiti, ecc.;
- idoneità connessioni dei conduttori.



#### **6.4.9 Documentazione relativa a tarature, bilanciamenti, verifiche e prove di messa in esercizio**

Come già esposto, tutte le verifiche e prove preliminari (verifiche e prove in officina, in fabbrica, in corso d'opera; messa a punto, tarature, bilanciamenti, avviamenti e messa in esercizio) e finali dovranno essere verbalizzate dall'Appaltatore.

In particolare l'Appaltatore deve predisporre tutta la documentazione relativa a tarature, bilanciamenti, avviamenti e messa in esercizio, con i risultati ottenuti nelle varie fasi, corredata anche da apposite schede (da definire con la DL), diagrammi, calcoli, curve di intervento e di tutto quanto può servire al controllo dei risultati ottenuti.

Tale documentazione, al termine delle operazioni, deve essere consegnata ben ordinata, in due copie al Direttore dei Lavori e servirà sia per le operazioni di verifiche e prove definitive da parte del Collaudatore che per la presa in consegna degli impianti da parte della Committenza.

A supporto della documentazione sopraddetta la DL si riserva di richiedere che venga redatta dall'Appaltatore e consegnata anche un'apposita serie di piante e schemi "as built" (eventualmente anche in formato ridotto), con precisato sul cartiglio che tali disegni sono stati usati per le operazioni sopraddette e devono contenere tutte le informazioni richieste, comprese le indicazioni dei punti di misura.

L'Appaltatore ha l'onere di aggiornare la documentazione sopraddetta se in fase di verifiche e prove definitive venissero rilevati e confermati dati diversi da quelli indicati.

#### **6.4.10 Certificato di Collaudo Provvisorio (o Certificato di Regolare Esecuzione)**

Le verifiche e prove definitive eseguite dal Collaudatore nominato dalla EA, avranno luogo entro sei mesi dall'ultimazione dei lavori e entro un anno per gli impianti di riscaldamento e/o di climatizzazione (oppure periodi diversi se specificati nel capitolato generale o nello schema di contratto).

Tali verifiche e prove consisteranno principalmente nelle operazioni già indicate nelle precedenti sezioni del presente CSA:

Per l'espletamento delle operazioni di collaudo, l'Appaltatore e la DL metteranno a disposizione del Collaudatore, a sua semplice richiesta, tutta la documentazione ed i verbali delle verifiche e prove preliminari di cui agli articoli precedenti.

L'Appaltatore deve altresì porre a disposizione del Collaudatore tutto il necessario personale specializzato e tutta la necessaria strumentazione di misura e prova, opportunamente tarata, analogamente a quanto già fatto riguardo alle verifiche e prove preliminari.

Nel periodo delle verifiche e prove definitive sono esclusi dagli oneri dell'Appaltatore l'energia elettrica, i combustibili, l'acqua per il funzionamento degli impianti, mentre restano a carico dell'Appaltatore gli oneri per la conduzione e manutenzione degli impianti nonché quelli per la pulizia degli stessi e per la sostituzione dei materiali di consumo; tali oneri non saranno applicabili con responsabilità per la conduzione e manutenzione degli impianti a carico di altra Ditta.

Per la consistenza, tempistiche, modalità di esecuzione e completamento delle verifiche e prove definitive, valgono le medesime procedure e modalità già illustrate per le prove e verifiche preliminari.

Le verifiche possono comprendere oltre le parti in vista, anche quelle sepolte e nascoste ed è dunque obbligo dell'Appaltatore scoprire quelle parti di lavoro che fossero indicate e provvedere al conseguente ripristino. Al termine di ogni visita viene compilato un Verbale di Collaudo Provvisorio firmato dal Collaudatore e dall'Appaltatore. Sui dati di fatto risultanti dal verbale, il Collaudatore ponendoli a confronto con quelli di progetto,



stende una relazione in cui prescrive specificatamente all'Appaltatore eventuali lavori di riparazione e completamento da eseguirsi.

Se i risultati ottenuti, pur dopo gli interventi dell'Appaltatore, non fossero ancora accettabili, la EA può rifiutare gli impianti in parte o nella loro totalità.

L'Appaltatore deve allora provvedere, nei termini prescritti, alla rimozione e sostituzione delle opere e dei materiali non accettati al fine di ottenere i risultati richiesti.

Qualora questo non fosse fatto, la EA provvederà direttamente ad effettuare i lavori addebitandone gli oneri all'Appaltatore, salvo il maggior danno.

Alla fine delle operazioni di collaudo con risultati positivi verrà emesso un Certificato di Collaudo a carattere Provvisorio, che deve essere firmato per accettazione da parte dell'Appaltatore entro 20 giorni dalla trasmissione (se non diversamente indicato nei documenti di contratto). Esso assume carattere definitivo decorsi due anni dall'emissione del medesimo. Decorso tale termine il collaudo si intende tacitamente approvato ancorché l'atto formale di approvazione non sia intervenuto entro due mesi dalla scadenza del medesimo termine.

Nei casi in cui sia consentito, in sostituzione del collaudo, viene redatto dal Direttore dei Lavori il Certificato di Regolare Esecuzione, da emettersi entro tre mesi dalla data del Certificato di Ultimazione Lavori. Ai fini della certificazione di regolare esecuzione, il Direttore dei Lavori potrà avvalersi di tutti gli esiti (documentati e verbalizzati) delle prove e verifiche preliminari, ovvero richiedere ulteriori prove e verifiche che l'Appaltatore si obbliga ad eseguire nei tempi fissati dal D.L.

Tali ulteriori prove e verifiche potranno essere eseguite con le stesse modalità previste per il collaudo, mettendo a disposizione personale specializzato e la necessaria strumentazione.

Nel caso sia emesso il Certificato di Regolare Esecuzione, esso dovrà essere firmato entro 20 giorni dalla trasmissione (se non diversamente indicato nel documento di contratto).

Anche il Certificato di Regolare Esecuzione avrà carattere di provvisorietà e diverrà definitivo trascorsi due anni.

#### **6.4.11 Presa in consegna delle opere da parte della Committente**

Fino alla data di emissione del Certificato di Collaudo Provvisorio o del Certificato di Regolare Esecuzione, l'Appaltatore ha l'obbligo della custodia e conservazione delle opere eseguite, per consegnare alla Committente gli impianti in condizioni perfette, tarati, caricati e funzionanti.

La presa in consegna da parte della Committente avverrà subito dopo l'emissione del citato Certificato di Collaudo Provvisorio o Certificato di Regolare Esecuzione, con esito positivo.

L'Appaltatore ha comunque l'obbligo di presenziare e dare tutta la necessaria assistenza alla Committente all'atto della messa in funzione definitiva degli impianti, connessa alla presa in consegna dei lavori da parte della Committente stesso.

Tuttavia, per propri motivi di necessità, la Committente si riserva di richiedere la consegna anticipata, prima dell'emissione del Certificato di Collaudo Provvisorio o del Certificato di Regolare Esecuzione, dell'intera opera o di sue parti, dandone preavviso all'Appaltatore per iscritto con congruo anticipo.

Con la firma del contratto l'Appaltatore è obbligato ad accettare tale richiesta.

In questo caso si procederà secondo le modalità previste dall'art. 230 del D.P.R. 207/2010. In ogni caso la presa in consegna anticipata non costituirà accettazione definitiva ed incondizionata delle opere consegnate, accettazione che invece avverrà all'atto dell'approvazione definitiva del Certificato di Collaudo Provvisorio (o del Certificato di Regolare Esecuzione), salvo naturalmente quanto stabilito dagli art. 1667 – 1668 –

1669 del Codice Civile. Si intende che la presa in consegna anticipata da parte della Committente dei lavori



eseguiti solleva l'Appaltatore dall'obbligo di custodia e conservazione fino a collaudo dei lavori e delle opere consegnate anticipatamente, e dalla responsabilità per i danni e/o le operazioni di conduzione e manutenzione provocati dall'uso, ma non lo solleva dalle responsabilità inerenti la garanzia sui lavori.

#### **6.4.12 Garanzie**

L'Appaltatore ha l'obbligo di garantire le opere e ciascun impianto sia per la qualità dei materiali, sia per il montaggio, sia infine per il regolare funzionamento per un periodo di anni 2 (due) (o periodo diverso secondo Capitolato Generale di Appalto e contratto) dalla data di emissione del Certificato di Collaudo Provvisorio o del Certificato di Regolare Esecuzione, anche se in presenza della consegna anticipata dell'opera o di sue parti alla Committente.

Pertanto, fino al termine di tale periodo, pur essendo l'opera nel frattempo utilizzata normalmente secondo l'uso cui è destinata, tutte le riparazioni o sostituzioni derivanti da difformità e vizi dell'opera sono a carico dell'Appaltatore a meno che non si tratti di danni dovuti ad uso improprio da parte del personale della Ente Appaltante che ne fa uso, o a normale usura di materiale di consumo.

Con la firma del contratto l'Appaltatore riconosce essere a proprio carico anche il risarcimento alla Committente di tutti i danni, sia diretti che indiretti, che potessero essere causati da guasti o anomalie funzionali fino alla fine del periodo di garanzia sopra definito.

La conduzione e manutenzione ordinaria e straordinaria è invece a carico dell'Amministrazione Appaltante salvo esplicithe pattuizioni diverse.

È fatto salvo in ogni caso, per quanto riguarda i vizi occulti, quanto previsto dal Codice Civile.

#### **6.4.13 Addestramento del personale della Committente**

Nel periodo di funzionamento provvisorio degli impianti precedente l'emissione del Certificato di Ultimazione Lavori (cioè nel periodo non inferiore a circa il 10% del tempo contrattuale per l'esecuzione dei lavori in cui vengono svolte le messe a punto, tarature, bilanciamenti, avviamenti e messa in esercizio degli impianti) o in quello successivo, in cui vengono effettuate le prove e verifiche definitive prima dell'emissione del Certificato di Collaudo Provvisorio da parte del Collaudatore (o del Certificato di Regolare Esecuzione da parte della DL), l'Appaltatore deve istruire il personale della Committente che si occuperà poi della gestione e manutenzione degli impianti.

L'inizio dei periodi sopraddetti deve essere comunicato alla Committente con un congruo anticipo.

Il programma di addestramento deve prevedere l'istruzione del personale della Committente sulla tipologia degli impianti e macchinari in essi contenuti, sul loro funzionamento, sulle tarature e messe a punto eseguite e da eseguire e così via, in modo che, una volta presi in consegna gli impianti da parte della Committente, questo suo personale sia in grado di provvedere alla loro conduzione e manutenzione.

#### **6.4.14 Opere e documentazione a completamento**

Sono tutte quelle attività complementari di carattere non esclusivamente realizzativo, ma che sono fondamentali per completare l'opera e fornire all'Ente Appaltante. la garanzia di corretta esecuzione e funzionamento impianti, nonché gli strumenti per poter condurre e gestire gli impianti stessi in maniera efficace.

Tali attività si traducono in pratica nella documentazione che è richiesta nell'elaborato "Piano di Manutenzione" (PDM) facente parte degli elaborati di progetto esecutivo.



Come già detto, poiché si ritiene che questa documentazione sia di fondamentale importanza per l'Ente Appaltante, a titolo esemplificativo ma non esaustivo, vengono riportate le caratteristiche principali che contraddistinguono questi documenti.

#### 6.4.14.1 *Elaborati grafici finali di cantiere (As-Built)*

Sono gli elaborati grafici finali che raffigurano lo stato reale di quanto eseguito, in modo da permettere di avere una esatta documentazione dei lavori così come effettivamente realizzati.

Praticamente sono i disegni costruttivi di cantiere, aggiornati con tutte le varianti e messe a punto avvenute durante i lavori.

Oltre a quanto già detto nel PDM, tali elaborati in generale devono comprendere:

- disegni generali d'insieme
- planimetrie
- piante
- schemi a blocchi
- schemi uni/trifilari e funzionali
- tipici di installazione
- dettagli costruttivi
- disegni costruttivi di macchine ed apparecchiature
- relazioni di calcolo (quando necessario).

Gli elaborati devono essere realizzati secondo le indicazioni della Direzione Lavori con sistemi informatici e devono essere riproducibili su supporto informatico in formato AUTOCAD (dwg).

La tipologia dei caratteri per simboli, lettere, numeri, ecc. deve essere concordata con la Direzione Lavori secondo gli standard dell'Ente Appaltante.

Le parti ripetitive del disegno devono essere realizzate mediante "blocchi/simboli" da utilizzarsi sui disegni anche se differenti.

Tutti i disegni devono essere realizzati facendo ampio uso di "Layer" predefiniti dalla Direzione Lavori, contenenti informazioni omogenee, al fine di consentire elaborazioni separate per ognuna di tali tipologie di informazioni.

L'Appaltatore è inoltre tenuto ad apportare agli elaborati predetti tutte le modifiche eventualmente prescritte dal Collaudatore entro 15 giorni dalla richiesta.

Prima della stesura dei disegni "as built" l'Appaltatore è ovviamente tenuto ad elaborare e fornire tutti i disegni costruttivi di cantiere per la corretta esecuzione dei lavori, nel numero di copie specificato nella documentazione di Appalto.

L'onere per quanto sopraddetto è a carico dell'Appaltatore.

#### 6.4.14.2 *Parti di ricambio, materiali di consumo, attrezzi*

Una completa lista, in triplice copia di:

- parti di ricambio consigliate per un periodo di conduzione di tre anni, con la precisa indicazione di marche, numero di catalogo, tipo e riferimento ai disegni di cui alla sezione Disegni As Built – Come costruito.
- Accanto al nome di ogni singolo Appaltatore fornitore di materiali deve essere riportato indirizzo, numero di telefono e, possibilmente, di telefax e fax, al fine di reperire speditamente le eventuali parti di ricambio;
- materiali di consumo, quali olii, grassi, gas, ecc. con precisa indicazione di marca, tipo e caratteristiche tecniche;



- attrezzi, utensili e dotazioni di rispetto necessari alla conduzione ed ordinaria manutenzione, ivi inclusi eventuali attrezzi speciali per il montaggio e smontaggio degli impianti.

La mancata consegna di tale documentazione rende l'Appaltatore responsabile per i conseguenti ritardi che vi possano essere rispetto ai termini contrattuali.

#### 6.4.14.3 Documentazione varia

A completamento della documentazione sopraddetta, vanno fornite all'EA anche:

- una documentazione fotografica completa degli impianti eseguiti (in triplice copia)
- nullaosta degli Enti preposti alla operatività degli impianti (in triplice copia)
- piano di manutenzione come più avanti strutturato (in triplice copia)
- relazione di calcolo, in triplice copia, aggiornata con eventuali varianti concordate; se le varianti sono decise durante il corso dei lavori, è sufficiente che l'Appaltatore emetta di volta in volta dei fogli di aggiornamento, che vanno allegati all'elaborato originale (modalità di completamento da concordare con la DL).

#### 6.4.14.4 Tarature, prove, misure

Sono le attività che l'Appaltatore deve eseguire in corso d'opera ed al termine dei lavori per fornire gli impianti regolarmente funzionanti. Tali attività sono documentate in generale da opportuni verbali e da schede fornite dalla D.L. o concordate con l'Appaltatore relative a:

- prove e misure effettuate sugli impianti di appalto completi di schede, diagrammi, calcoli, ecc.

L'onere per quanto sopraddetto è a carico dell'Appaltatore.

#### 6.4.14.5 Manuale di uso

È costituito da fascicoli ordinati in cui sono raccolti:

- descrizione particolareggiata degli impianti
- descrizione discorsiva delle procedure di avviamento e di spegnimento dei vari componenti degli impianti, nonché delle procedure per la modifica dei regimi di funzionamento, ecc.
- descrizione dettagliata delle logiche di funzionamento
- descrizione grafica delle sequenze operative con identificazione codificata dei componenti impiantistici interessati
- tavole grafiche riferentisi a schemi funzionali ed a particolari costruttivi particolarmente significativi (tavole in aggiunta all'elaborato "as built")
- schedario delle tarature dei dispositivi di sicurezza
- schedario delle tarature dei dispositivi di regolazione.

L'onere per quanto sopraddetto è a carico dell'Appaltatore.

#### 6.4.14.6 Manuale di manutenzione

È costituito da fascicoli ordinati in cui sono raccolti:

- elenco apparecchiature schede tecniche apparecchiature (sono i manuali tecnico / manutentivi originali dei vari costruttori per ciascun componente di impianto, siano essi cataloghi, disegni, pubblicazioni varie)
- certificati di garanzia
- elenco fornitori
- elenco parti di ricambio e materiali di consumo
- elenco centri di assistenza o di servizio.

L'onere per quanto sopraddetto è a carico dell'Appaltatore.



#### 6.4.14.7 Programma di manutenzione

Sono precisate le istruzioni formali per l'esecuzione delle operazioni di manutenzione periodica ordinaria (programma di pulizia scambiatori, gruppi frigoriferi, ecc.; programma di sostituzione dei filtri; programma di controllo della strumentazione; ecc.).

In questo capitolo vanno incluse le tabelle riassuntive per la manutenzione ordinaria delle macchine, delle apparecchiature e dei componenti dei vari impianti.

L'indicazione dei vari "periodi" di manutenzione indicate nelle tabelle possono subire variazioni in relazione alla polverosità dell'ambiente interno ed esterno, numero ore di funzionamento degli impianti e condizioni climatiche. L'onere per quanto sopraddetto è a carico dell'Appaltatore.

I lavori si considerano ultimati, a compimento:

- di tutte le opere di contratto e le eventuali opere di variante richieste dall'EA;
- di tutte le messe a punto, tarature, bilanciamenti, verifiche e prove di avviamento e di messa in esercizio effettuate in proprio dall'Appaltatore sugli impianti prima dell'emissione del Certificato Ultimazione Lavori (verifiche e prove preliminari);
- di tutti gli interventi di messa a punto eventualmente richiesti nel Certificato Ultimazione Lavori e nel Certificato di Collaudo Provvisorio;
- della fornitura alla DL/EA di tutta la documentazione finale sottoscritta e del "Manuale di uso e manutenzione".

Il Certificato di Ultimazione dei Lavori non sarà quindi emesso se non sarà stato prima provveduto a tutto quanto sopra da parte dell'Appaltatore. Pertanto prima dell'ultimazione dei lavori l'Appaltatore dovrà fornire all'EA la documentazione qui sotto elencata.

#### 6.4.14.8 Dichiarazione di conformità

Dichiarazioni di conformità previste dal D.M. n. 37/08, in triplice copia (o numero superiore da definirsi in sede di D.L.), complete ciascuna dei seguenti documenti:

- progetto finale integrato con eventuali variazioni in corso d'opera redatto da professionista abilitato;
- relazione sui materiali utilizzati completa per ciascuna tipologia di materiali delle seguenti informazioni:
  - o Denominazione ovvero modello, tipo o altro modo di identificazione;
  - o nome del costruttore;
  - o documentazione relativa a marchi di conformità nazionali ed europei, dichiarazioni del costruttore di rispondenza alle norme, attestati di organismi indipendenti e riconosciuti dalla UE;
  - o idoneità all'ambiente di installazione e la compatibilità con gli impianti preesistenti;
- riferimenti a dichiarazioni di conformità precedenti o parziali;
- copia del certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico professionali secondo il D.M. n. 37/08;
- rapporto di verifica degli impianti elettrici relativi agli impianti termomeccanici con esito positivo delle prove effettuate dall'installatore prima della messa in servizio dell'impianto in conformità alla norma CEI 64-8 parte 6 e in conformità con quanto indicato successivamente;
- rapporti di prova in officina, rapporti di prova chieste dalla DL e ogni altro documento utile ai fini della piena riconoscibilità tecnica e funzionale delle apparecchiature e degli impianti.

Tutta la documentazione sarà fornita in apposito raccoglitore opportunamente suddivisa come sopra indicato.



#### 6.4.14.9 Note conclusive

Tutta la suddetta documentazione deve essere redatta esclusivamente in lingua italiana e deve essere fornita alla DL in appositi contenitori riportanti sull'etichetta l'oggetto del contenuto e al loro interno un indice dei documenti contenuti prima della consegna provvisoria delle opere e quindi prima del rilascio del Certificato di Regolare Esecuzione.

Una prima copia della documentazione sopradescritta deve essere consegnata alla DL per l'esecuzione delle verifiche e prove preliminari.

Successivamente, a operazioni ultimate, l'Appaltatore deve rielaborare la documentazione apportando le eventuali annotazioni o correzioni introdotte dalla DL o resesi necessarie a seguito delle verifiche e prove effettuate. Uguale procedura deve essere seguita in occasione delle verifiche e prove definitive da farsi col Collaudatore.

### 6.5 Specifiche tecniche dei materiali

#### 6.5.1 Quadri MT Primari 36kV

##### 6.5.1.1 Prescrizioni generali

La presente specifica ha lo scopo di definire i requisiti fondamentali per il progetto, le modalità di collaudo, di fornitura e di offerta di quadri di Media Tensione facenti parte della distribuzione primaria necessarie al funzionamento dell'impianto.

##### 6.5.1.2 Norme di riferimento

Il quadro e le apparecchiature oggetto della fornitura dovranno essere progettate, costruite e collaudate in conformità alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (International Electrotechnical Commission) in vigore ed in particolare le seguenti:

- Quadro: CEI EN 62271-200
- Interruttori: CEI EN 62271-100
- Sezionatori e sezionatori di terra: CEI EN 62271-102
- Interruttore manovra-sezionatore: CEI EN 62271-103
- IMS combinato con fusibili: CEI EN 62271-105
- Contattori: CEI EN 62271-106
- Indicatori di presenza di tensione: CEI EN 62271-206
- Trasformatori di corrente elettronici: CEI EN 60044-8
- Trasformatori di corrente: CEI EN 61869-2
- Trasformatori di tensione: CEI EN 61869-3
- Fusibili: CEI EN 60282-1
- Grado di protezione degli involucri: CEI EN 60529
- Compatibilità elettromagnetica: CEI EN 61000-4-4
- Prova sismica: CEI EN 60068-3-3
- Prova sismica: IEEE 693/2005

Sarà inoltre fabbricato da Società che seguono un sistema di Garanzia di Qualità conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2000, certificato da ente certificatore accreditato.



### 6.5.1.3 Dati del Quadro

#### **Tensione**

Tensione nominale .....	36,0 kV
Tensione di esercizio .....	27,6 kV
Tensione nominale di potenza e frequenza di breve durata .....	70 kV
Tensione nominale di resistenza all'impulso del fulmine.....	170 kV
Tensione di prova del cavo .....	AC 57 kV 1 min; DC 72 kV 15 min
.....	VLF 0.1 Hz: rettangolo 72 kV 60 min; sinusoidale 51 kV 60 min
Frequenza nominale .....	50 Hz

#### **Valori nominali di cortocircuito**

Corrente nominale di breve durata .....	20,0 kA
Corrente di picco nominale di resistenza.....	50 kA
Durata nominale del cortocircuito .....	1 s
Corrente nominale di cortocircuito (max.).....	50 kA
Corrente nominale di interruzione di cortocircuito .....	20,0 kA

#### **Corrente**

Corrente nominale continua della sbarra.....	630 A
Max. corrente sbarra ammissibile a 40°C .....	630 A

#### **Tensioni di alimentazione**

Tensione nominale di alimentazione per il motore del meccanismo di funzionamento dell'interruttore.....	AC 230 V
Tensione nominale di alimentazione per il motore del meccanismo di funzionamento dell'interruttore a tre posizioni.....	AC 230 V
Tensione nominale di alimentazione per interblocchi elettromagnetici .....	AC 230 V
Tensione nominale di alimentazione per il controllo e la protezione .....	AC 230 V
Tensione nominale di alimentazione del contattore .....	AC 230 V
Tensione nominale di alimentazione per la chiusura del solenoide .....	AC 230 V
Tensione nominale di alimentazione per 1° rilascio.....	AC 230 V
Tensione nominale di alimentazione per 2° rilascio.....	AC 230 V

#### **Dati generali sugli interruttori**

Altitudine del sito dei quadri di manovra.....	≤ 1000 m
Tipo di installazione.....	Disposizione indipendente
Grado di protezione per custodia, lato operatorio e superfici laterali.....	IP3XD
Grado di protezione, parte primaria.....	Grado di protezione IP65
Classe di partizione.....	PM
Perdita di continuità del servizio	
- per pannelli con vano di collegamento .....	LSC 2
- per pannelli senza vano di collegamento .....	---
Classificazione ad arco interno .....	IAC A FLR 20 kA 1s
Altezza del compartimento a bassa tensione .....	761mm

#### **Larghezze del pannello**

- Pannello interruttore automatico 630 A, 800 A, pannello ad anello .....	450mm
---	-------



- Pannello interruttore automatico 630 A, 800 A, 1000 A, 1250 A.....	600mm
- Sezionatori per bus monopannello 1000 A, 1250 A.....	900mm
- Sezionatore 630 A, 800 A, 1000 A, 1250 A .....	600mm
- Pannello sezionatore, pannello dosatore, pannello contattore vuoto .....	600mm
- Pannello interruttore automatico 1600 A, 2000 A, 2500 A .....	900mm
- Sezionatore 1600 A, 2000 A, 2500 A.....	900mm
- Sezionatori per bus a pannello singolo 1600 A, 2000 A, 2500 A .....	XXX mm
- Pannello ausiliario del trasformatore .....	900mm
- Pannello di misurazione isolato in aria .....	900mm

### **Profondità del pannello**

Profondità del pannello per il collegamento del cavo

anteriore-inferiore..... 1225mm

Profondità del pannello per il collegamento del cavo

posteriore-inferiore/posteriore-superiore

- 1 cavo per fase / 2 cavi per fase .....

- 2, 3 cavi per fase / 4, 6 cavi per fase..... 1850mm

### **Altezza del pannello**

Altezza del pannello con vano bassa tensione 761 mm..... 2450mm

Altezza locale quadri (min.)..... 2750mm

Larghezza del corridoio di comando (min.) .....

consigliato per la sostituzione del pannello, rispettivamente (min.) .....

Profondità del basamento del cavo o della trincea (min.)..... in base al raggio minimo

..... di curvatura dei cavi

Temperatura dell'aria ambiente per il funzionamento, min./max..... -5 ° Celsius/+55 ° Celsius

Temperatura dell'aria ambiente per stoccaggio e trasporto, min./max .....

#### **6.5.1.4 Cella Arrivo linea**

Corrente di esercizio massima ammissibile a 40°C: .....

### **Compartimento sbarre**

Barre collettrici isolate unipolari con corrente nominale 630A. Collegate e imbullonate, costituite da barra tonda in rame, isolata con gomma siliconica, collegamento sbarre con incrocio e adattatori terminali in gomma siliconica.

### **Trasformatore di tensione**

Tipo di trasformatore di tensione: 4MT2

Design plug-in unipolare, di tipo induttivo, indipendente dal clima, collegamento secondario tramite spine all'interno del pannello.

Disposto all'esterno dell'involucro primario (vaso di commutazione).

3 x unipolare con protezione di terra e resistenza di smorzamento

Chiuso in metallo

Tensione massima per l'apparecchiatura: 36,0 kV

Tensione di esercizio: 27,6 kV



Tensione nominale di potenza e frequenza di breve durata: 70 kV

Tensione nominale di resistenza agli impulsi del fulmine: 170 kV

Tensione di avvolgimento secondario:  $100 / \sqrt{3}$  V

Potenza nominale e classe di avvolgimento secondario: 10 VA / Cl. 0,5

Tensione di avvolgimento protezione di terra: 110 / 3 V

Classe: 10 VA / 3P

Con tensione di prova estesa  $0,8 \times U_p$

Con certificato di prova di routine

### **Involucro interruttore**

Involucro saldato ermeticamente in acciaio inossidabile, riempito con SF6 ad un livello di riempimento nominale di 1500 hPa, dotato di boccole per il collegamento di sbarre e cavi. Con indicatore pronto per la manutenzione, interruttore di segnalazione, 1 contatto di commutazione.

### **Sezionatore a tre posizioni**

Applicazione in recipienti elettrosaldati ermeticamente, i contatti nel recipiente del quadro riempito di gas sono indipendenti dal clima, funzionamento tramite boccole rotanti saldate a tenuta di gas, meccanismo al rallentatore all'esterno del contenitore del quadro riempito di gas, indicazione affidabile della posizione fino alla parte anteriore operativa del pannello.

Numero di cicli operativi meccanici ed elettrici:

2.000 per la funzione DISCONNESSIONE

1.000 per la funzione READY-TO-EARTH

Con meccanismo di comando manuale per le funzioni DISCONNESSIONE e MESSA A TERRA / READY-TO-EARTH

Contatti liberi dell'interruttore ausiliario.

2 NO + 2 NC + 4 CH. OV.

Con interblocco meccanico tra sezionatore a tre posizioni e funzione interruttore automatico DISCONNECT

Con interblocco meccanico tra sezionatore a tre posizioni e funzione interruttore automatico PRONTO A TERRA

Interblocco a chiave per funzione DISCONNECT, funzione chiave KF1

Interblocco a chiave per funzione READY-TO-EARTH, funzione chiave KF2

Con gate di controllo con dispositivo di bloccaggio

### **Interruttore automatico del vuoto**

Applicazione in recipienti di commutazione saldati ermeticamente, gli interruttori a vuoto all'interno del recipiente del quadro riempito di gas sono indipendenti dal clima, funzionano tramite soffiotti metallici saldati a tenuta di gas, meccanismo di funzionamento del motore ad energia immagazzinata all'esterno del recipiente riempito di gas.

Tensione nominale: 38.0 kV

Corrente nominale di resistenza a breve durata: 26,3 kA

Corrente nominale: 800 A

Sequenze operative nominali:

Trasferimento rapido del carico (U): O-0.3s-CO-3min-CO

Chiusura automatica (K): O-0.3s-CO-3min-CO

Numero di cicli operativi meccanici ed elettrici: 10.000

Con meccanismo di funzionamento del motore ad energia immagazzinata AC 230 V



Con la seguente combinazione di rilascio:

1 sgancio shunt + 1 rilascio sottotensione

Tensione di chiusura solenoide AC 230 V

Tensione del 1° shunt AC 230 V

Tensione di 2° rilascio (rilascio shunt, rilascio azionato da c.t., rilascio sottotensione) AC 230 V

Contatti liberi dell'interruttore ausiliario

9 NO + 10 NC

Dispositivo di bloccaggio dell'alimentatore con interblocco contro sezionatore a tre posizioni

Con interruttore ausiliario per "dispositivo di blocco dell'alimentatore"

Interblocco a chiave per "dispositivo di blocco dell'alimentatore", funzione chiave KF3

Chiusura meccanica dell'interruttore, lucchettabile, sigillabile

Apertura meccanica dell'interruttore, lucchetto, sigillabile

Con certificato di prova di routine

### ***Scomparto cavi***

Interfaccia boccole a cono esterno tipo "C" con contatto bullonato M16.

Con staffe per cavi

Con copertura del pavimento nel vano cavi

Altezza di collegamento del cavo 700 mm, distanza tra boccola e staffa del cavo 500 mm.

### ***Pannello di collegamento***

Numero di cavi per cavo fase 1

Morsetti per cavi preassemblati

senza

Sezione cavo 185 mm<sup>2</sup>

Collegamento via cavo dalla parte anteriore-inferiore

Sbarra di messa a terra,

sistemato nella parte posteriore del vano cavi,

dotato di 2 punti di connessione

Coperchio del pavimento nel vano cavi con fori per cavi HV

Il collegamento del cavo è predisposto per la seguente combinazione selezionata di spine a T per cavi:

Marca: NKT

Cavo T-plug: 1x CSE-A 36630

Spina di accoppiamento: senza

Inserto di accoppiamento: senza

Coprivano cavi profondo: senza

### ***Sistema di rilevamento capacitivo della tensione sull'alimentatore***

Sistema VDIS (sistema di rilevamento e indicazione della tensione) con indicatore plug-in per la tensione di esercizio selezionata

### ***Trasformatore di corrente***

Tipo di trasformatore di corrente: 4MC4\_10

Progettato come trasformatore di corrente anulare, unipolare, di tipo induttivo, indipendente dal clima, collegamento secondario tramite morsettiera all'interno del vano a bassa tensione del pannello.

Disposto all'esterno dell'involucro primario (vaso di commutazione).



3 x 2 core in L1/L2/L3

Corrente primaria, nucleo 1: 600 A

Corrente primaria, nucleo 2: 600 A

Corrente secondaria, nucleo 1: 1 A

Corrente secondaria, nucleo 2: 1 A

Valutazione, classe e fattore di sovracorrente di nucleo 1: 5 VA / Cl. 0,5 / ---

Valutazione, classe e fattore di sovracorrente di nucleo 2: 5 VA / Cl. 5P / 10

1.0 x corrente nominale

Con certificato di prova di routine

### **Trasformatore di corrente a sequenza zero per il rilevamento di guasti a terra**

Tipo di trasformatore di corrente: 4MC9672

Progettato come trasformatore di corrente anulare, unipolare, di tipo induttivo, indipendente dal clima, collegamento secondario tramite morsettiera all'interno del vano a bassa tensione del pannello.

Installazione del trasformatore di corrente nel basamento del cavo

Corrente primaria: 50 A

Corrente secondaria: 1 A

Nominale, classe e fattore di sovracorrente: 1,25 VA 1FS10

Diametro interno: 120 mm

Con certificato di prova di routine

### **Compartimento a bassa tensione**

Altezza: 761 mm

Relè di protezione, 13 BI, 8 BO Interfaccia standard: 1 x USB (anteriore), RS 485 (posteriore) + 2 x interfacce RJ45

Selettore Loc-Rem

Pulsante di Apertura interruttore

Pulsante di Chiusura interruttore

Gemma Luminosa col. Verde interruttore aperto

Gemma Luminosa col. Rosso interruttore chiuso

Gemma Luminosa col. Giallo sezionatore di terra chiuso

Gemma Luminosa col. Bianco interruttore in test position

#### **6.5.1.5 Cella protezione**

Corrente di esercizio massima ammissibile a 40°C: ..... 630 A

### **Compartimento sbarre**

Barre collettrici isolate unipolari con corrente nominale 630A. Collegate e imbullonate, costituite da barra tonda in rame, isolata con gomma siliconica, collegamento sbarre con incrocio e adattatori terminali in gomma siliconica.

### **Involucro interruttore**

Involucro saldato ermeticamente in acciaio inossidabile, riempito con SF6 ad un livello di riempimento nominale di 1500 hPa, dotato di boccole per il collegamento di sbarre e cavi. Con indicatore pronto per la manutenzione, interruttore di segnalazione, 1 contatto di commutazione.

### **Sezionatore a tre posizioni**



Applicazione in recipienti elettrosaldati ermeticamente, i contatti nel recipiente del quadro riempito di gas sono indipendenti dal clima, funzionamento tramite boccole rotanti saldate a tenuta di gas, meccanismo al rallentatore all'esterno del contenitore del quadro riempito di gas, indicazione affidabile della posizione fino alla parte anteriore operativa del pannello.

Numero di cicli operativi meccanici ed elettrici:

2.000 per la funzione DISCONNESSIONE

1.000 per la funzione READY-TO-EARTH

Con meccanismo di comando manuale per le funzioni DISCONNESSIONE e MESSA A TERRA / READY-TO-EARTH

Contatti liberi dell'interruttore ausiliario.

2 NO + 2 NC + 4 CH. OV.

Con interblocco meccanico tra sezionatore a tre posizioni e funzione interruttore automatico DISCONNECT

Con interblocco meccanico tra sezionatore a tre posizioni e funzione interruttore automatico PRONTO A TERRA

Interblocco a chiave per funzione DISCONNECT, funzione chiave KF1

Interblocco a chiave per funzione READY-TO-EARTH, funzione chiave KF2

Con gate di controllo con dispositivo di bloccaggio

#### **Interruttore automatico del vuoto**

Applicazione in recipienti di commutazione saldati ermeticamente, gli interruttori a vuoto all'interno del recipiente del quadro riempito di gas sono indipendenti dal clima, funzionano tramite soffiotti metallici saldati a tenuta di gas, meccanismo di funzionamento del motore ad energia immagazzinata all'esterno del recipiente riempito di gas.

Tensione nominale: 38.0 kV

Corrente nominale di resistenza a breve durata: 26,3 kA

Corrente nominale: 800 A

Sequenze operative nominali:

Trasferimento rapido del carico (U): O-0.3s-CO-3min-CO

Chiusura automatica (K): O-0.3s-CO-3min-CO

Numero di cicli operativi meccanici ed elettrici: 10.000

Con meccanismo di funzionamento del motore ad energia immagazzinata AC 230 V

Con la seguente combinazione di rilascio:

1 sgancio shunt + 1 rilascio sottotensione

Tensione di chiusura solenoide AC 230 V

Tensione del 1° shunt AC 230 V

Tensione di 2° rilascio (rilascio shunt, rilascio azionato da c.t., rilascio sottotensione) AC 230 V

Contatti liberi dell'interruttore ausiliario

9 NO + 10 NC

Dispositivo di bloccaggio dell'alimentatore con interblocco contro sezionatore a tre posizioni

Con interruttore ausiliario per "dispositivo di blocco dell'alimentatore"

Interblocco a chiave per "dispositivo di blocco dell'alimentatore", funzione chiave KF3

Chiusura meccanica dell'interruttore, lucchettabile, sigillabile

Apertura meccanica dell'interruttore, lucchetto, sigillabile

Con certificato di prova di routine



### **Scomparto cavi**

Interfaccia boccole a cono esterno tipo "C" con contatto bullonato M16.

Con staffe per cavi

Con copertura del pavimento nel vano cavi

Altezza di collegamento del cavo 700 mm, distanza tra boccola e staffa del cavo 500 mm.

### **Pannello di collegamento**

Numero di cavi per cavo fase 1

Morsetti per cavi preassemblati

senza

Sezione cavo 185 mm<sup>2</sup>

Collegamento via cavo dalla parte anteriore-inferiore

Sbarra di messa a terra,

sistemato nella parte posteriore del vano cavi,

dotato di 2 punti di connessione

Coperchio del pavimento nel vano cavi con fori per cavi HV

Il collegamento del cavo è predisposto per la seguente combinazione selezionata di spine a T per cavi:

Marca: NKT

Cavo T-plug: 1x CSE-A 36630

Spina di accoppiamento: senza

Inserto di accoppiamento: senza

Coprivano cavi profondo: senza

### **Sistema di rilevamento capacitivo della tensione sull'alimentatore**

Sistema VDIS (sistema di rilevamento e indicazione della tensione) con indicatore plug-in per la tensione di esercizio selezionata

### **Trasformatore di corrente**

Tipo di trasformatore di corrente: 4MC4\_10

Progettato come trasformatore di corrente anulare, unipolare, di tipo induttivo, indipendente dal clima, collegamento secondario tramite morsettieria all'interno del vano a bassa tensione del pannello.

Disposto all'esterno dell'involucro primario (vaso di commutazione).

3 x 2 core in L1/L2/L3

Corrente primaria, nucleo 1: 600 A

Corrente primaria, nucleo 2: 600 A

Corrente secondaria, nucleo 1: 1 A

Corrente secondaria, nucleo 2: 1 A

Valutazione, classe e fattore di sovracorrente di nucleo 1: 5 VA / Cl. 0,5 / ---

Valutazione, classe e fattore di sovracorrente di nucleo 2: 5 VA / Cl. 5P / 10

1.0 x corrente nominale

Con certificato di prova di routine

### **Trasformatore di corrente a sequenza zero per il rilevamento di guasti a terra**

Tipo di trasformatore di corrente: 4MC9672

Progettato come trasformatore di corrente anulare, unipolare, di tipo induttivo, indipendente dal clima, collegamento secondario tramite morsettieria all'interno del vano a bassa tensione del pannello.



Installazione del trasformatore di corrente nel basamento del cavo

Corrente primaria: 50 A

Corrente secondaria: 1 A

Nominale, classe e fattore di sovracorrente: 1,25 VA 1FS10

Diametro interno: 120 mm

Con certificato di prova di routine

**Compartimento a bassa tensione**

Altezza: 761 mm

Relè di protezione, 13 BI, 8 BO Interfaccia standard: 1 x USB (anteriore), RS 485 (posteriore) + 2 x interfacce RJ45

Selettore Loc-Rem

Pulsante di Apertura interruttore

Pulsante di Chiusura interruttore

Gemma Luminosa col. Verde interruttore aperto

Gemma Luminosa col. Rosso interruttore chiuso

Gemma Luminosa col. Giallo sezionatore di terra chiuso

Gemma Luminosa col. Bianco interruttore in test position

**6.5.1.6 Cella congiuntore**

Corrente di esercizio massima ammissibile a 40°C: ..... 1000 A

**Compartimento sbarre**

Barre collettrici isolate unipolari con corrente nominale 630A. Collegate e imbullonate, costituite da barra tonda in rame, isolata con gomma siliconica, collegamento sbarre con incrocio e adattatori terminali in gomma siliconica.

**Involucro interruttore**

Involucro saldato ermeticamente in acciaio inossidabile, riempito con SF6 ad un livello di riempimento nominale di 1500 hPa, dotato di boccole per il collegamento di sbarre e cavi. Con indicatore pronto per la manutenzione, interruttore di segnalazione, 1 contatto di commutazione.

**Sezionatore a tre posizioni**

Applicazione in recipienti elettrosaldati ermeticamente, i contatti nel recipiente del quadro riempito di gas sono indipendenti dal clima, funzionamento tramite boccole rotanti saldate a tenuta di gas, meccanismo al rallentatore all'esterno del contenitore del quadro riempito di gas, indicazione affidabile della posizione fino alla parte anteriore operativa del pannello.

Numero di cicli operativi meccanici ed elettrici:

2.000 per la funzione DISCONNESSIONE

1.000 per la funzione READY-TO-EARTH

Con meccanismo di comando manuale per le funzioni DISCONNESSIONE e MESSA A TERRA / READY-TO-EARTH

Contatti liberi dell'interruttore ausiliario.

2 NO + 2 NC + 4 CH. OV.

Con interblocco meccanico tra sezionatore a tre posizioni e funzione interruttore automatico DISCONNECT

Con interblocco meccanico tra sezionatore a tre posizioni e funzione interruttore automatico PRONTO A TERRA



Interblocco a chiave per funzione DISCONNECT, funzione chiave KF1

Interblocco a chiave per funzione READY-TO-EARTH, funzione chiave KF2

Con interblocco elettromeccanico al sezionatore e al sezionatore di terra Tensione di interblocco elettromeccanico: AC 230 V

Con gate di controllo con dispositivo di bloccaggio

### **Interruttore automatico del vuoto**

Applicazione in recipienti di commutazione saldati ermeticamente, gli interruttori a vuoto all'interno del recipiente del quadro riempito di gas sono indipendenti dal clima, funzionano tramite soffietti metallici saldati a tenuta di gas, meccanismo di funzionamento del motore ad energia immagazzinata all'esterno del recipiente riempito di gas.

Tensione nominale: 38.0 kV

Corrente nominale di resistenza a breve durata: 26,3 kA

Corrente nominale: 1250 A

Sequenze operative nominali:

Trasferimento rapido del carico (U): O-0.3s-CO-3min-CO

Chiusura automatica (K): O-0.3s-CO-3min-CO

Numero di cicli operativi meccanici ed elettrici: 10.000

Con meccanismo di funzionamento del motore ad energia immagazzinata AC 230 V

Con la seguente combinazione di rilascio:

1 sgancio shunt

Tensione di chiusura solenoide AC 230 V

Tensione del 1° shunt AC 230 V

Contatti liberi dell'interruttore ausiliario

10 NO + 10 NC

Dispositivo di bloccaggio dell'alimentatore con interblocco contro sezionatore a tre posizioni

Con interruttore ausiliario per "dispositivo di blocco dell'alimentatore"

Interblocco a chiave per "dispositivo di blocco dell'alimentatore", funzione chiave KF3

Chiusura meccanica dell'interruttore, lucchettabile, sigillabile

Apertura meccanica dell'interruttore, lucchetto, sigillabile

Con certificato di prova di routine

### **Secondo sezionatore a tre posizioni**

Applicazione in recipienti elettrosaldati ermeticamente, i contatti nel recipiente del quadro riempito di gas sono indipendenti dal clima, funzionamento tramite boccole rotanti saldate a tenuta di gas, meccanismo al rallentatore all'esterno del contenitore del quadro riempito di gas, indicazione affidabile della posizione fino alla parte anteriore operativa del pannello.

Contatti liberi dell'interruttore ausiliario.

2 NO + 2 NC + 4 CH. OV.

Interblocco a chiave per funzione DISCONNECTING, funzione chiave KF1

Interblocco a chiave per funzione EARTHING, funzione chiave KF2

Con interblocco elettromeccanico al sezionatore e al sezionatore di terra Tensione di interblocco elettromeccanico: AC 230 V

Con gate di controllo con dispositivo di bloccaggio



### **Compartimento a bassa tensione**

Altezza: 761 mm

Relè di protezione, 13 BI, 8 BO Interfaccia standard: 1 x USB (anteriore), RS 485 (posteriore) + 2 x interfacce RJ45

Selettore Loc-Rem

Pulsante di Apertura interruttore

Pulsante di Chiusura interruttore

Gemma Luminosa col. Verde interruttore aperto

Gemma Luminosa col. Rosso interruttore chiuso

Gemma Luminosa col. Giallo sezionatore di terra chiuso

Gemma Luminosa col. Bianco interruttore in test position

#### **6.5.1.7 Accessori**

- Pannello terminale sinistra
- Pannello terminale destra, con sportello di servizio
- 1 manovella per la carica del comando dell'interruttore
- 1 chiave a doppia mappa per porte
- 1 cacciavite torx
- 1 adattatore per il funzionamento di emergenza dell'interruttore a tre posizioni
- 1 leva di manovra per comando sezionatore, Funzione DISCONNESSIONE
- 1 leva di manovra per comando sezionatore, Funzione PRONTO A TERRA
- Istruzioni di installazione
- Certificato d'origine

### **6.5.2 Quadri MT Secondari 6kV**

#### **6.5.2.1 Prescrizioni generali**

La presente specifica ha lo scopo di definire i requisiti fondamentali per il progetto, le modalità di collaudo, di fornitura e di offerta di quadri di Media Tensione secondari a 6kV atti a realizzare la distribuzione verso le utenze MT a 6kV necessarie al funzionamento dell'impianto.

#### **6.5.2.2 Norme di riferimento**

Il quadro e le apparecchiature oggetto della fornitura dovranno essere progettate, costruite e collaudate in conformità alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (International Electrotechnical Commission) in vigore ed in particolare le seguenti:

- Quadro: CEI EN 62271-200
- Interruttori: CEI EN 62271-100
- Sezionatori e sezionatori di terra: CEI EN 62271-102
- Interruttore manovra-sezionatore: CEI EN 62271-103
- IMS combinato con fusibili: CEI EN 62271-105
- Contattori: CEI EN 62271-106
- Indicatori di presenza di tensione: CEI EN 62271-206



- Trasformatori di corrente elettronici: CEI EN 60044-8
- Trasformatori di corrente: CEI EN 61869-2
- Trasformatori di tensione: CEI EN 61869-3
- Fusibili: CEI EN 60282-1
- Grado di protezione degli involucri: CEI EN 60529
- Compatibilità elettromagnetica: CEI EN 61000-4-4
- Prova sismica: CEI EN 60068-3-3
- Prova sismica: IEEE 693/2005

Sarà inoltre fabbricato da Società che seguono un sistema di Garanzia di Qualità conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2000, certificato da ente certificatore accreditato.

### 6.5.2.3 Dati del quadro

Installazione .....	Interna
Numero di fasi .....	3
Sistema di sbarre .....	Sistema di sbarre semplice
Tensione nominale .....	12.0 kV
Tensione d'esercizio .....	6.0 kV
Frequenza nominale.....	50 Hz
Rete con neutro a terra .....	Neutro a terra mediante impedenza
Tensione di tenuta di breve durata a frequenza industriale nominale .....	28 kV
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico nominale .....	75 kV
Temperatura ambiente dell'aria .....	45 °C
Corrente normale nominale delle sbarre .....	1250 A
Massima corrente ammissibile delle sbarre a 45 °C .....	1210 A
Isolamento del sistema di sbarre.....	senza
Segregazione trasversale del sistema di sbarre .....	senza
Corrente di tenuta di breve durata nominale .....	25.0 kA
Durata nominale del cortocircuito .....	1 s
Corrente di tenuta di picco nominale .....	63 kA
Corrente di interruzione in cortocircuito nominale .....	25.0 kA
Corrente di cortocircuito nominale.....	63 kA
Corrente di tenuta di breve durata nominale fase-terra .....	I <sub>ke</sub> = 60 A
Durata nominale del cortocircuito fase-terra.....	t <sub>ke</sub> ≤ 24h
Corrente di tenuta di picco nominale fase-terra.....	I <sub>ppe</sub> ≤ 150 A
Grado di protezione per l'involucro .....	IP3XD
Grado di protezione delle segregazioni .....	IP2X
Categoria di perdita di continuità del servizio .....	LSC2B <sup>1)</sup>
Classe di segregazione .....	PM <sup>2)</sup>
Classificazione dell'arco interno .....	IAC
Modalità di accesso frontale /laterale/ posteriore .....	A FLR
Tipo di installazione.....	Senza supporto
Esecuzione.....	Esecuzione estraibile
Corrente di guasto d'arco interno .....	25.0 kA



Durata del guasto d'arco .....	1,0 s
Accesso ai cavi ..... dal fronte (installazione a parete) o dal fronte/retro (installazione senza supporto)	
Larghezza del pannello .....	vedasi disegno
Profondità del pannello.....	vedasi disegno
Altezza del pannello .....	2300 mm
Altezza della sala del quadro (min.) .....	2800 mm
Colore del quadro.....	RAL 7035

#### 6.5.2.4 Cella arrivo Linea

Massima corrente di partenza ammissibile a 45 °C: ..... 605 A

#### **Scomparto sbarre**

Sezione sbarre Cu 1x80x10 mm

#### **Scomparto del dispositivo di sezionamento-manovra**

Parte estraibile dell'interruttore

Parte estraibile dell'interruttore

Meccanismo di azionamento della parte estraibile: Manuale

Parte estraibile del sezionatore ausiliario: 6NC + 6NO

Dispositivo di blocco meccanico con lucchetto

Con interblocco a chiave:

Chiave libera in posizione di prova

Interruttore in vuoto, tipo SION

Dati tecnici: 12.0 kV / 25.0 kA / 800 A

Meccanismo di azionamento dell'interruttore: motore

Tensione del meccanismo di azionamento motorizzato AC 230 V

Tensione del circuito di chiusura: AC 230 V

Combinazione di sgancio:

2 sganciatori di tensione

Tensione 1a bobina di scatto AC 230 V

Tensione 2a bobina di scatto AC 230 V

Sezionatore ausiliario dell'interruttore: 12 NC + 12 NO

#### **Scomparto connessioni**

#### **Connessione del pannello**

Connessione cavi dal basso

Numero di cavi per fase

1 cavo

Cavo con un unico nucleo max. 300 mm<sup>2</sup>

#### **Trasformatore di corrente nello scomparto connessioni**

Progettato come trasformatore di corrente di tipo a blocco assemblato nello scomparto connessioni

3 x 2 nuclei in L1/L2/L3

Corrente primaria: 600 A

Corrente secondaria: 1 A / 1 A

Nucleo 1: 5 VA / Cl. 0.5 / FS5

Nucleo 2: 5 VA / Cl. 5P / 10



### **Sistema di rilevamento e visualizzazione della tensione sulla connessione di campo**

VDIS innestabile secondo IEC 62271-213

#### **Sezionatore di terra sulla connessione cavi**

Sezionatore di terra con capacità di cortocircuito

Corrente e durata di cortocircuito

Corrente di tenuta di breve durata nominale fase-terra:  $I_{ke} = 60 \text{ A}$

Durata nominale del cortocircuito fase-terra:  $t_{ke} \leq 24 \text{ h}$

Corrente di tenuta di picco nominale fase-terra:  $I_{pe} \leq 150 \text{ A}$

Sezionatore ausiliario: 4 NO + 4 NC

Meccanismo di azionamento: Manuale

Con interblocco a chiave Ronis

Chiave A libera in posizione ON e chiave B libera in posizione OFF

#### **Trasformatore di corrente a cavo passante per rilevamento dei guasti a terra**

Diametro interno: 120 mm

Correnti nominali: 50 / 1 A

Potere, classe e fattore di sovracorrente 1.25 VA / 1 FS 10

Installazione del trasformatore di corrente nel cavedio sottostante il pannello

#### **Cassonetto di bassa tensione**

Altezza 630 mm

Relè di protezione Siemens, 13 BI, 8 BO Interfaccia standard: 1 x USB (anteriore), RS 485 (posteriore) + 2 x interfacce Interfacce RJ45

Selettore Loc-Rem

Pulsante di Apertura interruttore

Pulsante di Chisura interruttore

Gemma Luminosa col. Verde interruttore aperto

Gemma Luminosa col. Rosso interruttore chiuso

Gemma Luminosa col. Giallo sezionatore di terra chiuso

Gemma Luminosa col. Bianco interruttore in test position

#### **6.5.2.5 Cella misure**

##### **Scomparto sbarre**

Sezione sbarre Cu 1x80x10 mm

##### **Sistema di rilevamento e visualizzazione della tensione sulla sbarra**

VDIS innestabile secondo IEC 62271-213

##### **Scomparto del dispositivo di sezionamento-manovra**

###### **Parte estraibile per misure con fusibili principali**

Parte estraibile per misure

Carrello del meccanismo di azionamento: Manuale

Carrello del sezionatore ausiliario: 6NO + 6NC

Dispositivo di blocco meccanico su fessura con lucchetto

###### **Trasformatore di tensione, sulla parte estraibile**

Con fusibili principali



3 x 1-polo con avvolgimento di guasto a terra

Tensione primaria 6.0 /  $\sqrt{3}$  kV

Tensione dell'avvolgimento secondario 100 /  $\sqrt{3}$  V

Potere e classe dell'avvolgimento secondario 50 VA / Cl. 0.5

Tensione dell'avvolgimento di guasto a terra 100 / 3 V

Potere e classe dell'avvolgimento di guasto a terra 90 VA / 3P

### **Cassonetto di bassa tensione**

Altezza 630 mm

Relè di protezione, 13 BI, 8 BO Interfaccia standard: 1 x USB (anteriore), RS 485 (posteriore) + 2 x interfacce

Interfacce RJ45

Selettore Loc-Rem

Pulsante di Apertura interruttore

Pulsante di Chisura interruttore

Gemma Luminosa col. Verde interruttore aperto

Gemma Luminosa col. Rosso interruttore chiuso

Gemma Luminosa col. Giallo sezionatore di terra chiuso

Gemma Luminosa col. Bianco interruttore in test position

#### *6.5.2.6 Cella partenza*

Massima corrente di partenza ammissibile a 45 °C: 605 A

### **Scomparto sbarre**

Sezione sbarre Cu 1x80x10 mm

### **Scomparto del dispositivo di sezionamento-manovra**

#### **Parte estraibile dell'interruttore**

Parte estraibile dell'interruttore

Meccanismo di azionamento della parte estraibile: Manuale

Parte estraibile del sezionatore ausiliario: 6NC + 6NO

Dispositivo di blocco meccanico con lucchetto

Con interblocco a chiave:

Chiave libera in posizione di prova

Interruttore in vuoto, tipo SION

Dati tecnici: 12.0 kV / 25.0 kA / 800 A

Meccanismo di azionamento dell'interruttore: motore

Tensione del meccanismo di azionamento motorizzato AC 230 V

Tensione del circuito di chiusura: AC 230 V

Combinazione di sgancio:

2 sganciatori di tensione

Tensione 1a bobina di scatto AC 230 V

Tensione 2a bobina di scatto AC 230 V

Sezionatore ausiliario dell'interruttore: 12 NC + 12 NO

### **Scomparto connessioni**

#### **Connessione del pannello**



Connessione cavi dal basso

Numero di cavi per fase

1 cavo

Cavo con un unico nucleo max. 300 mm<sup>2</sup>

#### **Trasformatore di corrente nello scomparto connessioni**

Progettato come trasformatore di corrente di tipo a blocco assemblato nello scomparto connessioni

3 x 2 nuclei in L1/L2/L3

Corrente primaria: 125 A

Corrente secondaria: 1 A / 1 A

Nucleo 1: 5 VA / Cl. 0.5 / FS5

Nucleo 2: 5 VA / Cl. 5P / 10

#### **Sistema di rilevamento e visualizzazione della tensione sulla connessione di campo**

VDIS innestabile secondo IEC 62271-213

#### **Sezionatore di terra sulla connessione cavi**

Sezionatore di terra con capacità di cortocircuito

Corrente e durata di cortocircuito

Corrente di tenuta di breve durata nominale fase-terra:  $I_{ke} = 60 \text{ A}$

Durata nominale del cortocircuito fase-terra:  $t_{ke} \leq 24 \text{ h}$

Corrente di tenuta di picco nominale fase-terra:  $I_{pe} \leq 150 \text{ A}$

Sezionatore ausiliario: 4 NO + 4 NC

Meccanismo di azionamento:

Manuale

Con interblocco a chiave Ronis

Chiave A libera in posizione ON e chiave B libera in posizione OFF

#### **Trasformatore di corrente a cavo passante per rilevamento dei guasti a terra**

Diametro interno: 120 mm

Correnti nominali: 50 / 1 A

Potere, classe e fattore di sovracorrente 1.25 VA / 1 FS 10

Installazione del trasformatore di corrente nel cavedio sottostante il pannello

#### **Cassonetto di bassa tensione**

Altezza 630 mm

Relè di protezione, 13 BI, 8 BO Interfaccia standard: 1 x USB (anteriore), RS 485 (posteriore) + 2 x interfacce  
Interfacce RJ45

Selettore Loc-Rem

Pulsante di Apertura interruttore

Pulsante di Chisura interruttore

Gemma Luminosa col. Verde interruttore aperto

Gemma Luminosa col. Rosso interruttore chiuso

Gemma Luminosa col. Giallo sezionatore di terra chiuso

Gemma Luminosa col. Bianco interruttore in test position



### 6.5.2.7 Accessori del quadro

Set di accessori standard costituito da:

- 1 Manovella per la carica delle molle dell'interruttore
- 1 Asta di spinta per l'azionamento dei pulsanti ON/OFF
- 1 Leva manuale per comando parte estraibile
- 1 Set leve serrande destra/sinistra
- 1 Chiave a rocchetto per porta di alta tensione
- 1 Chiave per porta di bassa tensione
- 1 Pannello a parete per accessori
- 1 Set (4 pezzi a pannello) golfari di sollevamento per pannelli larghi 435 mm, 600 mm ed 800 mm
- 1 Set (4 pezzi a pannello) golfari di sollevamento per pannelli larghi 1000 mm
- 1 Manuale operativo, 1 manuale di installazione ed 1 set di disegni supplementari in Inglese

Parete di fondo unica

Dispositivo di visualizzazione per VDIS collegabile

Dispositivo di visualizzazione per VDIS collegabile

Tubetto di vaselina (250 g) per i conduttori in rame

Latta di grasso Longtherm 2 (1 kg) per isolare ed accoppiare i contatti

Lubrificante Klüber-Isoflex Topas L32 per 3AE 180 g

Materiale fissante per pannello

Parti di assemblaggio di ricambio per attestazione dei cavi sul posto a terminali Phoenix standard, consistenti in:

- 12 terminali per cablaggio del bus
- 4 connettori PCC4/6-ST-7.62
- 50 contatti STG-MTN 1.5-2.5
- Tipo VBST4-FS:
  - 12 terminali
  - 4 connettori per modulo con prese
  - 50 prese per contatto (puntali unici)
  - 50 coperture isolanti

Carrello di servizio per pannello da 600 mm con istruzioni, in Inglese

Leva manuale per sezionatore di terra (NXAIR, NXAIR SEC, NXAIR M)

Capocorda (barra di rame) per il collegamento del

Collettore da terra a terra della stazione per pannello da 600/800/1000 mm

Certificato di origine

## 6.5.3 Trasformatore MT/MT e MT/BT

### 6.5.3.1 Generalità

#### 6.5.3.1.1 Scopo

Questa specifica definisce i requisiti minimi per la progettazione, l'ingegneria, la produzione, l'ispezione e il



collaudo dei trasformatori.

L'apparecchiatura deve essere pienamente conforme a tutte le parti pertinenti della norma CEI EN 60076 e agli standard internazionali di riferimento. Questa specifica deve essere letta insieme alle direttive, agli standard e alle specifiche qui elencati

Questa specifica insieme alla scheda tecnica del trasformatore fornisce i requisiti tecnici.

#### 6.5.3.1.2 Qualità e lavorazione

L'apparecchiatura deve essere completamente collaudata e rispondente alle prove di tipo realizzate.

Deve essere fornita una dichiarazione che definisca la disponibilità, l'affidabilità e la manutenibilità dell'apparecchiatura in relazione a un'aspettativa di vita del prodotto definita

#### 6.5.3.1.3 Requisiti generali di sicurezza

Il trasformatore deve essere progettato e prodotto per garantire la sicurezza del personale, delle apparecchiature e del funzionamento durante le condizioni di funzionamento, ispezione, riparazione e manutenzione e per ridurre al minimo il rischio di cortocircuiti.

Devono essere prese tutte le misure necessarie per prevenire e limitare le conseguenze di guasti interni.

La progettazione dell'apparecchiatura deve integrare completamente la sicurezza operativa per quanto riguarda gli isolamenti elettrici e meccanici per raggiungere i requisiti operativi specificati durante la manutenzione, la riparazione e l'espansione futura.

### 6.5.4 Norme di riferimento e conformità

I seguenti documenti sono utilizzati come riferimento per la definizione delle prestazioni e la valutazione della conformità, per quanto rilevante per un dato trasformatore. Il produttore fornirà Dichiarazioni di conformità, per le prestazioni elencate in questa specifica.

Norma	Titolo
CEI EN 60076-1	Trasformatori di potenza: Generalità
CEI EN 60076-2	Trasformatori di potenza: Riscaldamento
CEI EN 60076-3	Trasformatori di potenza: Livelli di isolamento, prove dielettriche e distanze isolanti in aria
CEI EN 60076-4	Trasformatori di potenza: Guida per l'esecuzione di prove con impulsi atmosferici e di manovra -Trasformatori di potenza e reattori
CEI EN 60076-5	Trasformatori di potenza: Capacità di tenuta al corto circuito
CEI EN IEC 60076-11: 2018	Trasformatori di potenza: Trasformatori di tipo a secco
CEI EN 60076-16	Trasformatori di potenza: Trasformatori per applicazioni in aerogeneratori
CEI EN 50588-1	Trasformatori di media potenza a 50 Hz, con tensione massima per l'apparecchiatura non superiore a 36 kV : Prescrizioni generali
CEI EN 60076-12	Guida di carico per trasformatori di potenza di tipo a secco
CEI EN 60068-3-3	Prove climatiche e meccaniche fondamentali: Guida – Metodi di prova sismica per apparecchiature



#### 6.5.4.1 Condizioni di servizio

##### 6.5.4.1.1 Generale

I requisiti della norma CEI EN IEC 60076-11 si applicano ai trasformatori a secco solo nella misura in cui sono indicati in questa norma.

##### 6.5.4.1.2 Altitudine

L'altitudine standard è 1000 m sopra il livello del mare. L'altitudine di funzionamento deve essere indicata sulla scheda tecnica del trasformatore, se diverso dallo standard sarà adattato di conseguenza il capitolo alla CEI EN IEC 60076-11 sezione 11.2.

##### 6.5.4.1.3 Frequenza nominale

La frequenza nominale è 50Hz. La frequenza di rete deve essere indicata sulla scheda tecnica del trasformatore.

##### 6.5.4.1.4 Livello di rumore

Deve essere ridotto al minimo utilizzando tecniche avanzate di progettazione e costruzione. I valori devono essere concordati prima dell'ordine e devono essere testati in conformità con la norma CEI EN 60076-10.

##### 6.5.4.1.5 Temperatura ambiente

Il trasformatore è progettato per sopportare una temperatura ambiente massima di + 40°C, quindi la temperatura ambiente e le medie dovranno essere:

- 30°C (media giornaliera),
- 20°C (media annuale),
- 40°C (temperatura massima accettabile)

#### 6.5.4.2 Trasformatore

##### 6.5.4.2.1 Nucleo magnetico

Il nucleo magnetico sarà costituito da acciaio al silicio a grani orientati laminato a freddo, isolato con materiale inorganico, a bassa perdita, tagliato a 45°. Una volta assemblato, dovrà essere protetto dalla corrosione. Al fine di ridurre il consumo energetico dovuto alle perdite a vuoto del trasformatore, il nucleo magnetico deve essere impilato utilizzando la tecnologia step lap. Il progetto completo del nucleo magnetico deve garantire le perdite del nucleo con il funzionamento continuo dei trasformatori.

Il nucleo deve essere adeguatamente rilavorato mediante ricottura in atmosfera inerte. Il progetto completo del nucleo deve garantire le perdite con il funzionamento continuo dei trasformatori.

##### 6.5.4.2.2 Avvolgimento BT

L'avvolgimento BT è prodotto utilizzando lamine di alluminio o rame (secondo la preferenza del produttore) per annullare le sollecitazioni assiali durante il cortocircuito; questo foglio sarà isolato tra ogni strato utilizzando un film di resina epossidica pre-impregnata di classe F riattivata al calore

Le estremità dell'avvolgimento sono protette e isolate utilizzando un materiale isolante di classe F.

L'intero gruppo di avvolgimento sarà polimerizzato in forno, per garantire:

- Elevata resistenza agli ambienti inquinati



- Eccellente tenuta dielettrica
- Ottima resistenza al cortocircuito

#### 6.5.4.2.3 Avvolgimento MT

Devono essere separati dagli avvolgimenti BT per dare un isolamento e distanziamento tra i circuiti MT e BT al fine di evitare il deposito di polvere sui distanziatori posti nel campo elettrico radiale e per facilitare la manutenzione.

Questi possono essere realizzati in filo o foglio di alluminio o di rame (secondo la preferenza del produttore) con isolamento di classe F. Gli avvolgimenti MT dovranno essere colati sotto vuoto in resina epossidica di classe F con certificazione F1 (ignifuga) composto da:

- una resina epossidica
- un indurente all'anidride con un additivo di flessibilità
- una carica ritardante di fiamma.

La carica ritardante ignifuga sarà accuratamente miscelata con la resina e l'indurente. Sarà composto da polvere di allumina triidratata (o idrossido di alluminio) o altri prodotti ritardanti di fiamma da specificare, possono essere miscelati con silice. Il sistema di colata sarà di classe F.

L'interno e l'esterno degli avvolgimenti devono essere rinforzati con una combinazione di fibra di vetro per fornire un'eccellente resistenza meccanica (da shock termici e sforzi dovuti ad un cortocircuito)

#### 6.5.4.2.4 Distanziatori e supporto avvolgimento MT

Questi forniranno un adeguato supporto durante il trasporto, il funzionamento e le condizioni di cortocircuito, nonché in caso di terremoto.

Questi distanziatori saranno di forma circolare per una facile pulizia. Devono essere realizzati con alette per aumentare la distanza di isolamento e per fornire una migliore resistenza dielettrica in condizioni di umidità o pesante inquinato. Il distanziatore MT deve essere un componente separato dal distanziatore BT al fine di fornire una distanza di dispersione corretta tra gli avvolgimenti MT e BT ed evitare l'accumulo di polvere.

Questi distanziatori includeranno un cuscino in elastomero che consentirà di assorbire l'espansione in base alle condizioni di carico. Questo cuscino in elastomero sarà incorporato nel distanziatore per evitare che venga deteriorato dall'aria o dai raggi UV.

#### 6.5.4.2.5 Collegamenti MT

I collegamenti MT del trasformatore devono essere posizionati sulla parte superiore della bobina. Ogni barra sarà forata con un foro da 13 mm predisposto per il collegamento dei capicorda dei cavi MT. Le barre di collegamento MT per la chiusura del triangolo devono essere in tubi di rame rigidi protetti da guaina termorestringenti, non sono consentiti i collegamenti MT in cavo al fine di evitare qualsiasi rischio di contatto. Le connessioni MT del trasformatore saranno in rame.

#### 6.5.4.2.6 Collegamenti BT

I collegamenti BT del trasformatore devono essere posizionati sulla sommità delle bobine sul lato opposto ai collegamenti MT. Il collegamento del neutro deve essere direttamente alla barra neutra situata tra le fasi BT.

Le barre di connessione BT saranno in rame o in alluminio stagnato (secondo la preferenza del produttore). L'uscita di ciascun avvolgimento BT comprenderà un terminale di connessione in alluminio o rame stagnato, che consentirà di effettuare tutti i collegamenti senza utilizzare un'interfaccia di contatto (grasso, nastro



bimetallico: fuori dalla fornitura).

#### 6.5.4.2.7 Prese di regolazione MT

Le prese di regolazione, realizzate sull'avvolgimento primario per adattare il trasformatore al valore reale della tensione di alimentazione, saranno realizzate con apposite barrette da manovrare a trasformatore disinserito.

#### 6.5.4.3 Classificazioni climatiche e ambientali

Questi trasformatori devono essere di classe ambientale E2 e di classe climatica C2 come definito nella norma CEI EN IEC 60076-11: 2018. Le classi E2 e C2 devono essere indicate sulla targa dati caratteristici.

Il trasformatore deve essere testato per funzionare correttamente in caso di:

- il trasformatore è soggetto a condensa consistente, a inquinamento intenso, o ad entrambi i fenomeni;
- il trasformatore può funzionare, essere trasportato ed immagazzinato fino a -25°C;

I test devono essere stati eseguiti in conformità alla CEI EN IEC 60076-11: 2018

Il produttore deve certificarsi presso un laboratorio di prova ufficiale per E2 – C2 - F1 in conformità alla CEI EN IEC 60076-11: 2018

#### 6.5.4.4 Classificazione del comportamento al fuoco

I trasformatori devono essere di classe F1 come definito nella norma CEI EN IEC 60076-11: 2018. La classe F1 garantirà la completa autoestinguenza del trasformatore e dovrà essere indicata sulla targa dati.

Il produttore deve realizzare la prova presso un laboratorio ufficiale su un trasformatore dello stesso progetto di quelli prodotti e sullo stesso trasformatore che ha inizialmente superato i test climatici e ambientali sopra indicati. Questo test deve essere stato eseguito in conformità con la norma CEI EN IEC 60076-11: 2018.

Tutti i rapporti di prova presentati dal fornitore devono avere test climatici, ambientali e antincendio sullo stesso trasformatore di 1 MVA, 24KV come valore minimo.

#### 6.5.4.5 Protezione sismica

I trasformatori devono essere conformi al livello di tenuta sismica Ag2 K1 o Ag3k1 in conformità alla CEI EN IEC 60076-11

Il valore Ag2K1 è garantito con la normale installazione del trasformatore, mentre il valore Ag3k1 è garantito se il trasformatore viene fissato a terra.

Il livello di tenuta sismica deve essere testato in un laboratorio ufficiale in conformità alla CEI EN IEC 60076-11

#### 6.5.4.6 Accessori

##### 6.5.4.6.1 Accessori di serie

I trasformatori saranno forniti di:

- 4 ruote bidirezionali
- Barre di collegamento MT
- Piastre di collegamento BT
- Barrette di regolazione del rapporto di trasformazione lato MT
- Golfari di sollevamento
- Carrello costituito da ferri ad omega con fori per la traslazione della macchina
- 1 punto di collegamento di messa a terra



- Targa dati
- Targa di avvertenza "Pericolo elettrico", W012 secondo ISO 7010
- 3 sonde termometriche Pt 100 (una per colonna) installate sugli avvolgimenti BT all'interno di appositi tubetti di protezione
- Cablaggio sonde termiche in apposita morsettiera
- Certificato di collaudo
- Manuale d'installazione, messa in servizio e manutenzione

#### 6.5.4.6.2 Accessori in opzione

Se richiesti in sede d'ordine, potranno essere forniti i seguenti accessori:

- n° 3 sonde termometriche supplementari Pt 100 nell'avvolgimento BT
- n° 1 sonda termometrica Pt 100 nel nucleo magnetico
- n° 1 centralina termometrica digitale a 4 sonde con visualizzazione della temperatura delle tre fasi e del neutro determinazione del set point di allarme e sgancio predisposizione per il controllo automatico dei ventilatori di raffreddamento tensione di alimentazione universale AC/DC
- n° 1 centralina termometrica digitale a 4 sonde con visualizzazione della temperatura delle tre fasi e del neutro determinazione del set point di allarme e sgancio predisposizione per il controllo automatico dei ventilatori di raffreddamento tensione di alimentazione universale AC/DC, con uscita seriale RS485 ModBus
- n° 1 centralina termometrica digitale per il comando dei ventilatori di raffreddamento tensione di alimentazione universale AC
- Set di 3 terminali a cono esterno (parte fissa)
- Set di 3 scaricatori MT
- Supporti antivibranti in gomma.

#### 6.5.4.7 Prove elettriche

##### 6.5.4.7.1 Prove di accettazione

Questi test verranno effettuati su tutti i trasformatori dopo la fabbricazione, consentendo di produrre un certificato di collaudo ufficiale con:

- misura della resistenza degli avvolgimenti
- misura del rapporto di trasformazione e controllo della polarità e dei collegamenti e gruppo vettoriale
- misura della tensione di corto circuito e delle perdite a carico
- misura delle perdite e della corrente a vuoto
- prove di isolamento con tensione applicata
- prove di isolamento con tensione indotta
- misura delle scariche parziali. Per questa misurazione, il criterio di accettazione sarà:
- scariche parziali  $\leq 10\text{pC}$  a  $1,3 U_n$  (nel laboratorio del costruttore) o
- scariche parziali  $\leq 5\text{pC}$  a  $1,3 U_n$  (prova speciale) - Devono essere dimostrate con rapporto di prova speciale eseguito presso un laboratorio di terze parti opzione con prova speciale.

Tutte queste prove sono definite dalla normativa vigente CEI EN IEC 60076-11, da CEI EN 60076-1 a 60076-3. Quando i trasformatori sono dotati di un involucro di protezione, saranno testati nel loro involucro.

##### 6.5.4.8 Prove di tipo o speciali

Questi test sono facoltativi e sono soggetti a previo accordo con il fornitore:



- test di sovratemperatura come definito dalla norma CEI EN IEC 60076-11
- prova dielettrica ad impulso atmosferico in accordo alle norma CEI EN 60076-3
- prova di cortocircuito come definito dalla norma CEI EN 60076-5
- misura del livello di rumore come definito dalla norma CEI EN 60076-10.
- Prova sismica: come definito dalla norma CEI EN IEC 60076-11: 2018

#### 6.5.4.9 Ambiente

Il fornitore deve fornire le istruzioni sulla fine del ciclo di vita, la dichiarazione REACH e la documentazione del profilo ambientale del prodotto su richiesta. L'organizzazione del sito di produzione deve essere non inquinante e certificata in conformità agli standard ISO 9001 e ISO 14001. Entrambi certificati da un'organizzazione indipendente ufficiale.

#### 6.5.4.10 Dati tecnici

Per ogni trasformatore il fornitore fornirà i seguenti dati:	
Potenza nominale.....	kVA
Raffreddamento .....	
Quantità .....	
Frequenza nominale.....	Hz
Livello di isolamento kV	
Livello di isolamento 50 Hz 1 min. ....	kV
Livello di isolamento 1,2/50 µs.....	kV
Regolazioni MT .....	%
Tensione secondaria a vuoto	
- tra le fasi .....	V
- fase neutro.....	V
Livello di isolamento sul secondari.....	kV
Livello di isolamento sul secondario 50Hz 1 min. ....	kV
Gruppo vettoriale .....	Dyn
Perdite a vuoto.....	W
Perdite a carico a 75° C .....	W
Perdite a carico a 120° C .....	W
Tensione di corto circuito a 120° C .....	%
Potenza acustica LW (A) .....	dB(A)
Pressione acustica ad 1 metro LP (A).....	dB(A)
Massima temperatura ambiente.....	40 °C
Massima altitudine.....	1000 m
Sovratemperatura avvolgimento MT .....	F
Sovratemperatura avvolgimento BT.....	F
Classe isolamento .....	155 °C
Classificazione Climatica.....	C4*
(*) in precedenza già testato a – 50° C	
Classificazione Ambientale.....	E4
Classe di resistenza al fuoco.....	F1
Temperatura minima (trasporto, stoccaggio): .....	- 50 °C
Armadio di protezione .....	Si / No (2)
Indice di protezione: .....	IP00 / IP31 / IP35 (2)
Lunghezza .....	mm
Larghezza .....	mm
Altezza .....	mm
Massa totale .....	kg
Relè di protezione tipo: .....	Si / No(1)

(1) Evidenziare la scelta richiesta



## 6.5.5 Quadri elettrici tipo power-center

### 6.5.5.1 Prescrizioni generali

#### 6.5.5.1.1 Scopo

La presente specifica ha lo scopo di definire i requisiti fondamentali per il progetto, le modalità di collaudo, di fornitura e di offerta di quadri di Bassa Tensione per realizzare le cabine di distribuzione necessarie al funzionamento dell'impianto.

#### 6.5.5.1.2 Limiti di fornitura

Ogni quadro sarà completo e pronto al funzionamento entro i seguenti limiti meccanici ed elettrici:

- Lamiere di chiusura laterali;
- Attacchi per collegamento cavi di potenza compresi; cavi e terminali esclusi;
- Morsetteria per collegamento cavi ausiliari esterni compresa; cavi e capicorda esclusi;

#### 6.5.5.2 Norme di riferimento

Il quadro è progettato, assiemato e collaudato in totale rispetto delle seguenti normative:

- IEC 439.1 (CEI 17.13.1)
- IEC 529 (CEI 70.1)

riguardanti l'assieme di quadri prefabbricati AS e ANS.

Si dovranno inoltre adempiere le richieste antinfortunistiche contenute nel DPR 547 del 1955e alla legge 1/3/1968 n° 168. Tutti i componenti in materiale plastico dovranno rispondere ai requisiti di autoestinguibilità a 960 °C (30/30s) in conformità alle norme IC 695.2.1 (C.E.I. 50.11).

#### 6.5.5.3 Dati ambientali

I dati ambientali riferiti al locale chiuso ove dovrà essere inserito il quadro in oggetto sono:

Temperatura ambiente	max +40 °C - min - 5 °C
Umidità relativa	95 % massima
Altitudine	< 2000 metri s.l.m.

#### 6.5.5.4 Caratteristiche elettriche

Tensione nominale	690V
Tensione esercizio	400V
Numero delle fasi	3F + N
Livello nominale di isolamento tensione di prova a frequenza industriale per un minuto a secco verso terra e tra le fasi	2,5kV
Frequenza nominale	50/60 Hz
Corrente nominale sbarre principali	fino a 3200 A
Corrente nominale sbarre di derivazione	fino a 3200 A
Corrente di c.to circuito simmetrico	fino a 75 kA
Durata nominale del corto circuito	1"
Grado di protezione sul fronte	fino a IP 41



Grado di protezione a porta aperta	IP 20
Accessibilità quadro	Retro
Forma di segregazione	3b/4b

#### 6.5.5.5 Dati dimensionali

Il quadro sarà composto da unità modulari aventi dimensioni di ingombro massime:

- Larghezza: fino a 900 mm (400/600/800/900 mm)
- Profondità: fino a 1675 mm (1090/1565 mm per IP31 1200/1675 mm per IP41)
- Altezza: fino a 2365 mm

Si dovrà inoltre tenere conto delle seguenti distanze minime di rispetto:

- Anteriormente: 800 mm
- Posteriormente: 800 mm

#### 6.5.5.6 Caratteristiche costruttive

##### 6.5.5.6.1 Carpenteria

Il quadro sarà realizzato con una struttura in lamiera sendzimir secondo UNI EN 10142 e pannelli di chiusura (portelle+pannelli laterali+pannelli posteriori) in laminato a freddo secondo UNI EN 10130 dello spessore non inferiore a 15-20/10.

Il quadro sarà chiuso su ogni lato con pannelli asportabili a mezzo di viti. Le porte anteriori saranno corredate di chiusura a chiave, il rivestimento frontale sarà costituito da cristallo di tipo temprato.

Le colonne del quadro saranno complete di golfari di sollevamento.

Sul pannello anteriore saranno previste feritoie per consentire il passaggio degli organi di comando.

Tutte le apparecchiature saranno fissate su guide Multifix o su pannelli fissati su specifiche traverse di sostegno.

Gli strumenti e lampade di segnalazione saranno montate sui pannelli frontali.

Sul pannello frontale ogni apparecchiatura sarà contrassegnata da targhette indicatrici che ne identificano il servizio.

Tutte le parti metalliche del quadro saranno collegate a terra (in conformità a quanto prescritto dalla citata norma CEI 17.13/1).

##### 6.5.5.6.2 Verniciatura

Per garantire un'efficace resistenza alla corrosione, la struttura e i pannelli saranno opportunamente trattati e verniciati.

Il trattamento di fondo prevederà il lavaggio, il fosfosgrassaggio, l'asciugatura e l'essiccazione delle lamiere.

Le lamiere trattate saranno verniciate con polvere epossipoliestere o poliesteri in colore a finire RAL9002 bucciato spessore minimo di 70 micron.

##### 6.5.5.6.3 Collegamenti di potenza

Le sbarre e i conduttori saranno dimensionati per sopportare le sollecitazioni termiche e dinamiche corrispondenti ai valori della corrente nominale e per i valori delle correnti di corto circuito richiesti.

Le sbarre orizzontali saranno in rame elettrolitico di sezione rettangolare su tutta la lunghezza; saranno fissate alla struttura tramite supporti isolati a pettine in grado di ricevere un massimo di 5 sbarre per fase e saranno



disposte in modo da permettere eventuali modifiche future.

Le sbarre verticali, anch'esse in rame elettrolitico, fino a 1600A saranno a profilo continuo con un numero massimo di 1 sbarra per fase predisposte per l'utilizzo di appositi accessori per il collegamento e fissate alla struttura tramite supporti isolati.

Oltre 1600A si seguiranno le stesse prescrizioni riguardanti le sbarre orizzontali.

L'interasse tra le fasi e la distanza tra i supporti sbarre sono regolamentate in base alle prove effettuate presso laboratori qualificati. Detti valori sono riportati sul catalogo e sulle istruzioni di montaggio.

I collegamenti tra sistemi sbarre orizzontali e verticali saranno realizzati mediante fazzoletti di giunzione standard forniti dalla Schneider Electric – Merlin Gerin.

Le sbarre principali saranno predisposte per essere suddivise, in sezioni pari agli elementi di scomposizione del quadro, e consentiranno ampliamenti su entrambi i lati.

Nel caso di installazione di sbarre di piatto, queste ultime saranno declassate del 20% rispetto alla loro portata nominale.

#### 6.5.5.6.4 Derivazioni

Per correnti da 100A a 630A gli interruttori saranno alimentati direttamente dalle sbarre principali mediante bandella flessibile dimensionata in base alla corrente nominale dell'interruttore stesso.

In caso di specifiche esigenze gli interruttori scatolati con In max pari a 160A, potranno essere affiancati verticalmente su un'unica piastra, rendendo così l'intero quadro con forma di segregazione tipo 3.

Tutti i cavi di potenza, superiori a 50mmq, entranti o uscenti dal quadro non avranno interposizione di morsettiere; si attesteranno direttamente agli attacchi posteriori degli interruttori alloggiati sul retro del quadro in una zona opportunamente predisposta. L'ammarraggio dei cavi avverrà su specifici accessori di fissaggio

Le sbarre saranno identificate con opportuni contrassegni autoadesivi a seconda della fase di appartenenza così come le corde saranno equipaggiate con anellini terminali colorati.

Tutti i conduttori sia ausiliari si attesteranno a delle morsettiere componibili su guida posizionate in canalina laterale o nella parte posteriore del quadro, con diaframmi dove necessario, che saranno adatte, salvo diversa prescrizione, ad una sezione di cavo non inferiore a 6mmq.

#### 6.5.5.6.5 Dispositivi di manovra e protezione

Sarà garantita una facile individuazione delle manovre da compiere, che saranno pertanto concentrate sul fronte dello scomparto. All'interno sarà possibile un'agevole ispezionabilità ed una facile manutenzione.

Le distanze i dispositivi e le eventuali separazioni metalliche impediranno che interruzioni di elevate correnti di corto circuito o avarie notevoli possano interessare l'equipaggiamento elettrico montato in vani adiacenti.

Saranno in ogni caso, garantite le distanze che realizzano i perimetri di sicurezza imposti dal Costruttore.

Tutti i componenti elettrici ed elettronici saranno contraddistinti da targhette di identificazione conformi a quanto indicato dagli schemi.

Salvo diversa indicazione del progettista e/o richiesta nella specifica di progetto, sarà previsto, uno spazio pari al 20 % dell'ingombro totale che consenta eventuali ampliamenti senza intervenire sulla struttura di base ed i relativi circuiti di potenza.



#### 6.5.5.6.6 Conduttore di protezione

Ogni struttura sarà direttamente collegata alla sbarra di terra avente una sezione pari a 400mm<sup>2</sup>. Le porte saranno predisposte per essere collegate alla struttura tramite una connessione flessibile.

#### 6.5.5.6.7 Collegamenti ausiliari

Saranno in conduttore flessibile con isolamento pari a 3KV con le seguenti sezioni minime:

- 4mmq per i T.A.;
- 2,5mmq per i circuiti di comando;
- 1,5mmq per i circuiti di segnalazione e T.V.

Ogni conduttore sarà completo di anellino numerato corrispondente al numero sulla morsettiera e sullo schema funzionale.

Saranno identificati i conduttori per i diversi servizi (ausiliari in alternata - corrente continua - circuiti di allarme - circuiti di comando - circuiti di segnalazione) impiegando conduttori con guaine colorate differenziate oppure ponendo alle estremità anellini colorati.

Potranno essere consentiti due conduttori sotto lo stesso morsetto solamente sul lato interno del quadro.

I morsetti saranno del tipo a vite per cui la pressione di serraggio sia ottenuta tramite una lamella e non direttamente dalla vite.

I conduttori saranno riuniti a fasci entro canaline o sistemi analoghi con coperchio a scatto.

Tali sistemi consentiranno un inserimento di conduttori aggiuntivi in volume pari al 25% di quelli installati.

Non è ammesso il fissaggio con adesivi.

#### 6.5.5.6.8 Accessori di cablaggio

La circolazione dei cavi di potenza e/o ausiliari dovrà avvenire nella zona posteriore del quadro o all'interno delle canaline laterali.

L'accesso alle condutture sarà possibile solo dal retro del quadro mediante l'asportazione delle lamiere di copertura posteriori.

#### 6.5.5.6.9 Collegamenti alle linee esterne

Se una linea è in Condotta Elettrificata o contenuta in canalina saranno previste delle piastre metalliche in due pezzi asportabili per evitare l'ingresso di corpi estranei.

In ogni caso le linee si attesteranno alla morsettiera in modo adeguato per rendere agevole qualsiasi intervento di manutenzione.

Le morsettiere non sosterrà il peso dei cavi ma gli stessi dovranno essere ancorati ove necessario a dei specifici profilati di fissaggio.

Nel caso in cui le linee di uscita siano costituite da cavi di grossa sezione o da più cavi in parallelo, è sconsigliabile il collegamento diretto sui codoli posteriori interruttori in modo da evitare eventuali sollecitazioni meccaniche.

#### 6.5.5.6.10 Strumenti di misura

Potranno essere del tipo elettromagnetico analogico da incasso 72 x 72 mm, digitale a profilo modulare inseriti su guida oppure del tipo Multimetri da incasso 96 x 96 mm con o senza porta di comunicazione.



#### 6.5.5.6.11 Collaudi

Le prove di collaudo saranno eseguite secondo le modalità della norma CEI 17.13.1. Inoltre il fornitore dovrà fornire i certificati delle prove di tipo, previste dalla norma CEI 17.13.1 effettuate dal Costruttore su prototipi del quadro.

### 6.5.6 Interruttori aperti fino a 6300A

#### 6.5.6.1 Introduzione

La presente specifica tecnica si applica agli interruttori aperti (ACB – Air Circuit Breaker) e ai sezionatori da essi derivati (ACB SW) con corrente nominale da 800A a 6300A in corrente alternata (50/60 Hz) per gli impianti elettrici in bassa tensione da 220V a 690V.

- L'interruttore aperto deve essere dotato di un'unità di controllo che offre il livello appropriato di prestazioni di protezione per adattarsi all'applicazione. Tutte le unità di controllo devono essere proposte nella versione che fornisce la misura in standard e le funzioni di comunicazione.
- L'interruttore aperto deve essere disponibile nella versione fissa o estraibile, con la configurazione 3 poli e 4 poli. Per le versioni estraibili, un dispositivo di sicurezza deve garantire un'apertura anticipata per prevenire l'inserzione e l'estrazione di un interruttore chiuso.
- Deve poter essere alimentato da monte o da valle, senza ridurre le prestazioni.
- Per un interruttore aperto di un determinato volume, le dimensioni devono essere le medesime indipendentemente dal potere di interruzione estremo.
- L'interruttore aperto deve avere una tensione nominale di impiego ( $U_e$ ) di 690V, una tensione nominale di isolamento ( $U_i$ ) di 1000V (CA 50/60 Hz) e una tensione nominale di tenuta ad impulso ( $U_{imp}$ ) di 12kV.
- L'interruttore aperto deve garantire l'isolamento in accordo alla norma CEI EN 60947-1 e -2 per la tensione nominale di isolamento di 1000V e per la Categoria di sovratensione 4.
- Nessuna distanza di sicurezza deve essere richiesta intorno agli interruttori estraibili. Per quelli fissi, 150mm liberi devono essere forniti sopra le camere di interruzione, per consentirne l'estrazione.
- Il meccanismo di funzionamento deve essere "aperto"/"chiuso"/"aperto a molla ad accumulo di energia". Il tempo di chiusura deve essere minore o uguale a 70ms, per correnti nominali < 4000A.

#### 6.5.6.2 Conformità alle normative

Normativa di riferimento	Titolo	Obiettivo
CEI EN 60947-1 e -2	Apparecchiature a bassa tensione Parte 1: Regole generali Parte 2 : Interruttori automatici	Caratteristiche degli interruttori automatici: - funzionamento e comportamento in condizioni di servizio normale; - funzionamento e comportamento in caso di sovraccarico e cortocircuito, incluso il coordinamento in servizio (selettività e protezione di back-up); - proprietà dielettriche.
CEI EN 60947-2, Allegato B	Apparecchiature a bassa tensione Parte 2 : Interruttori automatici Allegato B: Interruttori con protezione differenziale incorporata	
CEI EN 60947-2, Allegato F	Apparecchiature a bassa tensione Parte 2 : Interruttori automatici	Unità di controllo elettronica (misura del valore efficace della corrente e compatibilità elettromagnetica)



	Allegato F: Prove aggiuntive per gli interruttori con protezione elettronica contro le sovracorrenti	
CEI EN 60947-3	Apparecchiature a bassa tensione Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili	Caratteristiche degli interruttori-sezionatori: - funzionamento e comportamento in condizioni di servizio normale; - funzionamento e comportamento in caso di corto circuito; - proprietà dielettriche.
CEI EN 60664-1	Coordinamento dell'isolamento per le apparecchiature nei sistemi a bassa tensione Parte 1: Principi, prescrizioni e prove	Categoria 3 per tensione nominale di isolamento fino a 690 V, Classe d'isolamento II tra il fronte e i circuiti interni di potenza
CEI EN 61000-4-1	Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4-1: Tecniche di prova e di misura - Panorama della serie CEI EN 61000-4	Immunità elettromagnetica
CEI EN 61557-12	Sicurezza elettrica nei sistemi di distribuzione a bassa tensione fino a 1 000 V c.a. e 1 500 V c.c. - Apparecchi per prove, misure o controllo dei sistemi di protezione Parte 12: Dispositivi per la misura ed il controllo delle prestazioni	Classe di precisione
CEI EN 60068-2	Prove climatiche e meccaniche fondamentali Parte 2: Prove	Resistenza climatica
NIST SP 800-121	Guide to Bluetooth Security	Cybersecurity Vulnerabilities, threats and requirements compliance

### 6.5.6.3 Progettazione dell'interruttore

#### 6.5.6.3.1 Sicurezza

Per la massima sicurezza:

- Il contatto principale degli interruttori aperti deve essere collocato in una struttura di poliestere rinforzata e offrire doppio isolamento dagli operatori sul fronte dell'interruttore includendo una porta di comunicazione/test, in accordo con la norma CEI EN 60664-1.
- Gli interruttori aperti devono avere camere d'arco dotate di filtri metallici per ridurre gli effetti percettibili all'esterno durante l'interruzione di corrente.
- L'interruttore automatico deve essere dotato di un interblocco di sicurezza che mantiene l'interruttore aperto se l'unità di controllo non è essere installata.
- Gli indicatori meccanici sul fronte degli interruttori aperti devono mostrare i seguenti stati:

1. "ON" (contatti principali chiusi)	Molla carica
2. "ON" (contatti principali chiusi)	Molla scarica
3. "OFF" (contatti principali aperti)	Molla carica – interruttore automatico pronto a chiudere
4. "OFF" (contatti principali aperti)	Molla carica – interruttore automatico non pronto a chiudere
5. "OFF" (contatti principali aperti)	Molla scarica

- L'interruttore automatico deve essere dotato di funzione antipompaggio: se gli ordini di apertura e chiusura arrivano contemporaneamente, l'interruttore automatico deve rimanere nella posizione di aperto. Dopo uno sgancio in seguito a guasto o un'apertura intenzionale, utilizzando i controlli



- manuali o elettrici, l'ordine di chiusura deve prima essere interrotto, poi riattivato per chiudere l'interruttore.
- L'operazione di estrazione deve essere possibile solo a porta chiusa.
- Tre posizioni della parte mobile devono essere possibili:
  1. Posizione Inserito – tutti i circuiti ausiliari e principali connessi
  2. Posizione di Prova– tutti i circuiti ausiliari connessi, tutti quelli principali disconnessi
  3. Posizione Estratto – tutti i circuiti disconnessi
- Le posizioni devono essere chiaramente indicate da un blocco meccanico e nessuna posizione intermedia deve essere possibile
- Ogni posizione deve essere acquisita prima di passare a una nuova posizione
- La leva di inserzione/estrazione deve essere allocata sull'interruttore aperto in maniera tale che sia accessibile senza compromettere l'interblocco della porta.
- Il meccanismo di estrazione deve essere parte del telaio fisso per ridurre il peso della parte estraibile.
  - Un blocco porta deve essere fornito per non rendere possibile l'apertura della porta finché la parte mobile dell'interruttore aperto non sia nella posizione estratto.
  - Otturatori isolati di sicurezza devono essere forniti sopra i circuiti principali di ingresso e uscita e sopra i circuiti ausiliari. Un interblocco deve essere fornito per prevenire l'inserzione di un interruttore automatico con delle caratteristiche nominali maggiori rispetto alla corrente nominale della parte fissa, nella parte fissa stessa.
  - Nelle unità di controllo elettroniche, le funzioni di protezione devono essere gestite elettronicamente, indipendentemente dalle misure e dalle funzioni di comunicazione, con un ASIC dedicato (Application Specific Integrated Circuit).

#### 6.5.6.3.2 Potere di interruzione, durata, selettività

- Le prestazioni in termini di potere di interruzione dell'interruttore aperto devono essere disponibili per la Categoria B in accordo alla norma CEI EN 60947-2. La prova deve essere effettuata con una prestazione di interruzione pari a quella di servizio (Ics) e al potere di interruzione estremo (Icu) fino a 85kA
- Il potere di interruzione nominale estremo (Icu) di ogni interruttore aperto deve essere almeno pari al valore di corrente di cortocircuito (Isc) nel punto di installazione nel circuito elettrico
- La gamma degli interruttori aperti deve offrire diversi livelli di potere di interruzione Icu fino a 150kA @415V per soddisfare l'applicazione specifica.
- Il costruttore dell'interruttore deve fornire le tabelle di selettività e coordinamento con gli altri dispositivi, quali interruttori aperti, sezionatori, ecc.
- La durata meccanica deve essere pari almeno a 12500 / 10000 / 5000 manovre per correnti nominali < 1600A / < 3200A / > 4000A.

#### 6.5.6.3.3 Ausiliari e accessori

- Tutti gli ausiliari elettrici, incluso il meccanismo di caricamento della molla del motore elettrico, devono essere adattabili in sito senza regolazione né la necessità di ulteriori strumenti (ad eccezione di un cacciavite). Essi devono essere collocati in uno scomparto che, nelle normali condizioni di carico, non ha componenti metallici in tensione dai poli principali che sono ad esso esposti.
- Ogni adattamento effettuato non deve incrementare gli ingombri dell'interruttore.



- Deve essere possibile cablare tutti gli ausiliari dal fronte dell'interruttore aperto; questo cablaggio deve essere svolto con una serie di contatti disconnessi, così che il cablaggio di tutti gli ausiliari è automaticamente disconnesso nella posizione estratto.
- Le viti che fissano le parti rimovibili devono essere imperdibili, in particolare per le camere d'arco e la protezione del fronte dell'interruttore.
- Bobine:
  - o L'interruttore deve essere dotato di una bobina di chiusura, una bobina di apertura e una bobina addizionale o di minima tensione
  - o Le bobine devono essere progettate per applicazioni che prevedono un servizio continuativo.
  - o Le bobine devono prevedere l'opzione che consente di diagnosticare il loro stato e cablaggio
  - o Tensione di alimentazione ausiliaria della bobina:
    - CA: 24, 48, 100/130, 200/250, 277, 380/480 VCA
    - CC: 12, 24/30, 48/60, 100/130, 200/250 VCC
  - o Tempo di aperture con bobina di apertura: 50ms +/- 10ms
  - o Tempo di chiusura con bobina di chiusura: 70ms +/- 10ms  $I_n \leq 4000A$
  - o Tempo di chiusura con bobina di chiusura: 80ms +/- 10ms  $I_n > 4000A$
- Motore elettrico per la carica della molla
  - o Tensione di alimentazione ausiliaria del motore elettrico:
    - CA: 24 48 100/130 200/250 277 380/415 400/440 VCA
    - CC: 12 24/30 48/60 100/130 200/250 VCC
  - o Tempo di carica:  $\leq 4$  sec
  - o Frequenza di funzionamento:  $\leq 3$  cicli/min

#### 6.5.6.4 Requisiti per le protezioni

##### 6.5.6.4.1 Generalità

- L'interruttore aperto deve essere disponibile nella versione a 3 poli o 4 poli (protezione del neutro). Sugli interruttori automatici a 4 poli, un selettore con 3 posizioni deve essere fornito per impostare la protezione del neutro a ognuno dei seguenti livelli: neutro non protetto (4P3R), neutro protetto a metà (4P3R+N/2) o neutro totalmente protetto (4P4R).
- Le unità di controllo non devono incrementare gli ingombri degli interruttori automatici.
- Tutti i componenti elettronici devono resistere a temperature fino a 105 °C.
- Le unità di controllo devono essere regolabili e devono avere la tracciabilità dei cambiamenti delle impostazioni e la regolazione fine deve essere disponibile senza l'utilizzo di uno strumento specifico.
- Le unità di controllo devono offrire come standard due possibili regolazioni per le protezioni LSIG.
- Le impostazioni di protezione devono riguardare tutti i poli dell'interruttore automatico
- L'unità di controllo elettronica deve essere dotata di memoria termica
- Deve essere possibile dotare gli interruttori aperti con un contatto ausiliario che segnali un guasto elettrico, gestito dall'unità di controllo
- Le seguenti funzioni di monitoraggio devono essere parte integrante dell'unità di controllo elettronica:
  - o LED di preallarme: per l'indicazione di carico superiore al 90 % della soglia impostata  $I_r$
  - o LED di allarme: per l'indicazione di carico superiore al 105 % della soglia impostata  $I_r$



- Le unità di controllo devono avere una porta di comunicazione/test per i controlli sul funzionamento elettronico e del meccanismo di sgancio in conformità con gli standard di mercato (USB), evitando la necessità di un ulteriore strumento specifico del produttore
- Le unità di controllo devono avere la comunicazione wireless come standard per l'impostazione la lettura e la regolazione delle impostazioni di protezione, conformi agli standard di mercato (NFC, BLE) compatibili coi dispositivi digitali, evitando la necessità di un ulteriore strumento specifico del produttore

#### 6.5.6.4.2 Funzioni di protezione dell'unità di controllo

Gli interruttori aperti devono essere dotati di un'unità di controllo che offre il livello appropriato di prestazioni per adattarsi all'applicazione:

##### **Protezione base (LI) con misura dell'energia**

Queste unità di controllo devono offrire:

- Protezione lungo ritardo (Long time protection)
  - Impostazioni regolabili della soglia Ir dal 40% al 100% della corrente nominale dell'unità di controllo
  - Ritardo tr regolabile
- Protezione istantanea (Instantaneous protection)
  - Impostazioni regolabili della soglia Isd da 1.5xIr a 10xIr

##### **Protezione selettiva (LSI) con misura dell'energia**

Queste unità di controllo devono offrire:

- Protezione lungo ritardo (Long time protection)
  - Impostazioni regolabili della soglia Ir dal 40% al 100% della corrente nominale dell'unità di controllo
  - Ritardo tr regolabile
- Protezione corto ritardo (Short time protection)
  - Impostazioni regolabili della soglia Isd da 1.5xIr a 10xIr
  - Ritardo tsd regolabile
- Protezione istantanea (Instantaneous protection)
  - Impostazioni regolabili della soglia Ii da 2xIn a 15xIn, con una posizione di OFF
  - Impostazione specifica per interruzione rapida: 30 ms

##### **Protezione selettiva + guasto a terra (LSIG) o differenziale (LSIV) con misura dell'energia**

Queste unità di controllo devono offrire:

- Protezione lungo ritardo (Long time protection)
  - Impostazioni regolabili della soglia Ir dal 40% al 100% della corrente nominale dell'unità di controllo
  - Ritardo tr regolabile
- Protezione corto ritardo (Short time protection)
  - Impostazioni regolabili della soglia Isd da 1.5xIr a 10xIr
  - Ritardo tsd regolabile
- Protezione istantanea (Instantaneous protection)



- Impostazioni regolabili della soglia li da 2xIn a 15xIn, con una posizione di OFF
- Protezione guasto a terra (**Ground fault protection**) o differenziale (**Vigi**)
  - Impostazioni regolabili della soglia Ig o IΔn
  - Ritardo regolabile tg o tΔn
  - Opzione per disabilitare la protezione guasto a terra (GF)

#### 6.5.6.4.3 Funzione di misura dell'unità di controllo

L'unità di controllo deve rendere disponibili le misure (inclusa l'energia) senza moduli aggiuntivi, qualunque sia il tipo di protezione (LI, LSI, LSI<sub>G</sub>, LSI<sub>V</sub>).

L'interruttore automatico deve avere la misura integrata in conformità con la definizione di **PMD-DD**, secondo la norma **CEI EN 61557-12**.

L'unità di controllo deve offrire la possibilità di aggiornare le proprie funzioni di misura attraverso la modularità digitale utilizzando il PC (senza richiedere ulteriori moduli hardware dedicati).

L'interruttore automatico deve avere le misure integrate con la **misura di potenza attiva in Classe 1** per la definizione di molteplici applicazioni di misura in accordo alla norma **IEC 60364-8-1**, per consentire lo sviluppo di un **piano di misura**.

- Le minime misure devono essere:
  - o Correnti, Tensione, Frequenza, Potenza, Energia
  - o Distorsione armonica totale (THD), squilibrio
- La precisione dell'intera catena di misura, inclusi i sensori, deve essere:
  - o Corrente: 0,5%
  - o Tensione: 0,5%
  - o Potenza e energia: 1%
- I trasformatori di corrente Rogowski devono essere usati per garantire misurazioni accurate per tutti i valori di corrente.
- Per motivi di sicurezza, le funzioni di protezione devono essere gestite elettronicamente in maniera indipendente dalle funzioni di misura, grazie a un ASIC dedicato.
- Le misure devono essere mostrate sull'interruttore stesso, su un dispositivo remoto tramite comunicazione Modbus TCP/IP e localmente per mezzo di un dispositivo digitale, utilizzando il protocollo wireless (BLE). In aggiunta a queste soluzioni, deve essere possibile la connessione a un display remoto.
- Gli interruttori aperti devono essere conformi alla norma ISO 50001 nella progettazione delle funzioni di misura e protezione per effettuare misurazioni precise e ripetibili durante la vita dell'unità di controllo. L'interruttore aperto, con sensori di corrente e unità di controllo integrati, deve essere calibrato durante la fabbricazione e non è previsto che venga ricalibrato successivamente.

#### 6.5.6.4.4 Funzione modulare dell'unità di controllo

L'unità di controllo deve offrire la possibilità di aggiornare le proprie funzioni avanzate di protezione, misura e diagnostica attraverso la modularità digitale, utilizzando il PC (senza richiedere ulteriori moduli hardware dedicati).

L'unità di controllo e la modularità dell'interruttore automatico devono consentire l'aggiornamento dell'unità di controllo stessa quando l'interruttore è chiuso, garantendo la continuità del servizio nei locali tecnici dell'utente, senza compromettere la protezione LSI<sub>GV</sub> durante l'aggiornamento di questi moduli.

L'unità di controllo e la modularità dell'interruttore automatico devono consentire l'acquisto dei moduli opzionali



per l'ampliamento delle funzioni da un sistema online senza richiedere una transazione logistica di un dispositivo fisico.

L'unità di controllo e la modularità dell'interruttore automatico devono garantire l'integrità del contenuto dei moduli digitali contro la pirateria informatica con la crittografia.

#### 6.5.6.5 Interruttori-sezionatori (derivati da un interruttore aperto)

##### 6.5.6.5.1 Generalità

La gamma di interruttori aperti deve includere interruttori-sezionatori (derivati dagli interruttori automatici) in accordo alla norma IEC 60947-3.

Gli interruttori-sezionatori devono soddisfare tutti i requisiti descritti nel Capitolo "Sicurezza" e nel Capitolo "Ausiliari e accessori"

##### 6.5.6.5.2 Interruttori-sezionatori usati come interruttori automatici non protetti, con un relè di protezione esterno

Quando viene utilizzato un interruttore automatico non protetto con un relè di protezione esterno, la capacità di interruzione dell'interruttore-sezionatore deve essere testata e certificata in accordo alla IEC 60947-2. In questo caso, le seguenti caratteristiche devono essere riportate sulla targa del prodotto: Icw e Icm in accordo alla IEC 60947-3 e Icu, Ics, Icw per la IEC 60947-2.

#### 6.5.6.6 Funzionamento e manutenzione

##### 6.5.6.6.1 Manutenzione

Le camere d'arco devono essere removibili in sito.

I contatti principali devono essere dotati di un indicatore visivo, accessibile rimuovendo le camere d'arco, per un'immediata valutazione del contatto senza richiedere misure o strumenti specifici.

##### 6.5.6.6.2 Assistente al funzionamento

Le unità di controllo elettroniche con capacità di misura e comunicazione devono offrire la funzione di assistente al funzionamento:

- Storico degli sganci (Tipo di guasto, data e ora)
- Pre-allarme
- Sgancio e pre-allarme dovrebbero attivare i relè d'uscita
- Registro degli eventi con discriminazione per famiglia di evento (protezione, misura, manutenzione...)

Queste funzioni e indicatori devono essere disponibili sullo schermo, e allo stesso tempo, a livello locale dentro il locale tecnico con comunicazione wireless e in cavo o impostabili attraverso un PC o dispositivo digitale.

##### 6.5.6.6.3 Indicatori di stato per la manutenzione

Le unità di controllo elettroniche devono fornire una diagnostica in tempo reale sulle funzioni principali dell'interruttore automatico per i controlli condizionali, inclusi:

- Indicatori di manutenzione sulle funzioni monitorate dall'interruttore automatico:
  - o Controlli di continuità elettrica sulle bobine
  - o Tempo di chiusura dell'interruttore automatico



- Tempo di carica del motore elettrico
- Contatore chiusure e aperture dell'interruttore automatico
- Cronodatazione dei tempi di apertura e chiusura nel registro dello storico
- Indicatori di manutenzione sulle funzioni monitorate dall'unità di controllo:
  - Continuità dei sensori interni (trasformatori di corrente)
  - Disconnessione dei sensori esterni (trasformatore di corrente esterno sul neutro, sensore dispersione di terra e moduli I/O)
  - Differenziazione guasto interno (ASIC, connessione sensori, batteria interna, MITOP)
  - Guasto nella comunicazione wireless (Bluetooth [BLE] e Ethernet)

Tutti gli indicatori di manutenzione devono essere concentrati e disponibili per mezzo di un semplice indicatore "LED di servizio" per informare in maniera semplice e veloce l'utente sullo stato dell'interruttore automatico.

Queste funzioni e indicazioni devono essere disponibili con la comunicazione in cavo e wireless o attraverso un PC o dispositivo digitale, includendo lo stato dell'indicatore.

#### 6.5.6.6.4 Allarmi di manutenzione preventiva

L'unità di controllo elettronica deve monitorare costantemente la continuità del circuito delle bobine di apertura, di chiusura e di minima tensione. Nel caso in cui venga individuato un guasto interno al circuito, l'unità di controllo deve essere in grado di attivare un allarme in locale e remoto.

#### 6.5.6.6.5 Auto-test – Led « Ready »

- L'unità di controllo elettronica dell'interruttore aperto deve essere dotata di un test automatico (autodiagnosi) della connessione tra l'unità di controllo elettronica, i trasformatori di corrente e l'attuatore, che non causerà lo sgancio dell'interruttore.
- Il test automatico deve essere a logica positiva e il suo risultato deve essere visibile attraverso un LED verde lampeggiante nel caso in cui il test avrà esito positivo o spento in caso di esito negativo.

#### 6.5.6.6.6 Strumenti per la messa in servizio e il funzionamento

- Un connettore di test deve essere disponibile per controllare il funzionamento dei meccanismi elettronici e di sgancio in accordo con gli standard di mercato (USB), evitando la necessità di strumenti hardware addizionali a carico del costruttore.
- Uno strumento software disponibile per tutte le unità di controllo elettroniche deve essere fornito per:
  - Visualizzare e configurare i parametri dell'unità di controllo
  - Creare e salvare i file di regolazione
  - Impostare data e ora
  - Mostrare lo storico degli sganci e degli allarmi

#### 6.5.6.7 Condizioni di funzionamento

##### 6.5.6.7.1 Temperatura ambiente

L'interruttore aperto deve funzionare con una temperatura ambiente tra -25 °C e +70 °C, considerando che la temperatura circostante l'interruttore all'interno del quadro non superi i +70 °C

L'interruttore aperto deve essere testato per condizioni atmosferiche estreme, in accordo alla norma IEC 60068-2-1 (freddo secco) a -40 °C, IEC 60068-2-2 (caldo secco) a +85 °C e IEC 60068-2-30 (caldo umido) a +55 °C con umidità relativa 95%



#### 6.5.6.7.2 Vibrazioni

Per gli impianti soggetti a livelli importanti di vibrazioni (come generatori eolici, gruppi elettrogeni, applicazioni navali, ecc..), gli interruttori aperti devono rispettare le condizioni di test sottostanti:

- L'interruttore aperto deve essere testato ed essere conforme alle norme IEC 60068-2-6 e IEC 60068-2-27 per i seguenti livelli di vibrazioni:
  - o 2...13,2 Hz: ampiezza +/- 1mm
  - o 13,2...100 Hz: accelerazione costante 0,7g
- L'interruttore aperto deve essere testato e conforme alle definizioni date dalla norma IEC 60721-3-3 sulle vibrazioni, urti e scosse durante il funzionamento con un attestato di livello di severità 3M4.

#### 6.5.6.7.3 Condizioni atmosferiche: ambiente industriale

L'interruttore aperto deve essere testato e conforme alle definizioni date dalla norma IEC 60721-3-3 per quanto riguarda le atmosfere industriali corrosive ed essere in categoria 3C3

L'interruttore aperto deve essere testato e conforme alle definizioni date dalla norma IEC 60721-2-5 per quanto riguarda la nebbia salina durante il funzionamento con una media annuale compresa tra 0,8 e 8 mg/(m<sup>2</sup>.giorno)

#### 6.5.6.7.4 Immunità ai disturbi condotti

- L'interruttore aperto deve essere testato e conforme alle definizioni fornite dalla norma IEC 61000-4-4 (Transitori elettrici rapidi) sull'immunità alla compatibilità elettromagnetica (EMC) durante il funzionamento con prestazioni dimostrate per 4,5 kV tra 5kHz e 100 kHz
- L'interruttore aperto deve essere testato ed conforme alle definizioni fornite dalla norma IEC 61000-4-5 (sovratensioni) sull'immunità alla compatibilità elettromagnetica durante il funzionamento pari al Livello 4
- L'interruttore aperto deve essere testato ed conforme alle definizioni fornite dalla norma IEC 61000-4-11 (abbassamenti di tensione, abbassamenti improvvisi di tensione e interruzioni di tensione – alimentazione CA) con prestazioni garantite
- L'interruttore aperto deve essere testato e conforme alle definizioni fornite dalla norma IEC 61000-4-13 (armoniche e interarmoniche) con prestazioni garantite pari al Livello 3
- L'interruttore aperto deve essere testato e conforme alle definizioni fornite dalla norma IEC 61000-4-18 (onda oscillatoria) con prestazioni dichiarate a 2,5 kV MC, 2,5 kV MD; 1 MHz
- L'interruttore aperto deve essere testato e conforme alle definizioni fornite dalla norma IEC 61000-4-29 (abbassamenti di tensione, abbassamenti improvvisi di tensione e interruzioni di tensione – alimentazione CC) con prestazioni garantite

#### 6.5.6.7.5 Immunità ai disturbi irradiati

- L'interruttore aperto deve essere testato e conforme alle definizioni fornite dalla norma IEC 61000-4-2 (Scariche elettrostatiche) sull'immunità alla compatibilità elettromagnetica (EMC) durante il funzionamento con prestazioni dimostrate per 9,6 kV in aria e 9,6 kV a contatto (Livello 3)
- L'interruttore aperto deve essere testato e conforme alle definizioni fornite dalla norma IEC 61000-4-3 (Radiofrequenze irradiate) sull'immunità alla compatibilità elettromagnetica (EMC) durante il funzionamento con prestazioni dimostrate di 20 V/m tra 80 MHz e 3 GHz
- L'interruttore aperto deve essere testato e conforme alle definizioni fornite dalla norma IEC 61000-4-8 (Campi magnetici legati alla frequenza di alimentazione) sull'immunità alla compatibilità elettromagnetica (EMC) durante il funzionamento con prestazioni dimostrate di 500 A/m in permanenza e 1000 A/m per 3 secondi



- L'interruttore aperto deve essere testato e conforme alle definizioni fornite dalla norma IEC 61000-4-9 (Campo magnetico impulsivo) sull'immunità alla compatibilità elettromagnetica (EMC) durante il funzionamento con prestazioni dimostrate di 1000 A/m (onda 8/20 µs) [Livello 5]
- L'interruttore aperto deve essere testato e conforme alle definizioni fornite dalla norma IEC 61000-4-10 (Campo magnetico oscillatorio) sull'immunità alla compatibilità elettromagnetica (EMC) durante il funzionamento con prestazioni dimostrate di 100 A/m (100 kHz e 1 MHz)

#### 6.5.6.7.6 Emissioni derivanti dai disturbi condotti

- L'interruttore aperto deve essere testato e conforme alle definizioni fornite dalla norma IEC 61000-3-2 (Limiti di emissione di correnti armoniche) sull'immunità alla compatibilità elettromagnetica (EMC) durante il funzionamento con prestazioni dimostrate di Livello A
- L'interruttore aperto deve essere testato e conforme alle definizioni fornite dalla norma CISPR 11/12 (Emissioni condotte) sull'immunità alla compatibilità elettromagnetica (EMC) durante il funzionamento con prestazioni dimostrate di Livello A.

#### 6.5.6.8 Comunicazione

##### 6.5.6.8.1 Raccomandazioni generali

L'interruttore automatico deve essere dotato di un'**interfaccia di comunicazione** che rende possibile monitorare e controllare l'unità di protezione con le informazioni sullo stato, per fornire informazioni sulla manutenzione usando un protocollo aperto come Modbus TCP/IP:

- Gestione dell'energia: risparmio energetico e ottimizzazione
- Gestione della distribuzione della rete elettrica: protezione, monitoraggio e controllo
- Gestione dei beni: ottimizzazione dell'impiego, manutenzione predittiva, allarmi dell'apparecchiatura
- Trasmissione dei dati al BMS o al Server FTP

L'interfaccia di comunicazione dell'interruttore automatico deve mettere a disposizione una porta Ethernet TCP/IP 10/100 Mbps per essere connessa alla LAN (Local Area Network) dell'edificio e deve consentire l'accesso in tempo reale ai dati del dispositivo usando un qualunque browser web.

##### 6.5.6.8.2 Caratteristiche generali

L'interfaccia di comunicazione deve essere presentata come un'unità esterna per gli interruttori fissi e come un'unità integrata al telaio per quelli estraibili.

L'interfaccia di comunicazione comprende:

- Le seguenti informazioni devono essere accessibili: in accordo con la norma CEI EN 60947-5-1 per gli interruttori automatici:
  - o Posizione ON/OFF (O/F) / indicazione di sgancio (SD) / indicazione di sgancio per guasto (SDE).
  - o Gestione telaio: posizione di inserito / estratto / prova
- I seguenti comandi devono essere possibili in accordo con la norma CEI EN 60947-5-1:
  - o apertura / chiusura / riarmo
- Quando le unità di controllo avanzate vengono utilizzate, le seguenti informazioni devono essere accessibili:
  - o Valori istantanei e medi, valori massimi e minimi, misura dell'energia, corrente e potenza media, qualità dell'energia.
  - o Impostazioni di protezione e allarme



- Cronodatazione dello sgancio, storico allarmi e tabelle degli eventi
- Indicatori di manutenzione.
- Raccolta degli ingressi digitali ed analogici e controllo dell'uscita
- Misura dell'energia e altri parametri di misura integrati in accordo alla norma CEI EN 61557-12

#### 6.5.6.8.3 Funzioni dell'interfaccia di comunicazione

I dati devono essere raccolti attraverso una rete Ethernet TCP/IP.

Gli interruttori automatici e i moduli I/O degli ingressi digitali e analogici devono essere connessi all'interfaccia di comunicazione.

L'interfaccia di comunicazione Ethernet sarà compatibile con il profilo del dispositivo del servizio web (DPWS - Device Profile Web Service) per renderli accessibili sulla rete locale (LAN).

L'interfaccia di comunicazione deve raccogliere:

- I dati dall'interruttore automatico con la capacità integrata di misura
- Lo stato dei dispositivi
- Gli allarmi del dispositivo
- Il registro degli eventi con la cronodatazione
- Il valore del sensore analogico di temperatura
- Il contesto di sgancio
- I dati di diagnostica e manutenzione.

L'interfaccia di comunicazione deve mostrare attraverso le pagine web:

- Il consumo d'energia
- Il monitoraggio dei dati elettrici della rete
- Allarmi ed eventi
- Il monitoraggio della qualità dell'energia
- Lo stato dell'interruttore automatico (aperto, chiuso, sganciato) e l'indicazione del tipo di guasto (lungo ritardo, corto ritardo, istantaneo, guasto a terra), le fasi guaste, la corrente interrotta.
- Il monitoraggio del funzionamento e della manutenzione predittiva.
- L'interfaccia di comunicazione deve mostrare da remoto attraverso un'applicazione proprietaria, su un dispositivo mobile wireless:
- Tutti gli allarmi e gli eventi dall'interruttore attraverso una notifica.

L'interfaccia di comunicazione deve integrare semplici funzioni di controllo attraverso le pagine web.

Un display sul quadro deve essere connesso attraverso la rete Ethernet TCP/IP all'interfaccia di comunicazione e deve consentire un accesso diretto ai dati in tempo reale per monitorare e controllare l'interruttore automatico.

#### 6.5.6.8.4 Caratteristiche dell'interfaccia di comunicazione

L'interfaccia di comunicazione abilita un'unità modulare intelligente (IMU) per consentire all'interruttore automatico di essere connesso a una rete Ethernet.

Un'unità modulare intelligente è un assieme di componenti meccanici ed elettrici, contenente uno o più prodotti per svolgere una funzione in un quadro (protezione in ingresso, comando motore e controllo). Le unità modulari vengono installate facilmente nel quadro.

Le caratteristiche dell'interfaccia di comunicazione sono:

- Doppia porta Ethernet per semplice collegamento entra/esci
- Profilo del dispositivo accessibile dal servizio web (DPWS) per il riconoscimento sulla rete locale (LAN)



- Doppia porta ULP (Universal Logic Plug) conforme per la connessione avanzata con interruttore aperto o scatolato
- Pagine web integrate per la regolazione
- Pagine web integrate per il monitoraggio
- Pagine web integrate per il controllo
- Notifica integrata di allarmi via mail
- Interfaccia montata su guida DIN
- Gestione del telaio per interruttori estraibili
- Porta per i dispositivi connessi a Modbus-SL, quando l'interfaccia viene usata come un gateway per diversi dispositivi.
- Un accessorio che consente all'utente di collegare diverse interfacce Modbus per la connettività Modbus senza cablaggio aggiuntivo.
- L'interfaccia deve essere sempre alimentata con 24 VCC, utilizzando un limitatore di tensione/corrente certificato UL o un alimentatore di classe 2 con 3A massimo.
- L'interfaccia indica lo stato dell'interfaccia, le porte di comunicazione Ethernet, le connessioni ULP e Modbus usando un LED sul fronte.
- Un dispositivo di blocco sul fronte dell'interfaccia abilita o disabilita l'invio dei comandi di controllo da remoto sulla rete Ethernet all'interfaccia, e agli altri moduli dell'IMU connesso.
- Un'applicazione predefinita aggiunge nuove funzioni all'IMU in modo semplice:
  - o Selezione dell'applicazione attraverso un selettore rotativo sul modulo I/O, con l'assegnazione predefinita di input/output e il diagramma delle connessioni
  - o Nessuna impostazione addizionale con uno strumento di configurazione. Le risorse non assegnate all'applicazione predefinita sono libere per applicazioni aggiuntive definite dall'utente: funzionamento dell'interruttore, gestione della telaio, controllo del carico e illuminazione e altre funzioni personalizzate per protezione / comando / gestione dell'energia / monitoraggio.
- Il firmware dell'interfaccia di comunicazione può essere aggiornato usando la connessione FTP o uno strumento di configurazione.

#### 6.5.6.8.5 Display del quadro

Il display del quadro sarà connesso all'interfaccia di comunicazione con una rete Ethernet TCP/IP per offrire:

- Visualizzazione in tempo reale del monitoraggio dei dispositivi
- Controllo semplice dei dispositivi e del carico.

Il display del quadro deve integrare il monitoraggio dei seguenti parametri:

- Consumo d'energia
- **Dati elettrici della rete**
- **Allarmi e eventi**
- Qualità dell'energia
- Stato delle apparecchiature o dei dispositivi (aperto, chiuso, sganciato) e indicazione del tipo di guasto (lungo ritardo, corto ritardo, istantaneo, guasto a terra), fasi guaste, corrente interrotta
- Manutenzione predittiva, in caso di alimentazione fino a 120 A.

Il display del quadro integrerà le funzioni di semplice comando del carico e dei dispositivi.

#### 6.5.6.8.6 Principi di funzionamento e installazione

- a) Posizionamento, installazione e connessione dell'interfaccia di comunicazione Quando l'applicazione richiede l'utilizzo dell'interfaccia di comunicazione:



- L'interfaccia deve consentire la comunicazione con il sistema di monitoraggio (fuori dal quadro), utilizzando un protocollo Modbus TCP/IP
  - L'interfaccia di comunicazione deve essere posizionata su guida DIN per una visualizzazione rapida delle impostazioni e dello stato della rete
  - L'interfaccia di comunicazione deve essere dotata di un modulo I/O
  - L'interfaccia di comunicazione connessa in cavo deve preferibilmente essere di tipologia prefabbricata con connettori RJ45 che consentono all'interruttore automatico di essere connesso con l'interfaccia in una sola operazione e senza rischio di errore.
- b) Funzionamento dell'interfaccia di comunicazione
- L'interfaccia di comunicazione deve essere in grado di integrarsi facilmente nella rete di comunicazione dell'installazione, grazie all'adattamento automatico dei propri parametri di comunicazione a quelli della rete
  - L'interfaccia di comunicazione deve fornire i dati al supervisore nelle tabelle Modbus, a un indirizzo fissato che non richiede alcuna configurazione
  - I dati devono essere della tipologia descritta nel Capitolo 3.2
  - L'interfaccia di comunicazione deve essere in grado di avere gli ordini eseguiti dal dispositivo di controllo, dopo aver preso in considerazione la posizione reale del dispositivo
  - L'interfaccia di comunicazione deve consentire di monitorare il sensore analogico di temperatura.
- c) Test del sistema di comunicazione dell'interruttore automatico
- Il costruttore deve fornire uno strumento (software) per testare completamente l'intero sistema di comunicazione dell'interruttore automatico
  - Lo strumento di test deve generare un report che descriva la configurazione del sistema di comunicazione dell'interruttore automatico, con l'indicazione dei parametri di comunicazione.

#### 6.5.6.9 Funzionamento e manutenzione

La capacità di misura e comunicazione dell'interruttore automatico deve offrire la funzione di assistente al funzionamento:

- Stato di funzionamento dell'interruttore: Aperto/Chiuso/Sganciato
- Indicazioni dei tipi di guasto (lungo ritardo, corto ritardo, istantaneo, guasto a terra), fasi guaste, corrente interrotta
- Storico degli sganci
- Storico degli allarmi
- Storico degli eventi (cambi di regolazione, test, ...)
- Queste funzioni e indicatori devono essere disponibili attraverso un display remoto, un'interfaccia di comunicazione o uno strumento di configurazione

L'interruttore automatico deve offrire allo stesso tempo capacità operative (apertura/chiusura) attraverso dispositivi wireless digitali, requisiti di sicurezza e un sistema di blocco/interblocco elettrico/meccanico, quando installato

Le pagine web dell'interfaccia di comunicazione e il display del quadro consentono ai profili autorizzati di:

- Eseguire uno o più comandi di reset
- Controllare le seguenti applicazioni da remoto:
  - o operazioni dell'interruttore automatico: apertura/chiusura/sgancio
  - o reset dei contatori degli ingressi e delle uscite, controllo illuminazione, controllo carico, controllo delle uscite definite dall'utente
- Fornire le informazioni del registro di manutenzione:
  - o Data e ora della registrazione e il nome dell'utente che l'ha eseguita.



- Informazioni sul contatore della manutenzione per il dispositivo selezionato: contatori delle operazioni dell'interruttore automatico, contatore di sganci e allarmi, profilo di carico, contatore dell'usura dei contatti e contatore dei telai.
- Inviare e mostrare gli allarmi
  - L'utente deve essere in grado di attivare gli allarmi basati sulle misure (I, U, F, P, Q, S, THD, CosPhi, FP, I media, P media) o sui contatori
  - Gli allarmi devono essere cronodati
  - Gli allarmi dovrebbero attivare un'uscita digitale per un'indicazione locale
  - Queste funzioni e indicatori devono essere disponibili da un display remoto, un'interfaccia di comunicazione o uno strumento di configurazione.

#### 6.5.6.10 Ambiente

- L'organizzazione del sito produttivo, che sviluppa i dispositivi per gli interruttori aperti, deve essere conforme ai requisiti delle norme ISO 9002 e ISO 14001 o applicare un sistema di gestione dell'ambiente nel sito produttivo.
- Gli interruttori aperti devono essere consegnati con un imballo conforme alla Direttiva Europea 2004/12/CE, con almeno l'80% dell'imballo che dovrebbe essere riciclabile.
- Gli interruttori aperti devono essere conformi con le Normative Europee REACH (Registration Evaluation and Authorization and Restriction of Chemical Substances) e devono fornire una dichiarazione REACH a seguito della valutazione riferita all'ultimo aggiornamento della lista candidata SVHC
- Gli interruttori aperti devono essere conformi alle Normative Europee Rohs (Restriction of Hazardous Substances) e devono fornire una dichiarazione Rohs
- Gli interruttori aperti devono essere in grado di indicare gli impatti ambientali caratterizzati da diversi indicatori valutati (attraverso l'analisi del ciclo di vita e il profilo ambientale del prodotto o la dichiarazione ambientale del prodotto) con almeno:
  - Esaurimento del materiale grezzo
  - Esaurimento dell'energia
  - Riscaldamento globale / Emissioni di anidride carbonica
  - Esaurimento dell'acqua
  - Informazioni sulla riciclabilità (profilo ambientale del prodotto / istruzioni per lo smaltimento).
- Gli interruttori aperti devono essere conformi alle Normative Europee WEEE e fornire informazioni sulle categorie dei dispositivi e sullo schema del riciclaggio
- Gli interruttori aperti devono essere conformi con la norma ISO 50001 attraverso una progettazione delle funzioni di monitoraggio e protezioni per ottenere misure precise e ripetibili durante il tempo di vita dell'unità di controllo. I sensori di corrente e l'unità di controllo integrati nell'interruttore aperto devono essere calibrati durante la fabbricazione e non è previsto che vengano ricalibrati successivamente.
- Il costruttore deve implementare processi di produzione non inquinanti che non usano clorofluorocarburi, idrocarburi clorurati, inchiostro per marcature cartone, ecc ...
- Il produttore deve fornire un profilo ambientale prodotto dell'interruttore aperto
- Il produttore deve fornire le istruzioni per rimozione, smaltimento e lavorazione dei materiali dell'interruttore alla fine del suo tempo di vita.



## 6.5.7 Interruttori scatola da 630A a 1600A

### 6.5.7.1 Introduzione

La presente specifica si applica agli interruttori scatolati da 630A a 1600A per impianti elettrici a bassa tensione in corrente alternata (50/60 Hz) da 220 a 690V:

- L'interruttore scatola deve essere equipaggiato con un'unità di controllo che garantisce l'opportuno livello di protezione adatto all'applicazione. Tutte le unità di controllo possono essere proposte con versioni che assicurano le funzioni di misura e comunicazione.
- L'interruttore scatola deve essere disponibile nelle versioni fisse ed estraibili ed in quelle a 3 e 4 poli. Per le versioni estraibili, un dispositivo presgancio di sicurezza deve garantire l'apertura per evitare l'inserzione o l'estrazione ad interruttore chiuso.
- L'interruttore scatola nella versione fissa con comando manuale può essere installato in posizione verticale, coricata od orizzontale senza declassamento delle prestazioni.
- I terminali posteriori per il collegamento di potenza possono essere posizionati indifferentemente in verticale ed in orizzontale.
- Deve essere possibile alimentare l'interruttore sia da monte sia da valle, senza riduzione delle prestazioni.
- Per un interruttore scatola di una dichiarata corrente nominale, le dimensioni devono rimanere invariate qualunque sia il suo potere di interruzione estremo in cortocircuito.
- L'interruttore scatola deve avere una tensione nominale di impiego ( $U_e$ ) di 690 V, una tensione nominale di isolamento ( $U_i$ ) di 800 V (CA 50/60 Hz) ed una tensione nominale di tenuta ad impulso ( $U_{imp}$ ) di 8 kV.

### 6.5.7.2 Conformità alle norme

Norma	Titolo	Contenuti
CEI EN 60947-1 e -2	Apparecchiature a bassa tensione Parte 1: Regole generali Parte 2: Interruttori automatici	Caratteristiche degli interruttori automatici: - funzionamento e comportamento in condizioni di servizio normale; - funzionamento e comportamento in caso di sovraccarico e cortocircuito, incluso il coordinamento in servizio (selettività e protezione di back-up); - proprietà dielettriche.
CEI EN 60947-2, Allegato B	Apparecchiature a bassa tensione Parte 2: Interruttori automatici Allegato B: Interruttori con protezione differenziale incorporata	
CEI EN 60947-2, Allegato F	Apparecchiature a bassa tensione Parte 2: Interruttori automatici Allegato F: Prove aggiuntive per gli interruttori con protezione elettronica contro le sovracorrenti	Sganciatori elettronici (misura del valore efficace della corrente e compatibilità elettromagnetica).
CEI EN 60664-1	Coordinamento dell'isolamento per le apparecchiature nei sistemi a bassa tensione Parte 1: Principi, prescrizioni e prove	Categoria IV per tensione nominale di isolamento fino a 690 V. Classe d'isolamento II tra il fronte e i circuiti interni di potenza.
CEI EN 61000-4-1	Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4-1: Tecniche di prova e di misura	Immunità elettromagnetica EMC.
CEI EN 61557-12	Sicurezza elettrica nei sistemi di distribuzione a bassa tensione fino a 1000 V CA e 1500 V CC - Apparecchi per prove, misure o controllo dei sistemi di protezione Parte 12: Dispositivi per la misura ed il controllo delle prestazioni	Classe di precisione.
CEI EN 60068-2	Prove climatiche e meccaniche fondamentali Parte 2: Prove ambientali	Resistenza climatica.



### 6.5.7.3 Progettazione dell'interruttore

#### 6.5.7.3.1 Sicurezza

Per la massima sicurezza:

- I contatti principali devono essere racchiusi in un involucro ed isolati dalle altre funzioni come il meccanismo di comando, l'unità di controllo e gli ausiliari.
- Gli interruttori scatolati devono garantire il doppio isolamento sul fronte per permettere l'installazione in sito degli ausiliari senza compromettere la continuità di servizio dell'impianto. Tutti gli ausiliari elettrici come le bobine di apertura (a lancio di corrente o di minima tensione), i contatti di segnalazione e gli accessori meccanici devono essere progettati per una semplice installazione in sito.
- Il meccanismo di comando deve essere a chiusura ed apertura rapida. Lo sgancio dovuto a guasto elettrico deve essere meccanicamente indipendente dal funzionamento manuale. Il meccanismo di comando deve essere progettato per agire simultaneamente su tutti i poli dell'interruttore per le operazioni di apertura, chiusura, sgancio.
- Se richiesto, l'interruttore scatolato deve essere equipaggiabile con manovra rotativa.
- Il meccanismo di comando deve essere realizzato in modo che la posizione della leva di manovra per il comando manuale indichi la reale posizione dei contatti principali, anche quando l'interruttore è dotato di manovra rotativa.
- Per assicurare l'attitudine al sezionamento visualizzato in conformità alla norma CEI EN 60947-2, il meccanismo di comando deve essere realizzato in modo che la leva di manovra può essere nella posizione OFF (aperto) solo se i contatti principali sono effettivamente separati; nella posizione OFF, la leva deve indicare la posizione di sezionato.
- Gli interruttori scatolati devono prevedere l'impiego di un dispositivo di blocco per la posizione di sezionato, mediante lucchetti o blocco a chiave (per la manovra rotativa).
- Gli interruttori scatolati devono essere realizzati per prevenire l'accesso a parti attive quando il coperchio è rimosso.
- Gli interruttori scatolari devono essere dotati di un pulsante "push to trip" sul fronte per verificare il funzionamento del meccanismo di comando e l'apertura dei poli.
- La corrente nominale degli interruttori scatolari, il pulsante "push to trip", le prestazioni e l'indicazione della posizione dei contatti deve essere chiaramente visibile ed accessibile dal fronte, attraverso la piastra frontale o la porta del quadro.

#### 6.5.7.3.2 Potere di interruzione, limitazione della corrente e selettività

- Gli interruttori scatolati (esclusi gli interruttori limitatori) devono essere classificati in categoria B, in conformità alla norma CEI EN 60947-2. Il potere di interruzione di servizio in cortocircuito ( $I_{cs}$ ) deve essere almeno uguale al 50% del potere di interruzione estremo di cortocircuito ( $I_{cu}$ ) e la corrente nominale di breve durata ammissibile ( $I_{cw}$ ) deve essere almeno di 25 kA / 0,5 s (esclusi gli interruttori limitatori).
- Se richiesti, devono essere disponibili gli interruttori scatolati limitatori di corrente.
- Il potere di interruzione estremo in cortocircuito ( $I_{cu}$ ) di ogni interruttore scatolato deve essere almeno uguale alla corrente di cortocircuito massima presunta nel punto di installazione dell'impianto, a meno che l'interruttore a monte sia in grado di garantire la protezione di sostegno (come definito nell'allegato A della norma CEI EN 60947-2); in questo caso, il coordinamento tra i due interruttori deve essere confermato dal costruttore.
- Il costruttore degli interruttori scatolati deve fornire le tabelle di selettività e di coordinamento con altri dispositivi quali interruttori aperti, scatolati, interruttori di manovra-sezionatori, ecc.



#### 6.5.7.3.3 Ausiliari e accessori

- Il meccanismo di comando del telecomando deve essere ad accumulo di energia.
- L'aggiunta di un telecomando o di una manovra rotativa non deve modificare le caratteristiche dell'interruttore:
  - o Le tre posizioni stabili del meccanismo di comando (ON, OFF e TRIP)
  - o L'attitudine al sezionamento visualizzato con l'indicazione della posizione dei contatti (ON e OFF)
- Gli interruttori scatolati devono essere realizzati per permettere l'installazione sul posto degli ausiliari come le bobine di apertura (a lancio di corrente e di minima tensione) ed i contatti di segnalazione:
  - o Gli stessi contatti di segnalazione sono utilizzabili per diverse funzioni, come: posizione di aperto/chiuso, sgancio, sgancio per guasto elettrico (compreso guasto differenziale); tutti gli ausiliari devono essere comuni per l'intera gamma di interruttori scatolati.
  - o Gli ausiliari elettrici devono essere separati dai circuiti di potenza.
  - o Tutti gli ausiliari elettrici devono essere del tipo "ad innesto" e adatti al collegamento in morsettiera.
- L'installazione degli ausiliari elettrici, escluso il telecomando, non deve aumentare le dimensioni complessive dell'interruttore.

#### 6.5.7.3.4 Comando a distanza

- Bobine:
  - o L'interruttore con comando manuale può essere equipaggiato con una bobina di apertura a lancio di corrente o una bobina di apertura di minima tensione.
  - o L'interruttore con telecomando può essere equipaggiato con una bobina di apertura a lancio di corrente o una bobina di apertura di minima tensione, in aggiunta al telecomando.
  - o Le bobine devono essere progettate per essere alimentate in modo permanente.
  - o Alimentazione:
    - o CA: 24 48 100/130 200/250 277 380/480 V
    - o CC: 12 24/30 48/60 100/130 200/250 V
  - o Tempo di risposta con bobina di apertura 50ms +/- 10ms
  - o Tempo di chiusura 60ms +/- 10ms
- Motoriduttore carica molle:
  - o Alimentazione:
    - CA: 24 48 100/130 200/250 277 380/415 V
    - CC: 12 24/30 48/60 100/130 200/250 V
  - o Tempo di caricamento: ≤ 4sec
  - o Cadenza delle manovre: ≤ 3 cicli / min
- Gli interruttori scatolati con telecomando devono garantire la funzione antipompaggio: nel caso di comandi di apertura e chiusura simultanei, l'interruttore deve restare nella posizione di aperto.

#### 6.5.7.4 Unità di controllo

##### 6.5.7.4.1 Introduzione

- Gli interruttori scatolati devono essere disponibili nelle versioni 3 e 4 poli (con protezione del neutro). Negli interruttori 4 poli, deve essere previsto un commutatore a 3 posizioni per impostare la



- protezione del neutro ad uno dei seguenti valori: neutro non protetto (4P3R), neutro protetto a metà (4P3R+N/2) o neutro protetto (4P4R).
- Le unità di controllo devono essere di tipo elettronico, comuni a tutta la gamma e non devono aumentare le dimensioni complessive dell'interruttore.
  - Le unità di controllo devono essere facilmente intercambiabili in sito ed installabili sugli interruttori senza rimuovere gli stessi dal quadro.
  - Tutti i componenti elettronici devono resistere a temperature fino a 105 °C.
  - Le unità di controllo devono avere un ampio campo di regolazione al fine di coprire il massimo delle applicazioni, con la possibilità di piombare le regolazioni per impedire l'accesso non autorizzato.
  - La regolazione delle protezioni si deve applicare simultaneamente a tutti i poli dell'interruttore.
  - Deve essere possibile regolare le protezioni mediante i commutatori senza alimentazione ausiliaria o quando i circuiti principali sono aperti.
  - Le unità di controllo devono essere dotate di memoria termica.
  - Deve essere possibile equipaggiare gli interruttori scatolati con dei contatti ausiliari per segnalare lo sgancio elettrico provocato dall'unità di controllo.
  - Le seguenti funzioni di controllo devono essere parti integranti delle unità di controllo:
    - o Un LED di segnalazione sovraccarico al di sopra di 105% della Ir.
    - o Un connettore di test previsto per i controlli sul funzionamento dell'elettronica e del meccanismo di sgancio, utilizzando un dispositivo esterno.

#### 6.5.7.4.2 Funzioni di protezione

##### **Protezione di base (LI)**

Queste unità di controllo devono offrire:

- Protezione Lungo Ritardo
  - Soglia regolabile Ir da 40% a 100% del calibro nominale dei TA.
  - Temporizzazione regolabile tr
- Protezione Istantanea
  - Soglia regolabile Isd da 1,5xIr a 10xIr

##### **Protezione selettiva (LSI)**

Queste unità di controllo devono offrire:

- Protezione Lungo Ritardo
  - Soglia regolabile Ir da 40% a 100% del calibro nominale dei TA
  - Temporizzazione regolabile tr
- Protezione Corto Ritardo
  - Soglia regolabile Isd da 1,5xIr a 10xIr
  - Temporizzazione regolabile tsd
- Protezione Istantanea
  - Soglia regolabile Ii da 2xIn a 15xIn con una posizione OFF

##### **Protezione selettiva e protezione guasto a terra (LSIG) o differenziale (LSIR)**

Queste unità di controllo devono offrire:

- Protezione Lungo Ritardo
  - Soglia regolabile Ir da 40% a 100% del calibro nominale dei TA
  - Temporizzazione regolabile tr
- Protezione Corto Ritardo
  - Soglia regolabile Isd da 1,5xIr a 10xIr
  - Temporizzazione regolabile tsd



- Protezione Istantanea
  - Soglia regolabile li da 2xIn a 15xIn con una posizione di OFF
- Protezione Guasto a terra o Protezione Differenziale
  - Soglia regolabile Ig
  - Soglia regolabile IΔn
  - Temporizzazione regolabile tg
  - Temporizzazione regolabile tΔn

#### 6.5.7.4.3 Funzioni di misura

L'unità di controllo deve offrire la funzione di misura senza moduli aggiuntivi, per qualsiasi tipo di protezione richiesta (LI, LSI, LSIg, LSIR).

Le misure disponibili devono essere:

- Corrente.
- Corrente media e massima corrente media.
- Tensione, potenza attiva, potenza reattiva e fattore di potenza.
- Potenza media e massima potenza media.
- Energia.
- La precisione dell'intero sistema di misura inclusi i TA deve essere:
  - o Corrente: 1,5%
  - o Tensione: 0,5 %
  - o Potenza ed energia: 2%
- I trasformatori di misura delle correnti (TA in aria tipo Rogowski) devono permettere una misurazione precisa delle correnti in valore efficace RMS.
- Per ragioni di sicurezza, le funzioni di protezione devono essere gestite in modo indipendente dalle funzioni di misura e comunicazione, mediante un ASIC dedicata (Application Specific Integrated Circuit).
- Le misure devono essere visualizzabili sullo stesso interruttore e da un sistema remoto tramite comunicazione con protocollo Modbus/Ethernet. Deve essere inoltre possibile collegare un display fronte quadro.

#### 6.5.7.4.4 Protezioni avanzate

In aggiunta alle precedenti funzioni di protezione, sono previste delle unità di controllo con protezione minima/massima tensione, squilibrio di tensione, squilibrio di corrente, massima corrente, ritorno di potenza e minima/massima frequenza.

#### 6.5.7.5 Funzionamento e manutenzione

##### 6.5.7.5.1 Funzioni di assistenza operativa

- Le unità di controllo con capacità di misura e comunicazione devono offrire le seguenti funzioni di assistenza operativa:
  - o Archivio degli interventi (causa dello sgancio, data e ora).
  - o Preallarmi.
  - o Gli sganci ed i preallarmi possono attivare dei contatti di uscita.
- Queste funzioni e segnalazioni devono essere disponibili sul display fronte quadro, oppure tramite comunicazione o software.



#### 6.5.7.5.2 Indicatori di manutenzione

Le unità di controllo con capacità di misura e comunicazione devono offrire degli indicatori di manutenzione:

- Contatori del numero di operazioni e sganci.
- Contatore delle ore di funzionamento.
- Profilo di carico.

Queste funzioni e segnalazioni devono essere disponibili tramite comunicazione o software.

#### 6.5.7.5.3 Strumenti per la messa in servizio ed il funzionamento

- Un connettore di test deve essere disponibile per i controlli sul funzionamento dell'elettronica e del meccanismo di sgancio mediante un dispositivo esterno.
- Deve essere fornito un software disponibile per tutte le unità di controllo per:
  - o Visualizzare e configurare i parametri.
  - o Creare e salvare le impostazioni.
  - o Visualizzare la curva di intervento.
  - o Impostare data e ora.
  - o Visualizzare gli archivi degli allarmi e sganci.

#### 6.5.7.5.4 Allarmi (unità di controllo con protezioni avanzate)

- L'utente deve essere in grado di attivare degli allarmi basati sulle misure.
- Gli allarmi devono essere cronodati.
- Gli allarmi possono attivare dei contatti di uscita.
- Queste funzioni e segnalazioni devono essere disponibili sul display fronte quadro, oppure tramite comunicazione o software.

#### 6.5.7.6 Comunicazione

Gli interruttori scatolati devono essere equipaggiabili in modo semplice della comunicazione Modbus TCP/IP o Modbus RS485.

Qualunque sia l'unità di controllo le seguenti informazioni devono essere accessibili:

- posizione aperto/chiuso e segnalazione di sgancio
- i seguenti comandi devono essere possibili:
- apertura/chiusura.

Quando vengono utilizzate unità di controllo con funzioni di misura, le seguenti informazioni devono essere accessibili:

- valori istantanei e medi, valori massimi e minimi, energia, corrente media e potenza media.
- archivi degli allarmi e degli sganci e tabella degli eventi.
- indicatori di manutenzione.

#### 6.5.7.7 Ambiente

L'organizzazione del sito di produzione deve essere certificata in conformità alle norme ISO 9002 e ISO 14001. Gli interruttori scatolati devono essere progettati secondo la progettazione ecocompatibile in conformità alla norma ISO 14062. In particolare, i materiali utilizzati devono essere privi di alogeni.

Gli interruttori scatolati devono essere progettati per un facile smontaggio e riciclaggio a fine vita e devono essere conformi alle direttive ambientali RoHS e RAEE.



## 6.5.8 Interruttori scatolati da 16 a 630A

### 6.5.8.1 Introduzione

La presente specifica si applica agli interruttori automatici scatolati da 16 a 630A per impianti elettrici a bassa tensione in corrente alternata (50/60 Hz) da 220 a 690V. Gli interruttori scatolati devono essere equipaggiati con uno sganciatore che offre il livello adeguato di prestazioni per adattarsi all'applicazione. Le versioni elettroniche devono fornire una protezione estremamente precisa con funzioni di misura, assistenza operativa e comunicazione.

- Il potere di interruzione nominale estremo (Icu) di ciascun interruttore scatolato deve essere almeno uguale al valore della corrente di cortocircuito nel punto di installazione dell'impianto elettrico.
- La gamma di interruttori scatolati deve offrire diversi livelli di potere di interruzione (Icu e Ics) fino a 200kA a 440V CA o 100kA a 690V CA per adattarsi all'applicazione.
- Gli interruttori scatolati devono essere disponibili nelle versioni fisso, rimovibile/estraibile e nelle versioni 3 e 4 poli. Per le versioni rimovibile/estraibile, un dispositivo di sicurezza deve garantire lo sgancio prima della connessione e disconnessione di un interruttore chiuso.
- Gli interruttori scatolati fino a 160 A devono essere installabili su guida DIN senza alcun accessorio aggiuntivo.
- Gli interruttori scatolati devono essere progettati sia per l'installazione in posizione orizzontale sia verticale, senza alcun effetto negativo sulle prestazioni elettriche. Deve essere possibile alimentare gli interruttori scatolati sia da monte sia da valle.
- Per una determinata corrente nominale, le dimensioni degli interruttori automatici devono essere le stesse indipendentemente dal potere di interruzione nominale estremo (Icu).
- Gli interruttori scatolati devono avere una tensione nominale di impiego di 690 V CA ed una tensione nominale di isolamento di 800 V CA.

### 6.5.8.2 Conformità alle norme

Norma	Titolo	Contenuti
CEI EN 60947-1 e -2	Apparecchiature a bassa tensione Parte 1: Regole generali Parte 2: Interruttori automatici	Caratteristiche degli interruttori automatici: - funzionamento e comportamento in condizioni di servizio normale; - funzionamento e comportamento in caso di sovraccarico e cortocircuito, incluso il coordinamento in servizio (selettività e protezione di back-up); - proprietà dielettriche.
CEI EN 60947-2, Allegato B	Apparecchiature a bassa tensione Parte 2: Interruttori automatici Allegato B: Interruttori con protezione differenziale incorporata	
CEI EN 60947-2, Allegato F	Apparecchiature a bassa tensione Parte 2: Interruttori automatici Allegato F: Prove aggiuntive per gli interruttori con protezione elettronica contro le sovracorrenti	Sganciatori elettronici (misura del valore efficace della corrente e compatibilità elettromagnetica).
CEI EN 60664-1	Coordinamento dell'isolamento per le apparecchiature nei sistemi a bassa tensione Parte 1: Principi, prescrizioni e prove	Categoria IV per tensione nominale di isolamento fino a 690 V. Classe d'isolamento II tra il fronte e i circuiti interni di potenza.
CEI EN 61000-4-1	Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4-1: Tecniche di prova e di misura	Immunità elettromagnetica EMC.
CEI EN 61557-12	Sicurezza elettrica nei sistemi di distribuzione a bassa tensione fino a 1000 V CA e 1500 V CC -Apparecchi per prove, misure o controllo dei sistemi di protezione Parte 12: Dispositivi per la misura ed il controllo delle	Classe di precisione.



	prestazioni	
CEI EN 60068-2	Prove climatiche e meccaniche fondamentali Parte 2: Prove ambientali	Resistenza climatica.

### 6.5.8.3 Progettazione dell'interruttore

#### 6.5.8.3.1 Sicurezza

Per la massima sicurezza:

- I contatti di potenza devono essere isolati in un involucro di materiale termoindurente.
- Tutti i poli devono funzionare contemporaneamente all'apertura, chiusura e sgancio dell'interruttore.
- Gli interruttori scatolati devono essere azionati da una leva o da una manovra che indica chiaramente le tre posizioni: aperto (OFF), chiuso (ON) e sganciato (TRIP).
- Al fine di garantire l'idoneità al sezionamento in conformità con la norma CEI EN 60947-2:
- Il meccanismo di comando deve essere progettato in modo tale che la leva o la manovra possano essere in posizione OFF (O) solo se i contatti di potenza sono effettivamente separati.
- Gli interruttori scatolati devono essere in grado di ricevere un dispositivo di blocco in posizione "sezionato".
- Gli interruttori scatolati devono essere progettati per impedire l'accesso alle parti in tensione quando il coperchio viene rimosso.
- Gli interruttori scatolati devono essere dotati di un pulsante "push to trip" sul fronte per testare il funzionamento e l'apertura dei poli.
- La corrente nominale dell'interruttore scatolato, il pulsante "push to trip", le prestazioni e l'indicazione della posizione dei contatti devono essere chiaramente visibili e accessibili dal fronte, attraverso la piastra frontale o la porta del quadro.
- Negli sganciatori elettronici, le funzioni di protezione devono essere gestite in modo indipendente dalle funzioni di misura mediante un ASIC dedicato.

#### 6.5.8.3.2 Limitazione della corrente, selettività e durata elettrica

- Il polo di interruzione deve essere realizzato con un doppio contatto rotativo per limitare notevolmente l'energia specifica passante.
- Gli interruttori scatolati da 100 A con sganciatori elettronici devono garantire la selettività totale con gli interruttori modulari fino a 40 A a 440 V CA.
- Il costruttore degli interruttori scatolati deve fornire le tabelle di selettività e di coordinamento con altri dispositivi come interruttori modulari, interruttori di manovra-sezionatori, fino a 690 V CA.
- La durata elettrica degli interruttori scatolati, come definito dalla norma CEI EN 60947-2, deve essere almeno uguale a 3 volte il valore minimo richiesto dalla norma.

#### 6.5.8.3.3 Ausiliari e accessori

- Deve essere possibile equipaggiare gli interruttori scatolati con un comando a motore per il funzionamento controllato elettricamente. Un selettore "automatico/manuale" sul fronte deve bloccare il comando elettrico quando impostato sulla posizione "manuale" ed il comando manuale quando impostato sulla posizione "automatico". Deve essere possibile l'indicazione a distanza della modalità "manuale" o "automatico". Deve essere anche possibile piombare l'accesso al comando "automatico". La chiusura deve avvenire in meno di 80 ms.
- A seguito di uno sgancio causato da un guasto elettrico (sovraccarico, cortocircuito, guasto a terra) il riarmo a distanza deve essere inibito. È comunque possibile quando lo sgancio è causato da una bobina.



- Il meccanismo di comando deve essere del tipo ad accumulo di energia.
- L'aggiunta di un comando a motore o rotativo non deve in alcun modo influire sulle caratteristiche dell'interruttore:
  - o Devono essere possibili solo tre posizioni del meccanismo di comando (aperto, chiuso e sganciato) con il comando a motore.
  - o L'idoneità al sezionamento deve essere fornita dall'indicazione di contatto positivo (ON e OFF) sul fronte del comando a motore.
- Gli interruttori scatolati devono essere progettati per consentire l'installazione in sito di ausiliari come bobine di sgancio (a lancio di corrente e di minima tensione) e contatti di segnalazione:
  - o Stessi contatti ausiliari installabili in sito per segnalare differenti funzioni: posizione aperto/chiuso/sganciato, guasto elettrico (incluso guasto differenziale); gli ausiliari devono essere comuni.
  - o Gli ausiliari elettrici devono essere separati dai circuiti di potenza.
  - o Gli ausiliari elettrici devono essere del tipo ad innesto e dotati di morsettiere.
- L'aggiunta degli ausiliari non deve aumentare le dimensioni dell'interruttore.
- Gli interruttori scatolati fino a 160 A devono avere una funzione ausiliaria facilmente identificabile anche attraverso il coperchio. L'aggiunta del comando a motore o rotativo non deve coprire o bloccare le regolazioni del dispositivo.
- Gli interruttori scatolati fino a 160 A devono avere i terminali di potenza a compensazione della deformazione.
- Gli interruttori scatolati fino a 160 A devono avere un terminale di comando indipendente dal terminale di potenza.

#### 6.5.8.4 *Requisiti delle protezioni*

##### 6.5.8.4.1 Introduzione

Gli interruttori scatolati devono comprendere un dispositivo progettato per far sganciare l'interruttore in caso di correnti di cortocircuito di valore elevato. Questo dispositivo deve essere indipendente dallo sganciatore magnetotermico o elettronico. L'interruzione deve essere eseguita in meno di 10ms per correnti di cortocircuito superiori a  $25 I_n$ .

Gli interruttori scatolati devono essere equipaggiati con sganciatori completamente intercambiabili al fine di garantire la protezione contro i sovraccarichi e cortocircuiti. Gli sganciatori devono essere:

- Magnetotermici
- Elettronici

Gli interruttori scatolati con correnti nominali superiori a 250 A devono essere equipaggiati con sganciatori elettronici.

Gli sganciatori non devono aumentare le dimensioni complessive dell'interruttore.

Tutti i componenti elettronici devono resistere a temperature fino a  $105^\circ\text{C}$ .

Gli sganciatori magnetotermici ed elettronici devono essere regolabili e deve essere possibile montare degli accessori di piombatura per impedire l'accesso non autorizzato alle impostazioni.

Le impostazioni di protezione si applicano a tutti i poli dell'interruttore.

Deve essere possibile equipaggiare gli interruttori scatolati di un contatto ausiliario che segnala un guasto elettrico.



#### 6.5.8.4.2 Sganciatori magnetotermici da 16 a 250 A

Questi sganciatori devono offrire:

- Protezione termica regolabile da 0,7 a 1 volte la corrente nominale.
- Protezione magnetica fissa per correnti nominali fino a 200 A.
- Regolabile (da 5 a 10 volte la corrente nominale) per valori nominali superiori a 200 A.
- Regolabile (da 9, o meno, a 14 volte la corrente nominale) per la protezione solo magnetica del motore.
- Deve essere possibile garantire la protezione del neutro. La soglia di intervento deve essere uguale a quella delle fasi.

#### 6.5.8.4.3 Sganciatori elettronici da 16 a 630 A

##### **Caratteristiche generali**

Gli interruttori scatolati devono essere equipaggiati con uno sganciatore che offre il livello adeguato di prestazioni per adattarsi all'applicazione.

- Deve essere possibile regolare le protezioni di base con un selettore senza alimentazione o quando l'alimentazione principale è spenta.
- Gli sganciatori elettronici devono essere dotati di memoria termica.
- Le seguenti funzioni di monitoraggio devono essere parte integrante degli sganciatori elettronici:
  - o 2 LED per l'indicazione del carico, uno acceso sopra il 90% di  $I_r$  e l'altro acceso sopra il 105% di  $I_r$
  - o Un connettore di test deve essere disponibile per i controlli sul funzionamento dell'elettronica e del meccanismo di sgancio mediante un dispositivo esterno.
- Gli sganciatori elettronici degli interruttori scatolati devono essere dotati di un autotest per il controllo permanente del collegamento tra lo sganciatore, i trasformatori di corrente e l'attuatore. L'autotest deve avere una logica positiva e deve essere visibile attraverso il lampeggio di un LED verde nel caso in cui l'autotest sia verificato correttamente e lo spegnimento del LED nel caso in cui l'autotest abbia esito negativo.
- Deve essere possibile equipaggiare gli interruttori scatolati con un contatto ausiliario per indicare la causa dello sgancio (sovraccarico, cortocircuito, guasto a terra se richiesto).

##### **Sganciatori elettronici per applicazioni standard o senza misura e comunicazione**

Questi sganciatori devono offrire:

- Protezione Lungo ritardo (L)
  - o Regolazioni della soglia  $I_r$  selezionabili dal 36 al 100% della corrente nominale.
- Protezione Corto ritardo (S)
  - o Regolazioni della soglia  $I_{sd}$  selezionabili da  $1,5 \times I_r$  a  $10 \times I_r$ .
  - o Temporizzazione fissa 40 ms
- Protezione Istantanea (I): soglia fissa tra 11 e  $15 \times I_n$ , in base alla corrente nominale.
- Protezione differenziale (R)
  - o Questa funzione deve essere integrata negli sganciatori elettronici con protezioni LSI, quando  $U \leq 440 \text{ V CA}$
  - o Regolazione della soglia per  $I\Delta n$  (da mA a A) e temporizzazione  $\Delta t$  (s).
  - o L'indicazione del guasto viene visualizzata sul fronte dello sganciatore.
- Protezione dei motori: sovraccarico, squilibrio, perdita di fase (in aggiunta alla protezione contro il cortocircuito).

##### **Sganciatori elettronici per protezione avanzata**

- Protezione Lungo ritardo (L):



- Regolazioni della soglia  $I_r$  selezionabili dal 36 al 100% della corrente nominale.
- Temporizzazione selezionabile da 0,5 s a 6 s a 16 s a 6 s.
- Protezione Corto ritardo (S)
  - Regolazioni della soglia  $I_{sd}$  selezionabili da 1,5 x  $I_r$  a 10 x  $I_r$ .
  - Temporizzazione selezionabile da 0 a 0,4 s con l'opzione I2t ON o OFF.
- Protezione Istantanea (I)
  - Regolazioni della soglia  $I_i$  selezionabili da 1,5 x  $I_n$  a 11 o 15 x  $I_n$  in base alla corrente nominale.
- La regolazione fine deve essere possibile tramite tastiera.
- I dispositivi 4 poli devono prevedere la protezione del neutro:
  - impostazione a 3 posizioni: neutro non protetto, soglia di intervento del neutro uguale alla metà del valore della fase, soglia di intervento del neutro uguale al valore della fase.
  - impostata separatamente fino a 1,6 x  $I_r$  il valore della fase.

Le seguenti protezioni aggiuntive possono essere offerte in base all'applicazione dell'interruttore scatolato:

- Protezione Guasto a terra (G)
  - Deve essere possibile disattivare la protezione contro il guasto a terra.
  - Deve essere possibile regolare la protezione contro il guasto a terra fino a 16 A.
- Protezione differenziale (R)
  - Questa funzione deve essere integrata negli sganciatori elettronici con protezioni LSI, quando  $U \leq 440$  V CA
  - Regolazione della soglia per  $I\Delta n$  (da mA a A) e temporizzazione  $\Delta t$  (s).
- L'indicazione ed il valore di guasto sono visualizzati sul fronte dello sganciato.
- Protezione dei motori: blocco rotore, avviamento prolungato, basso carico (in aggiunta alle protezioni contro il sovraccarico, squilibrio e cortocircuito) e protezione dei generatori.

### **Sganciatori elettronici con misura**

Questi sganciatori elettronici devono offrire le misure senza moduli aggiuntivi. Le grandezze misurate devono essere:

- Correnti (fasi, neutro,  $I\Delta n$ , valori medi, valori massimi).
- Tensione, potenza, energia, tasso di distorsione armonico totale in corrente e tensione.
- La precisione dell'intero sistema di misura, inclusi i TA, deve essere:
  - Corrente: Classe 1 in conformità alla norma CEI EN 61557-12
  - Corrente differenziale: 10% di  $I\Delta n$  (5 mA min per  $I_n =$  da 100 a 250 A, 50 mA min for  $I_n =$  da 400 a 570 A)
  - Tensione: 0,5%
  - Potenza ed energia: Classe 2 in conformità alla norma CEI EN 61557-12
- I trasformatori di corrente Rogowski devono essere utilizzati per assicurare misure precise da correnti basse fino a correnti elevate.
- Per motivi di sicurezza, le funzioni di protezione devono essere gestite in modo indipendente dalle funzioni di misura mediante un ASIC dedicato.
- Le misure devono essere visualizzate sull'interruttore stesso o su un sistema a distanza mediante la comunicazione Modbus o Ethernet. Oltre a queste soluzioni, deve essere possibile collegare un display locale.

#### **6.5.8.4.4 Protezione differenziale mediante un modulo aggiuntivo**

- Deve essere possibile montare un modulo aggiuntivo per la protezione differenziale direttamente sull'interruttore (fino a 550 V CA, oltre 150kA, per protezioni specifiche). Il dispositivo deve:
  - essere in grado di funzionare normalmente fino ad una temperatura ambiente di - 25° C,



- funzionare senza alimentazione ausiliaria, funzionare normalmente in qualsiasi impianto elettrico a 2 o 3 fasi con una tensione compresa tra 200V CA e 550 V CA,
- soddisfare la protezione anche in caso di abbassamenti di tensione fino a 80 V.
- Il modulo aggiuntivo non deve escludere il montaggio di altri moduli o accessori.

#### 6.5.8.5 Funzionamento e manutenzione (Sganciatori elettronici)

##### 6.5.8.5.1 Funzioni di assistenza operativa

- Gli sganciatori elettronici avanzati devono offrire delle funzioni di assistenza operativa:
  - Indicazione del tipo di guasto (sovraccarico, cortocircuito, guasto a terra), corrente interrotta.
  - Archivio degli sganci.
  - Archivio degli allarmi.
  - Archivio degli eventi (modifica delle impostazioni, test...).
  - Archivio dedicato per il test periodico della protezione differenziale.
- Queste funzioni ed indicatori devono essere disponibili su un display locale o a distanza tramite la comunicazione.

##### 6.5.8.5.2 Allarmi

- L'utente deve essere in grado di configurare degli allarmi basati sulle misure (I, I $\Delta$ n, U, F, P, Q, S, THD, Cos $\phi$ , Fattore di potenza, I<sub>media</sub>, P<sub>media</sub>,) o sui contatori.
- Gli allarmi devono essere cronodati.
- Gli allarmi possono attivare un'uscita digitale.
- Queste funzioni ed indicatori devono essere disponibili su un display locale o a distanza tramite la comunicazione.

##### 6.5.8.5.3 Indicatori di manutenzione

Gli sganciatori elettronici con funzioni di misura e comunicazione devono fornire degli indicatori di manutenzione:

- Contatori di funzionamento, allarmi e sganci.
- Contatore delle ore di funzionamento.
- Usura dei contatti.
- Profilo di carico.

Queste funzioni ed indicatori devono essere disponibili su un display locale o a distanza tramite la comunicazione.

##### 6.5.8.5.4 Auto-test – LED «Ready»

- Gli sganciatori elettronici degli interruttori scatolati devono essere dotati di un autotest per il controllo permanente del collegamento tra lo sganciatore, i trasformatori di corrente e l'attuatore. L'autotest non deve causare lo sgancio dell'interruttore.
- L'autotest deve avere una logica positiva e deve essere visibile attraverso il lampeggio di un LED verde nel caso in cui l'autotest sia verificato correttamente e lo spegnimento del LED nel caso in cui l'autotest abbia un esito negativo.



#### 6.5.8.5.5 Strumenti per la messa in servizio ed il funzionamento

- Un connettore di test deve essere disponibile per i controlli sul funzionamento dell'elettronica e del meccanismo di sgancio mediante un dispositivo esterno.
- Deve essere fornito un software disponibile per tutti gli sganciatori elettronici per:
  - o Visualizzare e configurare i parametri dello sganciatore.
  - o Creare e salvare le impostazioni.
  - o Visualizzare la curva di intervento.
  - o Impostare data e ora.
  - o Visualizzare gli archivi degli allarmi e sganci.

#### 6.5.8.6 Comunicazione

Gli interruttori scatolati devono essere equipaggiati in modo semplice della comunicazione Modbus TCP/IP o Modbus RS485.

Qualunque sia lo sganciatore devono essere accessibili le seguenti informazioni:

- posizione ON/OFF (OF) / segnalazione di sganciato (SD) / segnalazione di sganciato per guasto elettrico (SDE).

devono essere possibili i seguenti comandi:

- apertura / chiusura / riarmo.

Quando si utilizzano sganciatori elettronici avanzati, devono essere accessibili le seguenti informazioni:

- valori istantanei, medi, minimi e massimi, misura dell'energia, corrente e potenza media, qualità dell'energia.
- impostazioni di protezione ed allarmi.
- archivi cronodati degli allarmi e sganci e tabelle degli eventi.
- Indicatori di manutenzione.

#### 6.5.8.7 Ambiente

L'organizzazione del sito di produzione deve essere certificata in conformità alle norme ISO 9002 e ISO 14001.

Gli interruttori scatolati devono essere progettati secondo la progettazione ecocompatibile in conformità alla norma ISO 14062. In particolare, i materiali utilizzati devono essere privi di alogeni.

Gli interruttori scatolati devono essere progettati per un facile smontaggio e riciclaggio a fine vita e devono essere conformi alle direttive ambientali RoHS e RAEE.

### 6.5.9 Interruttori automatici modulari bt da 0,5 a 63A

#### 6.5.9.1 Scopo

La presente specifica ha lo scopo di definire i requisiti fondamentali per la fornitura degli interruttori modulari installati nei quadri di Bassa Tensione necessari al funzionamento dell'impianto.

#### 6.5.9.2 Norme di riferimento

Le normative di riferimento per i dispositivi di protezione dovranno essere le seguenti:

- EI EN 60898-1: norma per interruttori automatici per la protezione contro le sovracorrenti in impianti per uso domestico e similare
- CEI EN 61008-1: norma per interruttori automatici differenziali



- CEI EN 61009-1: norma per interruttori automatici differenziali con integrata la protezione contro le sovracorrenti in impianti per uso domestico e similare
- CEI EN 60947-2: norma per interruttori automatici per la protezione contro le sovracorrenti in impianti di tipo industriale

Le caratteristiche costruttive ed elettriche degli interruttori dovranno essere indicate nel catalogo del costruttore.

#### 6.5.9.3 *Dati ambientali*

Gli interruttori magnetotermici e i dispositivi di protezione differenziali dovranno essere in grado di funzionare nelle condizioni d'inquinamento corrispondenti al grado d'inquinamento 3 per gli ambienti industriali come indicato dalla norma CEI EN 60947-2.

Tropicalizzazione apparecchiature: esecuzione T2 secondo norma CEI EN 60068-1 (umidità relativa 95% a 55° C).

#### 6.5.9.4 *Caratteristiche tecniche generali*

Gli interruttori magnetotermici e i dispositivi differenziali modulari dovranno avere un aggancio bistabile adatto al montaggio su guida simmetrica DIN.

L'aggancio alla guida DIN dovrà essere eseguito tramite clip di fissaggio sul lato superiore e inferiore della guida. I morsetti dovranno essere dotati di un dispositivo di sicurezza isolante che evita l'introduzione di cavi a serraggio eseguito: questo dispositivo di protezione dovrà impedire la caduta accidentale di materiale conduttivo nel morsetto. Inoltre l'interno dei morsetti dovrà essere zigrinato in modo da assicurare una migliore tenuta del cavo. Le viti potranno essere serrate con utensili dotati di parte terminale sia a taglio che a croce.

L'alimentazione dei dispositivi dovrà essere possibile sia da monte che da valle.

I dispositivi dovranno essere dotati di indicatore meccanico sul fronte che permetta di distinguere l'apertura manuale del dispositivo dall'intervento su guasto.

Ad interruttore installato in quadro dotato di fronte, dovrà essere possibile poter dichiarare il quadro con classe d'isolamento II anche in caso di portella del quadro aperta.

#### 6.5.9.5 *Interruttori magnetotermici*

I dispositivi dovranno essere conformi alla normativa CEI EN 60947-2 e CEI EN 60898-1.

Gli interruttori dovranno essere in categoria A (in conformità con le prescrizioni della norma CEI EN 60947-2).

Dovranno essere disponibili con potere di interruzione secondo la norma CEI EN 60947-2 fino a:

- 100kA per interruttori con  $I_n \leq 4$  A multipolari a 400 V CA e unipolari a 230 V CA
- 25kA per interruttori con  $6 \leq I_n \leq 25$  A multipolari a 400 V CA e unipolari a 230 V CA
- 20kA per interruttori con  $32 \leq I_n \leq 40$  A multipolari a 400 V CA e unipolari a 230 V CA
- 15kA per interruttori con  $50 \leq I_n \leq 63$  A multipolari a 400 V CA e unipolari a 230 V CA

e potere di interruzione secondo CEI EN 60898-1 fino a 15000 A.

Gli interruttori modulari aventi larghezza di 18mm per polo dovranno essere disponibili in taglie di corrente normalizzate fino a 63 A, con numero di poli da 1 a 4 con taratura fissa.

Dovrà essere possibile collegare cavi di sezione:

- $\leq 16$  mm<sup>2</sup> per cavi flessibili e  $\leq 25$  mm<sup>2</sup> per cavi rigidi, per interruttori con  $I_n \leq 25$  A
- $\leq 25$  mm<sup>2</sup> per cavi flessibili e  $\leq 35$  mm<sup>2</sup> per cavi rigidi, per interruttori con  $I_n \leq 63$  A



Le caratteristiche di intervento secondo CEI EN 60947-2 dovranno essere le seguenti:

- curva B, con intervento magnetico pari a  $4I_n \pm 20\%$
- curva C, con intervento magnetico pari a  $8I_n \pm 20\%$
- curva D, con intervento magnetico pari a  $12I_n \pm 20\%$
- curva K, con intervento magnetico pari a  $12I_n \pm 20\%$
- curva Z, con intervento magnetico pari a  $3I_n \pm 20\%$

Per una facile e rapida manutenzione dell'impianto, a dispositivo installato in quadro con fronte montato, dovranno essere visibili i seguenti dati dell'interruttore:

- modello di interruttore installato
- curva di intervento
- corrente nominale del dispositivo
- potere di interruzione secondo norma domestica (CEI EN 60898-1) e norma industriale (CEI EN 60947-2)
- schema elettrico

Dovranno inoltre essere riportati sull'interruttore le seguenti caratteristiche:

- temperatura di riferimento secondo CEI EN 60947-2
- grado di inquinamento
- tensione d'isolamento ( $U_i$ )
- tenuta all'impulso ( $U_{imp}$ )
- indicazione sulla coppia di serraggio raccomandata dal costruttore

Gli interruttori dovranno garantire i seguenti livelli di prestazione, definiti dalla CEI EN 60947-2:

- Idoneità al sezionamento
- Tensione di isolamento nominale: 500V
- Grado di inquinamento: 3
- Tenuta ad impulso: 6kV

Tutti gli interruttori automatici modulari dovranno avere lo stesso profilo e altezza totale, per tutte le correnti nominali disponibili, per assicurare un'ottima installazione e condizione di connessione.

Al fine di garantire massima sicurezza, la posizione dei contatti dovranno essere chiaramente indicate e marcate sul fronte del dispositivo:

- "I.ON", a significare che il circuito è sotto tensione
- "O.OFF", a significare che il circuito è sezionato.

Il sezionamento visualizzato dovrà inoltre essere realizzato tramite interblocco meccanico che permetta di visualizzare la posizione dei contatti sopra descritta solo in caso di effettiva apertura dei contatti interni.

Per assicurare un ciclo di vita più lungo possibile, i meccanismi interni dell'interruttore dovranno essere realizzati in modo che la velocità di chiusura dei contatti sia indipendente dall'operazione dell'operatore.

#### 6.5.9.5.1 Ausiliari elettrici

Gli interruttori dovranno poter essere associati ai seguenti ausiliari elettrici:

- Contatti di segnalazione apertura-chiusura dell'interruttore associato (240÷415 V CA)
- Contatti di segnalazione sgancio dell'interruttore associato (240÷415 V CA)



- Contatti di segnalazione aperto chiuso e sganciato integrati nello stesso dispositivo (240÷415 V CA)
- Contatti di segnalazione aperto chiuso e sganciato integrati nello stesso dispositivo (24 V CC)
- Bobine di sgancio: minima tensione, massima tensione, a lancio di corrente
- Telecomando, dovrà poter essere associato ad interruttori magnetotermici anche in presenza di eventuale blocco differenziale montato.
- Ausiliario di riarmo automatico: dovrà essere possibile, dopo un apertura su guasto, eseguire un ultimo tentativo manuale di riarmo a distanza.

#### 6.5.9.6 Interruttori differenziali puri

Gi interruttori dovranno essere conformi alla normativa CEI EN 61008-1.

Gli interruttori modulari, aventi larghezza di 18mm per polo, dovranno essere disponibili in taglie di corrente normalizzate fino a 100 A, e disponibili in versione 2 e 4 poli.

Tipo di impiego disponibili:

- Tipo AC, per assicurare l'apertura su guasto per correnti alternate sinusoidali differenziali,
- Tipo A, assicura l'apertura su guasto per correnti alternate sinusoidali differenziali e per correnti unidirezionali differenziali pulsanti
- Tipo A ad elevata immunità contro i disturbi ed elevata protezione contro gli ambienti aggressivi, per assicurare l'apertura su guasto per correnti alternate sinusoidali differenziali e per correnti unidirezionali differenziali pulsanti anche in presenza di condizioni ambientali inquinate.

Livelli di immunità 8/20µs:

- Tipi AC e A
  - o 250 A per dispositivi istantanei
  - o 3kA per dispositivi selettivi
- Tipi ad alta immunità contro i disturbi:
  - o 3kA per dispositivi istantanei
  - o 5kA per dispositivi selettivi

Dovrà essere possibile collegare cavi di sezione:

- ≤ 25 mm<sup>2</sup> per cavi flessibili e ≤ 35 mm<sup>2</sup> per cavi rigidi

Per una facile e rapida manutenzione dell'impianto, a dispositivo installato in quadro con fronte montato, dovranno essere visibili i seguenti dati dell'interruttore:

- modello di interruttore installato
- corrente nominale del dispositivo
- tipo di impiego
- schema elettrico
- sensibilità differenziale
- codice dell'interruttore

Dovranno inoltre essere riportati sull'interruttore le seguenti caratteristiche:

- normativa di riferimento
- indicazione sulla coppia di serraggio raccomandata dal costruttore

Gli interruttori dovranno garantire i seguenti livelli di prestazione, definiti dalla CEI EN 60947-2:

- Idoneità al sezionamento
- Tensione di isolamento nominale: 500V
- Grado di inquinamento: 3
- Tenuta ad impulso: 6kV



Tutti gli interruttori automatici modulari dovranno avere lo stesso profilo e altezza totale, per tutte le correnti nominali disponibili, per assicurare ottima installazione e condizione di connessione.

Al fine di garantire massima sicurezza, la posizione dei contatti dovranno essere chiaramente indicate e marcate sul fronte del dispositivo:

- "I.ON", a significare che il circuito è sotto tensione
- "O.OFF", a significare il circuito sezionato.

Per assicurare un ciclo di vita più lungo possibile, i meccanismi interni dell'interruttore dovranno essere realizzati in modo che la velocità di chiusura dei contatti sia indipendente dall'operazione dell'operatore.

#### 6.5.9.6.1 Ausiliari elettrici

Gli interruttori dovranno poter essere associati ai seguenti ausiliari elettrici:

- Contatti di segnalazione apertura-chiusura dell'interruttore associato (240÷415 V CA)
- Contatti di segnalazione sgancio dell'interruttore associato (240÷415 V CA)
- Contatti di segnalazione aperto chiuso e sganciato integrati nello stesso dispositivo (240÷415 V CA)
- Contatti di segnalazione aperto chiuso e sganciato integrati nello stesso dispositivo (24 V CC)
- Bobine di sgancio: minima tensione, massima tensione, a lancio di corrente
- Ausiliario di riarmo automatico: dovrà essere possibile, dopo un apertura su guasto, eseguire un ultimo tentativo manuale di riarmo a distanza.

#### 6.5.9.7 Blocchi differenziali

Gi interruttori dovranno essere conformi alla normativa CEI EN 61009-1.

Gli interruttori dovranno essere disponibili in taglie di corrente normalizzate fino a 63 A, e disponibili in versione 2, 3e 4 poli.

Tipo di impiego disponibili:

Tipo AC, per assicurare l'apertura su guasto per correnti alternate sinusoidali differenziali,

Tipo A, assicura l'apertura su guasto per correnti alternate sinusoidali differenziali e per correnti unidirezionali differenziali pulsanti

Tipo A ad elevata immunità contro i disturbi e elevata protezione contro gli ambienti aggressivi, per assicurare l'apertura su guasto per correnti alternate sinusoidali differenziali e per correnti unidirezionali differenziali pulsanti anche in presenza di condizioni ambientali inquinate.

Livelli di immunità 8/20µs:

- Tipi AC e A
  - o 250 A per dispositivi istantanei
  - o 3kA per dispositivi selettivi
- Tipi ad alta immunità contro i disturbi:
  - o 3kA per dispositivi istantanei
  - o 5kA per dispositivi selettivi

Dovrà essere possibile collegare cavi di sezione:

- ≤ 16 mm<sup>2</sup> per cavi flessibili e ≤ 25 mm<sup>2</sup> per cavi rigidi, per interruttori con  $I_n \leq 25$  A
- ≤ 25 mm<sup>2</sup> per cavi flessibili e ≤ 35 mm<sup>2</sup> per cavi rigidi, per interruttori con  $I_n \leq 63$  A

A dispositivo installato in quadro con fronte montato, dovranno essere visibili i seguenti dati dell'interruttore:



- modello di interruttore installato
- tipo di impiego
- schema elettrico
- sensibilità differenziale
- codice dell'interruttore

Dovranno inoltre essere riportati sull'interruttore le seguenti caratteristiche:

- normativa di riferimento
- corrente nominale
- indicazione sulla coppia di serraggio raccomandata dal costruttore

Gli interruttori dovranno garantire i seguenti livelli di prestazione, definiti dalla CEI EN 60947-2:

- Tensione di isolamento nominale: 500V
- Grado di inquinamento: 3
- Tenuta ad impulso: 6kV

Per blocchi differenziali fino a 40A, l'associazione tra blocco e interruttore magnetotermico dovrà essere realizzata mediante meccanismo di connessione rapida, che eviti il serraggio delle viti di connessione tra differenziale e magnetotermico.

Tutti gli interruttori automatici modulari dovranno avere lo stesso profilo e altezza totale, per tutte le correnti nominali disponibili, per assicurare ottime installazione e condizione di connessione.

Gli interruttori dovranno essere dotati di un opportuno meccanismo per evitare il montaggio del blocco differenziale con interruttori magnetotermici aventi corrente nominale più elevata.

#### 6.5.9.8 Sistema di comunicazione per apparecchi modulari

Il sistema di comunicazione dovrà essere realizzato in modo tale da consentire lo scambio di dati tra apparecchi modulari e sistema di supervisione.

Per ridurre i tempi di cablaggio, rischi e costi, il collegamento del sistema di comunicazione tra quadro elettrico e sistema di supervisione dovrà essere ottenuto per mezzo di un singolo cavo BUS di comunicazione.

Il sistema di comunicazione dovrà essere basato su dei moduli I/O Modbus intelligenti posizionabili tra le file modulari; questi moduli I/O dovranno raccogliere e mandare ordini ai vari dispositivi e dovranno poter essere montati facilmente senza l'utilizzo di utensili specifici.

Per semplificare l'integrazione nel sistema di comunicazione, il modulo I/O d'interfaccia Modbus inserito nel quadro elettrico, dovrà automaticamente adattare i propri parametri di comunicazione al Modbus master.

I moduli I/O dovranno essere conformi alla norma CEI EN 61131-2

I moduli I/O dovranno poter memorizzare inoltre:

- Numero di cicli di aperture – chiusure dei dispositivi collegati
- Numero di sganci degli apparecchi di protezione
- Tempo totale di esercizio di un carico
- Consumo complessivo registrato da contatore di energia
- Stima della potenza utilizzata.
- Informazioni derivanti da dispositivi 24 V CC con massimo 100 mA

I moduli I/O dovranno poter essere collegati direttamente ai seguenti tipi di dispositivi ausiliari e di controllo attraverso una connessione plug-in 24 V CC a prova di errore, per permettere velocità di installazione e facilità



di espansione del quadro:

- ausiliari di segnalazione aperto-chiuso e sganciato dell'interruttore automatico associato. Questi ausiliari dovrà essere progettato per l'utilizzo in 24 V CC e conforme alla normativa CEI EN 60947-5-4. La corrente nominale minima dovrà essere inferiore ai 5 mA a 24 V CC
- ausiliario di comando 24 V CC per contattore con segnalazione di stato integrato
- ausiliario di comando 24 V CC per relè passo-passo con segnalazione di stato integrato
- telecomando per interruttori magnetotermici
- interruttori magnetotermici con comando integrato

I segnali raccolti dagli ausiliari degli interruttori automatici, (posizione e sganciato), dovranno essere mandati individualmente al sistema di supervisione in modo da provvedere un'informazione accurata e garantire una manutenzione rapida ed efficace.

Al fine di garantire funzionalità aggiuntive all'utente, per ragioni di sicurezza in caso di manutenzione o in caso di eventuale perdita di comunicazione con il sistema di supervisione, dovrà essere possibile controllare i singoli attuatori tramite sistema di supervisione e tramite comando locale 230 V.

Come conseguenza della possibilità di comando misto remoto e locale, la posizione dell'attuatore dovrà essere segnalata al sistema di supervisione.

Il collegamento tra moduli I/O comunicanti e dispositivi dovrà essere immediatamente leggibile in modo da rendere le operazioni di manutenzione rapide e sicure.

I moduli I/O dovranno avere il 20% di I/O liberi in modo da permettere future estensioni del quadro. L'aggiunta di dispositivi per segnalazione, controllo, misura o regolazione dovrà essere possibile con una connessione rapida e diretta tra dispositivi e moduli I/O.

## **6.5.10 Limitatori di sovratensione**

### *6.5.10.1 Caratteristiche generali*

La presente specifica si riferisce alle caratteristiche tecniche dimensionale di installazione dei limitatori di sovratensione.

### *6.5.10.2 Norme di riferimento*

- CEI 37-1 Limitatori di sovratensione a resistenza non lineare (varistore), versione per reti di bassa tensione
- CEI 81-1 Protezione di strutture contro i fulmini
- IEC SC 37-A Limitatori di sovratensione per reti di bassa tensione

### *6.5.10.3 Dati e documentazione forniti*

I dati e la documentazione saranno parte integrante di quelli forniti assieme ai quadri elettrica cui saranno installati i limitatori.



### 6.5.10.4 Caratteristiche tecniche

#### 6.5.10.4.1 Limitatori principali

Caratteristiche elettriche		
limitatori di sovratensione quadro generale Tensione nominale	Un	230 V AC
Tensione max di esercizio	Un max	400 V AC
Classe di prova secondo VDE 0675, parte 6 (bozza 11.89) e VDE 0675, parte 6/A1		B
Livello di protezione Usp		≤ 4 kV
Tempo di intervento	tA	< 100 ns
Corrente di prova (10/350)		
Valore della corrente di picco	ismax	60 kA
Carico	Q	30 As
Energia specifica	W/R	900kJ/Ω
Prova di corrente di fulmine (10/350)		
Con 2, 3 o 4 poli		100 kA
Corrente di prova (8/80)		100 kA
Resistenza al c.c. 25 hAeff , fusibile di protezione		
		250 Agl
Fusibile non necessario per correnti di c.c con		
	Umax	3,5 Aeff
Temperatura di esercizio		-40 /85 °C
Umidità dell'aria		fino a 95%
Grado di protezione		IP20
Sezione di collegamento		2,5 – 35 mm <sup>2</sup>
Dimensioni secondo DIN 43880		
limitatori di sovratensione quadri secondari Tensione nominale	Un	230 V AC
Tensione nominale	Un	230 V AC
Tensione max di esercizio	Un ~max	275 V AC
	Un –max	350 V AC
Classe di prova secondo VDE 0675, parte 6 (bozza 11.89) e VDE 0675, parte 6/A1		
		B
Livello di protezione con 5 kA (8/20)		< 0,75kV
Con correnti di prova-fulmine (8/80)		< 2,0 kV
Corrente di prova secondo VDE 0675, parte 6, bozza 11.89		
Valore della corrente di picco		
Carico	ismax	100 kA
Energia specifica	Q	10 As
	W/R	500 kJ/Ω
Corrente prova fulmine (10/350) con parametri di corrente di fulmine secondo ENV 61024-1 (01.95) e IEC 1312-1 (02-95)		
Valore della corrente di picco		
Carico		
Energia specifica		



	ismax	25 kA
	Q	12,5 As
	W/R	160 kJ/Ω
Resistenza al c.c. 25 hAeff , fusibile di protezione		160 Agl
Temperatura di esercizio		-40 / +85 °C
Umidità dell'aria		fino a 95%
Grado di protezione		IP20
Sezione di collegamento		2,5 – 35 mm <sup>2</sup>
Dimensioni secondo DIN 43880		

#### 6.5.10.4.2 Limitatori sovratensioni protezioni fine

Caratteristiche elettriche		
Tensione nominale	Un	230 V AC
Tensione max di esercizio	Un ~max	250 V AC
	Un-max	
Corrente nominale	In	16 A
Corrente nominale di scarica	iSN	2,5 kA
Corrente max di prova	iSG	7 kA
Tensione residua iSN	URL-N	≤1,0 Kv
	URL/N-PE	≤1,5 kV
Sezione di collegamento		0,14 – 2,5 mm <sup>2</sup>
Cavi rigidi o flessibili con capicorda, cavi speciali con bussole filettate o cavi schermati		
Temperatura di esercizio		-40 / +85 °C
Umidità dell'aria		fino a 95%
Grado di protezione		IP20
Dimensioni		17,8 x 62 mm

#### 6.5.10.5 Caratteristiche costruttive

I limitatori di sovratensione saranno collegati sulle 3 fasi e sul neutro essendo in un sistema TN-S dovranno essere sempre previsti fusibili di protezione, in particolare prevedere fusibili di protezione quando l'interruttore automatico od i fusibili principali situati a monte dello scaricatore sono con taratura > a 100A.

Per i limitatori installati nei quadri secondari e >160A per i limitatori installati nel quadro principale.

Inserire sempre fusibili per correnti di cortocircuito presunte >25 kA.

Gli scaricatori saranno tutti dotati di modulo di controllo con contatto in scambio per segnalazione a distanza dello stato dei singoli limitatori e dei fusibili installati a monte.

#### 6.5.10.6 Collaudi e certificati

- Conformità con le norme applicabili;
- presenza dei marchi e marcature prescritte;
- verifiche dati dimensionali.

### 6.5.11 Strumenti di misura

#### 6.5.11.1 Descrizione della fornitura

La presente specifica definisce le caratteristiche tecniche costruttive e d'impiego che possiederanno gli strumenti



di misura di grandezze elettriche ed i relativi accessori da installarsi a bordo dei quadri elettrici di bassa tensione. Le apparecchiature saranno conformi alla presente specifica ed allo schema elettrico riportato nella tavola di progetto.

#### 6.5.11.2 Norme di riferimento

Gli strumenti di misura saranno installati, collegati e collaudati in conformità con le norme CEI applicabili e dovranno essere rispondenti in particolare alle seguenti:

- CEI 13-11 caratteristiche elettriche
- CEI 38-1 trasformatori di corrente

#### 6.5.11.3 Dati e documentazione da fornire

- Scheda tecnica dello strumento, e dei relativi accessori
- Manuali di esercizio e manutenzione
- Elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

#### 6.5.11.4 Caratteristiche tecniche

##### 6.5.11.4.1 Custodie

Le custodie degli strumenti di misura saranno in materiale termoplastico autoestinguente (classificazione V-O secondo U L 94) con grado di protezione IP52. Dovranno essere complete degli accessori di montaggio (staffe, viteria, guarnizioni ecc.)

##### 6.5.11.4.2 Temperature

Temperatura di riferimento	20 °C
Temperatura di funzionamento	-20/50 °C
Variazione dell'indice di classe	$\pm 0,03\%/^{\circ}\text{C}$

##### 6.5.11.4.3 Umidità

Umidità relativa dell'ambiente 85% senza condensazione con 35 °C di temperatura per un massimo di 60 giorni/anno. L'umidità media annua fino al 65%.

##### 6.5.11.4.4 Vibrazioni

Gli strumenti saranno in grado di sopportare vibrazioni sui tre assi con ampiezza di  $1\div 0,03\text{mmp}$  frequenza  $5\div 80$  Hz corrispondenti a  $0,1\div 0,7$  g (CEI 50-6)

##### 6.5.11.4.5 Isolamento

Tensione di isolamento di riferimento 0,6 kV (0,66)

Tensione di prova 2 kV/min a 50 Hz

Tensione di isolamento tra alimentazione ausiliaria (in c.a.) e misura 2 kV/min 50 Hz

##### 6.5.11.4.6 Montaggio su pannello ferromagnetico

Gli strumenti di misura potranno essere installati su pannello ferromagnetico di qualsiasi spessore senza subire



variazioni di classe.

#### 6.5.11.4.7 Influenza dei campi magnetici esterni

L'esposizione degli strumenti di misura a campi magnetici esterni con valore fino a 0,5 mT non deve provocare errori superiori a quelli previsti dalle Norme applicabili.

#### 6.5.11.4.8 Precisione ed elongazione

Classe di precisione	1,5
Elongazione	<20%
Tempo di arresto	≤ 2 secondi

#### 6.5.11.5 Tipologie di strumenti di misura e accessori

##### 6.5.11.5.1 Amperometri

Gli amperometri saranno del tipo a quadrante con scala a 90° con attacchi faston, completi di calotta coprimorsetti, quadrante a lettura diretta del tipo analogico, scala normale. Massima corrente ad inserzione diretta 60A, rapporto di conversione con inserzione TA 5A-1A.

##### 6.5.11.5.2 Trasformatori amperometrici

I trasformatori amperometrici saranno del tipo a sbarra passante con custodia in materiale termoplastico autoestinguente (classificazione V-O secondo U L 94), isolamento in classe E, temperatura massima di funzionamento 120°C, grado di protezione IP30, corrente secondaria normale 5A-1A, corrente dinamica di cortocircuito (Idyn) 2,5 lth, fattore di sicurezza (f.s.) ≤ 5, classe 1, prestazioni 8VA, completi di calotta coprimorsetti.

##### 6.5.11.5.3 Voltmetro

I voltmetri saranno del tipo a quadrante con scala a 90° con attacchi faston, completi di calotta coprimorsetti, quadrante a lettura diretta del tipo analogico, scala normale, fondo scala 500 V.

##### 6.5.11.5.4 Indicatori digitali

Gli indicatori digitali (display) universali, saranno del tipo con ingresso 4÷20mA, attacchi faston, virgola programmabile, visualizzatore a 4 cifre (9999), LED altezza 20mm di colore rosso, grado di protezione sul frontale IP52, grado di protezione sui morsetti IP30, sicurezza classe II.

##### 6.5.11.5.5 Contatori di energia attiva e/o reattiva

I contatori di energia attiva e/o reattiva (per letture in MT) saranno del tipo ad induzione, per tensione trifase e collegamento tipo ARON corredato di TA e TV, di arresto di retromarcia, numeratore a cifre, frequenza 50Hz, autoconsumo amperometrico 0,5 VA, autoconsumo voltmetrico 3÷5VA.

I contatori di energia attiva e/o reattiva (per letture in BT) saranno del tipo ad induzione, per tensione trifase e collegamento a quattro fili corredato di TA, di arresto di retromarcia, numeratore a cifre, frequenza 50Hz, autoconsumo amperometrico 0,5 VA, autoconsumo voltmetrico 3÷5VA.

Le morsettiere per i gruppi misura saranno del tipo a barrette, per connessione tipo ARON, complete di calotte



in materiale termoidurente trasparente e sigillabile (punzonatura).

### **6.5.12 Cavi per energia in media e bassa tensione**

#### *6.5.12.1 Descrizione della fornitura*

La presente specifica definisce le caratteristiche tecnologiche e le condizioni di posa alle quali ci si atterrà per la fornitura e posa in opera dei cavi elettrici.

#### *6.5.12.2 Norme di riferimento*

I materiali saranno progettati, costruiti e collaudati in conformità con le norme CEI applicabili in vigore ed in particolare con le seguenti:

CEI 11-17	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo
CEI 20-13	Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV
CEI 20-14	Cavi isolati con PVC di qualità R2 con grado di isolamento superiore a 3 (per sistemi elettrici con tensione nominale da 1 a 20kV)
CEI 20-19/4	Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V
CEI 20-20	Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V
CEI 20-22	Prove d'incendio su cavi elettrici
CEI 20-35	Prova di non propagazione della fiamma sul singolo cavo verticale
CEI 20-36	Prova di resistenza al fuoco dei cavi elettrici
CEI 20-37	Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi
Serie CEI 20-37/3	Misura della densità del fumo di cavi che bruciano in condizioni definite
Serie CEI 20-37/2	Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi
Serie CEI 20-37/4-0	Misura della densità del fumo di cavi che bruciano in condizioni definite
CEI 20-37/4-0	Determinazione dell'indice di tossicità dei gas emessi
CEI 20-37/6	Misura della densità del fumo emesso dai cavi elettrici sottoposti a combustione in condizioni definite- Metodo dei 300 grammi
CEI 20-38	Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi dei gas tossici e corrosivi; Partel Tensione nominale U <sub>0</sub> /U non superiore a 0,6/1 kV
CEI 20-40	Guida per l'uso di cavi a bassa tensione
CEI 20-45	Cavi resistenti al fuoco isolati con miscela elastomerica con tensione nominale U <sub>0</sub> /U non superiore a 0,6/1 kV
CEI 20-67	Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV
CEI 20-91	Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma per applicazioni in impianti fotovoltaici
CEI 20-105	Cavi elettrici resistenti al fuoco, non propaganti la fiamma, senza alogeni, con tensione nominale 100/100 V per applicazioni in sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio
HD 620	Cavi da distribuzione con isolamento estruso per tensioni nominali da 3,6/6 (7,2) kV a 20,8/36 (42) kV inclusi
IEC 60502-2	Cavi energia con isolamento estruso e loro accessori per tensioni nominali da 1 kV (U <sub>m</sub> = 1,2 kV) a 30 kV (U <sub>m</sub> = 36 kV)



HD 21-15	Cavi unipolari isolati con mescola termoplastica senzaalogeni, per installazioni fisse
IEC 60840	Cavi energia con isolamento estruso e loro accessori per tensioni nominali superiori a 36 kV (Um = 42 kV) fino a 150 kV ( U max 170 kV)
IMQ -CPT-007	Cavi elettrici isolati in PVC con o senza schermo sottoguaina di PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni con tensione nominale fino a 450/750V
Tab. CEI UNEL 00722	Colori distintivi delle anime dei cavi isolati
Tab. CEI UNEL 35011	Cavi per energia e segnalamento: sigle di designazione
Tab. CEI UNEL 35024	Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
CEI 20-11	Caratteristiche tecniche e requisiti di prova delle mescole per isolanti e guaine dei cavi per energia
CEI 20-29	Conduttori per cavi isolati
CEI 20-34	Metodi di prova

Tutte le tabelle UNEL applicabili.

Saranno considerate ed applicate tutte le norme inerenti ai componenti ed ai materiali utilizzati nonché le norme di legge per la prevenzione degli infortuni.

Tutti i cavi saranno marcati, provvisti di marchio IMQ o di contrassegno equivalente.

#### 6.5.12.3 Dati e documentazione forniti

Tabelle tecniche dimensionali e di posa, certificazioni di prove.

#### 6.5.12.4 Caratteristiche tecniche cavi MT tipo RG16H1R12 da 1,8/3kV a 18/30 kV

##### 6.5.12.4.1 Norme di riferimento - Standards

CEI 20-13, HD 620 IEC 60502pqa  
EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016 (IEC 60332-1-2)

##### 6.5.12.4.2 Caratteristiche costruttive

Conduttore rigido di rame rosso ricotto. Classe 2. Semiconduttore interno elastomerico estruso Isolamento in HEPR di qualità G16

Semiconduttore esterno elastomerico estruso pelabile a freddo per il grado 1,8/3kV solo su richiesta

Schermo costituito a fili di rame rosso

Guaina in PVC qualità R12

Colori anime Unipolare: rosa

Tripolare: rosa

Colori guaina: Rosso

##### 6.5.12.4.3 Caratteristiche elettriche

Tensione nominale U0.....da 1,8kV a 18kV

Tensione nominale U.....da 3kV a 30kV

Temperatura massima di esercizio .....+90°C

Temperatura massima di corto circuito.....+250°C

Temperatura minima di esercizio (senza shock meccanico) ..... -15°C



Temperatura minima di installazione e maneggio .....0°C

#### 6.5.12.4.4 Condizioni di impiego

Adatti per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Adatti per l'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di Ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e fumo, conformi al Regolamento CPR. Per posa in aria libera, in tubo o canale. Ammessa la posa interrata anche non protetta.

#### 6.5.12.4.5 Condizioni di posa

Raggio minimo di curvatura per diametro D (in mm): ..... 12 D

Sforzo massimo di tiro: ..... 60 N/mm

#### 6.5.12.5 Caratteristiche tecniche cavi BT tipo FG16R16 da 0,6/1kV

Cavi per energia e segnalazioni flessibili per posa fissa, isolati in HEPR di qualità G16, non propaganti l'incendio a ridotta emissione di gas corrosivi. In accordo al Regolamento Europeo(CPR) UE 305/11

##### 6.5.12.5.1 Norme di riferimento - Standards

CEI 20-13 IEC 60502-1 CEI UNEL 35318-35322-35016

EN 50575:2014+A1:2016(EN 50399/EN 60332-1-2/EN 60754-2)

##### 6.5.12.5.2 Caratteristiche costruttive

Conduttore flessibile di rame rosso ricotto classe 5. Isolamento in HEPR di qualità G16

Riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico

Guaina in mescola termoplastica tipo R16

Colori anime Unipolare: nero Bipolare: blu-marrone

Tripolare: marrone-nero-grigio o G/V-blu-marrone Quadripolare: blu-marrone-nero-grigio (o G/V al posto del blu)

Pentapolare: G/V-blu-marrone-nero-grigio (senza G/V 2 neri) Multipli per segnalazioni: neri numerati

Colori guaina: Grigio chiaro RAL7035

##### 6.5.12.5.3 Caratteristiche elettriche

Tensione nominale U<sub>0</sub> ..... 600V(AC) 1800V(DC)

Tensione nominale U ..... 1000V(AC)

..... 1800V(DC)

Tensione di prova ..... 4000 V

Tensione massima U<sub>m</sub> ..... 1200V(AC)

..... 1800V(DC)

Temperatura massima di esercizio ..... 90

Temperatura massima di corto circuito per sezioni fino a 240mm<sup>2</sup> ..... 250

Temperatura massima di corto circuito per sezioni oltre 240mm<sup>2</sup> ..... 220

Temperatura minima di esercizio (senza shock meccanico) ..... -15°C

Temperatura minima di installazione e maneggio ..... 0°C



#### 6.5.12.5.4 Condizioni di impiego

Adatti per L'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di Ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e fumo, conformi al Regolamento CPR. Per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa. Per posa interrata diretta o indiretta. Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti esterni anche bagnati AD7. Caratteristiche particolari buona resistenza agli oli e ai grassi industriali. Caratteristiche Particolari Aggiuntive: buon comportamento alle basse temperature e resistente ai raggi UV.

#### 6.5.12.5.5 Condizioni di posa

Raggio minimo di curvatura per diametro D (in mm): ..... energia = 4 D  
..... segnalazione e comandi = 6 D  
Sforzo massimo di tiro: ..... 50 N/mm<sup>2</sup>

#### 6.5.12.5.6 Marcature

Costruttore - Cca-s3,d1,a3 - IEMMEQU EFP – Anno - FG16(O)R16 - 0,6/1 kV - form x sez. - metratura progressiva

#### 6.5.12.6 Modalità di posa

##### 6.5.12.6.1 Posa su passerelle portacavi o canaline aperte

I cavi all'interno delle passerelle saranno fissati con legature, disposti in modo ordinato e paralleli fra loro e sufficientemente spazati. Cavi unipolari disposti a trifoglio.

Le legature saranno eseguite con le apposite fascette autobloccanti; la distanza fra le legature saranno:

- 1,5m nei tratti orizzontali;
- 1m nei tratti verticali.

##### 6.5.12.6.2 Posa entro tubazioni, cavidotti o canaline chiuse

Non saranno posati conduttori senza guaina nella tubazione di acciaio zincato.

Coefficiente di riempimento delle tubazioni mai superiore al 50%.