# CITTÀ METROPOLITANA DI FIRENZE

PROGETTO DEFINITIVO

Costruzione di un nuovo edificio scolastico presso l'area di Via Raffaello Sanzio ad Empoli
CIG: 7190268CD9

STAZIONE APPALTANTE

CITTA' METROPOLITANA DI FIRENZE
Palazzo Medici Riccardi - Via Cavour, 1
50129 Firenze

STUDI DI PROGETTAZIONE

ATIproject
Via G. B. Picotti 12/14, 56124 Pisa
Tel +39.050.57.84.60
Fax. +39.050.38.69.084
P.IVA 01991420504

SAMA Scavi Archeologici Soc. Coop.
Corso Gasperina 71, 00118 Roma
Cell +39.348.9273467
Fax. +39.06.94.80.04.93
P.IVA 11468301004

STAFF DI PROGETTAZIONE

| | |
|---|---|
| ARCHITETTONICO: | Ing. Arch. Branko Zrnic |
| STRUTTURALE: | Ing. Arch. Branko Zrnic<br>Ing. Gerardo Masiello |
| IMPIANTI ELETTRICI: | Ing. Luca Serri |
| IMPIANTI MECCANICI: | Ing. Luca Serri |
| COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE: | Ing. Arch. Branko Zrnic<br>Ing. Vito Avino |
| GEOLOGO: | Geol. Paola Baronci |

COLLABORATORI:

| | |
|---|---|
| Ing. Arch. Filippo Vallerini | Ing. Giorgia Cavatorta |
| Ing. Gian Luca Grassini | Ing. Carmine Lamberti |
| Ing. Luca Lanatà | Per. Ind. Alberto Vestrucci |
| Ing. Veronica Palla | Ing. Marco Casalini |
| Ing. Valerio Bagagli | Ing. Marco Cinotti |
| Arch. Mila Splendiani | Ing. Francesco Del Viva |
| Ing. Chiara Porroni | Ing. Matteo Pierotti |
| Ing. Lucrezia Dosmi | Ing. Marco Mori |
| Arch. Ludovico Romboli | Ing. Luca Guidi |
| Ing. Martina Di Pede | Ing. Martina Pellegrino |
| Ing. Alessandro Pianigiani | Ing. Anna Continanza |
| Ing. Michele Versace | Ing. Pietro Diamanti |
| Ing. Lino Blundo | Ing. Laura De Salvo |

DATI DI PROGETTO

| DATA | N° PROGETTO | NOME PROGETTO |
|---|---|---|
| *Luglio 2018* | *829.18* | *Definitivo Scuola Empoli* |

REVISIONI

| N° | MOTIVAZIONE | DATA |
|---|---|---|
| Rev01 | Aggiornamento elaborati | 24/09/2018 |
| | | |
| | | |

RELAZIONE

*Copyright © by ATIproject*

OGGETTO:
Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

DDP
Rev01

PRIMA DI INIZIARE I LAVORI TUTTE LE MISURE DEVONO ESSERE CONTROLLATE E VERIFICATE IN CANTIERE. L`APPALTATORE È RESPONSABILE DELLA LORO ESATTEZZA. QUANDO SONO PRESENTI INDICAZIONI RELATIVE A PARTICOLARI DETTAGLI COSTRUTTIVI, QUESTI DEVONO ASSOLUTAMENTE ESSERE PRESI A RIFERIMENTO PER L'ESECUZIONE DELL'OPERA.

GLI ESECUTIVI SONO DA LEGGERSI UNITAMENTE AGLI ESECUTIVI STRUTTURALI ED IMPIANTISTICI. MODIFICHE O DISCREPANZE PRESENTI NEGLI ESECUTIVI STRUTTURALI O IMPIANTISTICI DEVONO ESSERE COMUNICATE TEMPESTIVAMENTE AI PROGETTISTI TRAMITE IL DIRETTORE DEI LAVORI. NON É PERMESSA ALCUNA MODIFICA DI QUALUNQUE GENERE SE NON PREVENTIVAMENTE ACCETTATA E CONTROFIRMATA DAI PROGETTISTI ARCHITETTONICI CHE RIMANGONO GLI UNICI AVENTI DIRITTO AD APPORTARE MODIFICHE.

SI ELENCANO INOLTRE LE SEGUENTI PRECISAZIONI AL FINE DI POTER INTERPRETARE CORRETTAMENTE TUTTI GLI ELABORATI ESECUTIVI:

a. LE QUOTE IN PIANTA IN ASSE AGLI INFISSI APRIBILI SONO DA CONSIDERARSI MISURATE AL NETTO DEL TELAIO SIA RELATIVAMENTE ALLA LARGHEZZA CHE ALL'ALTEZZA;
b. PER LE STRATIGRAFIE DELLE PARETI E CONTROPARETI SI FA RIFERIMENTO ALLO SPECIFICO ABACO;
c. É FONDAMENTALE PORRE MOLTA ATTENZIONE AI DETTAGLI COSTRUTTIVI, IN PARTICOLAR MODO ALLA POSA DEGLI ISOLANTI E DELLE MEMBRANE IMPERMEABILIZZANTI;
d. TUTTE LE GIUNZIONI, PUNTI DI CONNESSIONE TRA SOLAI E PARETI ESTERNE, TUTTI LE CONNESSIONI SUI SERRAMENTI, TUTTE LE APERTURE, FORI, TUBAZIONI, LINEE ECC. CHE CONDUCONO VERSO L'ESTERNO DEVONO ESSERE ESEGUITI ASSOLUTAMENTE IMPERMEABILI ALL'ARIA CON NASTRI ADESIVI O COLLE ADEGUATE.

É vietata la riproduzione del presente elaborato tecnico con qualsiasi mezzo, compreso la fotocopia, qualora non autorizzata da Atiproject.

1. INTRODUZIONE E PREMESSE ..... 8
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO ..... 8
3. OGGETTO DELL'APPALTO ..... 10
4. DESCRIZIONE SOMMARIA DELLE OPERE DA ESEGUIRE ..... 10
5. SCAVI E RINTERRI ..... 10
6. STRUTTURE ..... 11
6.1. Calcestruzzo armato ..... 14
6.1.1. Casseforme ..... 14
6.1.2. Acciaio per armatura ..... 15
6.1.3. Calcestruzzi ..... 17
6.2. Acciaio ..... 24
6.2.1. Collaudo tecnologico dei materiali ..... 25
6.2.2. Controllo in corso di lavorazione ..... 25
6.2.3. Montaggio ..... 25
6.2.4. Prove di carico e collaudo statico ..... 26
6.3. Legno ..... 27
6.3.1. Legnami in genere ..... 28
6.3.2. Prodotti a base di legno ..... 28
6.3.3. Il legno lamellare incollato ..... 30
6.3.4. Pannelli strutturali X-Lam ..... 31
6.3.5. Orditure di solai e coperture in travi lamellari e tavolato ..... 32
6.3.6. Prodotti derivati dal legno per uso strutturale ..... 33
6.3.7. Gli adesivi ..... 34
6.3.8. Elementi di collegamento meccanici ..... 34
6.3.9. Durabilità del legno e dei derivati ..... 35
6.3.10. Norme di esecuzione ..... 35
6.3.11. Collaudo in opera ..... 36
6.3.12. Controlli e tolleranze – disposizioni costruttive e controllo dell'esecuzione ..... 36
6.4. Fondazioni dirette ..... 36
6.5. Fondazioni dirette ..... 37
6.5.1. Scavi di fondazione ..... 37
6.5.2. Magrone ..... 38
7. PARETI ..... 38
7.1. Pareti esterne ..... 38
7.1.1. Cappotto in lana di roccia ..... 40

7.2. Pareti interne ..... 40
7.2.1. Tramezzature interne in cartongesso ..... 40
7.2.2. Lastra in gesso rivestito ..... 41
7.2.3. Lastra in gesso rivestito additivato ..... 41
7.2.4. Lastra in gesso rivestito in classe A1 di reazione al fuoco ..... 41
7.2.5. Lastra in gesso rivestito per la protezione passiva dall'incendio ..... 42
8. PAVIMENTI E RIVESTIMENTI ..... 42
8.1. Pavimento in gres porcellanato (450x450 mm) ..... 42
8.2. Pavimento sportivo in parquet ..... 43
8.3. Pavimentazione esterna in calcestruzzo drenante ..... 44
8.4. Rivestimenti servizi igienici ..... 44
8.5. Tinteggiature ..... 44
8.5.1. Pitture per servizi igienici, spogliatoi e palestra ..... 45
8.5.2. Pitture per aule, corridoi e ambienti con presenza continuativa di persone ..... 45
9. ISOLANTI ..... 45
9.1. Pannello in lana di vetro ..... 46
10. IMPERMEABILIZZANTI ..... 46
11. MASSETTI ..... 48
11.1. Massetto cementizio ..... 48
11.2. Massetto radiante ..... 48
12. MALTE E CONGLOMERATI ..... 48
13. INTONACI ..... 49
14. CONTROSOFFITTI ..... 49
14.1. Controsoffitto modulare acustico a quadrotti (aule e ambienti didattici) ..... 50
14.2. Controsoffitto modulare a quadrotti (bagni e locali umidi) ..... 50
14.3. Controsoffitto modulare a doghe (connettivi) ..... 51
14.4. Controsoffitto continuo ..... 51
15. BAFFLES ..... 52
16. SERRAMENTI ..... 53
16.1. Infissi esterni ..... 53
16.1.1. Tenda a rullo filtrante ..... 55
16.2. Infissi interni ..... 55
17. COPERTURE ..... 56
17.1. Copertura inclinata con struttura in cassettonato ligneo – blocco scuola ..... 56
17.2. Copertura inclinata con struttura in cassettonato ligneo – blocco palestra ..... 57

17.3. Copertura piana verde - blocco uffici ..... 57
17.4. Copertura piana – blocco atrio/laboratori ..... 58
17.5. Dispositivi di ancoraggio anticaduta (linee vita) ..... 58
18. OPERE IN FERRO ..... 59
18.1. Ringhiere e cancelli ..... 59
19. OPERE DA LATTONIERE IN GENERE ..... 59
20. IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO ..... 59
21. AREE ESTERNE A VERDE ..... 60
22. IMPIANTO DI IRRIGAZIONE AREE VERDI ESTERNE ..... 61
22.1. Tubazioni ..... 61
22.2. Irrigatori ..... 62
22.3. Cavo elettrico ..... 62
22.4. Programmatore ..... 63
22.5. Elettrovalvole ..... 63
23. IMPIANTO DI RECUPERO ACQUE METEORICHE ..... 63
24. IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI ..... 64
25. IMPIANTO DI RISCALDAMENTO ..... 65
26. IMPIANTO DI RAFFRESCAMENTO ..... 71
27. IMPIANTO IDRICO SANITARIO ..... 72
27.1. Apparecchi sanitari, rubinetteria e accessori: ..... 73
28. IMPIANTO DI SCARICO ACQUE USATE E METEORICHE ..... 75
28.1. Allacci alle reti e sottoservizi ..... 79
28.2. Impianto acque meteoriche ..... 79
28.3. Pozzetti di scarico e sifoni ..... 80
29. IMPIANTO ANTINCENDIO ..... 80
29.1. Rispetto delle norme di prevenzione incendi ..... 81
30. SALUBRITÀ DELL'EDIFICIO E QUALITÀ DELL'ARIA ..... 82
31. CENTRALE TERMICA ..... 82
31.1. Pompa di calore ..... 83
31.2. Batteria di caldaie a condensazione ..... 84
31.3. Vasi di espansione chiusi a membrana ..... 85
31.4. Gruppi di riempimento automatici ..... 85
31.5. Dispositivi per apparecchi in pressione ..... 86
31.6. Preparatori Acqua Calda Sanitaria ..... 86
31.7. Pompa di calore per produzione a.c.s. ..... 86

31.8. Puffer accumulo inerziale ..... 87
32. TERMINALI IDRONICI PER IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE ..... 87
32.1. Impianto di riscaldamento a pannelli radianti ..... 87
32.2. Radiatori ..... 94
32.3. Ventilconvettori ..... 94
32.3.1. Ventilconvettori a controsoffitto ..... 95
33. SISTEMI DI TRATTAMENTO ACQUA PER IMPIANTI TERMICI ..... 96
33.1. Trattamento acqua calda sanitaria ..... 96
33.1.1. Impianto di addolcimento ..... 96
33.1.2. Filtro autopulente ..... 97
33.1.3. Impianto dosaggio disinfettanti ..... 98
33.2. Trattamento acqua impianto di climatizzazione ..... 100
33.2.1. Filtro e defangatore ..... 100
33.2.2. Prodotti chimici a protezione dell'impianto ..... 101
34. CARATTERISTICHE E QUALITÀ DELLE TUBAZIONI ..... 102
34.1. Tubi in acciaio nero ..... 103
34.2. Tubi in acciaio zincato ..... 106
34.3. Tubi in polietilene ..... 107
34.4. Tubi in polipropilene ..... 110
34.5. Tubi in PVC ..... 111
34.6. Tubazioni multistrato ..... 112
34.7. Tubazioni in rame ..... 113
34.8. Collettori di centrale ..... 114
34.9. Collettori modulari ..... 114
34.10. Caratteristiche e qualità delle coibentazioni ..... 115
34.11. Caratteristiche e qualità del valvolame ..... 116
34.11.1. Valvole a sfera ..... 117
34.11.2. Valvole di intercettazione ..... 118
34.11.3. Valvole a flusso avviato ..... 118
34.11.4. Valvole a farfalla ..... 118
34.11.5. Valvole di taratura ..... 118
34.11.6. Valvole di ritegno ..... 119
34.11.7. Valvole di sfogo aria ..... 119
34.11.8. Valvole di sicurezza ..... 120
34.11.9. Valvole di intercettazione gas combustibile ..... 120

34.12. Termometri ..... 120
34.13. Manometri ..... 120
34.14. Filtri acqua ..... 121
34.15. Giunti antivibranti ..... 121
34.16. Caratteristiche e qualità delle pompe ..... 121
34.17. Circolatori ..... 121
35. IMPIANTO AERAULICO ..... 122
35.1. UTA a servizio Scuola ..... 123
35.2. UTA a servizio Palestra ..... 126
35.3. Unità a recupero di calore ..... 130
35.3.1. Recuperatori combinati con radiatori e ventilconvettori ..... 130
35.4. Silenziatori ..... 132
36. CARATTERISTICHE E QUALITÀ DELLE CANALIZZAZIONI ..... 132
36.1. Condotti circolari in lamiera zincata microforata ..... 133
36.2. Condotti circolari flessibili ..... 133
36.3. Canalizzazioni sandwich in alluminio e poliuretano installati all'interno ..... 134
36.4. Canalizzazioni sandwich in alluminio e poliuretano installati all'esterno ..... 135
36.5. Canalizzazioni in lamiera a sezione circolare ..... 136
36.6. Tipologia d'installazione ..... 137
36.7. Manutenzione e pulizia ..... 138
36.8. Certificazioni ..... 139
36.9. Canali di scarico fumi ..... 139
37. DIFFUSIONE ARIA ..... 140
37.1. Diffusori d'aria circolari ..... 140
37.2. Bocchette di mandata a parete ..... 140
37.3. Bocchette di ripresa a parete ..... 140
37.4. Bocchette quadrata di mandata a controsoffitto ..... 140
37.5. Bocchette quadrata di ripresa a controsoffitto ..... 141
37.6. Griglie di transito ..... 141
37.7. Griglia per condotto ..... 141
37.8. Valvola di estrazione a controsoffitto ..... 141
37.9. Diffusori 4-vie circolari ..... 142
37.10. Griglie di espulsione e presa aria esterna ..... 142
37.11. Serrande di taratura ad alette contrapposte ..... 142
37.12. Torrino di estrazione aria ..... 142

38. VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI ..... 143
38.1. Prova di tenuta idraulica a freddo ..... 143
38.2. Prova di tenuta idraulica con impianto in funzione ..... 143
38.3. Collaudo invernale ..... 144
38.4. Collaudo estivo ..... 144
38.5. Collaudo mezze stagioni ..... 144
39. RIFERIMENTI NORMATIVI ..... 145
39.1. Leggi e regolamenti ..... 145
39.2. Norme tecniche ..... 147
39.3. Norme CEI ..... 151
39.4. Prescrizioni particolari ..... 151
40. CERTIFICAZIONI STATICHE ED IMPIANTISTICHE - SCHEMI DEGLI IMPIANTI ..... 152
41. IMPIANTI ELETTRICI ..... 155
41.1. Protezione per sistemi di prima categoria ..... 157
41.1.1. Protezione contro i contatti diretti ..... 157
41.1.2. Protezione contro i contatti indiretti ..... 158
41.2. Protezione contro i sovraccarichi ..... 158
42.2.1. Criteri per la protezione dei circuiti ..... 159
42.2.2. Caratteristiche dei dispositivi di protezione ..... 159
42.3. Protezione contro i cortocircuiti ..... 159
42.4. Protezione contro i gli effetti termici ..... 160
42.5. Criteri di posa delle condutture ..... 160
42.5.1. Modalità di posa in opera ..... 160
42.5.2. Colorazioni e sezioni minime ..... 161
42.6. Sezionamento e comando ..... 162
42.7. Impianto di terra ..... 162
42.8. Norme di misurazione e verifica ..... 163
42.8.1. Esame a vista ..... 163
42.8.2. Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e dell'apposizione dei contrassegni di identificazione ..... 163
42.8.3. Verifica delle stabilità dei cavi ..... 164
42.8.4. Misura della resistenza di isolamento ..... 164
42.8.5. Misura delle cadute di tensione ..... 164
42.8.6. Verifica delle protezioni contro corto circuiti e i sovraccarichi ..... 165
42.8.7. Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti ..... 165

42.9. Specifiche tecniche e prestazionali delle apparecchiature elettriche e speciali ..... 165
42.9.1. Tubazioni ..... 166
42.9.2. Tubazioni in PVC autoestinguente serie pesante ..... 166
42.9.3. Guaina in PVC autoestinguente tipo diflex ..... 167
42.9.4. Scatole di derivazione ..... 167
42.9.5. Cavidotti interrati ..... 168
42.9.6. Canalette metalliche ..... 169
42.9.7. Mensole di sostegno e staffaggi ..... 170
42.9.8. Interruttori di comando e prese ..... 170
42.9.9. Quadri elettrici BT ..... 171
42.9.10. Apparecchiature di bassa tensione ..... 174
42.10. Cavi ..... 175
42.10.1. Modalità di posa ..... 175
42.10.2. Marcatura cavi ..... 176
42.10.3. Connessioni terminali ..... 177
42.10.4. Connessioni ..... 177
42.10.5. Conduttori tipo FS17 ..... 178
42.10.6. Cavi tipo FG16(O)R16 ..... 179
42.10.7. Cavi tipo FG16(O)M16 ..... 180
42.11. Apparecchi di illuminazione ordinaria e di emergenza ..... 181
42.11.1. Illuminazione ordinaria ..... 181
42.11.2. Illuminazione di emergenza ..... 181
42.12. Impianto fotovoltaico ..... 181
42.12.1. Gruppo di conversione DC/AC ..... 182
42.12.2. Sezione interfaccia rete ..... 182
42.13. Sistema di rivelazione incendi ..... 183
42.13.1. Pulsante manuale indirizzato a rottura vetro ..... 183
42.13.2. Modulo uscita indirizzato ..... 184
42.13.3. Centrale analogica rivelazione incendio ..... 184
42.14. Impianto EVAC ..... 184
42.15. Impianto antintrusione ..... 186
42.16. Impianto TVCC ..... 188
42.17. Impianto di cablaggio strutturato per la trasmissione dei segnali telefonici e dati ..... 188

## 1. INTRODUZIONE E PREMESSE

Il presente documento costituisce il Disciplinare Descrittivo Prestazionale del progetto definitivo del nuovo edificio scolastico ad Empoli presso il complesso già esistente in Via R. Sanzio.

L'edificio andrà ad ospitare un istituto di secondo grado con, a servizio, una palestra utilizzabile anche in orario extra-scolastico.

La redazione del progetto definitivo risulta disciplinato, oltre che dal presente capitolato prestazionale, anche da quanto contenuto negli elaborati e documenti che compongono il progetto, nonché da tutte le norme, prescrizioni e regole tecniche nazionali ed europee che riguardano le specifiche lavorazioni.

## 2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

La progettazione ed i lavori per la realizzazione dell'edificio scolastico, oggetto del presente Capitolato Speciale d'Appalto, sono sottoposti a tutte le disposizioni di legge, i provvedimenti ministeriali e circolari interessanti il presente appalto. Tutte le opere nonché gli impianti devono essere inoltre progettate e realizzate conformemente a tutte le Leggi, Decreti, Norme e regolamenti ivi applicabili ed in ottemperanza alle prescrizioni riportate dalle seguenti leggi e normative, secondo la destinazione d'uso dell'edificio.

Si è pertanto tenuto conto, in fase di progettazione, di tutte le disposizioni di legge e regolamenti applicabili, nelle parti che hanno attinenza con le opere pubbliche, tra cui, in particolare:

- D.Lgs. 18 aprile 2016 n. 50 e ss.mm.ii., "Codice dei contratti pubblici"
- D.P.R. 5 ottobre 2010 n. 207
- D.M. 24 dicembre 2015, D.M. 24 maggio 2016, D.M. 11 ottobre 2017 sui Criteri Ambientali Minimi
- D.M. 19 aprile 2000 n. 145, recante il "*Capitolato Generale per gli appalti delle opere pubbliche*", per gli articoli ancora in vigore;
- R.D. 18 novembre 1923, n. 2440 sull'amministrazione del patrimonio e sulla contabilità generale dello Stato e relativo Regolamento approvato con R.D. 22 maggio 1924, n. 927;
- D.M. 18 dicembre 1975, recante le "Norme tecniche relative all'edilizia scolastica, compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica da osservarsi nell'esecuzione di opere di edilizia scolastica";
- L. 11 gennaio 1996 n. 23, recante le "*Norme per l'edilizia scolastica*";
- D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 e ss.mm.ii., recante l'"Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- D.Lgs. 106/2009 e ss.mm.ii.;
- Decreto Ministeriale n. 37/2008 e ss.mm.ii. relativo all'installazione agli impianti a servizio degli edifici;
- Legge n.136 del 13 agosto 2010 e ss.mm.ii. (tracciabilità dei flussi finanziari);

- D.Lgs. n. 235/2003 e ss.mm.ii., inerente le modalità di uso e smontaggio dei ponteggi;
- le leggi, i decreti e le circolari ministeriali vigenti alla data di esecuzione dei lavori;
- le leggi, i decreti, i regolamenti e le circolari vigenti nella Regione, Provincia e Comune nel quale devono essere eseguite le opere oggetto del presente appalto;
- le norme emanate da enti ufficiali quali CNR, UNI, CEI, ecc., anche se non espressamente richiamate, e tutte le norme modificative e/o sostitutive delle disposizioni precedenti, che venissero eventualmente emanate nel corso della esecuzione dei lavori;
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086, recante le "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64, recante i "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018, recante l'"*Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni*" (norma NTC 2018);
- Circolare n. 617 del 02.02.2009, recante le "*Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008*" (norma NTC 2008 - Istruzioni), considerando che le opere da realizzare rientrano tra le costruzioni di classe d'uso IV (norma NTC 2008);
- Consiglio Superiore dei lavori Pubblici – istruzioni per l'applicazione delle "*Norme tecniche per le costruzioni*" di cui al D.M. 14 gennaio 2008, nonché secondo tutte norme UNI EN relative ai vari materiali impiegati nella realizzazione degli edifici;
- Ordinanza DPCM 3274 del 20 marzo 2003, cosi come integrata dalle ordinanze 3379 del 5 novembre 2004 e 3431 del 3 maggio 2005, relativa ai criteri per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- Decreto Ministeriale del 26 agosto 1992, recante le "*Norme di prevenzione incendi per l'edilizia - scolastica*";
- Decreto del Ministro dell'Interno del 26 giugno del 1984 e s.m.i., recante l'"*Omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi*";
- D.P.R. n. 151 del 1° agosto 2011, recante il "*Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi*", a norma dell'Art. 49, comma 4-*quater*, del D.L. n. 78 del 31 maggio 2010 convertito con modificazioni dalla L. n. 122 del 30 luglio 2010;
- Decreto Ministeriale 10 marzo 1998, recante i "Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro";
- Regio Decreto n.773 del 18 giugno 1931, recante il "*Testo Unico delle Leggi di Pubblica Sicurezza*";
- EUROCODICE 2, in merito alla "Progettazione delle strutture di calcestruzzo";
- EUROCODICE 5, in merito alla "*Progettazione delle strutture in legno*", parte 1.1.: regole generali e per gli edifici;

- EUROCODICE 8, “Design of structures for earthquake resistance – General rules, sismic actions and rules for buildings”;
- le leggi, i decreti, le norme ed i regolamenti inerenti il miglioramento della prestazione energetica;
- DPCM del 5.12.97, recante la “Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici”;
- le leggi, i decreti, le norme ed i regolamenti inerenti l’eliminazione ed il superamento delle barriere architettoniche (D.P.R. 503/96 e DM 236/89), comprese quelle per i non/ipo-vedenti;
- Decreto Legge 21 giugno 2013 n.69, convertito con modificazioni dalla Legge n.98 del 09/08/2013, di cui alla Gazzetta Ufficiale n. 194 del 20/08/2013 in vigore dal 21/08/2013;
- Linee Guida 11.04.2013, recante le “Norme tecniche-quadro, contenenti gli indici minimi e massimi di funzionalità urbanistica, edilizia, anche con riferimento alle tecnologie in materia di efficienza e risparmio energetico e produzione da fonti energetiche rinnovabili, e didattica indispensabili a garantire indirizzi progettuali di riferimento adeguati e omogenei sul territorio nazionale”.

## 3. OGGETTO DELL’APPALTO

Il presente Disciplinare Descrittivo Prestazionale ha per oggetto la progettazione definitiva dei lavori per la realizzazione del nuovo edificio scolastico presso Via R. Sanzio nel comune di Empoli.
Le opere da realizzare sono individuate negli elaborati e nelle relazioni di accompagnamento del progetto definitivo.

## 4. DESCRIZIONE SOMMARIA DELLE OPERE DA ESEGUIRE

Le opere oggetto dell'appalto, a livello di progetto definitivo, possono riassumersi in:
- progettazione definitiva e coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione di un edificio scolastico composto da:
- blocco scuola;
- blocco palestra;
- blocco uffici;
- blocco atrio/laboratori.

## 5. SCAVI E RINTERRI

La movimentazione della terra prevista nel progetto definitivo della nuova scuola di Empoli riguarderà gli scavi per la realizzazione delle fondazioni dei diversi blocchi che costituiscono l’edificio, i sottoservizi e reti oltre che quelli per le sistemazioni esterne, in particolare per lo scotico superficiale di almeno 60 cm e le fondazioni delle recinzioni esterne. Tali scavi saranno eseguiti prevedendo di lasciare sul sito il terreno vegetale ed il materiale di risulta degli strati sottostanti nella misura necessaria ai rinterri ed alle sistemazioni esterne

previste in progetto (Rif. 2.2.3 CAM 2017). Tali materie provenienti dagli scavi dovranno essere depositate in luogo adatto, per essere poi riprese a tempo opportuno. In genere bisognerà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti e sarà vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi.
Le materie provenienti dagli scavi in genere, ove non siano utilizzabili, o non ritenute adatte, dovranno essere portate a rifiuto fuori della sede del cantiere, ai pubblici scarichi, ovvero su aree che l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese.
Gli scavi riguardanti le fondazioni dell'edificio in progetto dovranno essere spinti fino a terreno stabile e riconosciuto idoneo all'appoggio dei carichi insistenti, sulla scorta anche delle relazioni geologica e geotecnica.

## 6. STRUTTURE

L'intero fabbricato sarà realizzato sarà realizzato in zona sismica 3.
La vita nominale di un'opera strutturale VN è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 1:

*Tab. 1 - Vita nominale $V_N$ per diversi tipi di opere*

| TIPI DI COSTRUZIONE | | Vita Nominale VN (in anni) |
|---|---|---|
| ***1*** | Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva | ≤10 |
| ***2*** | Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale | 50 |
| ***3*** | Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica | 100 |

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

*Tab. 2 - Classificazione delle costruzioni*

| CLASSI D'USO | $T_C^*$ [s] |
|---|---|
| ***Classe I*** | Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli |
| ***Classe II*** | Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali |

| CLASSI D'USO | $T_C^*$[s] |
|---|---|
| | essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso *III* o in Classe d'uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti |
| ***Classe III*** | Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso *IV*. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso |
| ***Classe IV*** | Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. |

Le azioni sismiche vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale VN per il coefficiente d'uso CU:

$$V_R = V_N \times C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso CU è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 3.

*Tab. 3 - Valori del coefficiente d'uso $C_U$*

| CLASSI D'USO | I | II | III | IV |
|---|---|---|---|---|
| **COEFFICIENTE $C_U$** | 0,7 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |

Nel caso specifico si sono assunte le seguenti ipotesi:

*Tabella 4 Quadro riepilogativo dei valori utilizzati*

| Parametro | Valore |
|---|---|
| Classe d'uso | **III** |
| Vita nominale $V_N$ | **50 anni** |
| Coefficiente d'uso $C_U$ | **1,5** |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica, $V_R=V_N \times C_U$ | **75 anni** |

L'azione sismica sulla struttura in esame è caratterizzata da tre componenti traslazionali X, Y e Z nel piano orizzontale e verticale tra loro ortogonali, considerate agenti in modo indipendente.
La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (suolo di categoria C quale definita al § 3.2.2 delle NTC), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente Se(T), con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR , come definite nella tabella sottostante, nel periodo di riferimento VR.

Tab. 5 - Probabilità di superamento $Pv_R$ al variare dello stato limite considerato

| Stati limite | | **$Pv_R$: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$** |
|---|---|---|
| Stati limite di esercizio | SLO | 81% |
| | SLD | 63% |
| Stati limite ultimi | SLV | 10% |
| | SLC | 5% |

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei parametri su sito di riferimento rigido orizzontale.

Nel caso specifico essendo note le coordinate e le caratteristiche del sito otteniamo:

Latitudine del sito (ED50): **43.7164 deg**

Longitudine del sito (ED50): **10.9317 deg**

Classe d'uso: **III**

Vita nominale, $V_N$: **50 anni**

Coefficiente d'uso (edificio rilevante), $C_u$: **1,5**

Periodo di riferimento, $V_R=V_N \times C_U$: **75 anni**

Categoria suolo: **C**

Categoria topografica: **T1** (pendii con pendenza media < 15°)

Smorzamento: **5%**

si ha:

| spettro di domanda | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | PVR | TR [anni] | ag[g] | F0 | Tc* [s] | PGA_d=S*ag[g] |
| ***SLO*** | 0.68800002 | 64 | 0.05801718 | 2.597044818 | 0.2661886 | 0.087025775 |
| ***SLD*** | 0.55830002 | 92 | 0.06617558 | 2.588243434 | 0.2714821 | 0.099263376 |
| ***SLV*** | 0.0983 | 725 | 0.14269251 | 2.453186678 | 0.2904222 | 0.212607442 |
| ***SLC*** | 0.0496 | 1474 | 0.18039526 | 2.423637115 | 0.2958441 | 0.259349288 |

| *Ss* | *Cc* | St | S=Ss*St | TB [s] | TC [s] | TD [s] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.5 | 1.625088 | 1 | 1.500 | 0.1441933 | 0.4325798 | 1.8320687 |
| 1.5 | 1.614562 | 1 | 1.500 | 0.1461082 | 0.4383247 | 1.8647023 |
| 1.49 | 1.579027 | 1 | 1.490 | 0.1528615 | 0.4585844 | 2.1707700 |
| 1.44 | 1.569418 | 1 | 1.438 | 0.1547677 | 0.4643030 | 2.3215810 |

### 6.1. Calcestruzzo armato

La struttura delle fondazioni potrà essere realizzata in calcestruzzo armato realizzato in situ.

Le strutture di fondazione sono realizzate mediante graticcio di travi rovesce in cemento armato con sezione a T.

#### 6.1.1. Casseforme

Le casseforme, in relazione al tipo di impiego, potranno essere costruite con tavole di legno, oppure con pannelli di compensato e tamburato, oppure con lastre nervate metalliche, la cui superficie potrà essere trattata con idonei prodotti disarmanti per agevolare il distacco del calcestruzzo.

L'impiego di detti prodotti dovrà essere attuato con cautela, secondo le prescrizioni del Produttore, previo benestare della Direzione dei Lavori. Le casseforme dovranno essere a tenuta (sufficientemente stagne) affinché il costipamento del calcestruzzo, in esse contenuto, non provochi la perdita di quantità consistenti di materiali (acqua, boiacca, ecc.). Le casseforme dovranno essere rigide, opportunamente rinforzate e non presentare deformazione alcuna sotto l'azione del carico di calcestruzzo fresco in esse contenuto e sotto l'azione delle operazioni di vibratura e battitura del conglomerato. Il loro dimensionamento sarà fatto caso per caso, tenuto conto dei tassi di lavoro dei materiali impiegati e delle sollecitazioni a cui saranno

sottoposti. Nel caso di casseri in legno lo spessore delle tavole non sarà inferiore a 25 mm.
I distanziatori dovranno essere posti in opera con cura, a distanze regolari, e quindi sigillati con malte antiritiro. I casseri, di qualunque tipo, dovranno essere costruiti in modo da permettere un primo disarmo di sponde ed altre parti non essenziali alla stabilità, senza che il manufatto subisca danni.
La manutenzione dei casseri dovrà essere eseguita con cura, selezionando le parti integre da quelle ammalorate.
Prima della esecuzione dei getti, i casseri verranno ispezionati e controllati dalla Direzione dei Lavori al fine di verificarne:
- la corrispondenza tra esecuzione e progetto;
- l'indeformabilità e resistenza al carico del calcestruzzo;
- l'idoneità dei materiali impiegati;
- la sicurezza di accesso e di lavoro per le maestranze.

Disarmo

Il disarmo verrà effettuato per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche sui vari elementi strutturali. Esso non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore ritenuto necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive.
Per facilitare il disarmo, la superficie delle casseforme potrà essere convenientemente trattata con prodotti disarmanti, i quali non dovranno condizionare la riuscita del getto. In particolare questi prodotti non dovranno combinarsi con gli impasti e pregiudicarne la presa; dovranno essere comunque impiegati secondo i dettagli della Ditta fabbricante e dovranno essere approvati dalla D.L..
Per le strutture portanti in conglomerato non armato, si dovranno osservare i tempi di disarmo previsti per le travi. Per le strutture particolarmente complesse, i tempi di disarmo verranno stabiliti in accordo con il progettista delle strutture stesse e con la Direzione dei Lavori.

### 6.1.2. Acciaio per armatura

Reti

Sotto la denominazione di reti di acciaio elettrosaldate rientrano le reti a maglia quadrata o rettangolare. Le reti di norma dovranno essere fornite in pannelli prefabbricati piani o arrotolati secondo le dimensioni (maglia e diametro) prescritte dal progetto.

Condizioni di fornitura

Il tondo per cemento armato (in barre o assemblato in reti e tralicci) deve essere esente da difetti tali da

pregiudicarne l'impiego: screpolature, scaglie, bruciature, ossidazione, ricopertura da sostanze che possano ridurne l'aderenza al conglomerato, ecc..

Ogni fornitura dovrà essere accompagnata da almeno uno dei seguenti certificati rilasciati da laboratori ufficiali:

- attestato di conformità;
- certificato di provenienza;
- certificato di controllo;
- certificato di collaudo;
- verbale di collaudo.

Tutte le forniture devono essere marchiate dal Produttore con indicato il riferimento alla Azienda produttrice ed allo stabilimento di produzione, il tipo di acciaio e l'eventuale saldabilità.

Caratteristiche meccaniche e tecnologiche

Per le proprietà dell'acciaio si rimanda alle NTC 2018.

Messa in opera

È vietato mettere in opera armature ossidate, corrose o recanti difetti superficiali che ne pregiudichino la resistenza, o ricoperte da sostanze che possano ridurne l'aderenza al conglomerato.

Le armature che presentino superficie grassa e ricoperta da prodotti vernicianti, dovranno essere passate alla fiamma e quindi ben pulite.

Lo stoccaggio in cantiere dovrà essere realizzato in modo tale da isolare le armature dal suolo e dall'umidità in esso contenuta. La sagomatura, il diametro, la lunghezza, le giunzioni e gli ancoraggi delle barre dovranno essere eseguiti in conformità al progetto ed alla normativa vigente.

Le barre ed armature in genere verranno collegate mediante legature con filo di ferro ricotto. Sono proibite saldature in opera o fuori opera per tutti i tipi di acciaio per i quali il produttore non abbia garantito e dichiarato la saldabilità. Punti di saldature saranno ammessi solo se indicati in progetto o autorizzati dalla Direzione Lavori. Laddove prescritto le armature dovranno essere collegate solidalmente fra loro in modo da garantire la continuità elettrica e da permettere il loro collegamento alla rete generale di messa a terra e/o all'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche.

Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento su armature già lavorate.

Prima della loro lavorazione (taglio, piegatura e sagomatura) e del loro montaggio, le armature dovranno essere ispezionate ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

Per garantire la corretta ricopertura delle armature con il calcestruzzo (copriferro) e per impedire eventuali movimenti delle armature all'interno dei casseri, dovranno essere posti in opera opportuni distanziatori di

materiale plastico, agenti tra le barre e le pareti dei casseri.
La superficie dell'armatura resistente (comprese le staffe) deve distare dalle facce esterne del conglomerato in funzione della classe di esposizione stabilita dalla normativa vigente in relazione all'ambiente di realizzazione delle opere.

Controlli sulle barre di armatura
Il prelievo dei campioni e metodi di prova saranno effettuati conformemente alla norma UNI 6407-69.

Controlli in stabilimento.
Tutte le forniture di acciai sottoposti a controlli in stabilimento debbono essere accompagnate da un certificato di laboratorio ufficiale riferito al tipo di armatura di cui trattasi. La data del certificato non deve essere anteriore di tre mesi alla data di spedizione.
Controlli in cantiere
Il controllo in cantiere è obbligatorio sia per acciai non controllati in stabilimento, sia per acciai controllati, in ragione di 3 spezzoni marchiati di uno stesso diametro, scelto entro ciascun gruppo di diametri per ciascuna partita prescelta. Le domande di prove ai laboratori ufficiali dovranno essere sottoscritte dal Direttore dei Lavori e dovranno contenere indicazioni sulla fornitura di appartenenza.

Protezione delle armature
Nel caso di maltempo, di esposizione ad agenti aggressivi, ecc. le armature dovranno essere adeguatamente protette con teli impermeabili o con gli accorgimenti prescritti dalla Direzione dei Lavori.

### 6.1.3. Calcestruzzi

Normativa di riferimento
Nuove norme tecniche per le costruzioni DM 17 gennaio 2018

Prelievi
I prelievi per il controllo della composizione dei getti dovranno essere effettuati secondo la norma UNI 6126 - Prelevamento di campioni di calcestruzzo in cantiere.
Le domande di prove ai laboratori ufficiali dovranno essere sottoscritte dal Direttore dei Lavori e dovranno contenere precise indicazioni sulla ubicazione del prelievo.

Conservazione, provenienza e qualità dei componenti
a) Leganti

I leganti idraulici da impiegare saranno, esclusivamente, solo quelli previsti dalla Legge 26 maggio 1965, n. 595 e le norme armonizzate della serie EN197 e dovranno essere dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme EN197-1 ed EN197-2.

b) Aggregati

Sono idonei alla produzione di conglomerato cementizio gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI ENI 12620.

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

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

c) Aggiunte

È ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali del conglomerato cementizio.

d) Additivi

Devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea EN934-2.

e) Acqua

L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante.

<u>Confezionamento del calcestruzzo</u>

Gli inerti dovranno essere prelevati in modo costante ed uniforme per garantirne l'umidità e la granulometria. In nessun caso gli inerti potranno contenere neve o ghiaccio.

Il cemento sfuso dovrà essere contenuto in sili con il caricamento in alto e lo svuotamento per gravità in basso. L'acqua all'immissione dovrà avere una temperatura compresa tra 0° e 40°.

La miscelazione degli elementi dovrà avvenire con la seguente successione: inerti, cemento, acqua, additivi.

La miscelazione potrà essere effettuata direttamente in cantiere, oppure presso impianti di confezionamento. In ambedue i casi dovranno essere certificati gli impianti per verificare che il

confezionamento del calcestruzzo avvenga in regime di qualità e con i controlli ispettivi prescritti dal manuale di qualità del produttore. La miscelazione dovrà essere effettuata in ogni caso meccanicamente, in modo tale da garantire la massima omogeneità dell'impasto. Nel caso di miscelazione a bordo di autobetoniere, questa dovrà essere eseguita in un'unica fase con automezzo fermo ed alla massima velocità di rotazione indicata dalla casa produttrice del contenitore. Il numero di giri totali non dovrà essere inferiore a 50.

Trasporto

L'operazione di trasporto dovrà avere luogo prima che abbia inizio il fenomeno di presa.

Il calcestruzzo dovrà essere trasportato dal luogo di fabbricazione al luogo d'impiego in condizioni tali da evitare possibili segregazioni tra i componenti dell'impasto e la perdita di uno qualunque degli elementi costituenti della miscela (in particolare una eccessiva evaporazione dell'acqua) o l'intrusione di materie estranee. È vietata l'aggiunta di acqua durante il trasporto.

Qualora sussista il pericolo per particolari condizioni ambientali di una segregazione degli elementi, dovranno essere impiegati calcestruzzi preconfezionati speciali, garantiti e certificati dal produttore, a consistenza plastica o fluida, con una granulometria degli inerti appositamente studiata, in relazione ad una maggiore percentuale della parte fine (cemento e sabbia).

Nel caso di trasporto con mezzi dotati di agitatore oppure con autobetoniere, lo scarico del calcestruzzo dovrà avvenire entro e non oltre le 2 ore dal suo confezionamento, e ciò, in relazione al tipo di cemento, alle caratteristiche dell'impasto ed alle condizioni ambientali.

Getto e messa in opera

Il calcestruzzo deve essere messo in opera nelle casseforme nel più breve tempo possibile dopo il suo confezionamento (prima dell'inizio del fenomeno di presa) in strati orizzontali omogenei, di spessore uniforme. La fase di messa in opera deve avvenire in modo continuo e graduale, senza interruzioni.

Nel caso di getto per caduta libera e per un'altezza che possa provocare fenomeni di segregazione dei componenti,

dovranno essere impiegate canale inclinate a superficie liscia, ben pulite e preventivamente lavate. Il getto in casseforme di altezza rilevante dovrà avvenire con cura, sempre gradualmente per strati successivi, controllando che lo strato di fondo abbia aderito perfettamente, senza fenomeni di disgregazione, al precedente getto. Durante il getto l'impasto non dovrà essere mai modificato, specie con l'aggiunta di acqua od altri prodotti.

La messa in opera del conglomerato deve avvenire in modo tale che il calcestruzzo conservi la sua omogeneità, evitando il rischio della segregazione dei componenti e curando che esso non venga a contatto

con strati di polvere o residui di qualsiasi natura o con elementi suscettibili di assorbire acqua, senza che questi siano stati adeguatamente bagnati prima del getto. La presa del cemento e l'indurimento del conglomerato devono avvenire gradualmente, in modo da garantire il raggiungimento in opera della resistenza di progetto.

Costipamento

Qualsiasi operazione di costipamento deve essere eseguita prima dell'inizio del fenomeno di presa.

Il costipamento deve essere eseguito con la massima cura, in direzione ortogonale agli strati di getto e dovrà raggiungere lo scopo di garantire il completo riempimento delle casseforme e di tutti i vuoti eventualmente residui.

Costipamento per vibrazione

I vibratori possono essere applicati ai casseri, oppure agire direttamente sul getto stesso. La forma, le dimensioni e le posizioni di applicazione dei vibratori, la frequenza e l'ampiezza delle vibrazioni impiegate, nonché l'entità della massa vibrante, devono essere commisurate alle caratteristiche geometriche della massa di calcestruzzo da vibrare, alle armature, agli inserti ed alla disposizione di questi nel getto, nonché alla composizione granulometrica del calcestruzzo. La vibrazione del calcestruzzo va eseguita con particolari cautele al fine di evitare conseguenze dannose (ad es.: la vibrazione del getto fresco può causare danni ai getti precedenti, specie quando si usino le armature per trasmettere al getto le vibrazioni su zone più estese o quando la vibrazione viene trasmessa al getto attraverso i casseri).

Analoga cautela va osservata per la durata di applicazione locale della vibrazione, onde evitare ogni segregazione dei componenti dell'impasto; un indice dell'inizio di questo fenomeno è la comparsa di acqua sulla superficie del getto. La durata della vibrazione non dovrà eccedere i 100 secondi.

È proibito applicare le vibrazioni alle armature.

La vibrazione meccanica andrà sempre eseguita per impasti con un rapporto acqua/cemento minore di 0,45 e nel caso di utilizzo di cementi 425 o 525.

Costipamento manuale

Per lavori di limitata entità e quando non sia possibile l'impiego di mezzi meccanici, il costipamento potrà essere eseguito manualmente con l'ausilio di pestelli in legno o metallici. In questi casi, onde assicurare l'efficacia del costipamento, è opportuno l'impiego di un calcestruzzo a consistenza plastica realizzando il costipamento per strati successivi.

Il costipamento andrà interrotto al manifestarsi di un leggero velo di acqua sulla superficie del calcestruzzo.

Getti a basse temperature

Allorquando la temperatura ambiente è inferiore a +5°C, il getto può essere eseguito ove si realizzino condizioni tali che la temperatura del conglomerato non scenda sotto i +5°C al momento del getto e durante il periodo iniziale dell'indurimento.

Per ottenere una temperatura del calcestruzzo tale da consentirne il getto, si può procedere con uno o più dei seguenti provvedimenti: riscaldamento degli inerti e dell'acqua d'impasto, aumento del contenuto di cemento, con conseguente riduzione del rapporto acqua/cemento utilizzando additivi superfluidificanti, impiego di cementi a indurimento più rapido, riscaldamento dell'ambiente di getto. Prima del getto le casseforme, le armature e qualunque superficie con la quale il calcestruzzo verrà a contatto devono essere ripulite da eventuale neve e ghiaccio e possibilmente devono essere mantenute ad una temperatura prossima a quella del getto.

In ogni caso, il getto dovrà essere protetto dalla neve e dal vento.

Allorquando la temperatura ambiente è inferiore a -5°C, i getti debbono in ogni caso essere sospesi.

Getti a temperature elevate

Per effettuare il getto in ambienti a temperature elevate (anche superiori a +35°C), devono essere presi tutti i provvedimenti atti a ridurre la temperatura della massa del calcestruzzo, specie durante il periodo di presa. Inoltre si dovrà evitare che il getto subisca una presa ed una evaporazione dell'acqua di impasto troppo rapida. Il calcestruzzo e i casseri dovranno essere irrorati in continuità e protetti dall'insolamento diretto e dal vento con prodotti o manufatti adeguati.

Comunque si dovrà fare in modo che la temperatura della massa di calcestruzzo non superi i +35°C, all'inizio della presa, e si mantenga inferiore ai +75°C, per tutto il periodo successivo, tenendo presente che il salto tra le due temperature non dovrà superare i 40°C.

Getti contro terra

È di norma proibito effettuare getti direttamente contro terra. Qualora però per particolari condizioni ambientali, previa autorizzazione della D.L., si dovesse procedere in tale senso, il terreno a contatto del getto dovrà essere stabile o adeguatamente stabilizzato e non dovrà produrre alterazioni della quantità dell'acqua dell'impasto. Inoltre non dovrà presentare in superficie materiale sciolto che potrebbe mescolarsi al calcestruzzo.

Normalmente si richiede una opportuna preparazione della superficie del terreno mediante calcestruzzo magro fondazioni, calcestruzzo proiettato per gallerie, pozzi e muri di sostegno, ecc..

I ricoprimenti delle armature dovranno essere simili a quelli utilizzati in ambienti aggressivi.

Interruzione di getto

I getti dovranno essere adeguatamente programmati in modo tale che le interruzioni avvengano in corrispondenza di manufatti compiuti. Qualora ciò non fosse possibile per il sopravvenire di eventi imprevedibili, si dovranno porre in opera tutte le precauzioni (ad es.: uso di ritardanti, resine sintetiche, armature supplementari, ecc.) atte ad escludere qualsiasi rischio di riduzione della resistenza del calcestruzzo. In corrispondenza delle interruzioni di getto per travi e solai, il calcestruzzo dovrà essere contenuto entro i casseri da pareti provvisorie: non saranno ammesse interruzioni di getto con calcestruzzo fresco libero nelle sue parti terminali e non opportunamente contrastato da superfici solide. Nel caso di presenza di falde d'acqua in pressione sarà necessario prevedere l'uso di profili waterstop per la tenuta idraulica in corrispondenza dell'interruzione di getto.

Riprese del getto

Le superfici di ripresa devono essere pulite, scabre, con l'inerte in buona evidenza e adeguatamente inumidite. Le riprese, non previste in fase di progetto, devono essere eseguite in senso pressoché normale alla direzione degli sforzi di compressione, escludendo le zone di massimo momento flettente. Se una interruzione del getto producesse una superficie di ripresa mal orientata, il conglomerato dovrà essere demolito onde realizzare una superficie opportunamente orientata per la ripresa. La ripresa di getto potrà anche essere realizzata provvedendo alla preparazione del fronte di ripresa, previa pulizia delle superfici, con resine epossidiche e collegamento tra il vecchio ed il nuovo getto mediante l'interposizione di lamiere stirate.

Bagnatura e protezione dei getti

Al fine di assicurare al calcestruzzo le più adatte condizioni termoigrometriche durante la presa e l'indurimento e fino a quando il calcestruzzo non abbia raggiunto il 70% della resistenza prevista nel progetto, si dovrà ricorrere all'umidificazione delle superfici del getto e/o alla posa di teli di protezione, in particolare quando il getto presenti grandi superfici esposte. Si dovrà analogamente ricorrere alla protezione con teli anche quando ci sia il rischio di dilavamento del getto, in caso di piogge battenti o di essiccamento troppo rapido per un irraggiamento solare eccessivo.

Disarmo

Le operazioni di disarmo avranno inizio ad avvenuta maturazione del calcestruzzo ed al raggiungimento di una resistenza sufficiente a garantire che il manufatto non subisca deformazioni una volta disarmato. Il disarmo dovrà avvenire in modo graduale e garantendo in ogni momento la sicurezza degli operatori. I tempi di disarmo sono strettamente correlati al tipo di impasto impiegato, alle caratteristiche del manufatto (muri, pilastri o solai, archi, aggetti, ecc.) ed alle condizioni ambientali.

Accettazione del calcestruzzo

Una volta disarmato il calcestruzzo deve essere sottoposto al controllo della D.L. che provvederà a

verificarne l'uniformità, l'omogeneità di getto, la planarità e l'assenza di difetti quali:

- cavità residue;
- vespai;
- ferri di armatura in superficie;
- tracce di disgregazione;
- deformazioni;
- mancanza di rettilinearità degli spigoli;
- bombature e/o screpolature;
- scurettature deformate o mancanti;

In tali casi la D.L. giudicherà l'eventuale riparabilità del manufatto, oppure ne potrà ordinare la demolizione a suo insindacabile giudizio. Qualora il calcestruzzo risultasse particolarmente degradato, la D.L. ordinerà l'effettuazione di tutti i prelievi e prove necessarie per accertare la rispondenza del calcestruzzo ai valori di resistenza di progetto. Tutte le prove ed i successivi interventi di riparazione e/o di rifacimento sono a totale carico dell'Impresa esecutrice.

Prove sui calcestruzzi

Prove sui calcestruzzi dovranno essere eseguite in fase preliminare per determinare i pesi percentuali dei componenti l'impasto per il raggiungimento delle resistenze di progetto: in corso d'opera prima della fase di getto per determinare la consistenza corretta dell'impasto, la sua omogeneità, la sua lavorabilità e durante il getto con il prelievo dei cubetti per la verifica della resistenza del calcestruzzo a 28 gg. da parte di laboratori ufficiali.

Ogni prelievo deve essere accuratamente registrato, con marchiatura del prelievo indicante luogo, ora, posizione, condizioni ambientali, operatore, ecc. I prelievi dovranno essere eseguiti alla presenza della D.L.

Diametri degli inerti

Per la determinazione in cantiere del diametro degli inerti impiegati si procederà come segue.

Dalla massa di calcestruzzo da esaminare si preleveranno circa 10 kg di materiale. Tale quantità, dopo pesatura (sia P il peso), verrà posta in un vaglio, con diametro dei fori corrispondente al diametro massimo nominale D dell'inerte, e setacciata in acqua. Il residuo del vaglio sarà scolato e pesato (sia p il peso). La percentuale di elementi d'inerte con diametro D, di valore p/P x 100, non dovrà superare il 3% (residuo al vaglio). Nella misura dei pesi P e p è accettato un errore non superiore allo 0,2%. La prova deve essere eseguita entro 30 minuti dal prelievo di calcestruzzo, a meno che non vengano impiegati ritardanti di presa. Il controllo deve essere eseguito ogni qualvolta vari la provenienza e/o la qualità degli inerti.

La verifica della consistenza del calcestruzzo

La verifica della consistenza del calcestruzzo dovrà essere eseguita prima di ogni getto, immediatamente dopo il prelievo, ed almeno una volta al giorno, secondo le modalità delle norme vigenti (metodo del cono di Abrams).

Strati superficiali del getto

Dopo che ogni singola parte sia stata disarmata, le superfici dei getti, previo benestare della Direzione dei Lavori, potranno essere regolarizzate in modo da togliere eventuali risalti e sbavature, riempire i vuoti e riparare parti eventualmente non perfettamente riuscite. Le superfici dovranno presentare le seguenti caratteristiche essenziali: avere un colore uniforme proprio del calcestruzzo solido; non sono consentiti schiarimenti dovuti a separazione della calce, screziature o corpi estranei;

essere continue, quindi prive di nidi di ghiaia o di sabbia, pori di aria, zone magre, screpolature di ritiro o di assestamento, danni del gelo o degli additivi antigelo, scalpellature e fresature, perdite di sabbia in superficie (irruvidimenti), distacchi della pellicola di cemento, presenza di alghe, funghi, macchie di olio, fuliggine, ruggine e simili, presenza di corrosioni dovute sia agli acidi che all'aggressione di solfati e simili, ecc.

Armature per calcestruzzo

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente D. Min. Infrastrutture 17 Gennaio 2018 e circolare esplicativa al D. Min. Infrastrutture 14 Gennaio 2008 ("Nuova circolare delle norme tecniche per le costruzioni"). È fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

### 6.2. Acciaio

Le strutture di acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dalla legge 5 novembre 1971, n. 1086 «Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica», dalla legge 2 febbraio 1974, n. 64.

«Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche», dalle Circolari e dai Decreti Ministeriali in vigore attuativi delle leggi citate.

L'impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della direzione dei lavori:

a) gli elaborati progettuali esecutivi di cantiere, comprensivi dei disegni esecutivi di officina, sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e peso teorici di ciascun elemento costituente la struttura, nonché la qualità degli acciai da impiegare;

b) tutte le indicazioni necessarie alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle opere di fondazione.

I suddetti elaborati dovranno essere redatti a cura e spese dell'Appaltatore.

#### 6.2.1.Collaudo tecnologico dei materiali

Ogni volta che i materiali destinati alla costruzione di strutture di acciaio pervengono dagli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'Impresa darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la destinazione costruttiva e la documentazione di accompagnamento della ferriera costituita da:

- attestato di controllo;
- dichiarazione che il prodotto é «qualificato» secondo le norme vigenti.

La direzione dei lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni di prodotto qualificato da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno, per verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori deve effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire idonea conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura.

Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'Impresa.

Le prove e le modalità di esecuzione sono quelle prescritte dal D.M. 27 luglio 1985 e successivi aggiornamenti ed altri eventuali a seconda del tipo di metallo in esame.

#### 6.2.2.Controllo in corso di lavorazione

L'Impresa dovra' essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovra' esibire la copia a richiesta della direzione dei lavori.

Alla direzione dei lavori e' riservata comunque la facolta' di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterra' opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'impresa informera' la direzione dei lavori, la quale dara' risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

#### 6.2.3.Montaggio

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sara' effettuato in conformita' a quanto, a tale riguardo, e' previsto nella relazione di calcolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovra' porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sara' eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo. In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovra' controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilita' delle strutture dovra' essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovra' essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovra' procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro sopraccitato, si dovra' procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

E' ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purche' questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovra' risultare da certificato rilasciato da laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese.

Per le unioni con bulloni, l'impresa effettuera', alla presenza della direzione dei lavori, un controllo di serraggio su un numero adeguato di bulloni.

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovra' essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla eventuale sottostante sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione dei lavori.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'impresa e' tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata, ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

#### 6.2.4.Prove di carico e collaudo statico

Prima di sottoporre le strutture di acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, quando prevista, verra' eseguita da parte della direzione dei lavori una accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformita' ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.

Ove nulla osti, si procedera' quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'impresa, secondo le prescrizioni contenute nei Decreti Ministeriali, emanati in applicazione della Legge 1086171.

### 6.3. Legno

Le opere in legno dovranno essere eseguite secondo le indicazioni fornite dai disegni di progetto. Le forniture saranno complete di tutti i materiali, trattamenti ed accessori richiesti per una perfetta esecuzione.

Il legno, classificato secondo la resistenza meccanica e la rigidezza deve avere valori affidabili anche in base all'esame a vista dei difetti del legno e sulla misura non distruttiva di una o più caratteristiche (vedere ad esempio UNI 11035-2:2010).

I pannelli derivati dal legno (per esempio pannelli di fibre, pannelli di particelle, etc.) devono avere adeguate prescrizioni qualitative in uno stabilimento soggetto ad un costante controllo di qualità e ciascun pannello dovrà di regola portare una stampigliatura indicante la classe di qualità.

Per la determinazione delle caratteristiche fisico-meccaniche si dovrà fare ricorso anche alla normativa UNI vigente.

Tutti i legnami devono avere un'adeguata stagionatura, superfici piane, lisciate e conformi all'uso cui saranno destinati; dovranno essere, inoltre, trattati con prodotti contro l'azione dei parassiti e qualunque tipo di deterioramento proveniente dall'ambiente di esposizione.

I trattamenti protettivi non dovranno causare alterazioni nella forma e nel colore del legno né pregiudicare, in alcun modo, le fasi di lavorazione e verniciatura e dovranno essere trattati inoltre con sostanze ignifughe ed antitarlo.

Le diverse parti componenti le opere in legno dovranno essere collegate solidamente fra loro con particolare riguardo a quelle destinate a trasmettere sollecitazioni strutturali.

I giunti dovranno avere la forma e le dimensioni fissate dal progetto realizzando una perfetta corrispondenza dei piani senza l'uso di spessori od altri materiali.

Tutte le pareti destinate ad alloggiamenti particolari (incassati nei muri) od esposte in ambienti particolarmente aggressivi od in prossimità di fonti di calore, etc. dovranno essere protette con trattamenti, oltre a quelli già indicati e sempre a carico dell'appaltatore, ed isolamenti adatti alle condizioni d'uso.

L'appaltatore deve fornire alla Direzione Lavori 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 conformità secondo UNI EN 14081-1:2006;
- il marchio di identificazione del prodotto;
- 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'Amministrazione si riserva di fare eseguire dei prelievi di campioni di materiali da sottoporre a prove in base alla norma UNI EN 338 e UNI 11035, in quantità a discrezione della stessa. Le spese relative all'esecuzione delle prove di cui sopra saranno a carico dell'Appaltatore.

Il legno delle strutture dovrà essere certificato dal produttore come proveniente da taglio selettivo e da forestazioni programmate di essenze non in via di estinzione, stagionato in maniera naturale ed essiccato in autoclave ad aria compressa oppure mediante microonde, squadrato a quattro fili, di qualunque lunghezza e sezione, con trattamento preventivo a impregnazione a base di sali di boro e non con essenze impregnanti di sintesi petrolchimica.

### 6.3.1. Legnami in genere

I legnami, da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30.10.1912 e alle norme UNI 2853-57 e 4144-58, e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

Il legname si distinguerà, secondo le essenze e la resistenza di cui è dotato, in dolce e forte; si riterrà dolce il pioppo, l'ontano, l'abete, il pino nostrale, il tiglio, il platano, il salice, l'acero, mentre si riterrà forte la quercia, il noce, il frassino, l'olmo, il cipresso, il castagno, il larice, il pino svedese, il faggio.

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più diritte, affinché le fibre non riescano mozze dalla sega e si ritirino nelle connessure.

Nei legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere e senza scarniture, tollerandosene l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta.

### 6.3.2. Prodotti a base di legno

Si intendono per prodotti a base di legno quelli derivanti dalla semplice lavorazione e/o dalla trasformazione del legno che sono presentati solitamente sotto forma di segati, pannelli, lastre, ecc.

Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli, anche parziali, su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni del progetto.

I segati di legno, a complemento di quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione

d’uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

– mm. 10 di tolleranza su lunghezza e larghezza;

– mm. 2 di tolleranza sullo spessore;

– umidità non maggiore del 15%, misurata secondo la norma UNI 9021/2.

I pannelli a base di fibra di legno, oltre a quanto specificato nel progetto e/o negli articoli relativi alla destinazione d’uso, s’intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

– ± 3 mm di tolleranza su lunghezza e larghezza;

– mm 0,5 di tolleranza sullo spessore;

– umidità non maggiore dell’8 %;

– massa volumica: per tipo tenero < di 350 kg/$m^3$; per tipo semiduro compreso tra 350 e 800 kg/$m^3$; per tipo duro > 800 kg/$m^3$, misurata secondo la norma UNI 9343.

La superficie potrà essere:

– grezza, se mantenuta come risulta dalla pressatura;

– levigata, quando ha subito la lavorazione predetta.

Funzionalmente saranno del tipo:

– con assorbimento d’acqua massimo;

– con basso assorbimento di acqua;

– con resistenza a flessione;

– fonoisolanti.

Tali pannelli dovranno rispettare quanto prescritto dalle norme di riferimento, in particolare:

- UNI EN 316 – Pannelli di fibra di legno. Definizione, classificazione e simboli;
- UNI EN 318 – Pannelli di fibra di legno. Determinazione delle variazioni dimensionali associate a variazioni di umidità relativa;
- UNI EN 320 – Pannelli di fibra di legno. Determinazione della resistenza alla estrazione assiale delle viti;
- UNI EN 321 – Pannelli di fibra di legno. Prove cicliche in ambiente umido.

I pannelli a base di particelle di legno, a complemento di quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione d’uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

– ± 5 mm di tolleranza su lunghezza e larghezza;

– ± 0,5 mm di tolleranza sullo spessore;

– umidità del 10%, con tolleranza del ± 3%;

– superficie grezza, levigata o rivestita;

– resistenza al distacco degli strati esterni minimo 1 N/$mm^2$;

– rigonfiamento massimo dopo immersione in acqua 12%.

I pannelli di legno compensato e paniforti, a complemento di quanto specificato nel progetto o negli articoli

relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

– mm 5 di tolleranza su lunghezza e larghezza;

– mm 1 di tolleranza sullo spessore;

– umidità non maggiore del 12%.

Per i requisiti d'accettazione dei pannelli in legno compensato si farà riferimento alle seguenti norme:

- UNI EN 313-1 – Pannelli di legno compensato. Classificazione e terminologia. Classificazione;
- UNI EN 313-2 – Pannelli di legno compensato. Classificazione e terminologia. Terminologia;
- UNI EN 314-1 – Pannelli di legno compensato. Qualità dell'incollaggio. Metodi di prova;
- UNI EN 314-2 – Pannelli di legno compensato. Qualità dell'incollaggio. Requisiti;
- UNI EN 315 – Pannelli di legno compensato. Tolleranze dimensionali.

### 6.3.3.Il legno lamellare incollato

Gli elementi strutturali di legno lamellare incollato devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14080. I produttori di elementi di legno lamellare per uso strutturale, per cui non è ancora obbligatoria la procedura della marcatura CE ai sensi del D.P.R. n. 246/1993, e che non rientrano tra quei materiali e prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata (ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza), e per i quali sia invece prevista la qualificazione, devono essere qualificati così come specificato per il legno.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme UNI EN ISO 9001 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021. Ai fini della certificazione del sistema di garanzia della qualità del processo produttivo, il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme europee o internazionali applicabili.

I documenti che accompagnano ogni fornitura devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità del processo produttivo. Ai produttori di elementi in legno lamellare è fatto, altresì, obbligo di sottoporre la produzione, presso i propri stabilimenti, ad un controllo continuo documentato condotto sulla base della norma UNI EN 386. Il controllo della produzione deve essere effettuato a cura del direttore tecnico di stabilimento, che deve provvedere alla trascrizione dei risultati delle prove su appositi registri di produzione. Detti registri devono essere disponibili per il servizio tecnico centrale. Nella marchiatura dell'elemento, inoltre, deve essere riportato anche l'anno di produzione.

Le dimensioni delle singole lamelle dovranno rispettare i limiti per lo spessore e l'area della sezione trasversale indicati nella norma UNI EN 386. I giunti a dita a tutta sezione devono essere conformi a quanto previsto nella norma UNI EN 387, e non possono essere usati per elementi strutturali da porre in opera nella

classe di servizio 3, quando la direzione della fibratura cambi in corrispondenza del giunto.

### 6.3.4. Pannelli strutturali X-Lam

Sia le pareti esterne che quelle interne aventi funzione portante possono essere realizzate con un nucleo in pannello multistrato tipo X-LAM.

Per l'assemblaggio della struttura devono essere posti in essere tutti gli accorgimenti e le prescrizioni derivanti dal calcolo statico e dalle esigenze, anche normative, dovute sia all'acustica che alla tenuta all'aria dell'edificio.

A tal fine devono essere materiali di prima scelta:

- nastri e giunti in gomma posizionati in modo da "tagliare" acusticamente la struttura su tutti i perimetri onde evitare la trasmissione delle onde acustiche di calpestio.
- nastri ermetici e cordoli sigillanti butilici o similari per assicurare la tenuta all'aria di tutti i giunti della struttura e dei perimetri relativi ai fori dove verranno alloggiati i serramenti.
- carpenteria metallica atta a garantire il corretto collegamento tra la struttura e la platea in cemento.
- carpenteria metallica e viteria specificatamente concepiti per il collegamento dei componenti strutturali in legno.

Per tutte ulteriori prestazione tecniche si fa riferimento anche a quanto riportato negli elaborati grafici e nelle relazioni specialistiche del progetto definitivo strutturale.

In particolare i pannelli devono essere prodotti secondo le norme UNI EN 14080, e DIN 1052, certificati e marchiati CE, con un Benestare Tecnico Europeo che assegni un numero identificativo del produttore. (numero ETA 06/0138.)

I test relativi alle prove di Resistenza al Fuoco (determinazione della velocità di carbonizzazione), analisi esalazione Formaldeide (certificazione E = 0), prove adesione collante (sotto sforzo e all'urto) devono essere certificati secondo il Benestare Tecnico Europeo.

Il sistema di certificazione della conformità del prodotto, deve inoltre garantire un controllo costante durante la produzione dei pannelli, e ulteriori prove certificate nel processo produttivo eseguite su campioni prelevati dalla produzione, secondo un programma prestabilito dall'ente certificatore.

Il marchio CE deve essere apportato sui documenti di accompagnamento commerciali. Il simbolo CE dovrà essere seguito dal numero identificativo dell'ente di certificazione e corredato delle seguenti informazioni aggiuntive:

- nome o marchio identificativo e indirizzo del fabbricante;
- numero del certificato di conformità;
- le ultime due cifre dell'anno in cui è stato apposto il marchio CE;
- numero dell'omologazione tecnica europea;

- tipi di legno utilizzati;
- numero e disposizione degli strati;
- spessore del pannello in legno massello.

Inoltre, tutto il materiale ligneo che costituisce il pannello, deve possedere il certificato PEFC che attesti e garantisca la trasparenza dell'origine del materiale stesso e la sostenibilità delle foreste di provenienza.

### 6.3.5. Orditure di solai e coperture in travi lamellari e tavolato

Gli elementi strutturali lignei dovranno essere realizzati da azienda in possesso di qualifica del Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture come trasformatore di elementi lignei per uso strutturale (come richiesto dal D.M. 14/01/08 cap. 11.7). Ogni singolo elemento strutturale in legno dovrà essere opportunamente marcato con il marchio del trasformatore, con l'indicazione dello stabilimento di trasformazione e con una sigla per consentirne l'individuazione nello schema di montaggio e garantirne la rintracciabilità come richiesto dal sopra citato Decreto Ministeriale.

La fornitura sarà corredata, oltre che dall'attestato di denuncia attività dell'esecutore delle opere in legno rilasciata dal Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture, da dettagliati schemi di montaggio, piante, sezioni, particolari dei nodi strutturali ed indicazioni per il fissaggio dell'orditura redatti a cura della ditta incaricata dell'esecuzione delle opere in legno e conformemente a quanto previsto nei disegni strutturali.

Le operazioni di movimentazione, stoccaggio e posa degli elementi lignei devono avvenire secondo quanto riportato nelle indicazioni fornite dal produttore. La permanenza a terra del materiale ligneo deve essere più breve possibile in modo particolare per i componenti che andranno a vista. Le perline dovranno venire consegnate in cantiere al massimo due giorni prima della loro posa e subito coperte con teli appena poste in opera. Tutto il legno dovrà venire stoccato su fondo stabile e riparato con opportuni teli di nailon lasciando comunque il giro d'aria.

L'orditura primaria verrà realizzata in abete lamellare GL28h.

Il legno utilizzato deve essere marcato CE (in conformità alla norma EN 14080), con qualità a vista e sezione come da calcoli statici. Tutti i tagli e gli incastri verranno realizzati su impianti a controllo numerico in grado di assicurare ottima precisione.

Fornitura e posa di primo tavolato in perline di abete, maschio e femmina, da 20 mm di spessore, larghezza lorda 150 mm o 180 mm, assortimento A/B DIN; le perline andranno fissate alle travi sottostanti con due chiodi per ogni incrocio con le travi.

Fornitura e posa di secondo tavolato strutturale (abete/larice) da posizionare immediatamente a ridosso di quello a vista realizzato in tavolato di abete grezzo trattato con impregnante e posato a 45° rispetto alle perline o in pannelli di OSB/3 da 18 mm; il tavolato strutturale dovrà essere chiodato alle travi sottostanti con due chiodi ad ogni incrocio con esse.

Tutto il materiale sopra descritto dovrà essere trattato in stabilimento con una mano di impregnante protettivo all'acqua su tutta la superficie (tinta a scelta della DL) e successivamente, alla fine delle operazioni di cantiere, con un'ulteriore mano di finitura all'acqua nelle parti a vista, avendo cura di ripetere tale operazione nelle porzioni maggiormente esposte a sole e pioggia.

Dovranno essere comprese staffe, apparecchi di appoggio ed ancoraggio in acciaio, viti, chiodi ecc. come da disegni esecutivi. Le mensole per sorreggere le travi secondarie dei timpani verranno realizzate con profili in acciaio da fissare a secco alle parti in c.a. e successivamente rivestite con una trave in legno opportunamente scavata per mascherare il profilo in acciaio. Tutta la ferramenta dovrà essere trattata con una mano di antiruggine (o zincate a caldo). Dovranno essere forniti a corredo della fornitura i certificati di tutta la ferramenta impiegata.

Gli elementi dovranno essere dotati di certificazione PEFC o FSC secondo le norme:

- UNI EN 14080 – Strutture di legno. Legno lamellare incollato. Requisiti;
- UNI EN 386 – Legno lamellare incollato. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione;
- UNI EN 387 – Legno lamellare incollato. Giunti a dita a tutta sezione. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione;
- UNI EN 301 – Adesivi fenolici e amminoplastici per strutture portanti di legno. Classificazione e requisiti prestazionali.

Le singole lamelle devono essere tutte individualmente classificate dal produttore. L'elemento strutturale di legno lamellare incollato può essere costituito dall'insieme di lamelle tra loro omogenee (elemento omogeneo) oppure da lamelle di diversa qualità (elemento combinato), secondo quanto previsto nella norma UNI EN 1194.

Nella citata norma viene indicata la corrispondenza tra le classi delle lamelle che compongono l'elemento strutturale e la classe di resistenza risultante per l'elemento lamellare stesso, sia omogeneo che combinato (UNI EN 1194 – Strutture di legno. Legno lamellare incollato. Classi di resistenza e determinazione dei valori caratteristici).

Nei casi in cui il legno lamellare incollato non ricada in una delle tipologie previste dalla norma UNI EN 1194, è ammessa l'attribuzione diretta degli elementi strutturali lamellari alle classi di resistenza sulla base di risultati di prove sperimentali, da eseguirsi in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 14080.

### 6.3.6. Prodotti derivati dal legno per uso strutturale

I prodotti derivati dal legno per uso strutturale devono essere qualificati nei casi in cui:

a) non sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla GUUE;

b) non sia disponibile una norma armonizzata (ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza), e per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle norme tecniche;

c) non siano ricadenti in una delle tipologie a) o b). In tali casi, il produttore potrà pervenire alla marcatura CE in conformità al benestare tecnico europeo (ETA), ovvero, in alternativa, dovrà essere in possesso di un certificato di idoneità tecnica all'impiego rilasciato dal servizio tecnico centrale sulla base di linee guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

### 6.3.7. Gli adesivi

Gli adesivi per usi strutturali devono produrre unioni aventi resistenza e durabilità tali che l'integrità dell'incollaggio sia conservata, nella classe di servizio assegnata, durante tutta la vita prevista della struttura.
Gli adesivi fenolici e amminoplastici, per elementi incollati in stabilimento, devono soddisfare le specifiche della norma UNI EN 301. In attesa di una specifica normativa, gli adesivi di natura chimica diversa devono soddisfare le specifiche della medesima norma e, in aggiunta, dimostrare un comportamento allo scorrimento viscoso non peggiore di quello di un adesivo fenolico o amminoplastico, così come specificato nella norma UNI EN 301, tramite idonee prove comparative.
Gli adesivi per giunti realizzati in cantiere, per i quali non sono rispettate le prescrizioni di cui alla norma UNI EN 301, in attesa di una specifica normativa europea devono essere sottoposti a prove in conformità ad idoneo protocollo di prova, per dimostrare che la resistenza a taglio del giunto non sia minore di quella del legno, nelle medesime condizioni previste nel protocollo di prova.
Le caratteristiche degli adesivi per legno devono essere conformi alle seguenti norme:

- UNI EN 301 – Adesivi fenolici e amminoplastici per strutture portanti in legno. Classificazione e requisiti prestazionali;
- UNI EN 302-1 – Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova. Determinazione della resistenza del giunto al taglio a trazione longitudinale;
- UNI EN 302-2 – Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova. Determinazione della resistenza alla delaminazione (metodo di laboratorio);
- UNI EN 302-3 – Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova. Determinazione dell'effetto dell'attacco acido alle fibre del legno, dovuto ai trattamenti ciclici di temperature e umidità, sulla resistenza alla trazione trasversale;
- UNI EN 302-4 – Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova. Determinazione dell'effetto del ritiro del legno sulla resistenza al taglio.

### 6.3.8. Elementi di collegamento meccanici

Per gli elementi meccanici che fanno parte di particolari di collegamento metallici e non metallici, quali spinotti, chiodi, viti, piastre, ecc., le caratteristiche specifiche verranno verificate con riferimento alle specifiche normative applicabili per la categoria di appartenenza e alle specifiche prescrizioni riportate in

progetto, in particolare la capacità portante caratteristica e la deformazione caratteristica dei collegamenti devono essere determinate sulla base di prove condotte in conformità alla norma ISO 6891.
Si deve tenere conto dell'influenza del ritiro per essiccazione dopo la fabbricazione e delle variazioni del contenuto di umidità in esercizio.
I mezzi di unione metallici strutturali devono, di regola, essere intrinsecamente resistenti alla corrosione, oppure devono essere protetti contro la corrosione. L'efficacia della protezione alla corrosione dovrà essere commisurata alle esigenze proprie della classe di servizio in cui opera la struttura.
Tutti i dispositivi di collegamento eventualmente impiegati devono essere provati in maniera corretta completa e comprovata da idonei certificati.

### 6.3.9. Durabilità del legno e dei derivati

Il legno e i materiali a base di legno devono possedere un'adeguata durabilità naturale per la classe di rischio prevista in servizio, oppure devono essere sottoposti ad un trattamento preservante adeguato.
Per i prodotti in legno massiccio, una guida alla durabilità naturale e trattabilità delle varie specie legnose è contenuta nella norma UNI EN 350 (parti 1 e 2). Una guida ai requisiti di durabilità naturale per legno da utilizzare nelle classi di rischio è, invece, contenuta nella norma UNI EN 460.
Le definizioni delle classi di rischio di attacco biologico e la metodologia decisionale per la selezione del legno massiccio e dei pannelli a base di legno appropriati alla classe di rischio sono contenute nelle norme UNI EN 335-1, UNI EN 335-2 e UNI EN 335-3.
La classificazione di penetrazione e ritenzione dei preservanti è contenuta nelle norme UNI EN 351 (parti 1 e 2).
Le specifiche relative alle prestazioni dei preservanti per legno e alla loro classificazione ed etichettatura sono indicate nelle norme UNI EN 599-1 e UNI EN 599-2.

### 6.3.10. Norme di esecuzione

Per l'assemblaggio della struttura verranno posti in essere tutti gli accorgimenti e le prescrizioni derivanti dal calcolo statico e dalle esigenze, anche normative, dovute sia all'acustica che alla tenuta all'aria dell'edificio.
A tal fine i materiali impiegati, di prima scelta, dovranno comprendere:

- nastri e giunti in gomma posizionati in modo da "tagliare" acusticamente la struttura su tutti i perimetri onde evitare la trasmissione delle onde acustiche di calpestio;
- nastri ermetici e cordoli sigillanti butilici o similari per assicurare la tenuta all'aria di tutti i giunti della struttura e dei perimetri relativi ai fori dove verranno alloggiati i serramenti;
- carpenteria metallica atta a garantire il corretto collegamento tra la struttura e la platea in cemento;

- carpenteria metallica e viteria specificatamente concepiti per il collegamento dei componenti strutturali in legno.

### 6.3.11. Collaudo in opera

Durante l'esecuzione dei lavori l'Amministrazione può effettuare operazioni di collaudo e di verifica volte a controllare la piena rispondenza delle caratteristiche dei lavori in corso di realizzazione rispetto a quanto richiesto negli elaborati progettuali, nel presente Capitolato o nel contratto.

### 6.3.12. Controlli e tolleranze – disposizioni costruttive e controllo dell'esecuzione

Le strutture di legno devono essere costruite in modo tale da conformarsi ai principi ed alle considerazioni pratiche che sono alla base della loro progettazione. Non si dovranno impiegare per usi strutturali elementi rovinati, schiacciati o danneggiati in altro modo. Il legno ed i componenti derivati dal legno, e gli elementi strutturali non dovranno essere esposti a condizioni più severe di quelle previste per la struttura finita.
I prodotti per le strutture devono essere applicati, usati o installati in modo tale da svolgere in modo adeguato le funzioni per le quali sono stati scelti e dimensionati.
La qualità della fabbricazione, preparazione e messa in opera dei prodotti deve conformarsi alle prescrizioni del progetto e al presente capitolato.
Tutti i documenti più significativi e le informazioni necessarie per l'utilizzo in esercizio e per la manutenzione della struttura dovranno essere raccolti dalla Direzione lavori in apposito fascicolo e poi messe a disposizione della persona che assume la responsabilità della gestione dell'edificio.

## 6.4. Fondazioni dirette

Il solaio del piano terra verrà realizzato con pannelli in calcestruzzo armato precompresso con trefoli aderenti, alleggerito da alveoli longitudinali e con intradosso piano, realizzati mediante tecnologia produttiva ad estrusione provvisto di marcatura CE secondo la norma EN 1168.
I componenti dei solai realizzati con l'associazione di componenti prefabbricati in calcestruzzo armato precompresso devono rispettare le norme di cui al paragrafo 4.1 delle nuove norme tecniche per le costruzioni.
I componenti devono essere provvisti di opportuni dispositivi e magisteri che assicurino la congruenza delle deformazioni tra i componenti stessi accostati, sia per i carichi ripartiti che per quelli concentrati. Qualora il componente venga integrato da un getto di completamento all'estradosso, questo deve avere uno spessore non inferiore a 40 mm ed essere dotato di una armatura di ripartizione a maglia incrociata, e bisogna verificare la trasmissione delle azioni di taglio fra elementi prefabbricati e getto di completamento, tenuto conto degli

stati di coazione che si creano per le diverse caratteristiche reologiche dei calcestruzzi, del componente e dei getti di completamento.

NORME DI RIFERIMENTO
UNI EN 13224 – Prodotti prefabbricati di calcestruzzo. Elementi nervati per solai;
UNI EN 13747 – Prodotti prefabbricati di calcestruzzo. Lastre per solai;
UNI EN 15037-1 – Prodotti prefabbricati di calcestruzzo. Solai a travetti e blocchi. Parte 1: Travetti.

Caratteristiche dei materiali (D.M. 17/01/2018)
o Classe di Resistenza del calcestruzzo: C 45/55 N/mmq
o Classe di Resistenza calcestruzzo per getto integrativo: C 28/35 N/mmq
o Acciaio armonico di precompressione: trefoli a sette fili a basso rilassamento (stabilizzato) fptk > 1860 N/mmq fp(1)k > 1670 N/mmq
o Acciaio ad aderenza migliorata: classe B450 C fyk > 450 N/mmq ftk > 540 N/mmq

Altezza H = 20 cm (+ soletta collaborante in opera di spessore cm armata con rete elettrosaldata Ø 6 maglia 20x20).
Larghezza standard 120 cm
Finitura dell'intradosso liscia da fondo cassero in acciaio.
Il montaggio avviene in condizioni di autoportanza.
Durante la posa i pannelli solaio dovranno essere posizionati su appoggi complanari e a livello, al fine di evitare comportamenti trasversali anomali.
Luci da 3,0 a 7,0 mt con sovraccarico (oltre il p.p.): permanente da 3,0 a 8,0 kN/mq + accidentale da 3,0 a 5,0 kN/mq.

## 6.5. Fondazioni dirette

### 6.5.1. Scavi di fondazione

Le fondazioni dirette o superficiali sono quelle che trasferiscono l'azione proveniente dalla struttura in elevato agli strati superficiali del terreno.
La profondità del piano di posa delle fondazioni deve essere quella prevista dal progetto. Eventuali variazioni o diversa natura del terreno devono essere comunicate tempestivamente alla direzione dei lavori, perché possa prendere i provvedimenti del caso.

Il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione dell'opera. Eventuali acque ruscellanti o stagnanti devono essere allontanate dagli scavi.
Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con conglomerato cementizio magro o altro materiale idoneo, eventualmente indicato dal direttore dei lavori.
In generale, il piano di fondazione deve essere posto al di fuori del campo di variazioni significative di contenuto d'acqua del terreno ed essere sempre posto a profondità tale da non risentire di fenomeni di erosione o scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale.

#### 6.5.2. Magrone

Prima di effettuare qualsiasi getto di calcestruzzo di fondazione, dovrà essere predisposto sul fondo dello scavo, dopo aver eseguito la pulizia e il necessario costipamento dello stesso, uno strato di calcestruzzo magro avente la funzione di piano di appoggio livellato e di cuscinetto isolante contro l'azione aggressiva del terreno.
Lo spessore dello strato di calcestruzzo magro è quello indicato negli elaborati progettuali delle strutture.

## 7. PARETI

### 7.1. Pareti esterne

Le pareti perimetrali strutturali dell'edificio saranno realizzate con pannelli di legno lamellare tipo X-LAM o equivalenti, con cappotto esterno di 120mm in lana di roccia a doppia densità e contro-parete interna isolata con isolante in lana di vetro e finita con doppia lastra in cartongesso. Tali pareti avranno pertanto un nucleo portante in X-LAM il cui spessore è dimensionato in funzione delle esigenze di carico e meglio specificato nei documenti strutturali allegati al presente progetto definitivo.
Le pareti perimetrali di tamponamento saranno invece realizzate con struttura a secco costituita da una lastra cementizia da esterno isolata mediante cappotto, finita internamente con doppia lastra in cartongesso con interposizione di alcuni strati di isolante in lana di vetro e intercapedine d'aria, come risulta meglio indicato negli elaborati grafici allegati al presente progetto definitivo.
La parete terminerà sul lato interno con una contro parete a doppia lastra sfalsata in cartongesso e deve essere finita attraverso la stuccatura e la sigillatura della testa delle viti di fissaggio e dei giunti tra le lastre eseguita previa applicazione delle strisce di supporto, per lo stucco, armate con rete tessile, terminando il tutto con una doppia mano di pittura ove previsto piuttosto che rivestimenti ceramici come nei bagni.
Le lastre saranno distanziate dal nucleo mediante un'intercapedine d'aria di spessore variabile e da un pannello isolante in lana di vetro (30 kg/mc) di spessore pari a 70 mm.

Esternamente i pannelli costituenti il cappotto saranno posati sfalsati e l'ancoraggio al supporto sarà realizzato mediante viti per legno.

I fori per i tasselli saranno realizzati con punte di trapano a diametro appropriato. Il tassello deve essere montato con il piatto a filo del pannello isolante o, nel caso di tasselli a scomparsa, con il copri-tassello a rondella isolante in fibra di legno. Ogni tassello sarà inserito adeguatamente in presa facendo particolare attenzione che non modifichi la planarità della superficie.

La rasatura dei pannelli isolanti sarà effettuata con malte adesive premiscelate ad elevata permeabilità al vapore, specificamente concepite per sistemi a cappotto affinché il collante/rasante penetri tra le fibre superficiali del pannello con un consumo minimo di circa 4,5 kg/mq per mm 3 di spessore. Sarà annegata nella rasatura apposita rete di armatura in fibra di vetro resistente alle alcali da gr 160/mq, maglia 5x5 mm, un consumo intorno ai 1,1 mq/mq con una sovrapposizione minima di 10.

La posa della rete d'armatura dovrà essere effettuata nello strato di rasatura prevedendo la sovrapposizione per almeno 10 cm, 15 cm in prossimità degli spigoli i quali saranno protetti con relativi paraspigoli in PVC con rete premontata.

La rasatura deve essere di spessore ≥ 5 mm sufficiente ad affogare la rete d'armatura.

Lo strato di finitura sarà costituito da uno strato di rivestimento in pasta con granulometria da 0,7÷3 mm e permeabilità al vapore μ (40 o 60). Il tutto verrà realizzato in funzione dello spessore finito (granulometria), previa eventuale stesura di una mano di primer–fissativo.

L'applicazione dovrà essere eseguita su superfici perfettamente asciutte.

In corrispondenza dell'attacco a terra dovrà essere realizzato uno zoccolo mediante pannello in polistirene estruso XPS ad alta densità lungo tutto il perimetro del fabbricato (1° ricorso) che permetterà da una parte di preservare la fibra di legno da possibili fenomeni di umidità di risalita e dall'altra di avere un materiale idrofugo che non si deteriorerà nel tempo.

L'imbotte delle finestre e delle porte dovrà essere realizzata con un risvolto del cappotto da 6 cm sulle spallette laterali e sull'architrave, mentre i davanzali e le soglie saranno in XPS. In corrispondenza di angoli di finestre e di porte sono inoltre necessarie delle armature diagonali: queste dovranno essere annegate nell'intonaco e fissate ai pannelli isolanti prima dell'applicazione della rasatura superficiale, in modo tale che il bordo della striscia di rete risulti posizionato direttamente sull'angolo a circa 45°. Queste armature diagonali sono indispensabili per andare a rinforzare la rasatura del cappotto in corrispondenza di quei punti particolarmente critici.

Per una visione di dettaglio delle stratigrafie si rimanda agli elaborati architettonici allegati al presente progetto definitivo (AR 09)

### 7.1.1. Cappotto in lana di roccia

L'isolamento termico a cappotto sarà realizzato mediante impiego di pannelli in lana di roccia a doppia densità di spessore pari a 120 mm.

Tali pannelli dovranno essere dotati di marcatura CE.

I pannelli dovranno essere applicati dopo aver verificato ed eventualmente ripristinato le condizioni di planarità e pulizia del supporto.

I pannelli dovranno essere adeguatamente incollati mediante malta premiscelata adesiva in polvere specifica con un consumo non inferiore a 4,5 kg/mq oltre che fissati meccanicamente al supporto mediante tasselli specifici certificati ETA con un consumo non inferiore a n. 6 elementi a mq.

Dovrà risultare garantita l'impermeabilità agli agenti atmosferici esterni e la traspirabilità al vapore acqueo che migra attraverso la parete dall'interno verso l'esterno.

Il materiale è caratterizzato dalle seguenti caratteristiche termodinamiche:

- densità = 90 Kg/mc;
- coefficiente di conduttività termica λ=0,036 W/mK;
- calore specifico c=1030 J/Kg K;
- classe di reazione al fuoco Euroclasse A1, secondo la norma EN 13501-1;
- spessore complessivo pari a 180 mm.

## 7.2. Pareti interne

### 7.2.1. Tramezzature interne in cartongesso

I divisori interni saranno realizzati a secco, con una struttura a montanti verticali a cui saranno fissate le lastre con all'interno interposto isolante in lana di vetro con densità pari a 13 kg/mc.

Lo spessore delle pareti sarà variabile in base alle diverse esigenze, la struttura a montanti verticali a "C" in acciaio zincato di spessore 0,6 mm, passo 60 cm, disposizione variabile a seconda dell'impiego ed isolamento termoacustico in lana di vetro. Le lastre, due per parte, saranno differenziate in base alle caratteristiche dell'ambiente in cui devono essere installate.

Le pareti interne strutturali in XLAM avranno invece, a seconda delle necessità, applicate lastre in cartongesso direttamente sulla struttura e, eventualmente da entrambe le parti, applicata una controparete composta dai montanti per il fissaggio delle due lastre esterne, internamente isolata mediante lana di vetro.

Dove necessario le pareti in XLAM saranno placcate da una lastra in cartongesso additivato con fibre di vetro e vermiculite al fine di aumentarne la capacità di resistenza al fuoco.

I prodotti a base di cartongesso devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in mancanza di esse, alle prescrizioni seguenti: avere spessore con tolleranze ±0,5 mm, lunghezza e larghezza con tolleranza ±2 mm, resistenza all'impronta, resistenza all'urto, resistenza alle sollecitazioni localizzate (punti di fissaggio) ed, a seconda

della destinazione d'uso, avere basso assorbimento d'acqua o bassa permeabilità al vapore (prodotto abbinato a barriera al vapore), avere resistenza all'incendio dichiarata, avere isolamento acustico dichiarato. I limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto e, in loro mancanza, quelli dichiarati dal produttore ed approvati dalla Direzione dei Lavori.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Per una visione di dettaglio delle stratigrafie interne e delle caratteristiche prestazionali si rimanda agli elaborati architettonici allegati al presente progetto definitivo (AR 09a).

### 7.2.2. Lastra in gesso rivestito

La lastra esterna della parete a secco potrà essere costituita da un nucleo in gesso emidrato reidratato, rivestito su entrambe le facce da materiale cellulosico con funzione di armatura esterna.

Tale tipologia di lastre dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

- spessore: 12,5 mm
- classe di reazione al fuoco EN 13501-1: A2-s1,d0
- conducibilità termica λ EN 10456: 0,21 W/mK
- fattore di resistenza alla diffusione di vapore μ EN 10456: campo secco:10
  campo umido:4

La lastra dovrà garantire un'elevata resistenza meccanica agli urti come meglio specificato negli elaborati grafici allegati al presente capitolato.

### 7.2.3. Lastra in gesso rivestito additivato

Negli ambienti in cui sono richieste particolari prestazioni, tasso di umidità elevato, elevata resistenza meccanica, lastra in gesso sarà additivata con fibre di vetro e fibre di legno.

Tale tipologia di lastre dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

- spessore: 12,5 mm
- classe di reazione al fuoco EN 13501-1: A2-s1,d0
- conducibilità termica λ EN 10456: 0,25 W/mK
- fattore di resistenza alla diffusione di vapore μ EN 10456: campo secco:10
  campo umido:4

### 7.2.4. Lastra in gesso rivestito in classe A1 di reazione al fuoco

In base al D.M. 28 agosto 1992, lungo le vie di esodo, è necessario avere almeno il 50% delle superfici con elevate prestazioni di reazione al fuoco, dovrà quindi essere impiegata una lastra di tipo speciale, rivestita su

entrambe le facce con carta a bassissimo potere calorifico superiore. Questa caratteristica conferisce alle lastre la classificazione reazione al fuoco richiesta (euroclasse A1).

Tale tipologia di lastre dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- spessore: 12,5 mm
- classe di reazione al fuoco EN 13501-1: A1
- conducibilità termica λ EN 10456: 0,25 W/mK
- fattore di resistenza alla diffusione di vapore μ EN 10456: campo secco:10
  campo umido:4

### 7.2.5. Lastra in gesso rivestito per la protezione passiva dall'incendio

Per il placcaggio degli elementi strutturali e per la realizzazione di pareti REI dovrà essere impiegata una lastra di tipo speciale in gesso additivato con fibre di vetro e vermiculite al fine di aumentarne la capacità di resistenza al fuoco.

Tale tipologia di lastre dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- spessore: 12,5 mm
- classe di reazione al fuoco EN 13501-1: A2-s1,d0
- conducibilità termica λ EN 10456: 0,21 W/mK
- fattore di resistenza alla diffusione di vapore μ EN 10456: campo secco:10
  campo umido:4

## 8. PAVIMENTI E RIVESTIMENTI

Le pavimentazioni ed i rivestimenti saranno di tipologie differenziate in base agli ambienti di installazione.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Come le pavimentazioni anche i relativi sottofondi saranno differenziati in base all'impiego; verrà infatti scelto un massetto radiante per tutti gli ambienti didattici ed un massetto cementizio portaimpianti per gli uffici, i servizi, la palestra e i locali tecnici, s rimanda comunque al paragrafo dei massetti per la descrizione.

Per una visione di dettaglio delle stratigrafie si rimanda agli elaborati architettonici allegati al presente progetto definitivo (AR09b).

### 8.1. Pavimento in gres porcellanato (450x450 mm)

I pavimenti dei locali dell'edificio scolastico saranno realizzati tutti con piastrelle di gres porcellanato di prima scelta diversificati a seconda degli ambienti per il colore e attrito.

Le piastrelle saranno levigate ed avranno dello spessore 10 mm, il colore verrà studiato in fase di progetto

esecutivo.

Le mattonelle saranno posate bordo contro bordo nel caso di posa a fuga stretta o con appositi distanziatori nel caso di posa a fuga larga, battute con apposito vibratore a rullo gommato, con giunti di dilatazione, estesi parzialmente al sottofondo, per campi di superficie non superiore a 30 mq.

Le piastrelle saranno poste in opera con collante su idoneo massetto. Ove necessario si useranno pezzi speciali o pezzi ricavati con taglio delle piastrelle stesse.

I giunti dovranno essere sigillati con cemento bianco o colorato, oppure con idonei collanti.

La superficie sarà opaca ed antisdrucciolo. La pavimentazione sarà rifinita nel perimetro con una zoccolatura in gres.

Il materiale deve essere prodotto con argille nobili sinterizzate a 1250° C, costituito da impasto unico, compatto, ingelivo, inassorbente e resistente agli attacchi chimici e fisici. Il materiale deve essere privo di additivi di protezione estranei sulla superficie. La completa greificazione delle lastre permette di avere assorbimenti medi dello 0,04%, ben al di sotto di quanto prescritto dalla norma europea ISO 10545-3. Il prodotto finito risulta quindi compatto, antigelivo, resistente all'urto, agli attacchi chimici e fisici, alla flessione e agli sbalzi termici.

La pavimentazione dovrà differenziarsi, a seconda degli ambienti, in base all'attrito dinamico (μ) seguendo il metodo BCRA che ne fornisce la misura:

- per gli ambienti normali le mattonelle dovranno avere le seguenti caratteristiche:
    - dimensioni: 450x450 mm
    - spessore: 10 mm
    - coefficiente di attrito dinamico: $0,40 \leq \mu \leq 0,74$

- per gli ambienti umidi le mattonelle dovranno avere le seguenti caratteristiche:
    - dimensioni: 450x450 mm
    - spessore: 10 mm
    - coefficiente di attrito dinamico: $\mu \geq 0,75$.

### 8.2. Pavimento sportivo in parquet

Il pavimento della palestra sarà realizzato in parquet adatto ai campi da gioco e avrà spessore pari a 10 mm.

La finitura deve garantire un'ottima resistenza all'abrasione in modo da assicurare lunga durabilità della superficie e dovrà risultare antiscivolo ($\mu \geq 0,40$).

Prima dell'applicazione le superfici dovranno essere asciutte, accuratamente pulite, prive di materiali incoerenti, il più possibile planari e con pendenza non superiore all'1,5%.

### 8.3. Pavimentazione esterna in calcestruzzo drenante

La pavimentazione esterna che corre lungo il perimetro dell'edificio sarà realizzata in conglomerato cementizio ad altissima capacità drenante.

La superficie sarà levigata ed avrà uno spessore di 60 mm.

I giunti dovranno essere sigillati con cemento dello stesso colore scelto per il percorso.

La superficie sarà opaca ed antisdrucciolo con coefficiente di attrito dinamico: $\mu \geq 0,75$ ed elevata resistenza all'abrasione.

Tale tipologia di pavimentazione dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

- diametro max aggregato: 8-22 mm
- resistenza a compressione: >15Mpa
- densità: 1700-2100 kg/mc

### 8.4. Rivestimenti servizi igienici

Il rivestimento potrà essere realizzato in piastrelle in gres ceramico levigato o equivalente delle stesse dimensioni della pavimentazione. Il materiale deve garantire impermeabilità, nonché resistenza alle macchie, agli sbalzi termici, alle abrasioni ed agli aggressivi chimici. Per ogni locale o gruppo di locali contigui gli elementi dovranno essere assolutamente uniformi nel colore e nelle dimensioni, senza alcuna tolleranza sul calibro e, pertanto, in ciascun locale od in gruppi di locali contigui dovranno essere impiegati elementi dello stesso calibro. Il raccordo tra pavimentazione e rivestimenti potrà essere realizzato con sguscia metallica o in gres a seconda delle indicazioni dei vari enti e/o della DL.

I servizi igienici saranno rivestiti per un'altezza minima di cm 220 da terra.

### 8.5. Tinteggiature

Qualunque tinteggiatura, coloritura o verniciatura dovrà essere preceduta da una conveniente ed accuratissima preparazione delle superfici, e precisamente da raschiature, scrostature, stuccature, eventuali riprese di spigoli e tutto quanto occorre per uguagliare le superfici medesime. Quando trattasi di coloritura o di verniciatura le superfici dovranno essere perfettamente levigate con carta vetrata, nuovamente stuccate, quindi pomiciate e lisciate, previa imprimitura, con le modalità ed i sistemi migliori atti ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro. Per le opere in legno la stuccatura e la imprimitura dovranno essere eseguite con mastici adatti; la levigatura e la rasatura delle superfici dovranno risultare perfette. Per le opere metalliche la preparazione delle superfici sarà preceduta dalla raschiatura delle parti ossidate.

Le tinteggiature, le coloriture e le verniciature dovranno, se richieste, essere eseguite anche con colori diversi su una stessa parte, complete di filettature, di zoccoli e di quant'altro occorre alla perfetta esecuzione dei lavori. Il colore verrà studiato in fase di progetto esecutivo.

Dovrà essere realizzata una tinteggiatura interna per pareti e soffitti con pittura emulsionata per interni, non sfarinante, a base di polimeri acrilici e pigmenti colorati in dispersione acquosa, applicata (con pennello e/o a rullo) con due mani a coprire, previa preparazione delle superfici, mediante spazzolatura, stuccatura, scartavetratura, rasatura ed imprimitura.

### 8.5.1. Pitture per servizi igienici, spogliatoi e palestra

Verrà utilizzata una pittura che consente l'abbattimento delle sostanze organiche presenti negli ambienti interni e contemporaneamente impedisce la proliferazione dei batteri. Tale pittura ha la capacità di eliminare tutti i cattivi odori all'interno degli ambienti che derivano dalla presenza di sostanze organiche (fumo, oli e grassi p.es.). Si consiglia di tinteggiare tutto il quantitativo occorrente in una volta sola per evitare differenze di tinta.

Tale pittura dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- non contenere solventi e plastificanti;
-essere diluibile con acqua;
- avere elevato potere coprente;
- avere alta diffusività verso il vapore acqueo;
- essere opaca;
- avere la capacità di eliminare i cattivi odori di sostanze organiche.

### 8.5.2. Pitture per aule, corridoi e ambienti con presenza continuativa di persone

Verrà utilizzata una pittura costituita da una pittura in dispersione per interni di nuova concezione esente da solventi e conservanti, particolarmente adatta ad ambienti con presenza di soggetti sensibili, non deve provocare alcun vapore organico (odore e allergie).

Tale pittura dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- alta resistenza al lavaggio
- non contenere solventi, conservanti e plastificanti
- essere diffusiva verso il vapore acqueo
- essere leggermente riempitiva
- essere opaca
- essere certificata per "ipoallergenicità".

## 9. ISOLANTI

L'isolamento termico ed acustico per le pareti in gesso interne sarà differenziato in base al tipo di applicazione.

I prodotti scelti risultano di agevole manipolazione e taglio, meccanicamente resistenti, resistenti all'insaccamento, imputrescibili ed inattaccabili dalle muffe.

Lo spessore del pannello impiegato varierà in base alle diverse esigenze richieste dal tipo di ambiente, come meglio specificato negli elaborati grafici allegati al presente documento.

Il prodotto dovrà essere immagazzinato al coperto, in ambienti ben ventilati e lontano da fonti di calore dirette e dovrà essere maneggiato con cura onde evitare il distacco del supporto.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Per una visione di dettaglio delle stratigrafie si rimanda agli elaborati architettonici allegati al presente progetto definitivo (AR09, AR09a, Ar09b).

N.B. Per la descrizione dell'isolamento a cappotto dell'edificio si rimanda al paragrafo 7 relativo alle pareti.

### 9.1. Pannello in lana di vetro

Per l'isolamento delle pareti interne ed esterne verrà impiegata lana di vetro in rotolo conforme alla norma UNI EN 13162 realizzata con un legante brevettato a base di materie prime rinnovabili che contribuisce alla qualità dell'aria interna, priva di formaldeide e a basso impatto ambientale.

Il materiale scelto dovrà essere incombustibile, avere elevata durabilità e basse emissioni di VOC.

Gli spessori impiegati varieranno in base alle esigenze come meglio specificato negli elaborati grafici allegati al presente documento.

Inoltre, il pannello isolante dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- spessore (mm): 45, 70, 95
- conducibilità termica dichiarata $\lambda_D$ EN 13162: 0,037 W/(m·K)
- classe di reazione al fuoco EN 13501-1: A1
- resistenza alla diffusione del vapore acqueo μ EN 12086: 1
- calore specifico EN 12524: 1030 J/Kg·K
- densità: 13 kg/mc

Inoltre, in base allo spessore impiegato i pannelli dovranno avere resistenza termica pari a:

RD = 1,15 $m^2K/W$ per uno spessore di 45 mm

RD = 1,75 $m^2K/W$ per uno spessore di 70 mm.

## 10. IMPERMEABILIZZANTI

Si intendono per opere di impermeabilizzazione quelle che servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o gassosa) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fondazioni, pavimenti controterra, ecc.) o comunque lo scambio igrometrico tra ambienti.

Le impermeabilizzazioni, si intendono suddivise nelle seguenti categorie:

a) impermeabilizzazioni di coperture continue o discontinue;

b) impermeabilizzazioni di pavimentazioni;

c) impermeabilizzazioni di elementi verticali (non risalita d'acqua).

Tali impermeabilizzazioni saranno del tipo bituminose, bicomponente armata e in FPO (poliolefine).

Per la realizzazione delle diverse categorie si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

a) per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo si sceglieranno i prodotti che per resistenza meccanica a trazione, agli urti ed alla lacerazione meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale di reinterro (che comunque dovrà essere ricollocato con le dovute cautele) le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ridurre entro limiti accettabili, le azioni di insetti, muffe, radici e sostanze chimiche presenti nel terreno.

Inoltre, durante la realizzazione si curerà che i risvolti, punti di passaggio di tubazioni, ecc. siano accuratamente eseguiti onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione;

b) per le soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre, fogli sagomati e similari (con la formazione di interspazi per la circolazione di aria) si opererà, come indicato nel comma a) circa la resistenza meccanica. Per le soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc. si eseguirà con cura la soluzione adottata in modo da non costituire punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica;

c) per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi od in pasta si sceglieranno prodotti che possiedano caratteristiche di impermeabilità ed anche di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ottenere valori accettabili di resistenza ad agenti biologici quali radici, insetti, muffe, ecc. nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno.

Per le impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua) si eseguiranno strati impermeabili (o drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio di acqua per capillarità, ecc. Gli strati si eseguiranno con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc., curandone la continuità e la collocazione corretta nell'elemento.

L'utilizzo di estrattori di umidità per murature, malte speciali ed altri prodotti similari, sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia ed osservando scrupolosamente le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione.

Nell’impermeabilizzazione delle coperture particolare attenzione dovrà essere posta in corrispondenza di eventuali lucernari, comignoli e sfiati, con risvolti di almeno 20 cm.

Per l’applicazione della membrana impermeabilizzante si utilizza generalmente il termorinvenimento a gas con apposito bruciatore o apparecchiature specifiche ad aria calda. L’applicazione a caldo non è consigliata su supporti termosensibili (es. coibenti in polistirene).

## 11. MASSETTI

I massetti da realizzare saranno differenziati in base agli ambienti poiché si prevede che in alcuni locali sarà installato un pavimento radiante, mentre in altri un semplice massetto portaimpianti.

### 11.1. Massetto cementizio

Il sottofondo dovrà essere realizzato con massetto livellante per la formazione dei piani di posa ottenuto con l'impasto cementizio posato con malta di allettamento, o cappa di protezione di manti, con impasto a 1500 kg di cemento per m³ di sabbia, costipato e livellato a frattazzo lungo.

Lo spessore sarà variabile in base alle diverse applicazioni come meglio specificato negli elaborati grafici.

### 11.2. Massetto radiante

Il sottofondo dei locali in cui è prevista la presenza continuativa di persone sarà realizzato mediante massetto radiante fibrorinforzato ad elevata conducibilità termica, antiritiro e adatto a ricevere la posa diretta di pavimenti incollati. Tale massetto dovrà essere a base di inerti selezionati, leganti specifici, fibre metalliche amorfe inossidabili e additivi.

La densità dovrà risultare pari a circa 2000 kg/m$^3$.

Lo spessore sarà variabile in base alle diverse applicazioni come meglio specificato negli elaborati grafici.

Tale tipologia di massetto dovrà garantire elevate proprietà di resistenza, stabilità, isolamento termoacustico e resistenza al fuoco.

## 12. MALTE E CONGLOMERATI

Le malte dovranno rispondere in tutto e per tutto ai requisiti indicati al p.to 11.10.2. del D.M. Infr. 14.01.2008 "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni". Per la loro preparazione, nel caso in cui le stesse non siano fornite premiscelate, dovranno essere prima mescolati a secco i materiali componenti le malte stesse fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile, ma sufficiente, rimescolando continuamente. Gli impasti dovranno essere preparati volta per volta e per quanto possibile in vicinanza del lavoro. I residui d'impasto che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune, che potranno essere utilizzati però nella sola stessa giornata del loro confezionamento.

I conglomerati cementizi semplici ad armati dovranno rispondere in tutto e per tutto ai requisiti indicati ai p.ti 4.1, e 11.1 e segg. del D.M. Infr. 14.01.2008 "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni" secondo quanto indicato, come classe di resistenza e classe di consistenza nonché diametro massimo degli aggregati, negli elaborati progettuali esecutivi.

## 13. INTONACI

Gli intonaci in genere dovranno essere eseguiti in stagione opportuna.

Gli intonaci, di qualunque specie siano (lisci, a superficie rustica, a bugne, per cornici e quanto altro), non dovranno mai presentare peli, crepature, irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, od altri difetti. Quelli comunque difettosi o che non presentassero la necessaria aderenza alle murature, dovranno essere demoliti e rifatti dall'Appaltatore a sue spese. Gli spigoli sporgenti o rientranti verranno eseguiti ad angolo vivo. Si prescrive inoltre quanto riportato di seguito: per l'intonaco grezzo o arricciatura saranno predisposte le fasce verticali, sotto regolo di guida, in numero sufficiente, verrà applicato al supporto un primo strato di malta comune o idraulica detto rinzaffo, gettato con forza in modo che possa penetrare nei giunti e riempirli. Dopo che questo strato sarà alquanto asciutto, si applicherà su di esso un secondo strato della medesima malta, che si stenderà con la cazzuola o col frattone stuccando ogni fessura e togliendo ogni asprezza, sicché le pareti riescano per quanto possibile regolari. Intonaco comune o civile. Appena l'intonaco grezzo avrà preso consistenza, si distenderà su di esso un terzo strato di malta fina che si conguaglierà con le fasce di guida per modo che l'intera superficie risulti piana ed uniforme, senza ondeggiamenti e disposta a perfetto piano verticale o secondo le superfici degli intradossi.

## 14. CONTROSOFFITTI

I controsoffitti da installare saranno di diverse tipologie in base alle esigenze funzionali ed estetiche dei diversi ambienti.

Tutti i controsoffitti, sia quelli continui che quelli modulari, a doghe o quadrotti, saranno installati opportunamente distanziati dal solaio in modo da lasciare un'intercapedine necessaria al passaggio ed alla distribuzione impiantistica ad eccezione di quello da installare nella palestra.

Qualsiasi sia il sistema di controsoffitto da installare dovrà essere rispettata l'altezza minima stabilita dal D.M. 18.12.1975 e le normative vigenti in materia acustica ed antincendio, come riportato negli elaborati del presente progetto definitivo, oltre che l'altezza richiesta dalla Committenza nelle linee guida dello Studio di fattibilità tecnica ed economica.

Gli elementi di sospensione devono essere fissati alla struttura portante, opportunamente dimensionati, in numero adeguato e del tipo capace di sopportare le eventuali deformazioni delle strutture.

I profili portanti i pannelli dei controsoffitti devono avere le caratteristiche tecniche indicate di seguito e negli elaborati allegati al presente documento

Il doppio ordito di profili metallici a T rovesciata, sospesi mediante pendini o staffe, a vista, seminascosti o nascosti, deve essere opportunamente agganciato al profilato di bordo perimetrale, secondo le prescrizioni progettuali o le direttive del Direttore dei Lavori.

I prodotti devono riportare la prescritta marcatura CE, in riferimento alla norma UNI EN.
Particolare attenzione deve essere posta alla finitura dei giunti tra i pannelli e tra i pannelli e le pareti del locale. A posa ultimata le superfici devono risultare perfettamente lisce e prive di asperità.
La posa in opera comprende anche l'eventuale onere di tagli, forature e formazione di sagome.
I pannelli dovranno avere classe di reazione al fuoco idonea in base al locale in cui sono installati, devono essere resistenti all'umidità e possedere una buona riflessione alla luce, secondo quanto indicato nel presente progetto definitivo.
La posa in opera dovrà essere conforme a quanto riportato nella documentazione tecnica del prodotto.
La cornice perimetrale sarà solidarizzata meccanicamente alle pareti mediante accessori di fissaggio posti ad interasse di 300 mm max.
Per una visione di dettaglio delle stratigrafie si rimanda agli elaborati architettonici allegati al presente progetto definitivo (AR09c).

### 14.1. Controsoffitto modulare acustico a quadrotti (aule e ambienti didattici)

nelle aule, nei laboratori e negli uffici verrà installato un controsoffitto modulare di dimensioni 600x600 mm in lana di roccia ad alta densità dello spessore di 15mm rivestito da velo vetro bianco, classe del materiale A2-s1,d0. Riguardo alla struttura metallica di sostegno, è stato scelto anche in questo caso il sistema poco visibile, al fine di migliorare il pregio estetico della finitura.
I pannelli dovranno avere struttura metallica costituita da profili metallici a T rovesciata in lamiera d'acciaio zincato preverniciato del tiPo T24; tali profili dovranno costituire una maglia modulare da 600x600 mm.
La posa in opera dovrà essere conforme a quanto riportato nella documentazione tecnica del prodotto.
Tale tipologia di lastre dovranno inoltre possedere le seguenti caratteristiche:

- spessore: 15 mm
- assorbimento acustico $\alpha_w$ EN ISO 11654: 0,68
- classe di reazione al fuoco EN 13501-1: A2-s1,d0
- riflessione luminosa: 87%
- resistenza all'umidità: 90%

### 14.2. Controsoffitto modulare a quadrotti (bagni e locali umidi)

Per i bagni e gli spogliatoi è stata posta particolare attenzione al grado di assorbimento dell'umidità.
In questi ambienti verrà installato un controsoffitto modulare di dimensioni 600x600 mm in gesso rivestito con finitura di colore bianco semilucido dello spessore di 9,5mm rivestito da velo vetro bianco. I pannelli dovranno avere struttura metallica costituita da profili metallici a T rovesciata in lamiera d'acciaio zincato preverniciato; tali profili dovranno costituire una maglia modulare da 600x600 mm.

La posa in opera dovrà essere conforme a quanto riportato nella documentazione tecnica del prodotto.
Tale tipologia di lastre dovranno inoltre possedere le seguenti caratteristiche:

- spessore: 9,5 mm
- assorbimento acustico $\alpha_w$ EN ISO 11654: 0.10
- classe di reazione al fuoco EN 13501-1: A2-s1,d0
- riflessione luminosa: 82,5%
- resistenza all'umidità: RH 90

### 14.3. Controsoffitto modulare a doghe (connettivi)

Nelle zone di collegamento verrà installato un controsoffitto modulare 300x1800mm in gesso rivestito preveniciato in colore bianco con finitura opaca satinata e decoro costituito da foratura regolare lineare, che permette di realizzare controsoffitti di tipo ispezionabile. Sul retro delle doghe è applicato un tessuto fonoassorbente con funzione antipolvere.
La struttura sarà costituita da profili metallici a T rovesciata in lamiera d'acciaio zincato preverniciato in colore bianco e da profili perimetrali a doppia L solidarizzati meccanicamente alle pareti mediante accessori di fissaggio posti ad interasse di 300 mm.
I giunti fra le lastre, orizzontali e verticali, saranno trattati con stucco e saranno inseriti nastri d'armatura paraspigoli e quanto necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.
Su tutto il perimetro della struttura metallica sarà applicato un nastro in polietilene espanso per desolidarizzare la parete dalla struttura portante.
La posa in opera dovrà essere conforme a quanto riportato nella documentazione tecnica del prodotto.
Tale tipologia di lastre dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- spessore: 12,5 mm
- classe di reazione al fuoco EN 13501-1: A2-s1,d0
- riflessione luminosa: 73 %
- resistenza all'umidità: RH 70

### 14.4. Controsoffitto continuo

In alcuni punti, dove il requisito di ispezionabilità non risulta necessario, ma è necessario raccordare ambienti con giaciture geometriche e diverse funzioni, il controsoffitto si presenta continuo.
Per le porzioni in cui sarà realizzato un controsoffitto continuo sarà impiegata una lastra costituita da un nucleo in gesso rivestito su entrambe le facce da materiale cellulosico con funzione di armatura esterna.
Il prodotto installato dovrà avere classe di reazione al fuoco A2-s1, d0 secondo UNI EN 520.
La struttura sarà realizzata in lamiera d'acciaio zincato da 0,6 mm di spessore, costituita da profili a C aventi

larghezza 50 mm, opportunamente inseriti in guide ad U orizzontali, poste a soffitto.
I montanti saranno posati con interasse massimo di 600 mm e collegati alla muratura di supporto.
I giunti fra le lastre, orizzontali e verticali, saranno trattati con stucco e saranno inseriti nastri d'armatura paraspigoli e quanto necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.
Su tutto il perimetro della struttura metallica sarà applicato un nastro in polietilene espanso per desolidarizzare la parete dalla struttura portante.
La posa in opera dovrà essere conforme a quanto riportato nella documentazione tecnica del prodotto.
Tale tipologia di lastre dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- spessore: 12,5 mm
- classe di reazione al fuoco EN 13501-1: A2-s1,d0
- riflessione luminosa: 88%
- resistenza all'umidità: 100%

## 15. BAFFLES

Il progetto definitivo della nuova scuola di Empoli prevede l'installazione di baffles nella palestra dove, per l'elevato affollamento, si prevede la necessità di raggiungere elevati standard acustici.
Sono stati previsti dei pannelli rettangolari a struttura pendinata a soffitto in lana di vetro delle dimensioni di 1200x1800 e dello spessore di 40mm.
Per una visione di dettaglio si rimanda all'elaborato architettonico relativo all'abaco dei controsoffitti e dei baffles (AR09c) allegato al presente progetto definitivo.
L'assorbimento acustico dei pannelli fonoassorbenti installati permetterà di:

- ridurre il tempo di riverberazione
- ridurre il livello di rumore
- migliorare l'intelligibilità della parola

I pannelli sospesi installati a soffitto dovranno essere facilmente regolabili ad altezze ed angoli particolari come indicato negli elaborati di progetto allegati al presente capitolato.
Tali pannelli dovranno avere bordi netti, non avere cornici o telai e i punti di fissaggio dovranno risultare integrati nei pannelli stessi; il sistema di sospensione dovrà essere fissato alla struttura portante, opportunamente dimensionato, in numero adeguato e dovrà risultare flessibile in modo da poter spostare il pannello per la manutenzione o una semplice pulizia.
I prodotti devono riportare la prescritta marcatura CE, in riferimento alla norma UNI EN.
La posa in opera dovrà essere conforme a quanto riportato nella documentazione tecnica del prodotto.

## 16. SERRAMENTI

### 16.1. Infissi esterni

Tutti i serramenti esterni della scuola compresa le facciate continue saranno realizzati in alluminio a taglio termico o equivalenti ad elevata efficienza energetica con vetrocamera bassoemissiva con singola intercapedine. Le prestazioni minime richieste per i manufatti finiti dovranno corrispondere alle classi previste dalla normativa e non dovranno essere inferiori ai seguenti valori:

**1) FACCIATA CONTINUA:**

a) Telaio:

- Materiale = Alluminio a taglio termico
- Trasmittanza termica (Uf) = 1,5 W/m$^2$K

b) Vetrata isolante:

- Tipologia = Vetrocamera bassoemissiva con singola intercapedine
- Trasmittanza termica (Ug) = 1,1 W/m$^2$K
- Fattore solare (g) = 0,4
- Trasmissione luminosa (tl) = 0,64

c) Acustica (vetrata + telaio) - certificati:

- Potere fonoisolante (R'w) = 42 dB

**1.a) PORTEFINESTRE AD INSERIMENTO**

a) Telaio:

- Materiale = Alluminio a taglio termico
- Trasmittanza termica (Uf) = 1,7 W/m$^2$K

b) Vetrata isolante:

- Tipologia = Vetrocamera bassoemissiva con singola intercapedine
- Trasmittanza termica (Ug) = 1,1 W/m$^2$K
- Fattore solare (g) = 0,4
- Trasmissione luminosa (tl) = 0,64

c) Acustica (vetrata + telaio) - certificati:

- Potere fonoisolante (R'w) = 42 dB

**2) PORTEFINESTRE**

a) Telaio:

- Materiale = Alluminio a taglio termico
- Trasmittanza termica (Uf) = 1,7 W/m$^2$K

b) Vetrata isolante:

- Tipologia = Vetrocamera bassoemissiva con singola intercapedine
- Trasmittanza termica (Ug) = 1,1 W/m$^2$K
- Fattore solare (g) = 0,4
- Trasmissione luminosa (tl) = 0,64

c) Acustica (vetrata + telaio) - certificati:

- Potere fonoisolante (R'w) > 40 dB

**3) FINESTRE**

a) Telaio:

- Materiale = Alluminio a taglio termico
- Trasmittanza termica (Uf) = 1,4 W/m$^2$K

b) Vetrata isolante:

- Tipologia = Vetrocamera bassoemissiva con singola intercapedine
- Trasmittanza termica (Ug) = 1,1 W/m$^2$K
- Fattore solare (g) = 0,4
- Trasmissione luminosa (tl) = 0,64

c) Acustica (vetrata + telaio) - certificati:

- Potere fonoisolante (R'w) > 40 dB

I serramenti saranno completi di vetri antinfortunistici di sicurezza a norma EN 12600 su ambo i lati, fermavetro in metallo e guarnizioni in gomma. I vetri dovranno essere accompagnati da idonea documentazione atta a dimostrare la conformità alle norme CE.

Ogni serramento esterno deve essere dotato di proprio gocciolatoio superiore.

Tutti gli infissi dovranno essere certificati secondo le norme UNI con particolare riguardo all'isolamento a tenuta dell'aria, alla tenuta infiltrazioni all'acqua, resistenza sollecitazioni del vento, isolamento termico. Tali caratteristiche saranno dimostrate attraverso prestazione di adeguata certificazione; gli infissi dovranno possedere potere fonoisolante idoneo per aule scolastiche secondo quanto previsto dal D.M 18/12/1975, come descritto precedentemente.

Le forniture saranno complete di tutti i materiali, trattamenti ed accessori richiesti per una perfetta esecuzione.

Tutti gli accessori, materiali e manufatti necessari, quali parti metalliche, in gomma, sigillature, ganci, guide, cassonetti, avvolgitori motorizzati, bulloneria, etc., dovranno essere dei tipi fissati dal progetto esecutivo.
Gli infissi saranno realizzati esclusivamente in officina con l'impiego di materiali aventi le qualità prescritte e con procedimenti costruttivi tali da evitare autotensioni, deformazioni anomale provenienti da variazioni termiche, con conseguenti alterazioni delle caratteristiche di resistenza e funzionamento.
Le parti apribili dovranno essere munite di coprigiunti, la perfetta tenuta all'aria e all'acqua dovrà essere garantita da battute multiple e relativi elementi elastici. Le apparecchiature di manovra saranno dotate della sicurezza contro l'errata manovra posta nell'angolo superiore cioè lontano da eventuali possibili manomissioni, allo scopo di evitare lo scardinamento dell'anta. Le finestre con apertura a vasistas saranno dotate di due braccetti di arresto. Nelle finestre e porte finestre con apertura ad anta realizzati con profili complanari, saranno sempre previsti braccetti limitatori di apertura, onde prevenire lo scardinamento delle cerniere nascoste.
Tutti i collegamenti dovranno essere realizzati con sistemi tecnologicamente avanzati; i materiali, le lavorazioni, l'impiego di guarnizioni, sigillanti o altri prodotti, i controlli di qualità saranno disciplinati dalla normativa vigente e dai capitolati tecnici delle industrie di settore.
I coprifili-mostre saranno realizzati con lo stesso tipo di materiale impiegato per i telai di dimensioni e forme fissate dal progetto o dal direttore dei lavori; verranno applicati ai controtelai con viti di acciaio o chiodi.
Le soglie saranno adeguatamente spessorate e supportate in modo tale da creare la pendenza necessaria ad evitare il ristagno dell'acqua.
I serramenti di accesso ed interni saranno dotati di maniglie di tipo arrotondato e di facile presa e le uscite di emergenza saranno dotati di maniglioni antipanico con marcatura CE e conformi alla UNI EN 1125.

#### 16.1.1. Tenda a rullo filtrante

Nelle aule, nei laboratori e negli uffici sono state previste tende a rullo con telo libero con effetto filtrante. Dovranno essere impiegati tessuti semitrasparenti ed opalini con bordi laterali lavorati in modo da evitare la formazione di sfilacciamenti. Il telo dovrà essere inserito nei profili in modo da essere facilmente estratto per operazioni di manutenzione e pulizia.
Le tende saranno comandate elettricamente.
Le tende da installare avranno classe di reazione al fuoco non superiore ad 1.

### 16.2. Infissi interni

Tutti gli infissi interni saranno composti dai seguenti elementi principali:
- anta di tipo tamburata cieca, rivestita in laminato melaminico;
- telaio fisso in alluminio spessore 40 mm, per spessori muro da 100 mm fino a 120 mm;

- maniglia in alluminio;
- guarnizione di battuta.

Gli infissi delle porte interne saranno collocati in opera fissandoli alle strutture di sostegno mediante, controtelai debitamente murati.

Le prestazioni e le dotazioni indicate sono indicative dello standard adottato e possono variare in funzione del produttore selezionato. Gli infissi dovranno avere potere fonoisolante differenziato in base agli ambienti di installazione:

- Rw = 42 dB per le aule e i laboratori;

Per tutte le ulteriori prestazione tecniche si fa riferimento a quanto riportato negli elaborati grafici architettonici allegati al presente progetto definitivo (AR10).

## 17. COPERTURE

Il solaio di copertura dell'ultimo piano sarà realizzato con struttura differenziata per i vari blocchi, in legno o in acciaio.

Si rimanda agli elaborati grafici allegati al presente documento per una visione di maggior dettaglio (AR09b).

### 17.1. Copertura inclinata con struttura in cassettonato ligneo – blocco scuola

La copertura del blocco scuola si presenta a due falde inclinate di 4° a Sud e di 5,88° a Nord con un'altezza in gronda di 8,90 m e in colmo di 9,74 m. Sarà costituita da un pacchetto strutturale composto da un pannello di OSB di spessore 10mm e uno di 28mm con interposti correnti in legno e isolante in lana di roccia a doppia densità (80mm) per uno spessore complessivo di 195 mm.

L'elemento di supporto deve essere in grado di accogliere gli elementi di isolamento e di tenuta, cioè deve essere piano, senza tracce di oli, pitture o elementi che possano produrre danni agli strati superiori o limitare l'eventuale adesione richiesta.

Al di sopra del solaio strutturale verrà posto un freno al vapore a 3 strati in polipropilene dello spessore di 0,5 mm. Sulla barriera al vapore verrà invece posato uno strato di isolante termico in lana di roccia compresso dello spessore di 60mm e densità 40 kg/mc con interposti correnti in legno delle dimensioni di 50x60 mm quindi un ulteriore strato isolante in lana di roccia a doppia densità dello spessore di 60 mm.

A protezione degli strati elencati una membrana a tenuta di vento e umidità composta di 4 strati dello spessore di 0,95 mm.

Sopra un'intercapedine d'aria con correnti in legno 40x80 mm un tavolato in OSB spesso 12 mm con sopra un feltro antirombo di 8mm.

Ultimo strato sarà una lamiera metallica. Questa tipologia dovrà risultare completamente impermeabile in qualsiasi condizione atmosferica, ivi compresa la condizione di completo allagamento del manto stesso,

senza l'utilizzo di guarnizioni o sigillanti. La giunzione delle lastre, che dovranno avere lunghezza uguale a quella della falda, consente la realizzazione di specifici giunti drenanti in grado di garantire la tenuta all'acqua del sistema. Il fissaggio delle lastre di copertura avviene tramite apposite staffe in materiale plastico e viti auto-perforanti in acciaio zincato, che consentiranno l'ancoraggio del manto alla struttura portante sottostante senza alcuna perforazione delle lastre di copertura. Il fissaggio delle lastre metalliche sulle staffe di ancoraggio avviene con semplice incastro, senza dover utilizzare elementi aggiuntivi (cappellotti) e senza lavorazioni supplementari. L'utilizzo di tale sistema di fissaggio permette altresì il libero movimento delle lastre per effetto delle dilatazioni e contrazioni termiche.

Il sistema permetterà l'aggancio a scatto senza fori, successivamente alla realizzazione della copertura stessa, di pannelli fotovoltaici.

### 17.2. Copertura inclinata con struttura in cassettonato ligneo – blocco palestra

La copertura del blocco palestra si presenta a due falde inclinate di 4,41° a Est e di 7,24° a Ovest con un'altezza in gronda di 9,18 m e in colmo di 10,33 m.

Il pacchetto strutturale è analogo a quello della scuola così come gli strati superiori che si differenziano solo per la finitura in quanto al posto del feltro antirombo e della lamiera sarà posizionato uno strato di impermeabilizzazione in FPO.

### 17.3. Copertura piana verde - blocco uffici

Il blocco uffici presenta una copertura piana verde costituita da uno strato strutturale in XLAM a cinque strati dello spessore di 110 mm. Al di sopra del solaio strutturale verrà posto un freno al vapore a 3 strati in polipropilene dello spessore di 0,5 mm.

L'isolamento termico è realizzato tramite un primo strato di isolante in pannelli di EPS dello spessore di 50 mm e da un secondo strato sempre di pannelli in EPS pendenzati inclinati dell'1,5% per garantire l'allentamento delle acque (spessore 60-230mm – 145 medio).

Sopra uno strato di TNT di separazione (2mm) un'impermeabilizzazione in FPO, membrana monostrato in poliolefine flessibile, armata con non-tessuto in poliestere e ottenuta per coestrusione dovrà essere applicata in totale aderenza allo strato sottostante, con termosaldatura.

Sopra un ulteriore TNT (3mm) uno strato di accumulo idrico dello spessore di 25mm e al di sopra del geotessuto filtrante stabilizzante dello spessore di 1,35 mm.

Lo strato culturale, composto da terriccio e inerti avrà uno spessore di 100mm con sopra uno strato vegetale di prato fiorito.

Ai lati del tetto, a ridosso del parapetto, sopra lo strato di accumulo e il geotessuto, uno strato di ghiaia tonda lavata di 70mm.

### 17.4. Copertura piana – blocco atrio/laboratori

Questo tipo di copertura, come il resto della struttura di questo blocco, si differenzia dagli altri per il materiale utilizzato. In questo caso infatti la struttura portante del tetto verrà realizzata in acciaio, in particolare in lamiera grecata dello spessore di 75 mm sopra cui verrà posizionato un tavolato in OSB dello spessore di 20mm. Al di sopra la barriera al vapore, la stessa utilizzata per le altre coperture. In questo caso lo strato isolante sarà rappresentato da pannelli in XPS dello spessore di 120 mm. Sopra uno stato di TNT di separazione un massetto alleggerito (600 kg/mc) delle pendenze che permetterà di allontanare l'acqua protetto da uno strato di impermeabilizzazione in FPO.

### 17.5. Dispositivi di ancoraggio anticaduta (linee vita)

Sulle coperture, ad eccezione di quella degli uffici che presenta un parapetto, verranno realizzate le linee di vita per gli eventuali successivi interventi manutentivi. Saranno previsti dispositivi che consentano di eseguire, nella successiva fase di manutenzione, l'accesso, il transito e l'esecuzione dei lavori sulla copertura in condizioni di sicurezza: dovranno essere, ove possibile per i dispositivi di classe C (UNI EN 795:2002), in acciaio inox.

Ad integrazione e/o complemento delle linee in classe C dovranno essere posti in opera punti di ancoraggio in classe A1 e A2 che consentano l'accesso in sicurezza alla fune in classe C.

La linea, realizzata con una fune inox AISI 316, dovrà essere completa di tutti gli accessori quali morsetti e redance per la chiusura del cavo, tenditore inox per il tensionamento del cavo, ammortizzatore/dissipatore di energia e i supporti dovranno essere installati in modo tale da impedire infiltrazioni nella copertura. Tali dispositivi saranno realizzati con materiali di tipo inossidabile (acciaio inox) che garantiscano l'efficienza nel tempo. A complemento dell'opera sarà fornito un manuale d'uso e manutenzione nonché la certificazione UNI EN 795:2002 e marcatura CE del sistema installato.

Tutti i dispositivi, compresi gli accessori di fissaggio, dovranno essere in acciaio inossidabile in modo da potere garantire nel tempo la tenuta e il rispetto dei requisiti imposti dalla norma UNI 795. Tutti i componenti dovranno essere dimensionati e verificati secondo i dispositivi normativi e dovrà essere allegata una specifica relazione di calcolo redatta da ingegnere abilitato, secondo quanto previsto dal punto 4.3.3.1 della norma UNI EN 795:2002.

A completamento dell'opera dovrà essere fornito un fascicolo tecnico che costituisca manuale d'uso e manutenzione. Dovrà essere inoltre fornita la cartellonistica per la regolamentazione dell'accesso alla copertura.

## 18. OPERE IN FERRO

### 18.1. Ringhiere e cancelli

Nel progetto definitivo è prevista la sostituzione del cancello d'ingresso al complesso scolastico rendendolo motorizzato e composto da accesso carrabile e pedonale.

Questo, come le ringhiere, saranno costruiti a perfetta regola d'arte secondo le tipologie indicate successivamente nel progetto esecutivo. Essi dovranno presentare tutti i regoli ben dritti, spianati in perfetta composizione. I tagli delle connessure per i ferri incrociati mezzo a mezzo dovranno essere della massima precisione ed esattezza, ed il vuoto di uno dovrà esattamente corrispondere al pieno dell'atro, senza la minima ineguaglianza e discontinuità.

In ogni caso l'intreccio dei ferri dovrà essere diritto ed in parte dovrà essere munito di occhi in modo da non poter mai essere in alcun caso sfilato.

I telai saranno fissati ai ferri di orditura e saranno poi muniti di forti grappe ed arpioni ben inchiodati ai regoli di telaio in numero, dimensioni e posizioni che verranno indicate in fase esecutiva.

## 19. OPERE DA LATTONIERE IN GENERE

I manufatti, in lamiera di ferro zincata, rame, in piombo, in ottone, in alluminio o in altri metalli dovranno essere delle dimensioni e forme richieste in fase di progetto esecutivo, nonché lavorati a regola d'arte, con la maggiore precisione possibile.

Detti lavori saranno dati in opera, salvo contraria precisazione contenuta nella tariffa dei prezzi, completi di ogni accessorio necessario al loro perfetto funzionamento, come raccordi di attacco, coperchi, viti di spurgo in ottone o bronzo, pezzi speciali e sostegni di ogni genere (braccetti, grappe ecc.).

I pluviali saranno in acciaio zincato e dovranno essere posti in opera con le esatte pendenze prescritte, verranno sagomati a sezione circolare e forniti in opera con le occorrenti unioni o risvolti per seguire la linea di gronda, i pezzi speciali di imboccatura e con robuste cicogne in ferro o alluminio per sostegno.

## 20. IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO

L'impianto elevatore dovrà essere conforme alle seguenti normative:

- Direttiva Europea 95/16/CE e D.M. 236 (Legge 13)
- Direttiva Europea 89/336/CE sulla compatibilità elettromagnetica (EMC)

L'azionamento sarà di tipo oleodinamico a pistone ed il quadro elettrico di manovra verrà posto all'interno del vano corsa.

L'unità di trazione sarà costituita da un pistone realizzato in unico o più pezzi e da un motore trifase con pompa a vite di portata variabile collegati tra loro per mezzo di tubazioni oleodinamiche. Il motore potrà essere di tipo ad avviamento diretto o stella/triangolo per un risparmio energetico.

Le guide della cabina saranno in acciaio, profilate e trafilate a freddo con sezione a T.
La giunzione tra i vari elementi di guida è ottenuta per incastro maschio femmina.
Gli attacchi delle guide ai loro ancoraggi permetteranno la libera dilatazione senza che si verifichino deformazioni.
La "spinta orizzontale effettiva" della cabina sulle guide, nella direzione del piano delle guide e normale ad esso dovrà provocare una freccia elastica non superiore ai 3 mm.
Gli ammortizzatori della cabina saranno posizionati nel fondo del vano (fossa).
La porta della cabina sarà automatica a due ante ad apertura telescopica laterale; sarà dotata di cellula fotoelettrica a raggi infrarossi montata sulle spallette di cabina per invertire il movimento delle porte in presenza di ostacoli. Potrà essere dotata anche di barriera elettronica.
Le porte di piano saranno automatiche a due ante abbinate alla corrispondente porta di cabina ad apertura telescopica laterale ed avranno finitura e colore polimod colorato ed acciaio inox satinato naturale S.B.
Dimensioni secondo quanto indicato nel progetto esecutivo.
La manovra potrà essere del tipo universale semplice con esecuzione di singolo comando di chiamata solo con cabina ferma al piano o collettiva discesa con registrazione delle chiamate in discesa.
Potrà essere dotato di un dispositivo per il ritorno automatico al piano in caso di mancanza dell'energia elettrica con la riapertura delle porte.
All'interno del telaio della porta del piano più basso ci saranno i comandi remoti per le operazioni di emergenza e di manovra a mano.
Il Pannello Operativo di Cabina (bottoniera) è costituito da una colonna e da una piastra in acciaio inox satinato naturale S.B. dotato di display di posizione della cabina, indicatore di carico eccessivo e luce di emergenza. Avrà i pulsanti per ogni piano servito con dicitura in Braille, l'apertura delle porte, il citofono, il campanello d'allarme e il sistema di comunicazione bidirezionale collegato telefonicamente ad un centro assistenza 24 ore su 24 (direttiva 95/16).
Bottoniera e segnalazioni luminose devono essere conformi alla Legge 13 (D.M. 236).
Le pulsantiere di piano saranno costruite da una piastra in acciaio inox satinato naturale con il pulsante di chiamata, segnalazione di avvenuta prenotazione, display di posizione a tutti i piani, gemma di allarme ricevuto al piano principale, frecce di direzione, chiave standard o Kaba per controllo chiamate. Pulsantiere e segnalazioni luminose saranno conformi alla Legge 13 (D.M. 236).
Gli interruttori dovranno essere ubicati nel quadro elettrico.

## 21. AREE ESTERNE A VERDE

Le aree esterne verdi saranno rimodellate secondo quanto proposto in fase di progettazione quindi caratterizzate da prative a bassa manutenzione stesa con macchine operatrici e rifinitura a mano di terra di

coltivo. Sarà eliminazione di un accumulo di terra nella parte Nord-Est del lotto, in prossimità dell'edificio esistente della scuola "Ferraris-Brunelleschi", quindi le lavorazioni comprendono la preparazione del terreno con lavorazione a 15 cm di profondità, l'eliminazione di ciottoli, sassi ed erbe infestanti, la semina di miscuglio di graminacee pratensi per prato rustico.

Dovranno inoltre essere piantumate delle specie arboree ed arbustive secondo quanto indicato negli elaborati grafici allegati al presente progetto definitivo e nella relazione tecnica architettonica. Al fine di garantire l'attecchimento delle essenze arboree piantumate dovrà essere effettuata un'operazione di pacciamatura ricoprendo il terreno così da impedire la crescita delle malerbe per mantenere e proteggere l'umidità del suolo.

## 22. IMPIANTO DI IRRIGAZIONE AREE VERDI ESTERNE

L'impianto irriguo si propone di irrigare le tipologie di verde esistente. Si possono prevedere, inoltre punti supplementari ove collocare delle saracinesche con attacchi ad innesto rapido (es. tubi di gomma ed idranti) per l'irrigazione di soccorso. La realizzazione di un impianto irriguo ha come obbiettivo quello di apportare una quantità giornaliera d'acqua tale da garantire un perfetto attecchimento e il loro successivo sviluppo delle specie botaniche messe a dimora.

Caratteristiche tecniche

L'impianto, in linea generale sarà così composto:

- Allacciamento alla rete idrica generale o ad un pozzo di estrazione di prima falda;
- Tubazioni primarie e secondarie di distribuzione idrica;
- Saracinesche ed elettrovalvole di settore;
- Irrigatori statici, dinamici, ala gocciolante ed allagatori;
- Allacciamento alla rete elettrica necessario al funzionamento delle elettrovalvole;
- Programmatore elettronico alimentato elettricamente a 220 Volt o a batteria

### 22.1. Tubazioni

Tutte le tubazioni dovranno essere in polietilene di tipo ad alta o bassa densità. Si dovranno calcolare le relative perdite di carico, in funzione delle portate unitarie necessarie e di conseguenza scegliere la sezione più opportuna delle tubazioni. In seguito alle elaborazioni sopra richieste, si dovrà riportare sulla planimetria di progetto il tracciato di tutte le tubazioni ed i relativi dimensionamenti. Per tutte le tubazioni il valore di PN (pressione nominale) dovrà essere concordante con le pressioni massime ipotizzate nelle tubazioni. Le tubazioni dovranno essere conformi alle norme UNI rispondenti alle prescrizioni sanitarie del Ministero della

Sanità relative ai manufatti per liquidi alimentari (Circolare Ministeriale n.102 del 02/12/1978 per quanto riguarda le tubazioni in polietilene, UNI 10910 tubazioni ad alta densità – UNI 7990 tubazioni a bassa densità). Il passaggio delle tubazioni dovrà rispettare, nelle sue linee generali, il piano di progetto salvo il caso in cui particolari situazioni logistiche ne impediscano la realizzazione: in nessun caso, comunque, il variare di tale percorso può dare origine a revisioni di prezzi salvo il caso in cui per motivi particolari si debbano effettuare variazioni sensibili ( superiori al 50% delle sezioni di scavo indicate negli articoli) ad esempio nella profondità degli scavi, nel rinfianco delle tubazioni, nella loro protezione o quando impedimenti per ostacoli sotterranei debbano comportare variazione dei materiali stessi. Tutte le tubazioni dovranno essere poste in opera secondo i dettami forniti dal produttore alle profondità precedentemente indicate. Eventuali curvature, sia orizzontali, sia verticali dovranno rientrare nel campo delle tolleranze indicate dal fabbricante. In nessun caso si dovranno effettuare curve diverse da quelle permesse da catalogo mediante il riscaldamento o la forzatura meccanica delle tubazioni.

### 22.2. Irrigatori

Tutti gli irrigatori, sia statici che dinamici, dovranno essere installati su giunti flessibili per poter meglio resistere agli urti ed agli assestamenti. In ogni caso non sarà accettato il montaggio di qualsiasi tipo di irrigatore su prolunga rigida inserita, sia direttamente, sia indirettamente sulla tubazione di derivazione. Gli irrigatori, raggruppati idraulicamente in settori omogenei e suddivisi rispettando le destinazioni e l'esposizione delle aree interessate, devono essere disposti in modo tale da determinare, per lo stesso tipo, eguali intensità di pioggia.

Gli irrigatori del tipo dinamico dovranno avere il corpo in materiale plastico anti-urto e anti-corrosione. Dovranno essere del tipo a turbina, con ingranaggi lubrificati ad acqua, dotati di guarnizione autopulente e filtro per trattenere le impurità, molla di rientro in acciaio inox, guarnizione autopulente per la tenuta idrica durante il sollevamento e pulizia del canotto in fase di rientro. Saranno corredati di valvola automatica anti-drenaggio per evitare l'impaludamento del terreno in prossimità degli irrigatori più bassi.

### 22.3. Cavo elettrico

Cavo elettrico unipolare a doppio isolamento in PE con conduttore a filo rigido, per elettrovalvole, avente le seguenti caratteristiche:

- sezione 1,5 mmq (CE-D 1x1,5) o 2,5 mmq (CE-D-1x2,5)
- guaina esterna grigia (CE-D 1x1,5) o nera (CE-D-1x2,5)
- qualità R2
- grado di isolamento 4

- norme CEI 20-14 tabelle UNEL 35739-35743
- tensione massima 24V

### 22.4. Programmatore

Programmatore di tipo elettronico per il comando automatico dell'impianto di irrigazione

### 22.5. Elettrovalvole

Elettrovalvole a membrana con le seguenti caratteristiche:

- Corpo in nylon fibra di vetro con membrana in “Buna N” rinforzata
- Solenoide monoblocco 24 V – 50Hz, assorbimento in apertura 0,41 A assorbimento in esercizio 0,23 A.
- Installazione in linea o ad angolo con attacchi 3”F.
- Pressione massima di esercizio 10 ATM.
- Filtro sulla membrana.
- Regolatore di flusso.
- Comando di apertura manuale
- Dispositivo di apertura e chiusura lenta contro il colpo d'ariete.

## 23. IMPIANTO DI RECUPERO ACQUE METEORICHE

Per impianto di scarico acque meteoriche si intende l'insieme degli elementi di raccolta, convogliamento, eventuale stoccaggio e sollevamento e recapito (a collettori fognari, corsi d'acqua, sistemi di dispersione nel terreno). L'acqua può essere raccolta da coperture o pavimentazioni all'aperto.

Le acque meteoriche dovranno essere raccolte all'interno di appositi serbatoi interrati e completi di sistemi filtranti, centralina di controllo, pompe ed eventuali accessori per l'alimentazione delle cassette di scarico wc e l'irrigazione del verde.

Per impianto di scarico acque meteoriche si intende l'insieme degli elementi di raccolta, convogliamento, eventuale stoccaggio e sollevamento e recapito (a collettori fognari, corsi d'acqua, sistemi di dispersione nel terreno). L'acqua può essere raccolta da coperture o pavimentazioni all'aperto.

Il sistema di scarico delle acque meteoriche deve essere indipendente da quello che raccoglie e smaltisce le acque usate.

Il sistema di recapito deve essere conforme alle prescrizioni della pubblica autorità in particolare per quanto attiene la possibilità di inquinamento.

Gli impianti di cui sopra si intendono funzionalmente suddivisi come segue:

- converse di convogliamento e canali di gronda;
- pluviali, opportunamente dimensionati in numero rispetto alle superfici della copertura, devono essere convogliati in pozzetti finali, per non scaricare direttamente all'aperto;
- punti di raccolta per lo scarico (bocchettoni, pozzetti, caditoie, etc.…);
- tubazioni di convogliamento tra i punti di raccolta ed i punti di smaltimento (verticali = pluviali; orizzontali = collettori);
- punti di smaltimento nei corpi ricettori (fognature, bacini, corsi d'acqua, etc.…).

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti progettuali. Qualora questi ultimi non siano specificati in dettaglio nel progetto o, a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni normative e di legge.

L'impianto si compone di n. 1 serbatoio di accumulo acque meteoriche da interro con capacità minima di 10 mq, completo di pompa di immersione, gestione sonde, filtro autopulente e altri dispositivi sopra descritti per l'alimentazione della rete di irrigazione.
Sono predisposti pozzetti di ispezione a salto e pozzetti di confluenza/allaccio oltre che caditoie di raccolta delle acque meteoriche pedonali e carrabili.

## 24. IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI

L'impresa, ovvero le ditte subappaltatrici dei lavori relativi all'installazione degli impianti tecnologici rientranti nell'ambito di applicazione del D.M. 37/08 e s.m.i., sono tenuti al rispetto delle norme in esse contenute, e prima dell'inizio dei lavori, devono fornire l'attestazione, rilasciata dalla C.C.I.A.A. in cui risultino essere iscritte, della loro abilitazione alla installazione, trasformazione, ampliamento, modifica o manutenzione degli impianti.
Gli impianti e i loro componenti devono essere realizzati secondo la regola d'arte in conformità alle disposizioni dell'art. 7 del D.M. 37/08 e s.m.i. La realizzazione degli impianti nel rispetto delle norme UNI e CEI è considerata a regola d'arte.
Al temine dei lavori l'Impresa o le Imprese subappaltatrici installatrici devono rilasciare per ognuno degli impianti realizzati ricadenti nell'ambito dell'art 7 del D.M. 37/08, la relativa dichiarazione di conformità.
Per tutte ulteriori prestazione tecniche si fa riferimento anche a quanto riportato negli elaborati grafici e nelle relazioni specialistiche del progetto esecutivo degli impianti elettrici e meccanici.

## 25. IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

Ai fini della metodologia di progettazione si terrà conto di quanto specificato nel D.P.R 412/93 e nei paragrafi relativi alle condizioni di benessere delle Norme Tecniche per l'Edilizia Scolastica e del presente capitolato speciale prestazionale.

Per sopperire al fabbisogno termico dell'edificio sarà opportuno alimentare il sistema di riscaldamento con acqua a bassa temperatura, utilizzando al meglio i vantaggi derivanti dall'utilizzo di energie alternative o assimilabili (pompe di calore, solare termico, pannelli solari, ecc.), con riferimento a quanto previsto dal Decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio del 10.09.01 n. 291.

L'impianto di riscaldamento deve assicurare il raggiungimento, nei locali riscaldati, della temperatura di 20°C ±2°C e comunque, compatibile con le vigenti disposizioni in materia di contenimento dei consumi energetici e comunque le condizioni termo-igrometriche la composizione dell'aria deve essere conforme alle prescrizioni vigenti.

Nella esecuzione dell'impianto devono essere scrupolosamente osservate, oltre alle disposizioni per il contenimento dei consumi energetici (DM del 17 marzo 2003 "Aggiornamenti agli allegati F e G del DPR 26 agosto 1993, n. 412, recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici negli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia"), le vigenti prescrizioni concernenti la sicurezza, l'igiene, l'inquinamento dell'aria, delle acque e del suolo.

I sistemi di riscaldamento degli ambienti possono essere realizzati:

- mediante «corpi scaldanti» (radiatori, convettori, piastre radianti e simili) collocati nei locali e alimentati da un fluido termovettore (acqua, vapore d'acqua, acqua surriscaldata);
- mediante «pannelli radianti» posti in pavimenti, soffitti, pareti, a loro volta riscaldati mediante tubi, in cui circola acqua a circa 35 °C.

In base alla regolamentazione vigente tutti i componenti degli impianti di riscaldamento destinati o alla produzione, diretta o indiretta, del calore, o alla utilizzazione del calore, o alla regolazione automatica e contabilizzazione del calore, debbono essere provvisti del certificato di omologazione rilasciato dagli organi competenti. I dispositivi automatici di sicurezza e di protezione debbono essere provvisti di certificato di conformità rilasciato, secondo i casi, dall'ISPESL o dal Ministero degli Interni (Centro Studi ed Esperienze).

Tutti i componenti degli impianti debbono essere accessibili ed agibili per la manutenzione e suscettibili di essere agevolmente introdotti e rimossi nei locali di loro pertinenza ai fini della loro revisione, o della eventuale sostituzione.

Il generatore/i di calore deve essere in grado di fornire il calore necessario con il rendimento previsto ai vari carichi; di esso deve essere precisato: il tipo e la pressione massima di esercizio, il materiale impiegato, lo spessore della superficie di scambio e il volume del fluido contenuto (nel caso di generatori di vapore d'acqua il contenuto d'acqua a livello).

Per i generatori con camera di combustione pressurizzata bisogna assicurarsi, nel caso in cui il camino sia a tiraggio naturale e corra all'interno dell'edificio, che all'uscita dei fumi non sussista alcuna pressione residua.
Il generatore sarà dotato degli accessori previsti dalla normativa, e cioè:

- dispositivi di sicurezza;
- dispositivi di protezione;
- dispositivi di controllo previsti dalle norme ISPESL.

Tutti i dispositivi devono rispondere alle normative vigenti.
I bruciatori di combustibili gassosi, devono essere in grado di cedere al fluido termovettore il calore corrispondente al carico massimo del generatore servito.
In ogni caso la potenza del bruciatore non deve superare la potenza massima del generatore in questione. Il bruciatore deve essere corredato da dispositivi che ne arrestino il funzionamento ed intercettino l'afflusso del combustibile nel caso in cui la fiamma non si accenda o si spenga in corso di funzionamento.
In particolare le rampe di alimentazione dei bruciatori a gas debbono corrispondere esattamente, per tipo e composizione, a quelle prescritte dalle norme UNI CIG ed essere quindi dotate, oltre che di elettrovalvole di intercettazione, anche del dispositivo atto ad accertare l'assenza di perdite delle valvole stesse.
Negli impianti di maggiore importanza dotati di bruciatori di gas, si deve prevedere anche la verifica automatica del dispositivo di controllo della fiamma all'atto di ogni accensione o, se del caso, la verifica continua.
L'arresto dei bruciatori in generale deve verificarsi anche nel caso di intervento dei vari apparecchi di protezione: termostati, pressostati, flussostati, livellostati.
I condotti dei fumi, raccordi fumari, canali fumari e camini, debbono assicurare la corretta evacuazione dei fumi anche al carico massimo e nelle peggiori condizioni esterne di temperatura, pressione ed umidità relativa.
Qualora i condotti non siano totalmente esterni all'edificio, il tiraggio ne deve assicurare la depressione lungo l'intero sviluppo così che, in caso di lesioni, non vi sia fuoriuscita dei prodotti della combustione.
Lo sbocco all'esterno deve avvenire secondo le prescrizioni vigenti e, comunque, in modo da non recare molestie. In qualsiasi locale in cui funziona un generatore di calore, di qualsiasi potenza, deve essere assicurato il libero ingresso dell'aria necessaria mediante un'apertura non chiudibile di dimensioni adeguate, a norma del Decreto Ministero Dell'interno 12 aprile 1996, che deve essere realizzata e rappresentata nel progetto esecutivo.
La distanza e la differenza di quota tra le espulsioni dall'aria interna e le griglie di presa d'aria esterna delle macchine ventilanti a servizio degli ambienti interni devono essere conformi alla norma UNI EN 13779.
Gli impianti esterni o che prelevano aria esterna dovranno essere dotati di un impianto di protezione dal gelo che consenta di far circolare il fluido caldo all'interno delle batterie degli impianti medesimi.

Nel caso di riscaldamento ad acqua calda, la circolazione, salvo casi eccezionali in cui si utilizza la circolazione naturale per gravità, viene assicurata mediante elettropompe centrifughe la cui potenza elettrica assorbita non deve essere, di massima, maggiore di 1/500 della potenza termica massima dell'impianto.
Le pompe, provviste del certificato di omologazione, devono assicurare portate e prevalenze idonee per alimentare tutti gli apparecchi utilizzatori ed essere previste per un servizio continuo senza sensibile surriscaldamento del motore.
La tenuta sull'albero nelle pompe, accoppiato al motore elettrico con giunto elastico, potrà essere meccanica o con premistoppa, in quest'ultimo caso la perdita d'acqua deve risultare di scarsa rilevanza dopo un adeguato periodo di funzionamento.
Ogni pompa deve essere provvista di organi di intercettazione sull'aspirazione e sulla mandata e di valvole di non ritorno.
Sulla pompa o sui collettori di aspirazione e di mandata delle pompe si deve prevedere una presa manometrica per il controllo del funzionamento.
La rete di tubazioni di distribuzione comprende:

- le tubazioni della Centrale termica;
- la rete di distribuzione propriamente detta.

Le reti orizzontali saranno poste, di regola, nei cavedi o interrate: in quest'ultimo caso, se si tratta di tubi metallici e non siano previsti cunicoli accessibili aerati, si deve prevedere una protezione tale da non consentire alcun contatto delle tubazioni col terreno.
Le colonne montanti, provviste alla base di organi di intercettazione e di rubinetto di scarico, saranno poste possibilmente in cavedi accessibili e da esse si dirameranno le reti orizzontali destinate alle singole unità immobiliari.
Debbono restare accessibili sia gli organi di intercettazione dei predetti montanti, sia quelli delle singole reti o, come nel caso dei pannelli radianti, gli ingressi e le uscite dei singoli serpentini.
Diametri e spessori delle tubazioni debbono corrispondere a quelli previsti nelle norme UNI. Le tubazioni di materiali non metallici debbono essere garantite dal fornitore per la temperatura e la pressione massima di esercizio e per il servizio continuo.
Tutte le tubazioni debbono essere coibentate secondo le prescrizioni dell'allegato B del DPR 26 agosto 1993, n. 412, salvo il caso in cui il calore da esse emesso sia previsto espressamente per il riscaldamento, o per l'integrazione del riscaldamento ambiente.
I giunti, di qualsiasi genere (saldati, filettati, a flangia, ecc.) debbono essere a perfetta tenuta e là dove non siano accessibili devono essere provati a pressione in corso di installazione.
I sostegni delle tubazioni orizzontali o suborizzontali devono essere previsti a distanze tali da evitare incurvamenti.

Il dimensionamento delle tubazioni, sulla base delle portate e delle resistenze di attrito ed accidentali, deve essere eseguito così da assicurare le medesime perdite di carico in tutti i circuiti generali e particolari di ciascuna utenza.

La velocità dell'acqua nei tubi deve essere contenuta entro limiti tali da evitare rumori molesti, trascinamento d'aria, perdite di carico eccessive e fenomeni di erosione in corrispondenza alle accidentalità.

Il percorso delle tubazioni e la loro pendenza deve assicurare, nel caso di impiego dell'acqua, il sicuro sfogo dell'aria e, nel caso di impiego del vapore, lo scarico del condensato oltre che l'eliminazione dell'aria.

Occorre prevedere, in ogni caso, la compensazione delle dilatazioni termiche. In particolare per i dilatatori, deve essere fornita la garanzia che le deformazioni rientrano in quelle elastiche del materiale e per i punti fissi che l'ancoraggio è commisurato alle sollecitazioni.

Gli organi di intercettazione, previsti su ogni circuito separato, devono corrispondere alle temperature e pressioni massime di esercizio ed assicurare la perfetta tenuta, agli effetti della eventuale segregazione dall'impianto di ogni singolo circuito.

Sulle tubazioni che convogliano vapore occorre prevedere uno o più scaricatori del condensato, così da evitare i colpi d'ariete e le ostruzioni al passaggio del vapore.

Tutti gli apparecchi utilizzatori debbono essere costruiti in modo da poter essere impiegati alla pressione ed alla temperatura massima di esercizio, tenendo conto della prevalenza delle pompe di circolazione che può presentarsi al suo valore massimo qualora la pompa sia applicata sulla mandata e l'apparecchio sia intercettato sul solo ritorno.

Qualunque sia il tipo prescelto, i corpi scaldanti statici debbono essere provvisti di un certificato di omologazione che ne attesti la resa termica. Specifiche tecniche e requisiti da soddisfare sono stabiliti dalla norma UNI EN di riferimento.

Essi debbono essere collocati in posizione e condizioni tali da non pregiudicare la cessione di calore all'ambiente. Non si debbono impiegare sullo stesso circuito corpi scaldanti dei quali sia notevolmente diverso l'esponente dell'espressione che misura la variazione della resa termica in funzione della variazione della differenza tra la temperatura del corpo scaldante e la temperatura ambiente (esempio radiatori e convettori).

Sulla mandata e sul ritorno del corpo scaldante si debbono prevedere organi atti a consentire la regolazione manuale e, ove occorra, l'esclusione totale del corpo scaldante, rendendo possibile la sua asportazione, senza interferire con il funzionamento dell'impianto.

Nei corpi scaldanti ventilati, costituiti da una batteria percorsa dal fluido termovettore e da un elettroventi latore che obbliga l'aria a passare nella batteria, occorre accertare, oltre a quanto già esposto per i corpi scaldanti statici, la potenza assorbita dal ventilatore e la rumorosità dello stesso.

La collocazione degli apparecchi deve consentire una distribuzione uniforme dell'aria evitando, altresì, correnti moleste.

I Pannelli radianti costituiscono una simbiosi tra le reti di tubazioni in cui circola il fluido termovettore e le strutture alle quali tali reti sono applicate (pannelli riportati) o nelle quali sono annegate (pannelli a tubi annegati).

I tubi per la formazione delle reti, sotto forma di serpentini, o griglie, devono essere di piccolo diametro (20 mm al massimo) e, ove non si tratti di tubi metallici, deve essere accertata l'idoneità relativamente alla temperatura ed alla pressione massima di esercizio per un servizio continuo.

Prima dell'annegamento delle reti si verificherà che non vi siano ostruzioni di sorta; è indispensabile una prova a pressione sufficientemente elevata per assicurarsi che non si verifichino perdite nei tubi e nelle eventuali congiunzioni.

Nel caso di pannelli a pavimento la temperatura media superficiale del pavimento finito non deve superare il valore stabilito a riguardo dal progettista e la distanza tra le tubazioni deve essere tale da evitare che detta temperatura media si consegua alternando zone a temperatura relativamente alta e zone a temperatura relativamente bassa.

Nel prevedere il percorso dei tubi occorre tener presente, altresì, che (anche con cadute di temperatura relativamente basse: 8 - 10° C) le zone che corrispondono all'ingresso del fluido scaldante emettono calore in misura sensibilmente superiore a quelle che corrispondono all'uscita.

Le reti di tubi devono essere annegate in materiale omogeneo che assicuri la totale aderenza al tubo e la protezione da qualsiasi contatto con altri materiali e da qualsiasi liquido eventualmente disperso sul pavimento.

Il collegamento alle reti di distribuzione deve essere attuato in modo che sia evitato qualsiasi ristagno dell'aria e che questa, trascinata dal fluido, venga scaricata opportunamente; per lo stesso motivo è opportuno che la velocità dell'acqua non sia inferiore a 0,5 m/s.

Nel caso di reti a griglia, costituite da una pluralità di tronchi o di serpentini collegati a due collettori (di ingresso e di uscita), occorre che le perdite di carico nei vari tronchi siano uguali, così da evitare circolazioni preferenziali. In concreto occorre che i vari tronchi, o serpentini, abbiano la stessa lunghezza (e, possibilmente, lo stesso numero di curve) e che gli attacchi ai collettori avvengano da parti opposte, così che il tronco con la mandata più corta abbia il ritorno più lungo e il tronco con la mandata più lunga, il ritorno più corto.

È utile l'applicazione di organi di intercettazione sull'ingresso e sull'uscita così da poter separare dall'impianto il pannello od il gruppo di pannelli senza interferenze con l'impianto stesso.

I riscaldatori d'acqua sono destinati alla produzione di acqua calda per i servizi igienici e possono essere:

- ad accumulo con relativo serbatoio;
- istantanei;
- misti ad accumulo ed istantanei.

Il tipo di riscaldatore ed il volume di accumulo deve essere rispondente alla frequenza degli attingimenti: saltuari, continui, concentrati in brevi periodi di tempo.

Qualora il fluido scaldante presenti una temperatura superiore a quella di ebollizione alla pressione atmosferica, occorre applicare al serbatoio di accumulo la valvola di sicurezza e la valvola di scarico termico.

Nel serbatoio d'accumulo è, altresì, indispensabile prevedere un vaso di espansione o una valvola di sfioro, onde far fronte alla dilatazione dell'acqua in essi contenuta nel caso in cui non si verifichino attingimenti durante il riscaldamento dell'acqua stessa.

L'acqua deve essere distribuita a temperatura non superiore a 50 °C; è comunque opportuno, nel caso dell'accumulo, mantenere l'acqua a temperatura non superiore a 65 °C onde ridurre la formazione di incrostazioni, nel caso in cui l'acqua non venga preventivamente trattata.

Il generatore di calore destinato ad alimentare il riscaldatore d'acqua durante i periodi in cui non si effettua il riscaldamento ambientale deve essere di potenza non superiore a quella richiesta effettivamente dal servizio cui è destinato.

Negli impianti ad acqua calda, occorre prevedere un vaso di espansione in cui trovi posto l'aumento di volume del liquido per effetto del riscaldamento.

Ogni impianto centrale deve essere provvisto di un'apparecchiatura per la regolazione automatica della temperatura del fluido termovettore, in funzione della temperatura esterna e del conseguente fattore di carico.

Il regolatore, qualunque sia il tipo, dispone di due sonde (l'una esterna e l'altra sulla mandata generale) ed opera mediante valvole servocomandate.

Deve essere prevista la possibilità di scaricare, parzialmente o totalmente, il fluido termovettore contenuto nell'impianto.

Se si tratta di acqua fredda, questa può essere scaricata direttamente nella fognatura; se si tratta di acqua calda, o addirittura caldissima (per esempio nel caso di spurghi di caldaia a vapore), occorre raffreddarla in apposita vasca prima di immetterla nella fognatura.

Si deve prevedere un quadro elettrico per il comando e la protezione di ogni singolo motore da cortocircuiti, abbassamenti di tensione, mancanza di fase e sovraccarichi prolungati.

Quadro e collegamenti elettrici, nonché la messa a terra di tutte le parti metalliche devono essere conformi alle norme CEI.

Il progetto esecutivo degli impianti deve documentare il rispetto dei seguenti parametri:

- altezze camini caldaie;
- altezze espulsione aria wc;
- altezza espulsione aria UTA;
- le espulsioni ed i relativi ancoraggi devono essere verificate anche per sollecitazioni sismiche, secondo il D.lgs. 152/06 allegato della parte 5° titolo 2 allegato 9 parte 2 pag. 382 che prescrive che

le bocche dei camini devono essere posizionate in modo tale da consentire una adeguata evacuazione e dispersione dei prodotti della combustione e tali da evitare la reimmissione degli stessi nell'edificio attraverso qualsiasi apertura. A tal fine le bocche dei camini devono risultare più alte di almeno un metro rispetto al colmo dei tetti, ai parapetti ed a qualunque altro ostacolo o struttura distante meno di 10 metri.

Le bocche dei camini situati a distanza compresa fra 10 e 50 metri da aperture di locali abitati devono essere a quota non inferiore a quella del filo superiore dell'apertura più alta. Le presenti disposizioni non si applicano agli impianti termici a condensazione conformi ai requisiti previsti dalla direttiva 90/396/CE del Consiglio, del 29 giugno 1990, concernente gli apparecchi a gas.

Le Norme UNI 7129:3-2008 prescrivono che la bocca della tubazione o canalizzazione sia più alta di qualunque ostacolo o struttura distante meno di un raggio di 5 m attorno alla espulsione UTA, alla espulsione estrattore servizi igienici, al camino di espulsione delle cappe di aspirazione, al camino di espulsione dell'armadio ventilato, al camino di esalazione delle linee di ventilazione degli scarichi di acque nere. È necessario che la bocca della tubazione o canalizzazione sia più alta di qualunque ostacolo o struttura distante meno di un raggio di 2 m attorno al camino di esalazione delle linee di ventilazione degli scarichi di acque nere.

Inoltre occorre prevedere le opportune aerazioni nei locali tecnici nei quali è installato un installato un generatore di calore, a norma del D. M. del 12 aprile 1996.

Sugli impianti esterni o che prelevano aria esterna dovrà essere previsto idonea protezione dal gelo.

## 26. IMPIANTO DI RAFFRESCAMENTO

L'impianto di raffrescamento con tecnologia a pompa di calore o equivalente, ove previsto e qualora utilizzato anche per il riscaldamento, dovrà assicurare il corretto funzionamento, fino ad una temperatura esterna fino a -20°C.

Deve essere previsto un impianto di ricambio d'aria esterno, centralizzato, che garantisca i requisiti minimi previsti dalle normative vigenti per le specifiche destinazioni d'uso.

Negli eventuali locali tecnici contenenti apparecchiature sensibili (apparecchiature elettroniche, gruppi soccorritori, inverter, quadri elettrici, sistemi di regolazione e quant'altro) dovrà essere previsto un sistema di climatizzazione opportuna, tramite sufficienti ricambi d'aria e/o con sistemi di raffrescamento, al fine di non superare le temperature massime previste, per assicurare il corretto funzionamento delle apparecchiature stesse.

Nei casi in cui sono previsti impianti di ricambio e trattamento dell'aria, occorre prevedere la realizzazione dei canali di distribuzione per la ripresa dell'aria onde evitare plenum in ambiente o nell'intercapedine dei

controsoffitti e prevedere silenziatori di adeguata lunghezza e strombatura tale da non variare la velocità dell'aria, sia in entrata che in uscita di tutte le U.T.A.

Qualora l'Appaltatore ritenesse comunque di non canalizzare le riprese dell'aria e di non silenziare adeguatamente le U.T.A., si ricorda sin da subito che, ai fini della collaudabilità e dell'accettabilità finale dell'opera, verranno comunque effettuate approfondite prove funzionali e prestazionali con misura analitica e puntuale delle portate di mandata e di ripresa dell'aria e del livello di rumore, nelle diverse condizioni di esercizio (e cioè considerando anche situazioni con porte d'ambiente temporaneamente aperte sull'esterno, etc.). Dette prove saranno effettuate anche su ambienti campione prima della realizzazione dell'intero impianto. Nel caso dette prove dovessero dare esito negativo, l'Appaltatore è sin d'ora edotto che si dovrà procedere con la posa di adeguati canali per la ripresa dell'aria senza alcun maggior costo a carico dell'Amministrazione.

## 27. IMPIANTO IDRICO SANITARIO

In conformità al D.M. 37/08 e s.m.i., gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alle regole di buona tecnica: le norme UNI sono considerate norme di buona tecnica.

I bagni dovranno essere dotati di pilette di scarico a pavimento per permettere una facile pulizia dei locali.

Gli apparecchi sanitari in generale, indipendentemente dalla loro forma e dal materiale costituente, devono soddisfare i seguenti requisiti:

- essere dotati di marcatura CE, corredati della relativa certificazione e dichiarazione di conformità del fabbricante
- essere costruiti testati, provati in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI -UNI EN – CEI -ISO, ecc..) nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti di sicurezza, dell'igiene e della salute pubblica (DPR 503/96, D,Lgs. 81/2008, ecc..)
- robustezza meccanica;
- durabilità meccanica;
- assenza di difetti visibili ed estetici;
- resistenza all'abrasione;
- pulibilità di tutte le parti che possono venire a contatto con l'acqua sporca;
- resistenza alla corrosione (per quelli con supporto metallico);
- funzionalità idraulica
- dimensioni coerenti con la funzione svolta.
- ridotto consumo idrico

L’impianto di cui sopra si intende funzionalmente suddiviso come segue: fonti di alimentazione, reti di distribuzione acqua fredda e sistemi di preparazione e distribuzione dell'acqua calda.

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzano i materiali indicati nei documenti progettuali, nonché quanto previsto dalla norma UNI di riferimento.

Le reti di distribuzione dell'acqua devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

- le colonne montanti devono possedere alla base un organo di intercettazione (valvola, ecc.), con organo di taratura della pressione e rubinetto di scarico (con diametro minimo 1/2 pollice). Nelle reti di piccola estensione le prescrizioni predette si applicano con gli opportuni adattamenti;
- le tubazioni devono essere posate a una distanza dalle pareti sufficiente a permettere lo smontaggio e la corretta esecuzione dei rivestimenti protettivi e/o isolanti. La conformazione deve permettere il completo svuotamento e l'eliminazione dell'aria;
- la collocazione dei tubi dell'acqua non deve avvenire all'interno di cabine elettriche, al di sopra di quadri apparecchiature elettriche o, in genere, di materiali che possono divenire pericolosi se bagnati dall'acqua, all'interno di immondezzai e di locali dove sono presenti sostanze inquinanti. Inoltre, i tubi dell'acqua fredda devono correre in posizione sottostante i tubi dell'acqua calda;
- la posa interrata dei tubi deve essere effettuata a distanza di almeno un metro (misurato tra le superfici esterne) dalle tubazioni di scarico;
- le coibentazioni devono essere previste sia per i fenomeni di condensa delle parti non in vista dei tubi di acqua fredda, sia per i tubi dell'acqua calda per uso sanitario. Quando necessario deve essere considerata la protezione dai fenomeni di gelo.

Nei locali da bagno sono da considerare le prescrizioni relative alla sicurezza (distanze degli apparecchi sanitari da parti dell'impianto elettrico) così come indicato nella norma CEI di riferimento

In fase di posa si curerà l'esecuzione dei dispositivi di dilatazione, si inseriranno supporti antivibranti ed ammortizzatori per evitare la propagazione di vibrazioni, si useranno isolanti acustici ove necessari.

### 27.1. Apparecchi sanitari, rubinetteria e accessori:

Tutti i sanitari devono essere completi di rubinetteria antivandalo temporizzata, dotati di miscelatore con flussometro.

Gli apparecchi di ceramica e materie plastiche devono rispondere alle relative prescrizioni di cui sopra si intende comprovata se essi rispondono alle norme UNI EN di riferimento.

Le attrezzature per i WC, con particolare riguardo ai WC per disabili dovranno essere staffate a pavimento oppure su specifici rinforzi previsti all’interno delle pareti, quali ad es. apposite staffe in grado di sostenere il

peso applicato dagli utilizzatori; inoltre è da prevedere il corrimano sull'intero perimetro dei bagni disabili come da D.P.R. 384/78 e idonee doccette.

I rubinetti sanitari considerati nel presente punto sono quelli appartenenti alle seguenti categorie:

- rubinetti singoli, cioè con una sola condotta di alimentazione;
- gruppo miscelatore, avente due condotte di alimentazione e comandi separati per regolare e miscelare la portata d'acqua;
- miscelatore meccanico, elemento unico che sviluppa le stesse funzioni del gruppo miscelatore mescolando prima i due flussi e regolando dopo la portata della bocca di erogazione;
- miscelatori termostatici, elemento funzionante come il miscelatore meccanico, ma che varia automaticamente la portata di due flussi a temperature diverse per erogare e mantenere l'acqua alla temperatura prescelta.

I rubinetti sanitari di cui sopra indipendentemente dal tipo e dalla soluzione costruttiva devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

- inalterabilità dei materiali costituenti e non cessione di sostanze all'acqua;
- tenuta all'acqua alle pressioni di esercizio;
- conformazione della bocca di erogazione in modo da erogare acqua con filetto a getto regolare e comunque senza spruzzi che vadano all'esterno dell'apparecchio sul quale devono essere montati;
- proporzionalità fra apertura e portata erogata;
- minima perdita di carico alla massima erogazione;
- silenziosità ed assenza di vibrazione in tutte le condizioni di funzionamento;
- facile smontabilità e sostituzione di pezzi possibilmente con attrezzi elementari;
- continuità nella variazione di temperatura tra posizione di freddo e quella di caldo e viceversa (per i rubinetti miscelatori).

La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta per i rubinetti singoli e gruppi miscelatori quando essi rispondono alla norma UNI EN di riferimento e ne viene comprovata la rispondenza con certificati di prova e/o con apposizione del marchio UNI.

Per gli altri rubinetti si applica la UNI EN di riferimento per quanto possibile o si fa riferimento ad altre norme tecniche (principalmente di enti normatori esteri).

Gli elementi costituenti gli scarichi applicati agli apparecchi sanitari si intendono denominati e classificati come riportato nelle norme UNI sull'argomento.

Gli scarichi degli apparecchi sanitari potranno avvenire anche attraverso scatola sifonata a pavimento. Indipendentemente dal materiale e dalla forma essi devono possedere caratteristiche di inalterabilità alle azioni chimiche ed all'azione del calore, realizzare la tenuta tra otturatore e piletta e possedere una regolabilità per il ripristino della tenuta stessa (per scarichi a comando meccanico). La rispondenza alle

caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta quando essi rispondono alle norme UNI EN di riferimento; la rispondenza è comprovata da una attestazione di conformità.

Indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva essi devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

- inalterabilità alle azioni chimiche ed all'azione del calore;
- non cessione di sostanze all'acqua potabile;
- indeformabilità alle sollecitazioni meccaniche provenienti dall'interno e/o dall'esterno;
- superficie interna esente da scabrosità che favoriscano depositi;
- pressione di prova uguale a quella di rubinetti collegati.

La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta se i tubi rispondono alla norma UNI di riferimento e la rispondenza è comprovata da una dichiarazione di conformità.

Le tubazioni utilizzate per realizzare gli impianti di adduzione dell'acqua devono rispondere alle prescrizioni seguenti:

- tubi di rame devono rispondere alla norma UNI EN di riferimento, il minimo diametro esterno ammissibile è 10 mm.
- tubi di PVC e polietilene ad alta densità (PEad) devono rispondere rispettivamente alle norme UNI di riferimento, entrambi devono essere del tipo PN 10.
- I tubi di piombo sono vietati nelle distribuzioni di acqua.

Le valvole a saracinesca flangiate per condotte d'acqua devono essere conformi alla norma UNI di riferimento.

Le valvole di sicurezza in genere devono rispondere alla norma UNI EN di riferimento.

In conformità al D.M. n. 37/08 e s.m.i. gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alle regole di buona tecnica: le norme UNI sono considerate di buona tecnica.

Per impianto di adduzione dell'acqua si intende l'insieme di apparecchiature, condotte, apparecchi erogatori che trasferiscono l'acqua potabile (o quando consentito non potabile) da una fonte (acquedotto pubblico, pozzo o altro) agli apparecchi erogatori. Gli impianti, quando non diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intendono suddivisi come segue: impianti di adduzione dell'acqua potabile e impianti di adduzione dell'acqua non potabile.

Le modalità per erogare l'acqua potabile e non potabile sono quelle stabilite dalle competenti autorità, alle quali compete il controllo sulla qualità dell'acqua.

## 28. IMPIANTO DI SCARICO ACQUE USATE E METEORICHE

Per la particolare posizione sfavorevole del fabbricato in relazione alla fognatura pubblica e a causa dell’eccessivo carico recepito dalla stessa, a seguito del recepimento dei pareri della società di gestione delle

acque pubbliche, è stato necessario prevedere due differenti linee di scarico per le acque nere e per le meteoriche.

Le acque meteoriche saranno scaricate sul fosso esistente più vicino, previo passaggio oda vasca di laminazione appositamente dimensionata (vedi relazione di invarianza idraulica e dimensionamento rete).

Sarà inoltre previsto un pozzetto ripartitore prima dello scarico nel fosso. Per dettagli si rimanda agli elaborati tecnici.

Per smaltire nella fognatura cittadina le acque provenienti dall'uso di lavabi, WC, ecc. sarà previsto un impianto di scarico che costituito essenzialmente da:

- una rete di tubazioni all'interno del fabbricato (raccordi, diramazioni, colonne, collettori);
- un sistema di ventilazione delle stesse;
- un collettore esterno per il recapito finale alla fognatura pubblica con opportuni sistemi anti-riflusso e dei cattivi odori.
- una vasca tricamerale con un compartimento per la sedimentazione, uno per la digestione e uno destinato all'alloggio della pompa di risalita e quella ausiliaria a quest'ultima, che dovranno garantire la prevalenza necessaria per il raggiungimento del punto di scarico nella fognatura pubblica.

I tubi devono essere posati da valle verso monte e con il bicchiere orientato in senso contrario alla direzione del flusso, avendo cura che all'interno non penetrino detriti o materie estranee o venga danneggiata la superficie interna della condotta, delle testate, dei rivestimenti protettivi o delle guarnizioni di tenuta.

Il collaudo deve essere eseguito in conformità al progetto di norma UNI ENV di settore per le varie tipologie di tubazioni.

I pozzetti d'ispezione, d'incrocio, di salto, di cacciata, di manovra, di sfiato di scarico e simili, saranno eseguiti secondo i disegni di progetto, sia che si tratti di manufatti realizzati in opera che prefabbricati.

I pozzetti prefabbricati di ispezione o di raccordo componibili, per fognature, in calcestruzzo vibrocompresso, devono sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni componente, realizzato con l'impiego di cemento ad alta resistenza ai solfati in cui le giunzioni degli innesti, degli allacciamenti e delle canne di prolunga devono essere a tenuta ermetica affidata, se non diversamente prescritto, a guarnizioni di tenuta in gomma sintetica con sezione area non inferiore a 10 cm2, con durezza di 40 ± 5° IHRD conforme alle norme UNI EN, DIN, ISO, di riferimento, incorporate nel giunto in fase di prefabbricazione.

Le solette di copertura verranno di norma realizzate fuori opera e saranno dimensionate, armate e realizzate in conformità alle prescrizioni progettuali ed ai carichi previsti in funzione della loro ubicazione.

I dispositivi di chiusura e coronamento (chiusini e griglie) devono essere conformi per caratteristiche dei materiali di costruzione di prestazioni e di marcatura a quanto prescritto dalla norma UNI EN di riferimento.

Il marchio del fabbricante deve occupare una superficie non superiore al 2% di quella del coperchio e non deve riportare nomi propri di persone, riferimenti geografici riferiti al produttore o messaggi chiaramente

pubblicitari

A posa avvenuta, la superficie superiore del dispositivo deve trovarsi a perfetta quota del piano stradale finito.

I collegamenti alla tubazione esistente saranno eseguiti, ove possibile, mediante pezzi speciali di derivazione con imboccatura (braghe), inseriti nella condotta.

Per l'esecuzione di allacci eseguiti successivamente alla realizzazione della condotta, si deve perforare dall'alto accuratamente la tubazione mediante carotatrice con corona cilindrica delle dimensioni della tubazione da allacciare. Il collegamento sarà realizzato da un pezzo speciale stabile nella sua posizione e sigillato alla giuntura, che assicuri la tenuta idraulica come la rimanente tubazione e non sporga all'interno della condotta principale.

L'impianto di scarico delle acque usate deve essere conforme alle prescrizioni di cui al D.Lgs. del 152 dell'11 maggio 1999 "Disciplina sulla tutela delle acque dall'inquinamento" e s.m.i. (D.Lgs. n. 28/2000).

Il sistema di scarico deve essere indipendente dal sistema di smaltimento delle acque meteoriche, almeno fino al punto di immissione nella fogna pubblica. La modalità di recapito delle acque usate sarà comunque conforme alle prescrizioni delle competenti autorità.

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicati nei documenti progettuali e, qualora questi non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- l'impianto deve essere installato nel suo insieme in modo da consentire la facile e rapida manutenzione e pulizia; deve permettere la sostituzione, anche a distanza di tempo, di ogni sua parte senza gravosi o non previsti interventi distruttivi di altri elementi della costruzione; deve permettere l'estensione del sistema, quando previsto, ed il suo facile collegamento ad altri sistemi analoghi;
- le tubazioni orizzontali e verticali devono essere installate in allineamento secondo il proprio asse, parallele alle pareti e con la pendenza di progetto. Esse non devono passare sopra apparecchi elettrici o similari o dove le eventuali fuoriuscite possono provocare inquinamenti. Quando ciò è inevitabile, devono essere previste adeguate protezioni che convogliano i liquidi in un punto di raccolta;
- i raccordi con curve e pezzi speciali devono rispettare le indicazioni predette per gli allineamenti, le discontinuità, le pendenze, etc.. Le curve ad angolo retto non devono essere usate nelle connessioni orizzontali (sono ammesse tra tubi verticali e suborizzontali), sono da evitare le connessioni doppie e tra loro frontali ed i raccordi a T. I collegamenti devono avvenire con opportuna inclinazione rispetto all'asse della tubazione ricevente ed in modo da mantenere allineate le generatrici superiori dei tubi;
- i cambiamenti di direzione devono essere fatti con raccordi che non producono apprezzabili variazioni di velocità od altri effetti di rallentamento. Le connessioni in corrispondenza di spostamento dell'asse

delle colonne della verticale devono avvenire ad opportuna distanza dallo spostamento e comunque a non meno di 10 volte il diametro del tubo ed al di fuori del tratto di possibile formazione delle schiume. Le colonne di ventilazione secondaria, quando non hanno una fuoriuscita diretta all'esterno, possono:

- essere raccordate alle colonne di scarico ad una quota di almeno 15 cm più elevata dal bordo superiore del troppopieno dell'apparecchio collocato alla quota più alta nell'edificio;
- essere raccordate al di sotto del più basso raccordo di scarico;
- devono essere previste connessioni intermedie tra colonna di scarico e ventilazione almeno ogni 10 connessioni nella colonna di scarico;

I terminali delle colonne fuoriuscenti verticalmente dalle coperture devono essere a non meno di 0,15 m dall'estradosso per coperture non praticabili ed a non meno di 2 m per coperture praticabili. I terminali devono distare almeno 3 m da ogni finestra oppure essere ad almeno 0,60 m dal bordo più alto della finestra.

I punti di ispezione devono essere previsti con diametro uguale a quello del tubo fino a 100 mm, e con diametro minimo di 100 mm negli altri casi. Devono essere posizionati:

- al termine della rete interna di scarico insieme al sifone e ad una derivazione;
- ad ogni cambio di direzione con angolo maggiore di 45°;
- ogni 15 m di percorso lineare per tubi con diametro sino a 100 mm ed ogni 30 m per tubi con diametro maggiore;
- ad ogni confluenza di due o più provenienze;
- alla base di ogni colonna.

Le ispezioni devono essere accessibili ed avere spazi sufficienti per operare con gli utensili di pulizia. Apparecchi facilmente rimovibili possono fungere da ispezioni.

Nel caso di tubi interrati con diametro uguale o superiore a 300 mm bisogna prevedere pozzetti di ispezione ad ogni cambio di direzione e comunque ogni 40/50 m;

- i supporti di tubi ed apparecchi devono essere staticamente affidabili, durabili nel tempo e tali da non trasmettere rumori e vibrazioni. Le tubazioni vanno supportate ad ogni giunzione e, in particolare, quelle verticali almeno ogni 2,5 m e quelle orizzontali ogni 0,5 m per diametri fino a
- 50 mm, ogni 0,8 m per diametri fino a 100 mm, ogni 1,00 m per diametri oltre 100 mm. Il materiale dei supporti deve essere compatibile chimicamente ed in quanto a durezza con il materiale costituente il tubo;
- gli scarichi a pavimento all'interno degli ambienti devono sempre essere sifonati con possibilità di un secondo attacco.
- le pilette di scarico a pavimento sono del tipo piletta sifoide a pavimento complete di griglia e guarnizioni.

- tutti i grigliati (tipo bocche di lupo) devono essere previsti di antitacco e antisdrucciolo. La griglia antitacco per bocca di lupo è caratterizzata da un sistema di protezione dei bordi e sono dotate di aste anti-intrusione che possono essere fissate solo dall'interno.

### 28.1. Allacci alle reti e sottoservizi

Dovranno essere realizzati i collegamenti alla fognatura bianca e nera, all'acquedotto, alla rete elettrica, al gas, al telefono ed alla pubblica illuminazione; sono a carico dell'appaltatore le spese sostenute per i relativi allacciamenti con gli enti erogatori dei servizi.
Particolare cura dovrà essere posta nella scelta dei materiali e degli impianti tecnologici, atti a garantire l'osservanza delle norme riguardanti le condizioni di igienicità.
A carico dell'impresa affidataria resta la sistemazione del lotto scolastico, gli allacci alle reti e la realizzazione dei sottoservizi che attraversano il lotto.

### 28.2. Impianto acque meteoriche

Le acque meteoriche dovranno essere raccolte all'interno di appositi serbatoi interrati e completi di sistemi filtranti, centralina di controllo, pompe ed eventuali accessori per l'irrigazione del verde.
Per impianto di scarico acque meteoriche si intende l'insieme degli elementi di raccolta, convogliamento, eventuale stoccaggio e sollevamento e recapito (a collettori fognari, corsi d'acqua, sistemi di dispersione nel terreno). L'acqua può essere raccolta da coperture o pavimentazioni all'aperto.
Il sistema di scarico delle acque meteoriche deve essere indipendente da quello che raccoglie e smaltisce le acque usate ed industriali.
Il sistema di recapito deve essere conforme alle prescrizioni della pubblica autorità in particolare per quanto attiene la possibilità di inquinamento.
Gli impianti di cui sopra si intendono funzionalmente suddivisi come segue:

- converse di convogliamento e canali di gronda;
- pluviali, opportunamente dimensionati in numero rispetto alle superfici della copertura, devono essere convogliati in pozzetti finali, per non scaricare direttamente all'aperto;
- punti di raccolta per lo scarico (bocchettoni, pozzetti, caditoie, etc...);
- tubazioni di convogliamento tra i punti di raccolta ed i punti di smaltimento (verticali = pluviali; orizzontali = collettori);
- punti di smaltimento nei corpi ricettori (fognature, bacini, corsi d'acqua, etc...).
- tutti i grigliati devono essere previsti di antitacco e antisdrucciolo. La griglia antitacco per bocca di lupo è caratterizzata da un sistema di protezione dei bordi e sono dotate di aste anti-intrusione che

possono essere fissate solo dall'interno.

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti progettuali. Qualora questi ultimi non siano specificati in dettaglio nel progetto o, a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni normative e di legge.

### 28.3. Pozzetti di scarico e sifoni

Esternamente verranno posizionati pozzetti prefabbricati in cemento di varie dimensioni ed utilizzo completi di chiusino quali: piede colonna, ispezioni varie (acqua, gas, telecom, enel, irrigazione, fognatura), ecc.

Pozzetti per caditoie sifonati con chiusini in ghisa per scarico delle acque e in prossimità degli scivoli verranno realizzate delle canalette in calcestruzzo con grigliato.

Sifone scarico pavimento costituito da corpo in PP, flangia per telo PVC, telo in PVC da 1 mm pre-forato o cieco. La griglia è posizionata sul supporto griglia che ne permette la regolazione.

Il sifone può avere uscita verticale o orizzontale e può essere fissa o orientabile di 15°. Il pozzetto deve essere completamente ispezionabile anche dopo l'installazione per permetterne le operazioni di manutenzione.

Sifone per piatto doccia dotato di cestello fermacapelli, griglia cromata e guarnizione piana.

## 29. IMPIANTO ANTINCENDIO

A protezione dell'edificio deve essere installato l'impianto fisso antincendio costituito da una rete in pressione di tubazioni opportunamente coibentate, dalla quale sono derivati gli idranti antincendio sia interni che esterni, in numero e posizione tali da coprire efficacemente ogni punto della scuola.

La rete idrica dovrà essere collegata alla rete pubblica e realizzata secondo quanta previsto nel progetto depositato ed approvato dai Vigili del Fuoco.

L'attacco motopompa dovrà sottostare alle norme UNI 10779 – VVF UNI 70 e dovrà essere provvisto di valvola di sicurezza tarata a 12 bar e attacco UNI 70 con girello UNI 808 – UNI 804.

La rete idrica in PE dovrà essere interrato sotto la quota di gelo e sarà provvista di

- cavetto scaldante modulante per proteggere dal gelo i tratti esterni e/o soggetti a congelamento (ambienti non riscaldati)
- filtro a ciclone autopulente 10" con pressione nominale 10 bar e portata nominale 11 m3/h
- filtro in inox microstirato 90 um.

L'Edificio Scolastico deve essere realizzato conformemente alle norme cogenti riguardanti la prevenzione incendi, in relazione alle varie attività; in particolare, a titolo esemplificativo, si ricordano:

- il Decreto Ministeriale del 26 agosto 1992, "norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica";

- il Decreto Ministeriale del 10 marzo 1998 “criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell’emergenza nei luoghi di lavoro”;
- il D.P.R. n. 151 del 1 agosto 2011,”regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi”, a norma dell’Art. 49, comma 4-quater, del D.L. n.78 del 31 maggio 2010 convertito con modificazioni dalla L. n. 122 del 30 luglio 2010;
- il Decreto Ministeriale 18 dicembre 1975 relativo alle norme tecniche di edilizia scolastica;
- ogni altra normativa applicabile;

Tutte le pratiche e gli oneri relativi al rilascio del C.P.I., intestato al nominativo/ente che sarà comunicato dall’Amministrazione, sono a carico dell’impresa aggiudicataria dell’appalto, anche nel caso in cui venga richiesto dalla Stazione Appaltante l’autorizzazione al pubblico spettacolo.

La necessità di realizzare una vasca di accumulo ai fini antincendio, deve essere verificata già in sede di redazione del progetto preliminare e di offerta, qualora necessaria, l’Appaltatore sarà comunque tenuto a realizzarla senza aumento di spesa per l’Amministrazione, dovendosi interpretare tale eventuale deficienza come carenza progettuale. Inoltre, occorre verificare, presso gli enti gestori del servizio di distribuzione dell’acqua operanti nelle province di interesse, al cui rispetto l’Appaltatore resta obbligato, che a valle del contatore di ogni singolo impianto idricosanitario e idrico-antincendio sia installato un disconnettore idraulico oppure una valvola di ritegno. Tali dispositivi, nel caso di impianti idrici-antincendio devono essere posti, oltreché a valle del contatore, anche a monte dell’attacco per la motopompa. E’ necessario inoltre prevedere protezioni REI (eventuali serrande tagliafuoco) e ventilazioni per magazzini, ripostigli e locali tecnici.

Ai fini della completezza ed accettabilità dell’opera, e della collaudabilità finale dell’impianto, è pertanto necessaria l’installazione dei suddetti dispositivi, che devono essere adeguatamente rappresentati anche nel progetto esecutivo.

L'impianto di rilevazione antincendio dovrà essere del tipo con rilevatori di fumi completo di segnaletica dì avviso e di sicurezza, estintori, manichette e quanta necessario per l'ottenimento del certificato prevenzione incendi.

### 29.1. Rispetto delle norme di prevenzione incendi

I criteri di sicurezza antincendio da applicarsi nella costruzione dell'edificio scolastico sono quelli dettati dal D.M. 26.081992, a firma del Ministro dell'Interno e dalle lettere circolari n° P 954/4122 del 17.051996 e n° P27441 4122 del 30101996 e secondo D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151 "Regolamento recante disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 49 comma 4-quater, decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122".

Il progetto dell'opera pubblica in questione deve essere redatto pertanto in ossequio a tale normativa e presentare le caratteristiche di seguito sinteticamente riportate.

Ogni aula della scuola posta al piano terra, deve disporre di uscite di sicurezza verso luoghi sicuri, apribili verso l'esterno con vani di apertura adeguati e di dimensioni conformi alle norme di sicurezza vigenti, al netto dei maniglioni a spinta.

Le aree destinate ad uso collettivo (atrio, refettorio, aula polivalente e laboratori) devono presentare ulteriori uscite di sicurezza, anch'esse apribili verso l'esterno.

Le porte delle sopra elencate aree (didattiche e di uso collettivo) devono essere previste in apposite rientranze tali da non ridurre eccessivamente la larghezza utile dei corridoi interni, che dovrà risultare sufficiente ad assicurare la capacità di deflusso richiesta.

Per l'impianto di produzione del calore previsto in un apposito locale ubicato preferibilmente all'esterno della scuola, valgono le disposizioni di prevenzione incendi in vigore, per esso appositamente previsto. Per gli impianti elettrici di sicurezza antincendio vedasi apposita voce inserita nell'articolo relativo agli impianti.

## 30. SALUBRITÀ DELL'EDIFICIO E QUALITÀ DELL'ARIA

Il progetto dovrà dare atto degli accorgimenti e materiali posti in essere per prevenire possibili danni alla salute (sensazioni di malessere, difficoltà di concentrazione, fenomeni allergici, mal di testa, affaticamento, ecc... ), derivanti da materiali di costruzione, materiali e prodotti di finitura, gas generati dalla combustione, mal funzionamento di impianti, ecc... , ponendosi l'obiettivo di un razionale controllo delle cause legate alla qualità dell'aria interna, alle condizioni microclimatiche, all'illuminazione ed al rumore. La proposta costruttiva, mirata alla realizzazione di un edificio "sano", dovrà illustrare in maniera esauriente tutti gli accorgimenti adottati per la salubrità dell'edificio sia per gli aspetti riferiti alla protezione dall'umidità, traspirabilità dell'involucro edilizio, ventilazione, sia per ridurre i rischi di inquinamento dell'aria.

## 31. CENTRALE TERMICA

La centrale termo-frigorifera si compone di:

- N. 2 Pompe di calore
- N. 2 volani termici caldo-freddo
- N. 1 volano termico caldo
- N. 1 preparatore istantaneo per acqua calda sanitaria in pompa di calore

La centrale di pressurizzazione e produzione a.c.s. si compone di:

- N. 1 caldaia a condensazione
- N. 2 preparatori acqua calda sanitaria
- Sistema addolcimento acqua

Le pompe di calore hanno la funzione primaria di alimentare tramite il fluido termovettore prodotto, i collettori idronici che climatizzano i vari locali dell'edificio attraverso i vari terminali (ventilconvettori, radiante a pavimento e radiatori) e alimentano le batterie delle CTA presenti. Tali pompe di calore sono a recupero di calore così da preriscaldare, nel periodo estivo, un accumulo integrato con una caldaia a condensazione per la produzione di acqua calda sanitaria a servizio dei locali Palestra.

La produzione di acqua calda sanitaria a servizio dei locali Scuola è generata da un preparatore istantaneo in pompa di calore.

Di seguito le specifiche tecniche e le norme da seguire delle apparecchiature sopracitate.

### 31.1. Pompa di calore

Si dovrà installare una pompa di calore tipo Rhoss Thaety 2112 RC100 P1 o equivalente, con le seguenti specifiche tecniche:

Pompa di calore raffreddata ad aria completa di n. 2 pompe di circolazione poste a bordo della Pdc stessa.

DATI TECNICI - Rhoss Thaety 2112 RC100 P1 o equivalenti:

Condizioni di progetto – Raffreddamento:

- Temperatura aria [°C]: 35
- Umidità aria [%]: 50
- Temperatura ingresso acqua evaporatore [°C]: 12
- Temperatura uscita acqua evaporatore [°C]: 7
- Altitudine [m]: 0
- Fluido scambiatore principale: Acqua
- Fattore di sporcamento [m²°C/kW]: 0,035

Condizioni di progetto - Riscaldamento

- Temperatura aria [°C]: 7
- Umidità aria [%]: 90
- Temperatura ingresso acqua condensatore [°C]: 40
- Temperatura uscita acqua condensatore [°C]: 45
- Altitudine [m]: 0
- Fluido scambiatore principale: Acqua
- Fattore di sporcamento [m²°C/kW]: 0,035

Prestazioni - Raffreddamento

- Resa frigorifera [kW]: 108,0
- Potenza assorbita [kW]: 36,5
- EER: 2,96

Prestazioni - Riscaldamento

- Resa [kW]: 118,0
- Potenza assorbita [kW]: 35,2
- COP: 3,35

Portata aria standard: 40100 mc/h

Portata acqua (lato utilizzo): 20,3 mc/h

Livello pressione sonora: 66 dB(A)

### 31.2. Batteria di caldaie a condensazione

La caldaia sarà del tipo a condensazione, modello GENUS PREMIUM EVO HP 65KW EU e/o equivalente, equipaggiata di kit separatore idraulico, con le seguenti specifiche:

- Potenza utile nominale massima sanitaria = 62,8 kW
- Potenza utile nominale minima = 19,3 kW
- Rendimento (80/60°C) =98.8%
- Rendimento al (40/30°C)=108,2%
- Il generatore è composto da:
  - sistema di combustione a premiscelazione totale con bruciatore in metalfibre a fiamma rovesciata, completo di una sola candeletta d'accensione e controllo a ionizzazione;
  - valvola gas elettronica e sistema di controllo della combustione autoadattante che consente il cambio di gas elettronico tramite impostazione dei parametri dalla scheda, vi è quindi un unico codice di prodotto (rif. metano);
  - scambiatore primario gas/acqua realizzato in speciale lega di Alluminio-Silicio-Magnesio;
  - ventilatore per l'evacuazione dei fumi a velocità variabile elettronicamente;
  - circuito per lo smaltimento della condensa comprensivo di sifone e tubo flessibile di scarico;
  - scambiatore secondario acqua/acqua per produzione di acqua calda sanitaria realizzato in acciaio inox a 18 piastre;
  - gruppo idraulico composto da valvola 3 vie elettrica, pompa di circolazione modulante a basso consumo elettrico con controllo automatico della velocità in base al $\Delta$T misurato tra mandata e ritorno (di fabbrica 15 °C) con separatore d'aria incorporato, by-pass regolabile ed escludibile, pressostato assoluto circuito primario, raccordo scarico impianto, rubinetto di riempimento impianto;
  - valvola di sicurezza circuito primario a 3 bar; lo scarico della valvola è convogliato insieme allo scarico della condensa;

- flussostato sanitario per rilevazione prelievo acqua calda sanitaria;
- vaso d'espansione impianto a membrana
- sonda mandata sicurezza scambiatore e sonda controllo fumi
- accensione elettronica con controllo ad ionizzazione;
- ritardatore d'accensione in fase riscaldamento, sistema di protezione antigelo (fino a -5°C), funzione antibloccaggio circolatore, funzione post-ventilazione, funzione spazzacamino, selezione modalità di funzionamento circolatore;
- grado di isolamento elettrico IPX5D;

- Kit sicurezze INAIL coibentato in batteria con attacchi, comprensivo di:
  - Termometro
  - Pozzetto portatermometro
  - Termostato di blocco a riarmo manuale
  - Rubinetto portamanometro
  - Pressostato di blocco a riarmo manuale
  - Pressostato di minima a 0,5 bar
  - Pozzetto per valvola intercettazione combustibile
  - Manometro con riccio ammortizzatore
  - Attacco per vaso d'espansione

### 31.3. Vasi di espansione chiusi a membrana

Negli impianti a circuito chiuso verranno normalmente utilizzati vasi di espansione chiusi del tipo a membrana con precarica di azoto, costruiti con involucro in acciaio zincato verniciato collaudato ISPESL e corredati di:

- gruppo di riempimento;
- manometro;
- accessori.

### 31.4. Gruppi di riempimento automatici

I gruppi di riempimento automatici saranno del tipo con attacchi filettati, costruiti interamente bronzo con membrana in gomma rinforzata e dischi di trascinamento dell'anello di tenuta in teflon.

La pressione di nominale sarà PN16, mentre il campo di taratura potrà assumere valori regolabili tra 0,5 e 4 bar.

I dispositivi di filtraggio, ritegno e controllo della pressione (manometro) risulteranno montati e integrati nel corpo del gruppo stesso, mentre sul circuito verranno inserite le valvole di intercettazione e by-pass.

### 31.5. Dispositivi per apparecchi in pressione

Tutti i dispositivi per gli impianti con apparecchi in pressione e temperature inferiori a 100 °C dovranno essere conformi a quanto previsto nel D.M. 01/12/1975 e nella raccolta R80.
Essi dovranno essere dotati di certificato di omologazione ed essere installati e posizionati così come previsto dalle suddette norme.

### 31.6. Preparatori Acqua Calda Sanitaria

I serbatoi devono essere conformi alle seguenti norme e regole di costruzione:

- Direttiva PED 97/23/CE – Art. 3.3 (attrezzatura in pressione)
- Decreto Legislativo 25 febbraio 2000, n. 93 - Attuazione della direttiva 97/23/CE.
- Decreto 1/12/2004 n. 329 - Messa in servizio attrezzature e insiemi a pressione.
- D.L. 25/01/1992, n.108 - Attuazione della direttiva n. 89/109/CEE concernente i materiali e gli oggetti destinati a venire a contatto con i prodotti alimentari.
- DPR 777 del 23/08/1982 - Attuazione della Direttiva 76/893 relativa a materiali destinati a venire a contatto con prodotti alimentari
- D.M. del 21/03/1973 - Decreto relativo all'acqua destinata al consumo umano.
- D.M. 174 del 06/04/2004 - Decreto relativo all'acqua destinata al consumo umano.

Presenza di due preparatori di acqua calda sanitaria a servizio del blocco funzionale "Palestra".
Entrambi i bollitori sono coibentati e completi di n.1 scambiator2 estraibile in acciaio zincato bagnato a caldo, idonei per acqua potabile ai sensi del D.M. n.174 del 06.04.04, con le seguenti specifiche tecniche:
Preparatore ACS a servizio Blocco Funzionale "Palestra":

- Capacità effettiva: 1000 litri ciascuno
- Temperatura max: 90°C
- Pressione max scambiatore: 12 bar
- Temperatura max scambiatore: 110°C

### 31.7. Pompa di calore per produzione a.c.s.

Scaldacqua a pompa di calore monoblocco a basamento con predisposizione per integrazione con solare termico con le seguenti caratteristiche.

- Volume serbatoio: 500l
- Potenza termica nominale: 3800W

- COP:4,02
- Dimensioni: 700x2230 mm

### 31.8. Puffer accumulo inerziale

Presenza di n 3 accumuli inerziali da 1000 litri ciascuno, due per circuito caldo/freddo, uno per circuito caldo, al fine di migliorare il funzionamento dell'impianto limitando il numero delle accensioni orarie della pompa di circolazione e conseguentemente del generatore in pompa di calore, e aumentare l'inerzia termica del circuito permettendo un funzionamento dell'impianto più stabile.

Tale accumulo deve essere coibentato e dotato di valvola di sicurezza. Prodotto e progettato in conformità al P.E.D. Direttiva 2014/68/UE e ErP Direttiva 2009/125/CE.

## 32. TERMINALI IDRONICI PER IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

### 32.1. Impianto di riscaldamento a pannelli radianti

Nei locali dell'edificio in cui è prevista l'installazione di impianti a pannelli radianti a pavimento, questi sono dimensionati in accordo con la norma UNI EN 1264.

Sistema di riscaldamento e raffrescamento a pavimento con pannello isolante in polistirene espanso preformato tra le cui bugne viene inserita la tubazione, posata con diversi interassi tra le tubazioni per l'adeguamento delle potenzialità alle esigenze individuali. La temperatura di superficie corrisponde alle esigenze igieniche e fisiologiche rispettando il limite max. di 29°C. Adatto per la posa di un pavimento con resistenza termica massima di 0,15 m²·K/W.

I componenti del sistema devono essere conformi alle norme UNI EN ISO e/o DIN che li riguardano e più sotto specificate.

Il pannello isolante bugnato deve essere in polistirene espanso protetto superiormente da una pellicola plastica in PS di colore nero ottenuta per termoformatura; tale pellicola, di spessore pari a 600 µm, deve conferire al pannello isolante e alle sue bugne una resistenza meccanica tale da evitare che in cantiere si possano avere deformazioni del pannello; la pellicola deve essere impermeabile e deve rivestire il pannello in modo da garantire la creazione di una vasca di contenimento cosicché il pannello euroflex TF possa essere impiegato anche in caso di impiego di massetto soprastante liquido (UNI EN 1264-4); deve rivestire il pannello in modo da avere delle sporgenze su due lati di almeno 50 mm che consentano l'ancoraggio a incastro tra lastra e lastra così da ridurre i ponti termici e garantire il posizionamento stabile delle lastre sul piano orizzontale; il pannello deve avere bugne conformate e disposte in modo da consentire la posa con interassi multipli di 50 mm; la tubazione impiegabile deve poter essere di diametro variabile tra 15 mm e 18 mm a seconda delle necessità della progettazione; le bugne dotate di sottosquadra e di un rilievo alla base e gli

ulteriori rilevi sul pannello devono migliorare l'ancoraggio del tubo e garantire un posizionamento con limitati punti di contatto con l'isolante a tutto vantaggio della prestazione termica del sistema;
Il pannello deve consentire l'uso di clips a ponte nelle particolari/difficoltose installazioni; deve avere conducibilità termica dichiarata $\lambda_D$ pari a 0,034 W/m·K secondo UNI EN 13163; la resistenza alla compressione del 10 % di deformazione deve essere 200 KPa nello spessore 10/31mm, deve essere 150 kPa negli altri casi; la resistenza termica del pannello deve essere maggiore o uguale al valore minimo prescritto dalla normativa UNI EN 1264-4; qualora il solo pannello euroflex TF non fosse sufficiente predisporre uno o più pannelli isolanti piani in polistirene espanso, in modo da avere la resistenza termica aggiuntiva mancante per il rispetto della UNI EN 1264-4; qualora l'impresa costruttrice avesse predisposto degli strati isolanti sulla base livellata come definita nelle prescrizioni di posa che seguono, deve esserne consegnata la scheda tecnica alla Direzione Lavori per verificarne l'accettabilità ai fini del rispetto della UNI EN 1264-4.

La tubazione deve poter avere diametro variabile tra 15 mm e i 18 mm:

- tubazione 15 mm: tubazione in polietilene resistente alle alte temperature PE-RT del tipo II MidiX Plus (ISO 22391, ISO 24033, ISO 21003, EN 1264, BRL 5602, BRL 5607, DIN 4726, ISO EN 11855) con barriera all'ossigeno in EVOH nello spessore del tubo e permeabilità al vapore inferiore a 0,32 mg/(m²d) a 40°C ed a 3,6 mg/(m²d) a 80°C testata secondo normativa ISO 17455 in corrispondenza alle normative BRL 5602 - BRL 5607 - DIN 4726 - EN 1264-4 e ISO EN 11855, caratteristiche di resistenza meccanica che lo rendono appartenente alla classe 4 a 6 bar (ISO 10508) per una vita prevista di 50 anni; diametro 15 x 1,5 mm (UNI EN 1264-4); posabile a freddo; fornito in rotoli d'opportuno metraggio, stoccati in modo che la tubazione sia protetta dalla radiazione solare; sulla tubazione sono riportate le caratteristiche meccaniche e i metri di svolgimento e residui del rotolo. Per garantire la costante qualità del prodotto la tubazione MIDIX PLUS è soggetta a verifica e controllo di prodotto e processo da ente terzo KIWA N.V., e provvista di certificazione di sistema KOMO K 86478 e DIN CERTCO 3V399 PE-RT; lunghezza massima di ciascun anello pari a 80 m;
- tubazione 16 mm: Tubazione in polietilene resistente alle alte temperature PE-RT del tipo II MidiX Plus (ISO 22391, ISO 24033, ISO 21003, EN 1264, BRL 5602, BRL 5607, DIN 4726, ISO EN 11855) con barriera all'ossigeno in EVOH nello spessore del tubo e permeabilità al vapore inferiore a 0,32 mg/(m²d) a 40°C ed a 3,6 mg/(m²d) a 80°C testata secondo normativa ISO 17455 in corrispondenza alle normative BRL 5602 - BRL 5607 - DIN 4726 - EN 1264-4 e ISO EN 11855, caratteristiche di resistenza meccanica che lo rendono appartenente alle classi 4 e 5 a 6 bar (ISO 10508) per una vita prevista di 50 anni; diametro 16 x 2 mm (UNI EN 1264-4); posabile a freddo; fornito in rotoli d'opportuno metraggio, stoccati in modo che la tubazione sia protetta dalla radiazione solare; sulla

tubazione sono riportate le caratteristiche meccaniche e i metri di svolgimento e residui del rotolo. Per garantire la costante qualità del prodotto la tubazione MIDIX PLUS è soggetta a verifica e controllo di prodotto e processo da ente terzo KIWA N.V., e provvista di certificazione di sistema KOMO K 86478 e DIN CERTCO 3V399 PE-RT; lunghezza massima di ciascun anello pari a 80 m;

- tubazione 18 mm: Tubazione in polietilene resistente alle alte temperature PE-RT del tipo II MidiX Plus (ISO 22391, ISO 24033, ISO 21003, EN 1264, BRL 5602, BRL 5607, DIN 4726, ISO EN 11855) con barriera all'ossigeno in EVOH nello spessore del tubo e permeabilità al vapore inferiore a 0,32 mg/(m²d) a 40°C ed a 3,6 mg/(m²d) a 80°C testata secondo normativa ISO 17455 in corrispondenza alle normative BRL 5602 - BRL 5607 - DIN 4726 - EN 1264-4 e ISO EN 11855, caratteristiche di resistenza meccanica che lo rendono appartenente alle classi 4 e 5 a 6 bar (ISO 10508) per una vita prevista di 50 anni; diametro 18 x 2 mm (UNI EN 1264-4); posabile a freddo; fornito in rotoli d'opportuno metraggio, stoccati in modo che la tubazione sia protetta dalla radiazione solare; sulla tubazione sono riportate le caratteristiche meccaniche e i metri di svolgimento e residui del rotolo. Per garantire la costante qualità del prodotto la tubazione MIDIX PLUS è soggetta a verifica e controllo di prodotto e processo da ente terzo KIWA N.V., e provvista di certificazione di sistema KOMO K 86478 e DIN CERTCO 3V399 PE-RT; lunghezza massima di ciascun anello pari a 100 m.
- tubazione 17 mm : Tubazione in polietilene resistente alle alte temperature PE-RT del tipo I MidiX Soft (ISO 22391, ISO 24033, ISO 21003, EN 1264, BRL 5602, BRL 5607, DIN 4726, ISO EN 11855) con barriera all'ossigeno in EVOH nello spessore del tubo e permeabilità al vapore inferiore a 0,32 mg/(m²d) a 40°C ed a 3,6 mg/(m²d) a 80°C testata secondo normativa ISO 17455 in corrispondenza alle normative BRL 5602 - BRL 5607 - DIN 4726 - EN 1264-4 e ISO EN 11855, caratteristiche di resistenza meccanica che lo rendono appartenente alla classe 4 a 6 bar (ISO 10508) per una vita prevista di 50 anni; diametro 17 x 2 mm (UNI EN 1264-4); posabile a freddo; fornito in rotoli d'opportuno metraggio, stoccati in modo che la tubazione sia protetta dalla radiazione solare; sulla tubazione sono riportate le caratteristiche meccaniche e i metri di svolgimento e residui del rotolo. Per garantire la costante qualità del prodotto la tubazione MIDIX SOFT è soggetta a verifica e controllo di prodotto e processo da ente terzo KIWA N.V., e provvista di certificazione di sistema KOMO K 86478 e DIN CERTCO 3V399 PE-RT; lunghezza massima anello 90 m.

Il sistema deve essere completo di striscia perimetrale in polietilene espanso a cellule chiuse da posare lungo tutto il perimetro dei locali da riscaldare e attorno a tutti gli elementi della struttura che penetrano il massetto, come pilastri, scale, ecc, (UNI EN 1264-4); lo spessore totale della striscia perimetrale deve essere tale da assorbire movimenti del massetto di almeno 5 mm, mentre l'altezza totale deve essere pari a 140 mm, o 200 mm a seconda dello spessore dell'isolante, in modo da contenere l'ingombro di: pannello isolante, massetto e

rivestimento superficiale (UNI EN 1264-4); deve essere autoadesiva sul retro in tutta la sua altezza in modo che la sua posizione non vari dopo la stesura del massetto e deve essere costituita di un doppio strato in modo rispettare le indicazioni di posa più sotto riportate.

Il sistema deve essere fornito completo di giunti di dilatazione in polietilene espanso ad alta densità a cellule chiuse; la quantità di giunti deve essere tale da garantirne la posa nelle posizioni stabilite dal progettista sul disegno esecutivo del pavimento radiante.

La fornitura deve comprendere la guaina isolante in polietilene espanso con spessore 4 mm da prevedere in quantità tale da garantire la protezione del tubo nei punti di attraversamento dei giunti di dilatazione (UNI EN 1264-4) e in tutti i punti dove è presente un eccessivo infittimento delle tubazioni.

Nel caso in cui sia necessario garantire una barriera vapore sotto il pannello isolante deve essere fornita la quantità sufficiente di foglio in polietilene con spessore 0,2 mm tale da consentirne la posa sotto il pannello isolante con sovrapposizioni di 100 mm in corrispondenza dei giunti e risvolto verticale sulle pareti.

La fornitura deve comprendere l'additivo superfluidificante tipo europlast nel caso di massetto tradizionale sabbia e cemento; la quantità deve essere tale da garantire la riduzione di presenza d'aria nel massetto, che dovrà essere non superiore al 5% (UNI EN 1264-4) e deve essere classificato non pericoloso in accordo al regolamento CE 1272/2008 (CLP) e marchiato CE secondo EN 934-2.

Il sistema deve essere fornito di documentazione attestante resa determinata mediante simulazioni numeriche da organismo riconosciuto secondo UNI EN ISO 11855-2.

Le garanzie di assicurazione devono essere fornite in modo automatico alla consegna dei lavori senza ulteriori addebiti da parte della Committenza.

Campionature, schede tecniche e certificati del sistema devono essere forniti prima dell'inizio dei lavori per l'accettazione da parte della Direzione Lavori.

Il sistema a panelli radianti tipo euroflex TF EUROTHERM o equivalente, deve comprendere:

- **Pannello isolante euroflex TF** in polistirene espanso preformato con conducibilità termica dichiarata $\lambda_D$ pari a 0,034 W/m·K (UNI EN 13163), protetto superiormente da una pellicola in PS ottenuta per termoformatura di colore nero e spessore 600 µm (UNI EN 1264-4) di protezione dell'isolante e delle bugne conformate e disposte in modo da consentire la posa, anche in diagonale, di tubazioni aventi diametro minimo 15 mm e massimo 18 mm, con interassi multipli di 50 mm; le bugne dotate di sottosquadra e di un rilievo alla base e gli ulteriori rilevi sul pannello devono migliorare l'ancoraggio del tubo e garantire un posizionamento con limitati punti di contatto con l'isolante; pellicola in PS che sporge di 50 mm su due lati del pannello isolante così da consentire l'incastro delle lastre con conseguente eliminazione dei ponti termici e garanzia di una posa stabile nel piano orizzontale; pellicola impermeabile che garantisce la formazione di una vasca di contenimento per massetti liquidi; resistenza a compressione al 10% di deformazione: 200 kPa; reazione al fuoco: Isolante Euroclasse

E (EN 13501-1), Film Euroclasse F (EN 13501-1) ;

spessore: 10/31 mm, resistenza termica dichiarata totale 0,40 $m^2K/W$;

- **Pannello isolante euroflex TF** in polistirene espanso preformato con conducibilità termica dichiarata $\lambda_D$ pari a 0,034 W/m·K (UNI EN 13163), protetto superiormente da una pellicola in PS ottenuta per termoformatura di colore nero e spessore 600 µm (UNI EN 1264-4) di protezione dell'isolante e delle bugne conformate e disposte in modo da consentire la posa, anche in diagonale, di tubazioni aventi diametro minimo 15 mm e massimo 18 mm, con interassi multipli di 50 mm; le bugne dotate di sottosquadra e di un rilievo alla base e gli ulteriori rilevi sul pannello devono migliorare l'ancoraggio del tubo e garantire un posizionamento con limitati punti di contatto con l'isolante; pellicola in PS che sporge di 50 mm su due lati del pannello isolante così da consentire l'incastro delle lastre con conseguente eliminazione dei ponti termici e garanzia di una posa stabile nel piano orizzontale; pellicola impermeabile che garantisce la formazione di una vasca di contenimento per massetti liquidi; resistenza a compressione al 10% di deformazione: 150 kPa; reazione al fuoco: Isolante Euroclasse E (EN 13501-1), Film Euroclasse F (EN 13501-1) ;

  spessore: 20/41 mm, resistenza termica dichiarata totale 0,70 $m^2K/W$;

  spessore: 30/51 mm, resistenza termica dichiarata totale 0,95 $m^2K/W$;

  spessore: 40/61 mm, resistenza termica dichiarata totale 1,25 $m^2K/W$;
- **Striscia perimetrale,** in polietilene espanso a cellule chiuse; spessore 6 mm, altezza 140/200 mm; costituita di doppio strato con foglio superiore in PE di 20 cm, sollevabile e dotata di fascia autoadesiva sul retro a tutta altezza;
- **Giunti di dilatazione** in polietilene espanso ad alta densità a cellule chiuse; spessore 8 mm e altezza 110mm;
- **Guaina isolante** in polietilene espanso dello spessore di 4 mm;
- **Tubazione** in polietilene resistente alle alte temperature PE-RT del tipo II MidiX Plus (ISO 22391, ISO 24033, ISO 21003, EN 1264, BRL 5602, BRL 5607, DIN 4726, ISO EN 11855) con barriera all'ossigeno in EVOH nello spessore del tubo e permeabilità al vapore inferiore a 0,32 mg/($m^2$d) a 40°C ed a 3,6 mg/($m^2$d) a 80°C testata secondo normativa ISO 17455 in corrispondenza alle normative BRL 5602 - BRL 5607 - DIN 4726 - EN 1264-4 e ISO EN 11855, caratteristiche di resistenza meccanica che lo rendono appartenente alla classe 4 a 6 bar (ISO 10508) per una vita prevista di 50 anni; diametro 15 x 1,5 mm (UNI EN 1264-4); posabile a freddo; fornito in rotoli d'opportuno metraggio, stoccati in modo che la tubazione sia protetta dalla radiazione solare; sulla tubazione sono riportate le caratteristiche meccaniche e i metri di svolgimento e residui del rotolo. Per garantire la costante qualità del prodotto la tubazione MIDIX PLUS è soggetta a verifica e controllo di

prodotto e processo da ente terzo KIWA N.V., e provvista di certificazione di sistema KOMO K 86478 e DIN CERTCO 3V399 PE-RT;

- **Tubazione** in polietilene resistente alle alte temperature PE-RT del tipo II MidiX Plus (ISO 22391, ISO 24033, ISO 21003, EN 1264, BRL 5602, BRL 5607, DIN 4726, ISO EN 11855) con barriera all'ossigeno in EVOH nello spessore del tubo e permeabilità al vapore inferiore a 0,32 mg/(m²d) a 40°C ed a 3,6 mg/(m²d) a 80°C testata secondo normativa ISO 17455 in corrispondenza alle normative BRL 5602 - BRL 5607 - DIN 4726 - EN 1264-4 e ISO EN 11855, caratteristiche di resistenza meccanica che lo rendono appartenente alle classi 4 e 5 a 6 bar (ISO 10508) per una vita prevista di 50 anni; diametro 16 x 2 mm (UNI EN 1264-4); posabile a freddo; fornito in rotoli d'opportuno metraggio, stoccati in modo che la tubazione sia protetta dalla radiazione solare; sulla tubazione sono riportate le caratteristiche meccaniche e i metri di svolgimento e residui del rotolo. Per garantire la costante qualità del prodotto la tubazione MIDIX PLUS è soggetta a verifica e controllo di prodotto e processo da ente terzo KIWA N.V., e provvista di certificazione di sistema KOMO K 86478 e DIN CERTCO 3V399 PE-RT;
- **Tubazione** in polietilene resistente alle alte temperature PE-RT del tipo II MidiX Plus (ISO 22391, ISO 24033, ISO 21003, EN 1264, BRL 5602, BRL 5607, DIN 4726, ISO EN 11855) con barriera all'ossigeno in EVOH nello spessore del tubo e permeabilità al vapore inferiore a 0,32 mg/(m²d) a 40°C ed a 3,6 mg/(m²d) a 80°C testata secondo normativa ISO 17455 in corrispondenza alle normative BRL 5602 - BRL 5607 - DIN 4726 - EN 1264-4 e ISO EN 11855, caratteristiche di resistenza meccanica che lo rendono appartenente alle classi 4 e 5 a 6 bar (ISO 10508) per una vita prevista di 50 anni; diametro 18 x 2 mm (UNI EN 1264-4); posabile a freddo; fornito in rotoli d'opportuno metraggio, stoccati in modo che la tubazione sia protetta dalla radiazione solare; sulla tubazione sono riportate le caratteristiche meccaniche e i metri di svolgimento e residui del rotolo. Per garantire la costante qualità del prodotto la tubazione MIDIX PLUS è soggetta a verifica e controllo di prodotto e processo da ente terzo KIWA N.V., e provvista di certificazione di sistema KOMO K 86478 e DIN CERTCO 3V399 PE-RT;
- **Tubazione** in polietilene resistente alle alte temperature PE-RT del tipo I MidiX Soft (ISO 22391, ISO 24033, ISO 21003, EN 1264, BRL 5602, BRL 5607, DIN 4726, ISO EN 11855) con barriera all'ossigeno in EVOH nello spessore del tubo e permeabilità al vapore inferiore a 0,32 mg/(m²d) a 40°C ed a 3,6 mg/(m²d) a 80°C testata secondo normativa ISO 17455 in corrispondenza alle normative BRL 5602 - BRL 5607 - DIN 4726 - EN 1264-4 e ISO EN 11855, caratteristiche di resistenza meccanica che lo rendono appartenente alla classe 4 a 6 bar (ISO 10508) per una vita prevista di 50 anni; diametro 17 x 2 mm (UNI EN 1264-4); posabile a freddo; fornito in rotoli d'opportuno metraggio, stoccati in modo che la tubazione sia protetta dalla radiazione solare; sulla

tubazione sono riportate le caratteristiche meccaniche e i metri di svolgimento e residui del rotolo. Per garantire la costante qualità del prodotto la tubazione MIDIX SOFT è soggetta a verifica e controllo di prodotto e processo da ente terzo KIWA N.V., e provvista di certificazione di sistema KOMO K 86478 e DIN CERTCO 3V399 PE-RT; lunghezza massima anello 90 m.

- **Clips sistema** Euroflex Extra: Clips in poliammide di supporto per il contenimento della tubazione per il sistema EuroflexExtra;
- **Additivo superfluidificante europlast** da aggiungere all'impasto sabbia e cemento del massetto tradizionale in modo da rendere più fluido l'impasto senza eccessi d'acqua e ridurre la percentuale d'aria presente; e deve essere classificato non pericoloso in accordo al regolamento CE 1272/2008 (CLP) e marchiato CE secondo EN 934-2;
- **Foglio** in polietilene PE, spessore 0,2 mm;
- **Prescrizioni di posa:** La posa dell'impianto deve seguire le procedure individuate dalla norma UNI EN 1264-4 e UNI EN ISO 11855-5. In particolare:

  La base di supporto deve essere preparata in conformità alle norme pertinenti ed eventuali tubi o condotti devono esser fissati e incassati per fornire una base livellata. Nel caso il piano trattato fosse un piano terra, su garage o su terreno o che si affaccia direttamente sull'esterno deve essere posato un foglio in PE di spessore 0,2 mm sulla base livellata avendo cura di risvoltarlo sulle pareti esterne di almeno 100 mm e sovrapporlo di almeno 100 mm.

  Lungo tutto il perimetro dei locali interessati dalla posa del pavimento radiante deve essere applicata la striscia perimetrale, avendo cura di farla aderire bene al muro in particolare in corrispondenza degli angoli.

  Sulla base livellata devono essere posati i pannelli isolanti del sistema a pavimento con resistenza termica maggiore o uguale al valore minimo prescritto dalla normativa UNI EN 1264-4.

  Il pannello isolante verrà posato a incastro sfruttando la conformazione delle lastre. In corrispondenza del perimetro il pannello isolante deve appoggiare alla striscia perimetrale; il foglio superiore della striscia perimetrale in PE deve essere sollevato e fatto aderire alla parte superiore del pannello isolante posato.

  La posa di ciascun anello deve avvenire senza giunzioni; qualora, causa incidenti subiti dall'impianto finito, venissero fatti giunti meccanici, questi devono essere localizzati e riportati sulla documentazione allegata (UNI EN 1264-4).

  Va rispettato fedelmente il progetto per quanto riguarda interassi di posa, giunti di dilatazione e posa della striscia perimetrale che andrà tagliata a pavimentazione finita. In tutti i punti di elevato infittimento delle tubazioni (es: in partenza al collettore, nei passaggi obbligati attraverso le porte) e nei punti di attraversamento dei giunti di dilatazione la tubazione deve essere inguainata per tutta la

lunghezza dove è presente l'infittimento e per 400 mm in corrispondenza dell'attraversamento dei giunti.

Dopo la posa dell'impianto esso dovrà essere messo in pressione prima del getto del massetto; dovrà rimanere in pressione fino all'ultimazione dei massetti e il procedimento di collaudo dovrà essere documentato.

Il pre-riscaldamento dovrà avvenire non prima di 21 giorni dalla posa di un massetto di tipo cementizio e non prima di 7 giorni dalla posa di un massetto a base di anidride e comunque vanno seguite le istruzioni del fornitore del massetto stesso; per evitare lo shock termico del massetto la temperatura di avviamento dovrà essere non superiore di 5°C rispetto alla temperatura esterna e dovrà essere aumentata di 2 o 3°C al giorno fino a raggiungere il valore di progetto. Il processo di avviamento del riscaldamento dovrà essere documentato.

### 32.2. Radiatori

Le emissioni termiche dei corpi scaldanti, indicate in W, dovranno essere conformi a quanto prescritto dalla normativa UNI-ISO 6514 e la rispondenza a tale normativa dovrà essere documentata prima dell'installazione mediante certificazione scritta della ditta costruttrice.

I radiatori dovranno essere posti in opera su apposite mensole di fornitura della stessa casa costruttrice dei radiatori.

Dette mensole saranno murate su struttura costituita da mattoni forati; saranno invece fissate con tasselli speciali di acciaio in caso di struttura in cemento.

Tutti i radiatori verranno forniti completi di:

- valvola di preregolazione termostatizzabile
- detentore
- valvola di sfiato aria.

Laddove espressamente richiesto potranno essere adottate teste termostatiche per la regolazione della temperatura ambiente.

### 32.3. Ventilconvettori

Si installeranno ventilconvettori per il trattamento dell'aria (climatizzazione estiva e invernale) all'interno di ambienti ad uso civile quali mensa e sala polifunzionale. Tali ventilconvettori saranno alimentati dalla linea a media temperatura con impianto a 2 tubi.

Saranno predisposti dei ventilconvettori a cassetta posti nel controsoffitto nei locali mensa e connettivo sala polifunzionale e dei ventilconvettori a pavimento nella sala polifunzionali.

### 32.3.1. Ventilconvettori a controsoffitto

Ventilconvettori a cassetta tipo Sabiana modello SkyStar ECM o equivalente, con le seguenti specifiche tecniche:

- Struttura interna portante: In lamiera zincata con coibentazione termica interna (polietilene espanso a cellule chiuse spessore 10 mm) e una barriera anticondensa sulla parete esterna.
- Apparecchiatura di controllo: Costituita da una scatola esterna all'apparecchio al cui interno è collocata la scheda elettronica di gestione pompa e la scheda elettronica inverter.
- Gruppo ventilante: Ventilatore radiale a singola aspirazione, particolarmente silenzioso, accoppiato ad un motore elettronico brushless sincrono a corrente continua a magneti permanenti del tipo BLAC trifase, controllato con corrente ricostruita secondo un'onda sinusoidale. La scheda elettronica ad inverter per il controllo del funzionamento motore è alimentata a 230 Volt in monofase e, con un sistema di switching, provvede alla generazione di una alimentazione di tipo trifase modulata in frequenza e forma d'onda. Il tipo di alimentazione elettrica richiesta per la macchina è monofase con tensione 220 - 240 V e frequenza 50 - 60 Hz.
- Batteria di scambio: Costituita con tubi di rame ed alette di alluminio fissate ai tubi con procedimento di mandrinatura meccanica e sagomata opportunamente. Diametro attacchi: ½".
- Bacinella raccolta condensa: In ABS termo-accoppiato con polistirolo espanso ad alta densità, con passaggi aria preformati opportunamente sagomati per ottimizzare il passaggio dell'aria.
- Filtro: Sintetico rigenerabile lavabile, facilmente accessibile.
- Pompa evacuazione condensa: Pompa di tipo centrifugo con prevalenza utile di 650 mm, comandata direttamente dalla scheda elettronica a cui è abbinato un sistema a galleggiante per il controllo del livello condensa e di allarme.
- Gruppo valvole: A due o tre vie, di tipo ON-OFF complete di raccordi e detentori.

CONNETTIVO POLIFUNZIONALE – SK-ECM 12 / SK-ECM 32 o equivalenti:

Dati alla media velocità per raffreddamento (ARIA +27°C bulbo secco/+19°C bulbo umido; ACQUA +7°C/+12°C) e riscaldamento (ARIA +20°C; ACQUA +50°C)

- Portata aria: 380 m3/h / 610 m3/h
- Raffreddamento resa totale: 2,17 kW / 3,87 kW
- Raffreddamento resa sensibile: 1,61 kW / 2,81 kW
- Riscaldamento: 2,67 kW / 4,63 kW
- Portata acqua: 373 l/h / 666 l/h
- Dp raffreddamento: 6,6 kPa / 12,4 kPa
- Dp riscaldamento: 5,5 kPa / 10,5 kPa
- Assorbimento motore: 8 W / 21 W

- Potenza acustica Lw: 39 dB(A) / 50 dB(A)
- Potenza acustica Lp: 30 dB(A) / 41 dB(A)
- Contenuto acqua batteria: 1,4 litri / 2,1 litri
- Dimensioni (HxLxP): 575x575x275
-

## 33. SISTEMI DI TRATTAMENTO ACQUA PER IMPIANTI TERMICI

Il trattamento dell'acqua per uso termico dovrà essere installato e realizzato nel rispetto delle norme locali vigenti e in quanto prescritto dal:

- DM 37/08
- DM 174/04
- DM Salute 25/2012
- UNI CTI 8065
- UNI CTI 8884
- UNI CTI 7550

Tale trattamento sarà relativo sia alla linea di produzione e adduzione di acqua calda sanitaria, sia alla line idronica dell'impianto di climatizzazione.

### 33.1. Trattamento acqua calda sanitaria

Il trattamento dell'acqua calda sanitaria si compone di filtro, addolcitore e sistema di dosaggio si prodotti anticorrosivi e antincrostanti.

Considerando che l'acqua da trattare è ad uso sanitario e deve risultare potabile è necessario che l'impianto di trattamento complessivo risulti conforme alle normative vigenti in materia di Salute e che sia realizzato con materiali conformi ai decreti sopracitati.

#### 33.1.1. Impianto di addolcimento

Impianto di addolcimento per trattamento acqua calda sanitaria tipo CILLIT modello NECKAR 118 BIODATA CYBER o equivalenti, con le seguenti caratteristiche:
Addolcitore automatico biblocco con rigenerazione volumetrica, statistica e proporzionale in rapporto al consumo di acqua addolcita che si autogestisce riducendo il consumo di rigenerante con ridotto consumo di acqua di rigenerazione, completo di valvola antiallagamento, valvola ritegno, valvola antivacuum, valvola miscelazione doppia taratura e autodisinfezione automatica ad ogni rigenerazione.

- Tensione di alimentazione di sicurezza 24 Vac,
- Conforme CE

- Portata nominale = 2,4 m3/h
- Portata breve di punta = 2,8 m3/h
- Volume resine = 40 litri
- Capacità ciclica max = 240 °fr x m3
- Consumo sale = 7,2 kg
- Riserva sale max = 120 kg
- Dimensioni raccordi = 1"

N.B.: considerare durezza acqua media (27°fr)

Apparecchio realizzato con materiali rispondenti al D.M. 174/04 e in conformità al D.M. Salute 25/2012.

Installare l'apparecchiatura nel rispetto delle norme locali vigenti e di quanto previsto dal D.M. 37/08 e dal D.M. Salute 25/2012.

L'installazione deve essere eseguita da un installatore qualificato, in grado di rilasciare regolare Dichiarazione di Conformità. Installare l'addolcitore sulla tubazione dell'acqua fredda in ingresso dall'acquedotto, oppure a monte del circuito idraulico da alimentare con acqua addolcita. Prevedere sempre un collegamento a bocca libera allo scarico e troppo pieno, in grado di assorbire e far defluire l'acqua di rigenerazione, nonché l'acqua in caso di perdite accidentali. Installare l'addolcitore su un pavimento Piano e livellato. Verificare che la pressione di linea non sia né superiore né inferiore alla pressione minima e massima indicata. Utilizzare per il collegamento idraulico esclusivamente tubazioni flessibili. Installare a monte e a valle dell'addolcitore saracinesche di intercettazione. Proteggere l'addolcitore da colpi d'ariete e dalla penetrazione di impurità installando a monte dell'addolcitore un filtro dissabbiatore di sicurezza. La messa in esercizio deve essere effettuata dai Centri di Assistenza Tecnica autorizzati. Installare l'addolcitore in modo che non sia esposto al gelo, all'insolazione diretta e alle intemperie. Evitare il contatto con agenti chimici di ogni tipo, detersivi, detergenti, così come da fonti di calore superiori a 40°C. La pressione dell'acqua in rete deve essere superiore a quella minima e inferiore a quella massima consentita, eventualmente installare a monte un riduttore di pressione. Nel caso di acqua ad uso potabile, impostare una rigenerazione minimo ogni 96 ore.

### 33.1.2. Filtro autopulente

Il DMiSE 26/06/15, il D.M. 37/08 e le Norme Tecniche UNI 9182 e UNI CTI 8065 prevedono la filtrazione di sicurezza dell'acqua destinata al consumo umano e dell'acqua di reintegro ai circuiti tecnologici e per tali motivi il filtro autopulente per il trattamento di tutta l'acqua sanitaria (e anche dell'acqua di carico e reintegro dell'impianto di climatizzazione) deve rispettare le normative sopracitate.

Il filtro previsto deve avere le seguenti caratteristiche:

filtro autopulente di sicurezza per eliminare dall'acqua sabbia e corpi estranei fino ad una granulometria di 90 micron.

Informazioni Qualità:

- testata in bronzo
- moduli di collegamento compresi
- elemento filtrante lavabile
- elemento filtrante igienicamente protetto
- espulsione automatica impurità filtrate
- erogazione acqua filtrata anche durante il lavaggio

apparecchio realizzato con materiali rispondenti al D.M. 174/04 e in conformità al D.M. Salute 25/2012.

### 33.1.3. Impianto dosaggio disinfettanti

Dosaggio automatico e proporzionale di prodotto ad azione anticorrosiva ed antincrostante a qualità alimentare (prodotto liquido a base di polifosfati a silicati) per l'acqua sanitaria (per il trattamento dell'acqua fredda che diventa l'ACS).

Si compone di:

- una stazione di dosaggio proporzionale
- prodotto pe il trattamento di acque potabili
- iniettore standard

**Stazione di dosaggio proporzionale** tipo CILLIT modello KWZ-N 1" o equivalenti, con le seguenti specifiche: stazione per il dosaggio proporzionale di condizionanti liquidi completa di contatore lancia impulsi, pompa dosatrice, contenitore di sicurezza per alloggiamento tanica prodotto, crepine di aspirazione con sonda di livello, tubazioni di aspirazione e mandata, iniettore, nonché staffa in acciaio inossidabile universale per montaggio pompa.

Apparecchio realizzato con materiali rispondenti al D.M. 174/04 e in conformità al D.M. Salute 25/2012.

Le stazioni di dosaggio sono unità preassemblate realizzate per il dosaggio proporzionale di condizionanti liquidi. In particolare sono impiegate negli impianti di produzione e distribuzione di acqua calda e fredda sanitaria per il dosaggio del prodotto antincrostante, anticorrosivo e risanante

Le stazioni di dosaggio sono costituite da un contatore lancia impulsi da installare sulla tubazione dell'acqua da trattare, da una pompa dosatrice montata, mediante una staffa, su un contenitore di sicurezza dove viene inserita la tanica del prodotto chimico da dosare e da una crepine di aspirazione con sonda di livello.

La pompa dosatrice, mediante il contatore lancia impulsi, dosa la quantità di prodotto chimico

proporzionalmente alla portata dell'acqua da trattare. La crepine con sonda di livello consente l'aspirazione del prodotto e segnala alla pompa dosatrice l'esaurimento dello stesso nella tanica.
Unità preassemblata compatta, di facile movimentazione e pronta per l'installazione.
Contenitore di sicurezza realizzato in robusto materiale plastico resistente alle sostanze acide e alcaline, predisposto per l'alloggiamento di taniche da 20 kg, completo di contenitore di sicurezza per evitare lo sversamento del prodotto e di staffa per il montaggio della pompa dosatrice.
Pompa dosatrice elettronica a dosaggio proporzionale mediante segnale proveniente da contatore lancia impulsi, con possibilità di moltiplicazione e divisione impulsi, completa di testata con disareazione manuale, di tubazione di mandata ed iniettore. Crepine di aspirazione da inserire nella tanica del prodotto, completa di sonda di minimo livello. Contatore lancia impulsi per il comando proporzionale della pompa dosatrice, a elevata precisione, con minima perdita di carico, da installare sulla tubazione dell'acqua da trattare.
Materiali conformi al D.M. 174/04.
Installare l'apparecchiatura nel rispetto delle norme locali vigenti e di quanto previsto dal D.M. 37/08 e dal D.M. Salute 25/2012. L'installazione deve essere eseguita da un installatore qualificato in grado di rilasciare regolare Dichiarazione di Conformità.
La stazione di dosaggio viene installata a monte dell'impianto da proteggere sulla tubazione dell'acqua fredda. L'installazione deve essere effettuata in un ambiente chiuso, asciutto e ben aerato e l'umidità relativa non deve essere superiore al 70%.
Posizionare la stazione di dosaggio a terra su una superficie solida e perfettamente piana.
Installare il contatore lancia impulsi sulla tubazione dell'acqua da trattare a monte del punto di iniezione del prodotto. A monte e a valle dell'apparecchiatura installare saracinesche di intercettazione e un circuito di by-pass per poter escludere l'apparecchiatura durante le manutenzioni e in caso di anomalie. Prevedere a monte dell'apparecchiatura l'installazione di un filtro dissabbiatore di sicurezza. Prevedere in prossimità dell'apparecchio, su una linea protetta da interruttore differenziale, una presa elettrica 230V/50Hz con messa a terra conforme alle norme. I collegamenti elettrici devono essere eseguiti secondo le normative Nazionali e locali in vigore.

**Prodotto per il trattamento di acque potabili** con le seguenti caratteristiche:
prodotto liquido a base di sali minerali naturali di purezza prevista anche per il trattamento dell'acqua potabile e per l'uso in campo alimentare in grado di proteggere dalle corrosioni ed incrostazioni calcaree e di risanare circuiti di acqua calda e fredda sanitaria potabile, circuiti di raffreddamento con acqua a perdere e acque di processo.
Caratteristiche chimico-fisiche:

- Aspetto: liquido incolore

- Odore: inodore
- Densità: 1,1 g/cm³
- pH(a 20 °C): >12

### 33.2. Trattamento acqua impianto di climatizzazione

Negli impianti di riscaldamento l'acqua deve essere adeguatamente trattata e, ove necessario, filtrata per evitare incrostazioni e corrosioni, in accordo a quanto prescritto dal sul risparmio energetico, dal D.M. 37/08 sulla sicurezza degli impianti, nonché dalla norma tecnica UNI CTI 8065 relativa al trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile.

Il trattamento dell'acqua dell'impianto di climatizzazione previsto consiste nella filtrazione del circuito di climatizzazione e dall'iniezione di prodotti chimici specifici a protezione dell'impianto radiante e idronico.

#### 33.2.1. Filtro e defangatore

La filtrazione sul circuito di climatizzazione viene effettuata mediante filtro chiarificatore-defangatore a masse filtranti tipo CILLIT modello CB-THERMOCYCLON 12-N o equivalenti, con le seguenti caratteristiche:
filtro defangatore, chiarificatore, con letto filtrante multistrato lavabile in controcorrente per filtrare, defangare e chiarificare l'acqua in circolazione negli impianti di riscaldamento ad acqua calda, in grado di trattenere anche scaglie metalliche, grumi di ruggine e fanghiglia, rendendo l'acqua limpida e trasparente. La fornitura comprende la raccorderia, le valvole di intercettazione, di prelievo campioni e immissione condizionanti.
La fornitura comprende:

- corpo rinforzato con fibra di vetro, progettato per acqua calda (80°C);
- gruppo idraulico di collegamento in ottone/bronzo, completo di raccorderia e valvole di intercettazione, masse filtranti speciali multistrato in quarzite sferica lavabili in controcorrente;
- rubinetto prelievo campioni;
- raccordo e valvola immissione e rabbocco stagionale condizionanti.

Informazioni Qualità:

- perfetta rimozione di ossidi, fanghi e impurità in genere;
- utilizzabile anche per filtrare fanghi durante il risanamento di impianti vecchi;
- lavaggio in controcorrente utilizzando acqua di rete senza utilizzare l'acqua dell'impianto
- contenente condizionanti; facile installazione tramite la raccorderia, già predisposta;
- rubinetto prelievo campioni acqua diretta dal circuito;
- raccordo con valvola per immettere ed effettuare reintegri dei condizionanti prescritti dal DMiSE 26/06/2015;

- apparecchio progettato per resistere alla pressione e temperatura dell'acqua dell'impianto di riscaldamento.

### 33.2.2. Prodotti chimici a protezione dell'impianto

E' necessaria l'iniezione di un prodotto specifico a protezione dell'impianto radiante e idronico, in collegamento con la pompa di calore e di un prodotto a protezione dell'impianto idronico alimentato dalle caldaie a condensazione che intervengono nella produzione dell'acqua calda sanitaria.

Prodotto chimico inibitore e filmante ad azione antialghe, anticorrosiva ed antincrostante per il condizionamento permanente a protezione dell'impianto radiante e idronico (pompa di calore) con le seguenti caratteristiche:
condizionante bilanciato a base di polialchilammine e poliacrilati in grado di proteggere dalle incrostazioni calcaree e dalle corrosioni, dallo sviluppo di alghe, batteri e funghi, impianti e circuiti di riscaldamento a bassa temperatura.
Caratteristiche chimico-fisiche:

- Stato fisico: liquido
- Aspetto: opalescente
- Colore: giallo chiaro
- pH: ca. 6,5 - 7,0 ( a 25 °C)
- Densità: ca. 1,01 g/cm3

Prodotto chimico inibitore e filmante ad azione anticorrosiva ed antincrostante per il condizionamento permanente a protezione dell'impianto alimentato dalle 2 caldaie da 120 kW cadauna (per produzione ACS ed eventuale supporto alla pompa di calore) con le seguenti caratteristiche:
composizione bilanciata di inibitori di corrosione e agenti antincrostanti avente anche graduale effetto risanante in grado di proteggere dalle incrostazioni calcaree e dalle corrosioni circuiti di riscaldamento ad acqua calda, circuiti di raffreddamento con acqua in riciclo (sigillati e non sigillati).
Caratteristiche chimicho-fisiche:

- Stato fisico: liquido
- Aspetto: incolore, lievemente torbido
- pH: ca. 6,9 - 7,4
- Densità: ca. 1,05 - 1,07 g/cm

## 34. CARATTERISTICHE E QUALITÀ DELLE TUBAZIONI

Normative vigenti al momento dell'esecuzione delle opere, con particolare riferimento a:
tubi in acciaio nero:

- secondo UNI 8863 Tubi senza saldatura e saldati, di acciaio non legato filettabili secondo UNI ISO 7/1;
- secondo UNI 7287 Tubi con estremità lisce senza saldatura, di acciaio non legato senza prescrizioni di qualità;
- secondo UNI 6363 Tubi senza saldatura e saldati, di acciaio non legato - tubi per condotte di acqua e di gas e per scarichi;
- filettature:
- per giunti a vite di tipo normalizzate con filetto conico; le filettature cilindriche non sono ammesse quando si deve garantire la tenuta;
- flange:
- di tipo a collarino da saldare secondo UNI 2280-82 secondo la pressione nominale di funzionamento;
- guarnizioni di tenuta Klingerit dello spessore di 2 mm;
- bulloni a testa esagonale con dado esagonale secondo UNI 5727-65;
- curve:
- curve in acciaio nero stampato a raggio stretto UNI 5788-66 senza saldatura; per tubazioni fino al diametro di 1" sono ammesse curve piegate a freddo;
- tubi di piombo:
- sono vietati nelle distribuzioni dell'acqua;
- tubi in rame:
- secondo UNI 6507 Tubi in rame senza saldature per impianti idrosanitari. Dimensioni, prescrizioni e prove
- con raccorderia di giunzione in ottone OT 58;
- con raccordi a giunzione capillare secondo serie UNI 8050
- tubi in acciaio zincato:
- conformi alle caratteristiche delle già citate norme UNI 8863, con supporti e quanto altro necessario per la realizzazione completa delle reti previste (pezzi speciali in ghisa malleabile zincata, materiali di tenuta atossici, ecc...).
- La zincatura delle tubazioni dovrà essere del tipo individuato dalla norma UNI 5745/75
- giunzioni con pezzi speciali in ghisa malleabile secondo:
- UNI 5192 e UNI 5212, zincata a caldo secondo UNI 4721.

In particolare:

### 34.1. Tubi in acciaio nero

Le tubazioni in acciaio nero sono del tipo senza saldatura e possono essere conformi solo a:

- UNI EN 10255:2007 “Tubi in acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura
- Condizioni tecniche di fornitura”, in acciaio non legato Fe 330, con o senza filettatura alle estremità, per i diametri nominali fino a 2"; UNI EN 10216:2005 “Tubi senza saldatura in acciaio per impieghi a pressione
- Condizioni tecniche di fornitura
- Tubi in acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente”, in acciaio non legato Fe 320, con estremità lisce, per i diametri da DN 65 a DN 400; ASTM A 106 Gr.B, esecuzione ANSI B 36.10
- Schedule 40.

PEZZI SPECIALI

I pezzi speciali devono essere tutti di tipo prefabbricato, a catalogo, congruenti, per materiale, caratteristiche costruttive e provenienza, con il tubo sul quale vengono installati. Devono quindi essere disponibili, nei diametri assoluti e relativi, curve a 45° e 90° ed a raggio ampio e corto, riduzioni concentriche ed eccentriche, flange ed accessori, ecc.. Curve - Per tubi UNI EN 10255:2007 e UNI EN 10216:2005 le curve a 45° e 90°, fino al diametro esterno 33,7 mm sono realizzate a freddo con piegatrice. Quelle di diametro superiore sono del tipo stampato a caldo, senza saldatura, giunzione a saldare (UNI 7929:1979). Per tubi ASTM le curve a 45° e 90° sono in esecuzio ne secondo ANSI B 16.28, estremità smussate secondo ANSI B 16.25 , ricavate da tubo senza saldature ASTM A 106 Gr.B, fornite secondo ASTM A.234 in acciaio Gr.WPB. Raccordi - Per tubi UNI EN 10255:2007 e UNI EN 10216:2005 i cambiamenti di diametro devono essere realizzati con pezzo speciale opportuno, stampato a caldo, senza saldatura, giunzione a saldare. Per tubi ASTM i cambiamenti di diametro devono essere realizzati con pezzo speciale in esecuzione secondo ANSI B 16.9, estremità smussate secondo ANSI B 16.25 fig.A, ricavate da tubo senza saldature ASTM A 106 Gr.B, fornite secondo ASTM A.234 in acciaio Gr.WPB. Flange - Le flange da installare sulle tubazioni sono del tipo a collarino a saldare di testa (UNI EN 1092- 1:2003), di PN uguale a quello degli organi di intercettazione inseriti sulla tubazione stessa. Sono fornite per tubi della serie ISO ed hanno gradino di tenuta UNI EN 1092-1:2003 Le guarnizioni sono di tipo piano, non metallico, a base di amianto e gomma sintetica, spessore 2 mm; i bulloni sono a testa e dado esagonali UNI 5727-65.

GIUNZIONI

La giunzione di tubazioni in acciaio nero può essere realizzata mediante flange o mediante saldatura. La giunzione mediante flange deve essere eseguita con materiali congruenti con quanto specificato al paragrafo precedente. La giunzione mediante saldatura di tubazioni UNI EN 10255:2007 e UNI EN 10216:2005 deve essere eseguita da saldatore qualificato con il procedimento ad arco ed elettrodo metallico. Sono ammesse saldature a gas (ossido acetileniche) solo su tubazioni con diametro esterno non superiore a 33.7 mm.
Dopo l'esecuzione la saldatura deve sempre essere martellata e spazzolata. Possono essere richiesti controlli radiografici a campione. Solo qualora questi controlli segnalassero saldature inaccettabili potrà essere richiesto il controllo radiografico di tutte le saldature. La giunzione di tubazioni ASTM è realizzata con il procedimento ad arco ed elettrodo metallico. Il personale addetto alla saldatura di tubazioni ASTM deve essere preventivamente sottoposto in cantiere a prova di saldatura, secondo la specifica suddetta ed è ritenuto idoneo solo in seguito a risultato positivo del controllo radiografico, cui vengono sottoposti pezzi campione di saldatura eseguiti. Sono sempre richiesti controlli radiografici a campione. Qualora i controlli segnalino saldature inaccettabili potrà essere richiesto il controllo radiografico di tutte le saldature.

SOSTEGNI E STAFFAGGI

Sono ammessi i seguenti tipi di sostegni e staffaggi:

- tondo diam. 10 mm sagomato ad “U” con estremità filettate ancorate ad un profilato ad U secondo UNI EU 54:1981. L’ancoraggio è realizzato, su ognuna delle estremità filettate del tondo con un dado dalla parte del tubo e con dado e controdado dalla parte del profilato;
- tubo zincato da ½” ancorato superiormente ad un piattello su cui viene fissata la parte superiore di un bracciale zincato destinato ad accogliere la tubazione da sostenere. Le due parti del bracciale sono serrate con due bulloni. Tra il bracciale zincato e la tubazione è interposto un nastro sintetico. Il piattello è reso solidale alla superficie orizzontale (solaio) mediante tasselli, è rettangolare ed ha la dimensione parallela all’asse del tubo pari alla distanza tra l’asse del tubo e la superficie stessa;
- tassello ancorato superiormente alla superficie orizzontale ed avente all’estremità inferiore una cerniera su cui è vincolato un tirante regolabile realizzato con due pezzi di tondo metallico diam. 10 mm. Il tirante, a sua volta, sostiene un bracciale zincato che accoglie la tubazione;
- scarpetta saldata longitudinalmente sulla generatrice inferiore del tubo. La scarpetta è sostenuta da un profilato ad U secondo UNI EU 54:1981previa interposizione di un tondo d’appoggio. Sul profilato ad U saranno saldati dei fermi per impedire traslazioni verticali e trasversali (rispetto all’asse del tubo) alla scarpetta.

Altri tipi possono essere sottoposti ad approvazione previa presentazione del disegno di dettaglio.
In generale lo staffaggio deve essere metallico, smontabile, verniciato o zincato e realizzato in modo tale da non consentire la trasmissione di rumori o vibrazioni alle strutture.

Qualora siano previsti supporti a rullo occorre prevedere, tra tubo e rullo, un'apposita sella, solidale con il tubo, di altezza tale da sporgere dallo spessore dell'isolamento.
Il supporto a rullo deve essere di tipo prefabbricato, monoblocco, da fissare alla struttura di sostegno mediante saldatura, di dimensioni correlate al diametro del tubo sostenuto ed allo spostamento laterale.
Il supporto a rullo ha telaio e rullo in acciaio al carbonio, boccole e ralle reggispinta in materiale autolubrificante a base di P.T.F.E., perni in acciaio inossidabile.

VERNICIATURE

Tutte le parti ferrose dell'impianto non altrimenti finite (tubazioni nere, staffaggi, sostegni, ecc.) devono essere protette con due mani di vernice antiruggine di diverso colore, dopo essere state accuratamente preparate con raschiatura e spazzolatura.
Per le tubazioni percorse da fluidi con temperature <= a 90 °C la vernice antiruggine è costituita da minio in olio di lino cotto (spessore di ogni mano: micron 30).

POSA

- Negli attraversamenti di pareti e solai ciascun tubo deve essere contenuto in controtubo in acciaio zincato, posato con le opere edili.
  Tra la superficie esterna della tubazione, o quella della eventuale coibentazione, e la superficie interna del controtubo deve rimanere un'aria libera di almeno 5 mm. L'aria libera deve essere successivamente riempita con lana di roccia o altro materiale incombustibile. Il controtubo deve sporgere dal filo di pareti e solai di almeno 2 cm. Nel caso di più tubi affiancati, i controtubi devono essere fissati ad un supporto comune che permetta di garantire il mantenimento del passo fra le tubazioni. In corrispondenza di queste zone non devono essere realizzate giunzioni.
- Le tubazioni costituenti circuiti di acqua calda di riscaldamento, acqua refrigerata, acqua di raffreddamento ed in genere circuiti chiusi, devono essere installate rispettando le opportune pendenze onde ottenere il naturale sfogo dell'aria verso l'alto. Nei punti alti della distribuzione occorre prevedere dispostivi di sfogo con barilotto e rubinetto a maschio.
- Tutte le apparecchiature ed i macchinari (batterie di scambio, scambiatori di calore, serbatoi in genere, collettori, ecc.), nonché i punti bassi dei circuiti, devono essere collegati alla rete scarichi con tubazioni sifonate singolarmente ed intercettate con rubinetto a maschio od a sfera. Lo scarico deve essere visibile, realizzato attraverso imbuto e comodamente accessibile.
- Nel montaggio delle tubazioni si deve tener conto dei giunti di dilatazione del fabbricato adottando, qualora non siano espressamente previsti, quegli accorgimenti atti a non far risentire alle tubazioni delle dilatazioni dell'edificio.

- I cambiamenti di diametro, realizzati sempre con apposito raccordo, non devono mai essere realizzati contemporaneamente ad un cambiamento di direzione.
  Le derivazioni devono sempre essere realizzate con invito nel senso del flusso.
- Le tubazioni di diametro nominale 3/8" devono essere impiegate solo per aria, mai per acqua.
- Le tubazioni devono essere posate con spaziature sufficienti per consentire lo smontaggio e l'agevole esecuzione dell'isolamento; devono essere opportunamente sostenute nei punti di connessione con pompe, batterie, valvole, ecc., affinchè il peso non gravi in alcun modo sulle flange di collegamento.
- Il collegamento delle tubazioni alle varie apparecchiature quali pompe, scambiatori, serbatoi, ecc. deve sempre essere eseguito con flange o con bocchettoni in tre pezzi (diametro nominale < DN 40).
- A montaggio completato le reti di tubazioni devono essere pulite mediante soffiatura con aria compressa e mediante lavaggi e scarichi ripetuti.

### 34.2. Tubi in acciaio zincato

IMPIEGO

Le tubazioni in acciaio zincato vengono utilizzate per convogliare acqua di acquedotto, acqua di consumo (fredda e calda), acqua uso antincendio, gas combustibile, aria compressa ed in genere per tutti i circuiti aperti o soggetti al bagnasciuga.

MATERIALI

Le tubazioni in acciaio zincato sono del tipo senza saldatura, in acciaio non legato Fe 330, con rivestimento protettivo costituito da zincatura secondo UNI EN 10240:1999, estremità filettate gas, conformi a: UNI EN 10255:2007 per diametri nominali fino a 6".

RACCORDI E PEZZI SPECIALI

La raccorderia è del tipo filettato gas in ghisa malleabile bianca GMB 40, finitura zincata. Per la realizzazione di giunzioni e diramazioni deve essere impiegato il minor numero possibile di raccordi e pezzi speciali. Allo scopo per tutti i diametri devono essere disponibili: curve 90° (maschio, femmina, maschio-femmina), curve 45° (maschio, femmina, masc hio-femmina), curve di sorpasso, gomiti (maschio, femmina, maschio-femmina, ridotti, con bocchettone), tees (anche ridotti), distribuzioni, manicotti (anche ridotti), riduzioni, nipples, bocchettoni, flange, ecc..

GIUNZIONI

La giunzione di tubazioni in acciaio zincato può essere realizzata mediante flange o mediante raccordo a vite e manicotto. La giunzione mediante flange deve essere eseguita impiegando flange del tipo a collarino (UNI EN 1092- 1:2003) filettate. Nella giunzione mediante manicotto la tenuta può essere ottenuta con treccia di canapa, imbevuta in miscela di minio e olio di lino, avvolta lungo tutta la superficie filettata, oppure con nastro di teflon avvolto sulle parti filettate.

SOSTEGNI, STAFFAGGI E POSA

Come precedentemente indicato per tubi in acciaio nero

### 34.3. Tubi in polietilene

A. tubi in polietilene ad alta densità per condotte di fluidi in pressione (acqua fredda): dovranno rispondere ai requisiti delle norme UNI 7441, 7442, 7611 con raccorderia secondo UNI 7612. Saranno impiegati tubi in PEAD conforme alle prescrizioni del Ministero della sanità per fluidi alimentari D.M. 21/03/73. Le modalità di installazione e di collaudo dovranno seguire le indicazioni dell'Istituto Italiano Plastici e conforme a quanto prescritto nelle norme UNI per i vari tipi di impianto.

   NB: le giunzioni fra tubi nel caso delle tubazioni di classe PN16 dovranno essere realizzate con sistema testa-testa con manicotto elettrico a pressione in PE, avente sezione costante, con fermo centrale e resistenza elettrica annegata ed isolata.
B. tubi in polietilene ad alta densità per condotte di fluidi in pressione (acqua calda): dovranno essere in polietilene reticolato, con reticolazione 75-90%, resistenti ad una pressione minima di 10 Kg./mq. a 100℃., garantiti da apposita polizza assicurativa per un periodo di almeno 10 anni e con raccorderia di giunzione in ottone OT 58;
C. tubi in polietilene ad alta densità per condotte interrate di gas combustibili: secondo UNI 7614 secondo UNI ISO 4437 con raccorderia e pezzi speciali di giunzione secondo le UNI 8849, UNI 8850, UNI 9736;
D. tubi in polietilene ad alta densità per condotte di scarico interrate: secondo UNI 7613
E. tubi in polietilene ad alta densità per condotte di scarico all'interno degli edifici: secondo UNI 8451 con raccordi secondo UNI 8452
F. tubi in polietilene a bassa densità per condotte di fluidi in pressione: secondo UNI 7990 I tubi in polietilene potranno essere del tipo a bassa densità (PE b.d.) o del tipo ad alta densità (PE a.d.); in entrambi i casi saranno prodotti con polietilene puro stabilizzato con nero fumo in quantità pari al 2 ÷ 3 per cento della massa. I tubi dovranno essere perfettamente atossici ed infrangibili ed avranno

spessori normalizzati in funzione delle pressioni nominali di esercizio (PN 2,5 - 4 - 6 - 10 -16).

RACCORDI E PEZZI SPECIALI

Raccordi e pezzi speciali devono essere tutti di tipo prefabbricato, a catalogo del costruttore del tubo. Non sono ammessi pezzi speciali realizzati in sede di montaggio. deve essere quindi disponibile nei diametri assoluti e relativi, l'intera gamma di: riduzioni centriche ed eccentriche, curve a 45° e 90° a raggio ampio e corto, curve per raccordo in pendenza (88 1/2°), curve ridotte, braghe a 45° semplici e doppie, braghe 88 1/2°, ispezioni, mitrie, manicotti scorrevoli e di innesto, raccordi a vite, flange, ecc. I raccordi ed i pezzi speciali dei tubi di polietilene per gas combustibili devono essere realizzati anch'essi di polietilene (secondo le UNI 8849, UNI 8850, UNI 9736)

GIUNZIONI

Le giunzioni sono realizzate con uno dei seguenti sistemi: a) saldatura testa a testa; b) saldatura con manicotto a resistenza elettrica; c) manicotto scorrevole; d) manicotto ad innesto. Se le tubazioni convogliano acqua potabile possono essere impiegati solo i primi due sistemi. a) La saldatura testa a testa è eseguita con l'apposita apparecchiatura a specchio caldo; il procedimento è a mano per tubi fino al diametro 75 mm; per i diametri maggiori è necessario l'impiego dell'apposita attrezzatura di serraggio dei pezzi da collegare. b) La giunzione con manicotto a resistenza elettrica è ottenuta per fusione, collegando il pezzo speciale all'apposita apparecchiatura. Questo tipo di saldatura è impiegato qualora occorra realizzare collegamenti con una tubazione già in opera, quando la saldatura testa a testa sia realizzabile con difficoltà e nel caso di tubazioni da annegare in getto di calcestruzzo. c) La giunzione con manicotto scorrevole è impiegata quando sia necessario assorbire dilatazioni del tubo (vedi posa). d) La giunzione con manicotto ad innesto è impiegata per il collegamento di terminali ed apparecchi sanitari. Per le tubazioni che convogliano gas combustibili le giunzioni devono essere realizzate mediante saldatura di testa per fusione a mezzo di elementi riscaldanti o, in alternativa, mediante saldatura per elettrofusione. Le giunzioni miste tubo di polietilene con tubo metallico, devono essere realizzate mediante un raccordo speciale polietilene metallo idoneo per saldatura di testa, o raccordi metallici filettati o saldati.

SOSTEGNI E STAFFAGGI

Le tubazioni libere devono essere fissate alle superfici di appoggio attraverso sostegni in tre pezzi:

1) piastra quadrata portante manicotto diametro 1/2" e completa di quattro tasselli ad espansione o di zanche a murare,
2) tubo diametro 1/2" di collegamento,
3) braccialetto a due collari con manicotto diametro 1/2"; il tutto in acciaio zincato.

POSA

Quando le tubazioni in PEad convogliano acqua di scarico:

- Le tubazioni suborizzontali possono essere installate sia annegate in getto di calcestruzzo sia libere staffate.

  Quando le tubazioni sono annegate nel getto, le dilatazioni termiche sono completamente assorbite grazie all'elasticità del materiale. E' però necessario che le giunzioni di diramazione siano realizzate con manicotto a resistenza e che i tratti rettilinei siano intercalati (almeno ogni m 2) da collettori a flangia; ciò al fine di evitare lo scorrimento del tubo nel getto.

  Le tubazioni libere sono installate invece con supporti fissi e scorrevoli impiegando manicotti di dilatazione ogni 6 metri massimo.

  La distanza tra i supporti non deve essere superiore a 10 volte il diametro nominale del tubo.
- Le reti suborizzontali qualsiasi sia il sistema di posa devono essere poste in opera conservando una pendenza nel senso del flusso non inferiore all'1 % e devono avere diametro minimo 50 mm.
- Le tubazioni verticali sono poste in opera con manicotti di dilatazione ogni 3,5 m ca (uno ogni piano dopo gli stacchi) e supporti scorrevoli. I punti fissi sono realizzati o annegando nelle solette le braghe di derivazione oppure con supporto fisso associato al manicotto scorrevole.
- Le colonne di scarico devono innalzarsi, conservando il diametro, fino oltre la copertura dell'edificio (ventilazione primaria) culminando con idoneo esalatore.

  Tappi di ispezione, a tenuta stagna di acqua, vapori ed esalazioni, debbono essere previsti in corrispondenza di ogni cambiamento di direzione, ad ogni estremità ed almeno ogni 15 m di percorso

  delle tubazioni, sia in verticale che in orizzontale, e comunque ai piedi di ogni colonna.
- Le derivazioni di scarico sono raccordate tra loro e con le colonne sempre nel senso del flusso con angolo tra assi non superiore a 45°.
- Particolare attenzione e le necessarie precauzioni devono essere riservate al problema della trasmissione dei rumori.

Quando le tubazioni in PEad convogliano gas combustibili:

- le tubazioni devono essere posate su un letto di sabbia lavata, di spessore minimo 100 mm, e ricoperte, per altri 100 mm, di sabbia dello stesso tipo. è inoltre necessario prevedere, a circa 300 mm

  sopra la tubazione, la sistemazione di nastri di segnalazione;
- l'interramento della tubazione, misurato fra la generatrice superiore del tubo ed il livello del terreno, deve essere almeno pari a 600 mm. Nei casi in cui tale profondità non possa essere rispettata

occorre prevedere una protezione della tubazione con tubi di acciaio, piastre di calcestruzzo o con uno strato di mattoni pieni

- le tubazioni interrate in polietilene devono essere collegate alle tubazioni metalliche prima della fuoriuscita dal terreno e prima del loro ingresso nel fabbricato
- le tubazioni interrate devono essere posate ad una distanza reciproca non minore del massimo diametro esterno delle tubazioni (ivi compresi gli spessori delle eventuali guaine). Nel caso di parallelismi, sovrappassi e sottopassi tra i tubi del gas e altre canalizzazioni preesistenti, la distanza minima, misurata fra le due superfici affacciate, deve essere tale da consentire gli eventuali interventi

  di manutenzione su entrambi i servizi.

### 34.4. Tubi in polipropilene

Sistema di scarico costituito da tubi, raccordi e accessori per lo scarico all'interno dei fabbricati in polipropilene omopolimero privo di sostanze alogene. Realizzato e certificato dai maggiori enti internazionali in accordo alla EN 1451-1 adatto per lo scarico di fluidi, compatibilmente alla ISO TR 10358, alla pressione atmosferica ad una temperatura massima di 80°C in funzionamento continuo e 100°C in funzionamento discontinuo, con pH compreso fra 2 e 12. Massa volumica a 23°C >900 kg/m3, indice di fluidità (230°C - 2,16 kg) <3 g/10 min, modulo elastico 1650 MPa, carico unitario di snervamento 22 MPa, allungamento a rottura >500%, coefficiente di dilatazione lineare 0,11 mm/m·°C.

Le giunzioni tra tubi e raccordo avverranno per fusione molecolare con innesto a bicchiere mediante saldatrice elettrica con taratura a 260 ℃ e temporizzatore regolabile. Giunzione anello elastometrico per scarico verticale.

I raccordi terminali dovranno avere inserti metallici con caratteristiche di dilatazione simile a PP e presenteranno filettatura cilindrica.

Occorrerà curare in particolare la protezione dai raggi ultravioletti e dal gelo sia nella fase di stoccaggio sia dopo la posa in opera.

Il collaudo verrà eseguito secondo la normativa DIN 1989 con pressione pari a 1,5 volte la pressione massima di esercizio per lunghezze non superiori a 100 m con durata 120 min'.

Non si dovranno verificare caduta di pressione superiori a 0,1 bar ogni 60 min'.

Classe B1 di reazione al fuoco secondo DIN 4102 e DIN 19560-10 e M1 secondo NF P 92-505 e NF P 92-501.

In generale le tubazioni in PP possono essere utilizzate nei seguenti casi:

A. tubi in polipropilene (PP) per condotte di fluidi in pressione: secondo UNI 8318
B. tubi in polipropilene (PP) per condotte di scarico all'interno dei fabbricati: secondo UNI 8319 con raccordi secondo UNI 8320
C. tubi in polipropilene (PP) per condotte di scarico interrate: secondo UNI 8536.

### 34.5. Tubi in PVC

A. tubi in PVC rigido per condotte di fluidi in pressione:
   secondo UNI 7441 con raccordi secondo UNI 7442
B. tubi in PVC rigido per condotte di scarico interrate:
   secondo UNI 7447
C. tubi in PVC rigido per condotte di scarico e ventilazione all'interno dei fabbricati:
   secondo norme UNI 7443 + F.A. 178, UNI 7444 e 7449; giunzioni mediante anello elastomerico;

Il taglio delle estremità dei tubi dovrà risultare perpendicolare all'asse e rifinito in modo da consentire il montaggio ed assicurare la tenuta del giunto previsto.

Sopra ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo della ditta costruttrice, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e della pressione di esercizio; sui tubi destinati al convogliamento di acqua potabile dovrà anche essere impressa una sigla o dicitura per distinguerli da quelli riservati ad altri usi, così come disposto dalla circolare n. 125 del 18 Luglio 1967 del Ministro della Sanità "Disciplina della utilizzazione per tubazioni di acqua potabile del cloruro di polivinile".

Come precisato nelle norme UNI, precedentemente riportate, i tubi, a seconda del loro impiego sono dei seguenti tipi:

- Tipo 311 -- Tubi per convogliamento di fluidi non alimentari in pressione per temperature fino a 60 °C.
- Tipo 312 -- Tubi per convogliamento di liquidi alimentari e acqua potabile in pressione per temperature fino a 60 °C.
- Tipo 313 -- Tubi per convogliamento di acqua potabile in pressione. Ciascuno dei precedenti tipi si distingue nelle seguenti categorie:
- PVC 60 con carico unitario di sicurezza in esercizio fino a 60 Kgf/cmq; PVC 100 con carico unitario di sicurezza in esercizio fino a 100 Kgf/cmq
- Tipo 301 -- Tubi per condotte di scarico e ventilazione installate nei fabbricati con temperatura massima permanente dei fluidi condottati di 50 °C.
- Tipo 302 -- Tubi per condotte di scarico con temperatura massima permanente dei fluidi condottati di 70 °C.
- Tipo 303 -- Tubi per condotte interrate di scarico con temperatura massima permanente di 40°C.

- In qualunque momento il Direttore dei Lavori potrà prelevare campioni dei tubi di cloruro di polivinile e farli inviare, a cura e spese dell'Appaltatore, ad un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione.

Qualora i risultati non fossero rispondenti a quelli richiesti, l'Appaltatore dovrà sostituire tutte le tubazioni con altre aventi i requisiti prescritti, restando a suo carico ogni spesa comunque occorrente nonché il risarcimento degli eventuali danni.

I componenti non metallici degli impianti, in materia plastica od in gomma, saranno tali da rispettare le richieste della circolare del Ministero della Sanità n. 102/3990 del 2.12.1978: "Disciplina igienica concernente le materie plastiche e gomme per tubazioni e accessori destinati a venire in contatto con acqua potabile o da potabilizzarsi";

### 34.6. Tubazioni multistrato

Le tubazioni saranno costituite da un tubo interno in polietilene reticolato elettronicamente, un tubo intermedio in alluminio e uno strato isolante esterno in polietilene ad alta densità.

Esso dovrà fornire le caratteristiche di indeformabilità ai gas dovuto allo strato metallico, isolamento elettrico, resistenza alla corrosione, pressione di esercizio 10 bar, temperatura massima di esercizio 95 °C.

I raccordi potranno essere di tipo a compressione meccanica a doppia tenuta, o a pressione mediante deformazione permanente dello strato metallico.

IMPIEGO

Le tubazioni multistrato vengono utilizzate per il sistema di adduzione idrica all'interno dei servizi igienici.

MATERIALI

Il tubo multistrato è composto da un tubo interno in polietilene reticolato, uno strato legante, uno strato intermedio in alluminio saldato di testa longitudinalmente, uno strato legante e uno strato di protezione in polietilene ad alta densità. Le tubazioni devono rispondere alle prescrizioni igienico-sanitarie del Ministero della Sanità relative a manufatti destinati a venire a contatto con sostanze alimentari.

RACCORDI E PEZZI SPECIALI

Raccordi e pezzi speciali devono essere tutti di tipo prefabbricato, a catalogo del costruttore del tubo. Non sono ammessi pezzi speciali realizzati in sede di montaggio. deve essere quindi disponibile nei diametri assoluti e relativi, l'intera gamma di: gomiti flangiati, gomiti maschio e femmina, raccordi a T uguali e ridotti, giunti di collegamento, riduzioni, raccordi diritti filettati maschio o femmina, raccordi svitabili conici, ecc.

GIUNZIONI

Le giunzioni sono effettuate pressando direttamente il tubo sul raccordo con le apposite attrezzature omologate del sistema. Le istruzioni del fabbricante contenute nelle apposite schede tecniche, riguardo il montaggio e la posa in opera, devono essere scrupolosamente osservate

SOSTEGNI E STAFFAGGI

Le tubazioni in vista devono essere sostenute mediante supporti a collare in acciaio zincato montati su tassello ad espansione. Tra collare e tubo deve essere interposto nastro in materiale sintetico.

### 34.7. Tubazioni in rame

IMPIEGO

Le tubazioni in rame vengono utilizzate per convogliare acqua calda, acqua fredda di condensa e scarico apparecchi.

MATERIALI

Le tubazioni in rame devono essere secondo UNI EN 1057:2006, serie pesante, spessore 1 mm fino a diametri esterni pari a 18 mm e spessore 1,5 mm per diametri fino a 42 mm.

Le tubazioni sono fornite in rame crudo in verghe; possono essere fornite in rame ricotto fino al diametro esterno 15 (16) mm.

Quando sono utilizzate per convogliare acqua calda uso riscaldamento o acqua di consumo le tubazioni possono essere del tipo preisolato. In tal caso l'isolamento deve essere in materiale sintetico espanso in tubo flessibile rispondente a quanto prescritto successivamente. Il tubo flessibile deve inoltre essere protetto esternamente con pellicola di alluminio goffrato.

RACCORDI E PEZZI SPECIALI

La raccorderia ed i pezzi speciali sono in rame, ottenuti da tubi, predisposti per giunzione a brasatura, di tipo prefabbricato. Non sono ammessi pezzi speciali realizzati in sede di montaggio. Deve quindi essere disponibile, nei diametri assoluti e relativi, l'intera gamma di: manicotti semplici e ridotti, curve a 90° e 45°, gomiti, tees, ecc..

GIUNZIONI

Le giunzioni devono essere realizzate mediante brasatura capillare all'argento e impiego della raccorderia.

SOSTEGNI E STAFFAGGI

Le tubazioni in vista devono essere sostenute mediante supporti a collare in acciaio zincato montati su tassello ad espansione. Tra collare e tubo deve essere interposto nastro in materiale sintetico.

La distanza minima tra due sostegni consecutivi è in relazione al diametro del tubo sostenuto:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Diametro est. [mm]: | 16,20 | 26 | 32,40,50 | 63 |
| Distanza sostegni [ m ]: | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 |

In corrispondenza di qualsiasi tipo di diramazione devono essere previsti supporti appena prima ed appena dopo la medesima.

POSA

Nella posa di reti convoglianti acqua calda nel sottofondo di pavimenti devono sempre essere impiegate tubazioni preisolate con materiale sintetico espanso.

### 34.8. Collettori di centrale

I collettori, da realizzare come indicato negli schemi, saranno costruiti con tubi di acciaio di misura e spessore opportuni con fondelli bombati alle testate.

Il loro diametro non dovrà essere inferiore a 1,4 volte il diametro della diramazione maggiore che si diparte dal collettore stesso, il coibente e la rifinitura sarà dello stesso tipo e caratteristiche delle diramazioni.

Salvo i casi di ridotti volumi tecnici a disposizione, da verificare con il D.L., lo spazio tra diramazioni contigue, con isolamento presente, non dovrà essere inferiore a 150 mm per tubazioni fino a DN 50 e a 200 mm per tubazioni oltre DN 50; comunque dovrà essere assicurato lo spazio utile per la manovra dei volantini e delle leve di comando del valvolame. Verranno forniti completi di:

- valvole per l'intercettazione dei circuiti;
- rubinetti di scarico;
- termometri a colonna su tutte le tubazioni del collettore dei ritorni dai vari impianti;
- termometro a quadrante a dilatazione di mercurio sul collettore delle mandate;
- targhette indicatrici.

### 34.9. Collettori modulari

I collettori modul saranno del tipo completamente precostruito in fabbrica con tubazioni principali in rame ø 28 mm, attacchi filettati femmina ø 3/4" e derivazioni ø 12 mm con attacchi filettati maschi ø 3/8". Le tubazioni risulteranno sagomate a freddo, saldate e verniciate a fuoco a fine lavorazione.

I collettori verranno forniti completi di:

- accessori per il collegamento meccanico delle tubazioni;
- valvole di intercettazione;
- eventuali valvole a galleggiante per lo sfogo dell'aria;
- cassetta di ispezione e sportello in lamiera zincata.

### 34.10. Caratteristiche e qualità delle coibentazioni

Normative vigenti al momento dell'esecuzione delle opere, con particolare riferimento a:
il materiale per l'isolamento termico delle tubazioni in regola con quanto stabilito dalla Legge 9/1/1991, n. 10 e dal D.P.R. 26/8/1993 n. 412;
L'isolamento delle tubazioni percorse da acqua fredda verrà eseguito in modo da evitare ogni possibilità di stillicidio e sarà costituito da coppelle rigide in poliuretano espanso o in polistirolo. Salvo indicazioni diverse in progetto si dovranno adottare i seguenti spessori minimi:

| Diametro tubazione | Spessore coppelle polistirolo (mm) | Spessore coppelle poliuretano (mm) |
|---|---|---|
| DN 15 ÷ DN 32 | 30 | 20 |
| DN 40 | 30 | 25 |
| DN 50 | 30 | 30 |
| DN 65 ÷ DN 100 | 40 | 30 |
| DN 125 | 50 | 40 |
| DN 150 ÷ DN 250 | 50 | - |

Le tipologie degli isolamenti possono variare a seconda del fluido, delle temperature, dell'ubicazione delle linee. Vengono di seguito esaminate alcune tipologie.
Le coppelle isolanti verranno poste in opera legate con filo di ferro zincato e complete di una barriera al vapore costituta da uno strato impermeabile bituminoso. Le tubazioni correnti in controsoffitto ed in cavedio possono essere rifinite esternamente mediante lamina di pvc rigido autoavvolgente opportunamente fissato e con collarini metallici a rinforzo delle testate, mentre quelle correnti in vista e all'interno delle centrali tecnologiche verranno rifinite esternamente con lamierino di alluminio calandrato, spessore 8/10 mm, fissato mediante viti autofilettanti in acciaio inossidabile o rivetti e sigillatura ulteriore nei tratti correnti all'esterno.
L'isolamento delle tubazioni percorse da acqua calda verrà eseguito con coppelle semirigide di fibra minerale, densità 60÷80 kg/m³, classe 0 di reazione al fuoco, legate con filo metallico o rete zincata e rifinite esternamente come sopra.
Le tubazioni percorse sia da acqua calda che refrigerata (circuiti ventilconvettori a due tubi) e tutte le tubazioni secondarie correnti incassate, sotto il pavimento flottante o in controsoffitto, verranno coibentate con guaina di materiale elastomerico a cellule chiuse, conducibilità termica non superiore a 0.035 W/mqK, fissati

sulle giunzioni mediante incollaggio e successiva applicazione di idoneo nastro adesivo. Potranno essere previste anche coppelle di polistirolo espanso ricoperte con barriera al vapore e rifinitura esterna in PVC o alluminio.

Le guaine isolanti dovranno essere applicate alle tubazioni prima delle relative saldature, in modo da ridurre al minimo le giunzioni per incollaggio.

Tutto il valvolame relativo alle tubazioni dell'acqua refrigerata sarà coibentato con lo stesso materiale e quello flangiato sarà chiuso con scatole presagomate apribili con cerniere a clips, in lamierino di alluminio spess. 0,8 mm.

Il valvolame filettato sarà inglobato nel rivestimento della tubazione sulla quale è montato. Apposite targhette indicheranno il circuito di appartenenza del fluido convogliato e la direzione del flusso.

N.B.: La Ditta dovrà certificare che i materiali isolanti utilizzati: appartengano alle classi 0 o 1 di reazione al fuoco e che, sottoposti al fuoco, non gocciolino, non propaghino la fiamma, presentino assenza di postcombustione e non producano fumi tossici o comunque nocivi.

### 34.11. Caratteristiche e qualità del valvolame

Salvo diverse indicazioni in progetto si dovranno rispettare le seguenti indicazioni:

Le valvole avranno attacchi filettati fino al diametro DN 40 (1"½) oltre tale diametro dovranno avere attacchi flangiati.

Per l'intercettazione dei tubi dovranno essere utilizzate valvole del tipo a farfalla per diametri superiori a DN 50 compreso.

Le valvole di taratura dovranno avere le prese di pressione a monte e a valle dell'otturatore e saranno filettate per diametri fino a DN 50 (2") e flangiate per diametri superiori a DN 65.

Tutte le valvole che verranno installate sulle tubazioni di convogliamento dovranno essere dimensionate per una pressione di esercizio non inferiore ad una volta e mezzo la pressione di esercizio dell'impianto e comunque mai inferiore a PN 16 (salvo espressa deroga).

Anche se non espressamente indicato su schemi o disegni ogni apparecchiatura dovrà essere dotata di valvole di intercettazione.

Tutte le valvole, dopo la posa in opera, saranno isolate con materiale e finitura dello stesso tipo delle tubazioni su cui sono installate.

Le valvole dovranno poter essere smontate per la loro sostituzione o per l'esecuzione delle operazioni di manutenzione o per le riparazioni che non sarebbe possibile sulla valvola in opera. Le valvole con attacchi flangiati dovranno essere montate mediante accoppiamento a controflange in acciaio, del tipo a collarino da saldare di testa.

Il valvolame deve essere montato in posizione tale da permettere una esecuzione razionale delle manovre manuali e della manutenzione.

Si dovranno rispettare le seguenti raccomandazioni nella progettazione del piping:

- altezza di installazione della valvola non superiore a 2,2 m sul piano di lavoro; le valvole che per cause di forza maggiore saranno installate a quote superiori dovranno prevedere sistemi idonei alla manovra delle stesse (leve con funi e carrucole, passerelle ecc.);
- lo spazio circostante la valvola dovrà essere sufficiente per rendere agevole la manovra e per compiere tutte le operazioni di manutenzione da eseguire sulle valvole in opera o lo smontaggio della valvola;
- la valvola dovrà essere raggiungibile seguendo percorsi agevoli al fine di permettere rapidi manovre di emergenza.

Le valvole costruite con materiali ossidabili dovranno essere fornite complete di verniciatura antiruggine.

Tutte le valvole dovranno essere munite di targhette con sigla e numerazione di identificazione.

Le valvole a saracinesca flangiate per condotte d'acqua devono essere conformi alla norma UNI 7125.

Le valvole disconnettrici a tre vie contro il ritorno di flusso e zone di pressione ridotta devono essere conformi alla norma UNI 9157.

Le valvole di sicurezza in genere devono rispondere alla norma UNI 335.

La rispondenza alle norme predette deve essere comprovata da dichiarazione di conformità completata con dichiarazioni di rispondenza alle caratteristiche specifiche previste dal progetto.

### 34.11.1. Valvole a sfera

Per l'intercettazione delle reti e delle apparecchiature saranno utilizzate per i diametri fino a DN65, PN 16.

Le valvole a sfera fino al diametro DN 40 (1"½) compreso saranno con attacchi filettati, corpo in ottone, sfera in acciaio inox (o ottone cromato) a passaggio totale, guarnizione in PTFE e leva in duralluminio plastificato completo di prolunga in acciaio per superare lo spessore del coibente.

Le intercettazioni ai piedi di colonna saranno comunque eseguite con valvolame a sfera filettato. Le valvole a sfera dei diametri DN 50 e DN 65 saranno flangiate con corpo in ghisa, sfera in ottone cromato o in acciaio a passaggio totale, guarnizione in PTFE e leva in acciaio al carbonio completa di prolunga.

Si intendono sempre complete di controflange a collarino secondo UNI 2282-67 PN 16 con gradino di tenuta UNI 229-67, bulloni e guarnizioni.

### 34.11.2.Valvole di intercettazione

Le valvole di intercettazione poste sulle tubazioni di acqua calda di riscaldamento, refrigerata, ecc. sono del tipo a tappo, a flusso avviato.
Le valvole da DN15 a DN200 sono a tenuta morbida, esenti da manutenzione, attacchi a flangia PN 16, corpo e coperchio in ghisa GG25 meehanite, asta in acciaio inox, tappo in ghisa GG25 meehanite con rivestimento in EPDM.
Le valvole oltre DN200 sono del tipo esenti da manutenzione, tenuta a soffietto con premistoppa di sicurezza, attacchi a flangia PN 16, corpo e coperchio in ghisa GG25 meehanite, sede, asta, soffietto e tappo in acciaio inox.
Le valvole si intendono sempre complete di controflange a collarino secondo UNI 2282-67 PN 16 con gradino di tenuta UNI 2229-67, bulloni e guarnizioni.

### 34.11.3.Valvole a flusso avviato

Le valvole a flusso avviato saranno del tipo flangiato, PN16, con corpo in ghisa, stelo in ottone o acciaio inox, sedi in acciaio inox.

### 34.11.4.Valvole a farfalla

Le valvole a farfalla saranno utilizzate per l'intercettazione delle reti e delle apparecchiature con diametri superiori a DN 80 compreso.
Saranno adatte per il montaggio tra flange, con corpo provvisto di fori di centraggio, verranno fornite complete di leva per il comando manuale ed avranno le seguenti caratteristiche costruttive:

- pressione nominale di esercizio PN16;
- corpo in ghisa;
- disco in ghisa;
- albero in acciaio inox;
- guarnizione di tenuta in materiale sintetico;
- O-Ring di tenuta sui piani di battuta delle flange;
- O-Ring di tenuta lungo l'asse di rotazione;
- leva di manovra in acciaio stampato.

### 34.11.5.Valvole di taratura

Le valvole di taratura (o bilanciamento) saranno del tipo trasformabile per installazione dritta oppure a

squadra, con pressione minima di esercizio PN16.
Per diametri fino a DN 50 (2”), con attacchi filettati, la costruzione sarà eseguita completamente in bronzo con otturatore in materiale sintetico stampato.
Per diametri uguali o superiori a DN 50, con attacchi flangiati, la costruzione sarà eseguita con corpo in acciaio e otturatore in bronzo.
L’otturatore sarà sagomato per consentire una uniforme distribuzione del flusso all'interno del corpo valvola.
Per agevolare le operazioni di taratura la valvola risulterà dotata di opportuni indici micrometrici sullo stelo e sul volantino, quest'ultimo sarà anche provvisto di sistema per la memorizzazione della posizione di regolazione.
Opportune prese di pressione disposte a monte e a valle della sede consentiranno il rilevamento delle perdite di carico.

### 34.11.6.Valvole di ritegno

Le valvole di ritegno saranno filettate per diametri fino a DN 40 (1”½) compreso, del tipo a clapet PN16, sede in ottone e guarnizione in gomma.
Per diametro fino a DN 150 compreso saranno PN 16, per installazioni in verticale del tipo "Intermedie Verticali", per installazioni verticali e orizzontali saranno del tipo a clapet.
Le valvole del primo tipo avranno il corpo, la guida e l'otturatore in ghisa grigia, bussola in ottone, molla in acciaio inox e guarnizione in gomma.
Le valvole del secondo tipo avranno il corpo, il coperchio e il battente in ghisa, il perno in acciaio inox, l'anello di tenuta del battente in ottone, l'anello di tenuta del corpo in ottone.
Le valvole di ritegno saranno flangiate, PN16, per diametri maggiori di DN 150.
Per diametro superiore a DN 150 saranno del tipo a ugello venturi, con cono di tenuta a profilo idrodinamico, il corpo sarà di ghisa, sede in bronzo o ottone, guarnizione in gomma sul cono, otturatore in ottone, stelo in acciaio.
Tutte le valvole di ritegno sono PN 16, del tipo wafer da inserire tra controflange a collarino secondo UNI 2282-67 PN 16 con gradino di tenuta UNI 2229-67 e si intendono sempre complete di controflange, bulloni e guarnizioni.

### 34.11.7.Valvole di sfogo aria

Le valvole di sfogo aria avranno:

- Corpo in ottone nichelato.
- Galleggiante in resina polietilenica.

- O-ring in NBR.
- Temperatura massima d'esercizio: 110°C.
- Pressione massima di scarico ottimale: 6bar.
- Attacchi filettati: ISO228 (equivalente a DIN EN ISO 228 e BS EN ISO 228).

### 34.11.8.Valvole di sicurezza

Le valvole di sicurezza per impianti di riscaldamento o per acqua di consumo sono del tipo a membrana e molla antagonista con otturatore in acciaio inox. Sono sempre corredate di scarico convogliato.
Le valvole di sicurezza devono essere omologate I.S.P.E.S.L..

### 34.11.9.Valvole di intercettazione gas combustibile

Le valvole di intercettazione poste sulle tubazioni di gas combustibile devono essere di facile manovrabilità e manutenzione e con possibilità di rilevare facilmente le posizioni di aperto e di chiuso.
Per le tubazioni in acciaio esse devono essere di acciaio, di ottone o di ghisa sferoidale con sezione libera di passaggio non minore del 75% di quella del tubo sul quale vengono inserite. Non è consentito l'uso di ghisa sferoidale nel caso di gas con densità maggiore di 0,8.
Le valvole per i tubi di rame devono essere di ottone, di bronzo o di acciaio, con le caratteristiche di quelle per le tubazioni in acciaio. Le valvole per tubi di polietilene possono essere, oltre che dello stesso polietilene, anche con il corpo di ottone, di bronzo o di acciaio.

## 34.12. Termometri

I termometri sono del tipo ad espansione di mercurio, quadrante diametro 100 mm, cassa a tenuta stagna in acciaio inox AISI 304, anello di tenuta anteriore in acciaio inox, molle termometriche in acciaio al cromo molibdeno, completi di vite micrometrica di taratura e di guaina sfilabile filettata diametro 1/2" (pozzetto). Scala 0 - 120 °C. Tolleranza 0,5 °C.
I termometri, installati in tutte le posizioni indicate sui disegni di progetto ed, in ogni caso, sull'entrata e sull'uscita del fluido di ciascun utilizzatore, devono essere omologati I.S.P.E.S.L..

## *34.13. Manometri*

I manometri saranno con perno radiale in ottone, cassa in alluminio a tenuta di polvere e spruzzi, anello di tenuta in alluminio o acciaio inox, elemento manometrico tubolare in lega di rame con saldature a stagno,

movimento di precisione a orologeria di tipo rinforzato in ottone. Precisione classe III UNI. Sono sempre completi di rubinetto porta manometro in bronzo con flangetta di controllo e serpentino in rame. Il fondo scala deve essere compreso tra 1,25 e 2 volte la pressione massima di esercizio dell'impianto. I manometri installati in corrispondenza di pompe o comunque su tutti i circuiti dove si verificano vibrazioni, colpi di ariete, ecc., devono essere a riempimento di glicerina.

I manometri, installati in tutte le posizioni indicate sui disegni di progetto, devono essere omologati I.S.P.E.S.L.

### *34.14. Filtri acqua*

I filtri saranno PN16, filettati fino al diametro DN40 (1"½) compreso e a flangia per diametri superiori.

I filtri a flangia saranno del tipo con corpo, coperchio e flangia in ghisa, cestello in acciaio inox intercambiabile.

I filtri filettati saranno del tipo con corpo e coperchio in bronzo, cestello in acciaio inox intercambiabile.

### *34.15. Giunti antivibranti*

I giunti antivibranti saranno PN16, filettati fino al diametro DN 40 (1"½) compreso e a flangia per diametri superiori.

I giunti filettati saranno a doppia onda in gomma neoprene con rinforzo in tela di nylon e saranno completi di bocchettone in tre pezzi di ghisa malleabile zincata a sede conica.

I giunti flangiati avranno il manicotto in gomma neoprene e intreccio a strati multipli di fili di nylon con inseriti anelli flangiati in acciaio.

### 34.16. Caratteristiche e qualità delle pompe

Le pompe devono rispondere alle prescrizioni previste dal progetto e rispondere (a seconda dei tipi) alle norme UNI 6781 P, UNI ISO 2548 e UNI ISO 3555.

### 34.17. Circolatori

Per circuiti di acqua calda o refrigerata verranno utilizzati circolatori alimentati con tensione 400 V trifase oppure 230 V monofase in grado di fornire le prestazioni richieste a bassa velocità (max 1.450 giri/min) delle seguenti caratteristiche costruttive:

- sistema di tenuta verso l'avvolgimento statorico ottenuto mediante canotto in acciaio inox con tenuta

realizzata all'esterno del corpo motore;

- girante compensata idraulicamente in modo da evitare pressioni assiali (non verranno impiegati cuscinetti reggispinta);
- avvolgimento statorico in classe H con protezione anticondensa per i soli circuiti refrigerati;
- cuscinetti sinterizzati;
- protezione contro le impurità per il rotore (a bagno di acqua) e relativi cuscinetti;
- clapet incorporato per i circuiti gemellari;
- grado di protezione minimo IP42.
- I circolatori verranno forniti completi di:
- valvole di intercettazione;
- valvole di ritegno per i soli circolatori singoli;
- manometri sulla mandata e sull'aspirazione completi di riccio e rubinetto di prova;
- filtri.

Dati tecnici:

- temperature max di esercizio -10 / +130 °C;
- idoneo per miscele di glicol monoetilenico fino al 40%;
- pressione max di esercizio 10 bar.

Laddove espressamente richiesto i circolatori dovranno consentire la regolazione della portata su almeno tre livelli commutabili manualmente mediante apposito selettore; in questo caso il circolatore verrà scelto sulla curva delle prestazioni riferita alla velocità media in modo da consentire successivamente l'ottimizzazione delle caratteristiche di impiego adeguandole a quelle del circuito.

## 35. IMPIANTO AERAULICO

L'impianto aeraulico si compone di tre centrali di trattamento aria al fine di climatizzare e/o permettere un ricambio d'aria adeguato in relazione alla tipologia di locale in esame, anche in relazione a quanto esposto nelle norme UNI 10339, UNI EN 13779/08, UNI EN 12097.

L'impianto si suddivide nel seguente modo:

- Due centrali di trattamento aria per il rinnovo dell'aria, l'immissione di aria neutra in inverno e di aria raffrescata in estate della portata di 14000 mc/h a servizio della scuola

- Una centrali di trattamento aria per il rinnovo dell'aria e l'immissione di aria neutra in inverno della portata di 25000 mc/h a servizio della palestra

- Recuperatori di calore a combinati con sistema di climatizzazione idronico a servizio rispettivamente di blocco funzionale “Blocco uffici” e “Spogliatoi Palestra”.

### 35.1. UTA a servizio Scuola

Mod. RHOSS CTA ADV Next Air 12 o equivalenti

COMPOSIZIONE DELLA MACCHINA SEGUENDO IL FLUSSO DELL’ARIA:

- SEZIONE DI ASPIRAZIONE laterale dotata di serranda con movimento meccanico a mezzo ruote dentate o levismi ed alette contrapposte in alluminio predisposta per servocomando..

  Portata aria: 14000 $m^3/h$

Tutte le serrande di regolazione sono certificate in classe di tenuta 2 secondo UNI EN 1751:2003. Sono realizzate con telaio in alluminio estruso, EN AW 6060 T6, dall’elevato spessore. Alette a profilo alare in alluminio estruso, EN AW 6060 T6 azionate da ingranaggi in polipropilene alloggiati all’interno del profilo della spalla. Le alette delle serrande sono inoltre dotate di guarnizione co-estrusa realizzate in TPE-V e Polipropilene. I materiali utilizzati rispondono alle normative VDI6022 / ROHS.

- PLENUM di diffusione aria.
- SEZIONE FILTRANTE costituita da

telaio con guide nelle quali vengono inseriti lateralmente i filtri, dotate di meccanismo di serraggio al fine di evitare by-pass di aria sporca attorno al filtro. Sul telaio devono essere previste apposite guarnizioni di tenuta inserite meccanicamente e non incollate per evitarne l’usura. Tale costruzione del telaio consente di ottenere un fattore del by-pass dei filtri pari a quello ottenibile con le classiche sezioni filtranti ad estrazione frontale, con il notevole vantaggio di ridurre gli ingombri in lunghezza (F9).

filtri multidiedro a tasche rigide in carta di fibra di vetro classe F9 (UNI EN 779:2012), efficienza media colorimetrica >=95% , con prefiltri ondulati classe G4 battericidi costituiti da polimeri della D-glucosammina, adeguatamente funzionalizzati, biocompatibili che combinano la capacità di filtrazione meccanica all’effetto di inattivazione della carica biologica. In questo modo, oltre alle caratteristiche di efficienza filtrante del media stesso, si ottiene una supplementare decontaminazione da agenti microbiologici (batteri Gram (+) e Gram (-), muffe, virus, alghe ecc.…) dell’aria e del dispositivo filtrante stesso. L’efficienza di abbattimento batterico è stata misurata attraverso un protocollo d’indagine con tecniche di citometria a flusso e certificate dall’ IRSA-CNR, su un campione del filtro contaminato e sono non inferiori al 50% di abbattimento “istantaneo” e del 100% entro le 30 ore dalla contaminazione. Arrestanza media ponderale %, spessore 48 mm. Controtelai zincati con fissaggio a molla. Le celle sono estraibili da apposita portina.

- SEZIONE DI ASPIRAZIONE frontale dotata di serranda con movimento meccanico a mezzo ruote dentate o levismi ed alette contrapposte in alluminio predisposta per servocomando..

  Portata aria: 14000 $m^3/h$

Tutte le serrande di regolazione sono certificate in classe di tenuta 2 secondo UNI EN 1751:2003. Sono realizzate con telaio in alluminio estruso, EN AW 6060 T6, dall'elevato spessore. Alette a profilo alare in alluminio estruso, EN AW 6060 T6 azionate da ingranaggi in polipropilene alloggiati all'interno del profilo della spalla. Le alette delle serrande sono inoltre dotate di guarnizione co-estrusa realizzate in TPE-V e Polipropilene. I materiali utilizzati rispondono alle normative VDI6022 / ROHS.

- SEZIONE RECUPERATORE DI CALORE ROTATIVO in esecuzione MoveOnTop costituito da un rotore in alluminio Rotore entalpico alta efficienza per il recupero di calore sensibile e latente. Il rivestimento HM1(Molecular Sieve 3A) garantisce un elevato scambio di energia ed umidità evitando il trasferimento dei contaminanti VOC. contenuto in telaio completo di guarnizioni a spazzola per minimizzare il trafilamento tra i flussi d'aria e di un settore di pulizia per eliminare il trascinamento d'aria. Bacinella di raccolta della condensa in lamiera di acciaio inox AISI 304. Motore elettrico di azionamento funzionante a 230 V.

| | | |
|---|---|---|
| Portata aria esterna: | 14000 | $m^3/h$ |
| Temp./U.R aria esterna: | -5 / 80 | °C / % |
| Portata aria espulsa: | 14000 | $m^3/h$ |
| Temp./U.R. aria espulsa: | 20 / 50 | °C / % |
| Potenza recuperata: | 113.96 | kW |
| Rendimento in temperatura (ENV 308): | | 76.22 % |

- SEZIONE VENTILANTE DI RIPRESA composta da Ventilatore PLUG FAN EC BRUSHLESS centrifugo a singola aspirazione direttamente accoppiato a motore elettrico trifase.

Girante centrifuga con 7 pale curve indietro, energeticamente ottimizzate per funzionare senza coclea, grazie allo speciale design di pala con diffusore rotante, per il recupero dell'energia statica, per più elevata efficienza ed ottimale comportamento acustico.

Bilanciatura statica e dinamica dell'intero assieme (motore/girante), realizzata in accordo alla norma DIN ISO 1940. Grado di bilanciatura G6.3.

Motore a rotore esterno a commutazione elettronica (EC), con elettronica integrata e protetta dal sovraccarico grazie a gestione attiva della temperatura.

Controllo standard della velocità di rotazione tramite ingresso analogico 0-10V dedicato.

Alimentazione integrata 10V e 24V per dispositivi esterni.

Led di stato integrato.

Relay programmabile per segnalazione guasti. Protezione motore e funzionalità motor heating integrate.

Motore con grado di protezione IP54, classe termica 155.

Efficienze energetiche superiori agli obbiettivi della seconda fase (anno 2015) del regolamento UE 327/2011, sulle modalità di applicazione della direttiva europea 2009/125/CE.

Conforme alle norme EMC e CE di prodotto.

Motore e ventilatore sono fissati su robusta e compatta struttura in lamiera zincata comprensiva di boccaglio in aspirazione in acciaio zincato e sonda di pressione integrata per la misura della portata d'aria

| | |
|---|---|
| Portata aria: | 14000 $m^3/h$ |
| Prevalenza statica utile: | 400+400 Pa |
| Potenza motore: | 2x2,2 kW |

Il grado di efficienza della sezione ventilante è conforme alla direttiva ErP 1009/125/CE e conseguente Regolamento attuativo (UE) N. 327/2011 in materia di efficienza energetica

- SEZIONE FILTRANTE costituita da

telaio con guide nelle quali vengono inseriti lateralmente i filtri. Questi vengono tenuti in battuta al telaio da un apposito meccanismo a serraggio manuale al fine di garantire la tenuta all'aria dei filtri stessi.

filtri in fibra sintetica classe G4 (UNI EN 779:2012), arrestanza media ponderale Am>=90%, spessore 48 mm.

- SEZIONE BATTERIA DI RISCALDAMENTO ad acqua, estraibile su guide, con tubi in 16.45 x 0.40 Rame e alette in alluminio 0.11 mm, passo alette 2.5 mm, geometria ad altissime prestazioni di scambio termico P40. Collettori e terminale in Rame.

| | | |
|---|---|---|
| Potenza | 62.4 | kW |
| Numero ranghi | 1 | |
| Velocità di attraversamento | 2,47 | m/s |
| ARIA | | |
| Portata: | 14000 | $m^3/h$ |
| Temperatura ingresso: | 14 | °C |
| Temperatura uscita: | 27 | °C |
| ACQUA | | |
| Temperatura ingresso: | 45 | °C |
| Temperatura uscita: | 40 | °C |
| Percentuale di glicole inox | 0 | % |

- SEZIONE VENTILANTE DI MANDATA composta da Ventilatore PLUG FAN EC BRUSHLESS centrifugo a singola aspirazione direttamente accoppiato a motore elettrico trifase.

Girante centrifuga con 7 pale curve indietro, energeticamente ottimizzate per funzionare senza coclea, grazie allo speciale design di pala con diffusore rotante, per il recupero dell'energia statica, per più elevata efficienza ed ottimale comportamento acustico.

Bilanciatura statica e dinamica dell'intero assieme (motore/girante), realizzata in accordo alla norma DIN ISO 1940. Grado di bilanciatura G6.3.

Motore a rotore esterno a commutazione elettronica (EC), con elettronica integrata e protetta dal sovraccarico grazie a gestione attiva della temperatura.
Controllo standard della velocità di rotazione tramite ingresso analogico 0-10V dedicato.
Alimentazione integrata 10V e 24V per dispositivi esterni.
Led di stato integrato.
Relay programmabile per segnalazione guasti. Protezione motore e funzionalità motor heating integrate.
Motore con grado di protezione IP54, classe termica 155.
Efficienze energetiche superiori agli obbiettivi della seconda fase (anno 2015) del regolamento UE 327/2011, sulle modalità di applicazione della direttiva europea 2009/125/CE.
Conforme alle norme EMC e CE di prodotto.
Motore e ventilatore sono fissati su robusta e compatta struttura in lamiera zincata comprensiva di boccaglio in aspirazione in acciaio zincato e sonda di pressione integrata per la misura della portata d'aria

| | |
|---|---|
| Portata aria: | 14000 $m^3/h$ |
| Prevalenza statica utile: | 400 Pa |
| Potenza motore: | 2x 2.2 kW |

Il grado di efficienza della sezione ventilante è conforme alla direttiva ErP 1009/125/CE e conseguente Regolamento attuativo (UE) N. 327/2011 in materia di efficienza energetica.

### 35.2. UTA a servizio Palestra

Mod. RHOSS CTA ADV Next Air 16 o equivalenti:

- SEZIONE DI ASPIRAZIONE frontale dotata di serranda con movimento meccanico a mezzo ruote dentate o levismi ed alette contrapposte in alluminio predisposta per servocomando..
  Portata aria: 25000 m3/h

Tutte le serrande di regolazione sono certificate in classe di tenuta 2 secondo UNI EN 1751:2003. Sono realizzate con telaio in alluminio estruso, EN AW 6060 T6, dall'elevato spessore. Alette a profilo alare in alluminio estruso, EN AW 6060 T6 azionate da ingranaggi in polipropilene alloggiati all'interno del profilo della spalla. Le alette delle serrande sono inoltre dotate di guarnizione co-estrusa realizzate in TPE-V e Polipropilene. I mate¬riali utilizzati rispondono alle normative VDI6022 / ROHS.

- SEZIONE FILTRANTE costituita da

telaio con guide nelle quali vengono inseriti lateralmente i filtri. Questi vengono tenuti in battuta al telaio da un apposito meccanismo a serraggio manuale al fine di garantire la tenuta all'aria dei filtri stessi.
filtri spessore 48 mm. Filtri ondulati classe G4 battericidi costituiti da polimeri della D-glucosammina, adeguatamente funzionalizzati, biocompatibili che combinano la capacità di filtrazione meccanica all'effetto di

inattivazione della carica biologica. In questo modo, oltre alle caratteristiche di efficienza filtrante del media stesso, si ottiene una supplementare decontaminazione da agenti microbiologici (batteri Gram (+) e Gram (-), muffe, virus, alghe ecc.…) dell'aria e del dispositivo filtrante stesso. L'efficienza di abbattimento batterico è stata misurata attraverso un protocollo d'indagine con tecniche di citometria a flusso e certificate dall' IRSA-CNR, su un campione del filtro contaminato e sono non inferiori al 50% di abbattimento "istantaneo" e del 100% entro le 30 ore dalla contaminazione

- SEZIONE DI ASPIRAZIONE frontale dotata di serranda con movimento meccanico a mezzo ruote dentate o levismi ed alette contrapposte in alluminio predisposta per servocomando.
  Portata aria: 25000 m3/h

Tutte le serrande di regolazione sono certificate in classe di tenuta 2 secondo UNI EN 1751:2003. Sono realizzate con telaio in alluminio estruso, EN AW 6060 T6, dall'elevato spessore. Alette a profilo alare in alluminio estruso, EN AW 6060 T6 azionate da ingranaggi in polipropilene alloggiati all'interno del profilo della spalla. Le alette delle serrande sono inoltre dotate di guarnizione co-estrusa realizzate in TPE-V e Polipropilene. I mate¬riali utilizzati rispondono alle normative VDI6022 / ROHS.

- SEZIONE RECUPERATORE DI CALORE ROTATIVO in esecuzione MoveOnTop costituito da un rotore in alluminio Rotore entalpico alta efficienza per il recupero di calore sensibile e latente. Il rivestimento HM1(Molecular Sieve 3A) garantisce un elevato scambio di energia ed umidità evitando il trasferimento dei contaminanti VOC. contenuto in telaio completo di guarnizioni a spazzola per minimizzare il trafilamento tra i flussi d'aria e di un settore di pulizia per eliminare il trascinamento d'aria. Bacinella di raccolta della condensa in lamiera di acciaio inox AISI 304. Motore elettrico di azionamento funzionante a 230 V.

| | | |
|---|---|---|
| Portata aria esterna: | 25000 | m3/h |
| Temp./U.R aria esterna: | -5 / 80 | °C / % |
| Portata aria espulsa: | 25000 | m3/h |
| Temp./U.R. aria espulsa: | 20 / 50 | °C / % |
| Potenza recuperata: | 208.57 | kW |
| Rendimento in temperatura (ENV 308): | | 77,71 % |

- SEZIONE FILTRANTE costituita da

telaio con guide nelle quali vengono inseriti lateralmente i filtri, dotate di meccanismo di serraggio al fine di evitare by-pass di aria sporca attorno al filtro. Sul telaio devono essere previste apposite guarnizioni di tenuta inserite meccanicamente e non incollate per evitarne l'usura. Tale costruzione del telaio consente di ottenere un fattore del by-pass dei filtri pari a quello ottenibile con le classiche sezioni filtranti ad estrazione frontale, con il notevole vantaggio di ridurre gli ingombri in lunghezza (F9).

filtri multidiedro a tasche rigide in carta di fibra di vetro classe F9 (UNI EN 779:2012), efficienza media colorimetrica >=95% . Controtelai zincati con fissaggio a molla. Le celle sono estraibili da apposita portina.

- SEZIONE VENTILANTE DI RIPRESA composta da Ventilatore PLUG FAN EC BRUSHLESS centrifugo a singola aspirazione direttamente accoppiato a motore elettrico trifase.

Girante centrifuga con 7 pale curve indietro, energeticamente ottimizzate per funzionare senza coclea, grazie allo speciale design di pala con diffusore rotante, per il recupero dell'energia statica, per più elevata efficienza ed ottimale comportamento acustico.
Bilanciatura statica e dinamica dell'intero assieme (motore/girante), realizzata in accordo alla norma DIN ISO 1940. Grado di bilanciatura G6.3.
Motore a rotore esterno a commutazione elettronica (EC), con elettronica integrata e protetta dal sovraccarico grazie a gestione attiva della temperatura.
Controllo standard della velocità di rotazione tramite ingresso analogico 0-10V dedicato.
Alimentazione integrata 10V e 24V per dispositivi esterni.
Led di stato integrato.
Relay programmabile per segnalazione guasti. Protezione motore e funzionalità motor heating integrate.
Motore con grado di protezione IP54, classe termica 155.
Efficienze energetiche superiori agli obbiettivi della seconda fase (anno 2015) del regolamento UE 327/2011, sulle modalità di applicazione della direttiva europea 2009/125/CE.
Conforme alle norme EMC e CE di prodotto.
Motore e ventilatore sono fissati su robusta e compatta struttura in lamiera zincata comprensiva di boccaglio in aspirazione in acciaio zincato e sonda di pressione integrata per la misura della portata d'aria

| | | |
|---|---|---|
| Portata aria: | 25000 | m3/h |
| Prevalenza statica utile: | 300 | Pa |
| Potenza motore: | 2x3,26 | kW |

Il grado di efficienza della sezione ventilante è conforme alla direttiva ErP 1009/125/CE e conseguente Regolamento attuativo (UE) N. 327/2011 in materia di efficienza energetica.

- SEZIONE BATTERIA DI RISCALDAMENTO ad acqua, estraibile su guide, con tubi in 16.45 x 0.40 Rame e alette in alluminio 0.11 mm, passo alette 2.5 mm, geometria ad altissime prestazioni di scambio termico P40. Collettori e terminale in Rame.

| | | |
|---|---|---|
| Potenza | 338.1 | kW |
| Numero ranghi | 1 | |
| Velocità di attraversamento | 2.12 | m/s |

ARIA

| | | |
|---|---|---|
| Portata: | 25000 | m3/h |
| Temperatura ingresso: | -5 | °C |
| Temperatura uscita: | 21 | °C |
| ACQUA | | |
| Temperatura ingresso: | 45 | °C |
| Temperatura uscita: | 40 | °C |
| Percentuale di glicole Glic. etilenico in peso | 0 | % |

- SEZIONE VENTILANTE DI MANDATA composta da Ventilatore PLUG FAN EC BRUSHLESS centrifugo a singola aspirazione direttamente accoppiato a motore elettrico trifase.

Girante centrifuga con 7 pale curve indietro, energeticamente ottimizzate per funzionare senza coclea, grazie allo speciale design di pala con diffusore rotante, per il recupero dell'energia statica, per più elevata efficienza ed ottimale comportamento acustico.

Bilanciatura statica e dinamica dell'intero assieme (motore/girante), realizzata in accordo alla norma DIN ISO 1940. Grado di bilanciatura G6.3.

Motore a rotore esterno a commutazione elettronica (EC), con elettronica integrata e protetta dal sovraccarico grazie a gestione attiva della temperatura.

Controllo standard della velocità di rotazione tramite ingresso analogico 0-10V dedicato.

Alimentazione integrata 10V e 24V per dispositivi esterni.

Led di stato integrato.

Relay programmabile per segnalazione guasti. Protezione motore e funzionalità motor heating integrate.

Motore con grado di protezione IP54, classe termica 155.

Efficienze energetiche superiori agli obbiettivi della seconda fase (anno 2015) del regolamento UE 327/2011, sulle modalità di applicazione della direttiva europea 2009/125/CE.

Conforme alle norme EMC e CE di prodotto.

Motore e ventilatore sono fissati su robusta e compatta struttura in lamiera zincata comprensiva di boccaglio in aspirazione in acciaio zincato e sonda di pressione integrata per la misura della portata d'aria

| | | |
|---|---|---|
| Portata aria: | 25000 | m3/h |
| Prevalenza statica utile: | 300 | Pa |
| Potenza motore: | 2x3,26 | kW |

Il grado di efficienza della sezione ventilante è conforme alla direttiva ErP 1009/125/CE e conseguente Regolamento attuativo (UE) N. 327/2011 in materia di efficienza energetica.

- SEZIONE FILTRANTE costituita da

telaio con guide nelle quali vengono inseriti lateralmente i filtri. Questi vengono tenuti in battuta al telaio da un apposito meccanismo a serraggio manuale al fine di garantire la tenuta all'aria dei filtri stessi.

filtri spessore 48 mm. Filtri ondulati classe G4 battericidi costituiti da polimeri della D-glucosammina, adeguatamente funzionalizzati, biocompatibili che combinano la capacità di filtrazione meccanica all'effetto di inattivazione della carica biologica. In questo modo, oltre alle caratteristiche di efficienza filtrante del media stesso, si ottiene una supplementare decontaminazione da agenti microbiologici (batteri Gram (+) e Gram (-), muffe, virus, alghe ecc.…) dell'aria e del dispositivo filtrante stesso. L'efficienza di abbattimento batterico è stata misurata attraverso un protocollo d'indagine con tecniche di citometria a flusso e certificate dall' IRSA-CNR, su un campione del filtro contaminato e sono non inferiori al 50% di abbattimento "istantaneo" e del 100% entro le 30 ore dalla contaminazione.

### 35.3. Unità a recupero di calore

Nei locali in cui non è possibile ricircolare l'aria estratta a causa della presenza di servizi, si predispongono a controsoffitto dei recuperatori di calore ad alta efficienza con lo scopo di scambiare calore tra i due flussi d'aria contrapposti.

Si precisa che tutti gli attacchi delle canalizzazioni alle unità ventilanti descritte di seguito, devono essere dotate di giunti antivibranti. Le unità devono essere dotate di piedini e/o staffe/sostegni antivibranti a seconda del tipo di installazione (in copertura o a controsoffitto) e devono essere complete di attacco per tubazione scarico condensa.

#### 35.3.1. Recuperatori combinati con radiatori e ventilconvettori

E' previsto un recuperatore a servizio del blocco funzionale "uffici amministrativi" combinato con i ventilconvettori idronici a controsoffitto. Si precisa che il recuperatore è privo di batteria idronica per il controllo e il trattamento dell'aria, demandando quindi la copertura totale dei carichi estivi e invernali alle unità ventilanti interne.

E' previsto un recuperatore a servizio degli "Spogliatoi della Palestra" combinato con corpi scaldanti in alluminio (radiatori) completi di valvole termostatiche e detentori. Si precisa che il recuperatore è dotato di batteria idronica a canale per il controllo e il trattamento dell'aria per il solo regime invernale. In aggiunta è previsto sui circuiti idronici della batteria un sistema di valvole di intercettazione motorizzate con lo scopo di chiudere l'afflusso idronico nella commutazione del circuito da inverno ad estate, e di riaprire tale circuito nella commutazione estate – inverno.

Tali recuperatori sono del tipo Rhoss modello UTNR-A PL o equivalenti, con le seguenti specifiche tecniche:

- Conformi a ErP 2018 NRVU
- Recupero di calore ad altissima efficienza Certificato Eurovent

- Ventilatori multivelocità o Brushless EC
- Filtri ad alta efficienza F7 ed M5
- Doppia parete sandwich ad alto potere isolante
- Kit full control

Unità terminali di rinnovo aria con recupero di calore statico a flussi contrapposti controcorrente.

Recuperatore di calore ad altissimo rendimento di tipo statico con piastre in alluminio a flussi in controcorrente con passo ravvicinato. Estrazione del pacco di scambio laterale.

Ventilatori di presa aria di rinnovo e di espulsione di tipo centrifugo con motori elettrici ad alta efficienza a tecnologia EC Brushless. Corpo ventilante montato su antivibranti per non trasmettere eventuali vibrazioni alla struttura. Struttura con telaio in profilo di alluminio estruso con giunzioni in nylon precaricato. Pannelli di tamponamento di tipo sandwich sp. 23 mm, in lamiera zincata internamente e preverniciata esternamente con isolamento termoacustico in poliuretano iniettato con densità 45 kg/m3 ad a elevatissimo potere di isolamento termico ed acustico.

Sezioni di filtrazione costituite da filtri compatti a celle con media in polipropilene a bassa perdita di carico, estraibili lateralmente, in classe di efficienza F7 nel flusso di rinnovo e M5 nel flusso di espulsione. Pressostati differenziali per segnalazione filtri sporchi montati in fabbrica. Vasca raccolta condensa in lamiera zincata con attacco scarico condensa dal basso. Sistema di by-pass free cooling o sbrinamento integrato. Grazie alla presenza di una serranda motorizzabile al lato del recupero di calore è realizzabile un sistema di by-pass per gestire il freecooling o lo sbrinamento a secondo delle esigenze o convenienze termoigrometriche.

Spogliatoi Palestra – modello UNTR-A100E PL o equivalente:

- Portata aria nominale: 1000 m3/h
- Pressione statica utile: 100 Pa
- Corrente assorbita nominale dal ventilatore: 2.7 A
- Corrente assorbita massima dal ventilatore: 3.7 A
- Potenza specifica del ventilatore: 1107 W(m3/s)
- Livello pressione sonora: 63 dB(A)
- Efficienza recuperatore di calore: 85.3%

Blocco funzionale uffici – modello UNTR-A750E PL o equivalente:

- Portata aria nominale: 750 m3/h
- Pressione statica utile: <375 Pa
- Corrente assorbita nominale dal ventilatore: 1.5 A
- Corrente assorbita massima dal ventilatore: 3.2 A
- Potenza specifica del ventilatore: 863 W(m3/s)
- Livello pressione sonora: 61 dB(A)
- Efficienza recuperatore di calore: 86.8%

### 35.4. Silenziatori

Il silenziatore è utilizzato per un abbattimento della rumorosità aeraulica derivante dal flusso dell'aria passante (caratteristiche):

- lunghezza circa 1 m o da verificare;
- diametro interno ed esterno da verificare con canale;
- colore argento alluminio;
- flessibile;
- Internamente costituito dalla lana di vetro con caratteristica fonoassorbente e membrana interna in cellulosa.
- esternamente è applicato un rivestimento in alluminio con armatura in fili d'acciaio

Deve soddisfare i requisiti della classe di tenuta C e classe di pressione 2 secondo EN 1507:2006
Testato secondo normativa ISO 7235

## 36. CARATTERISTICHE E QUALITÀ DELLE CANALIZZAZIONI

L'impianto aeraulico che climatizza e garantisce il ricambio d'aria all'interno dei locali dell'edificio è costituito da canali circolari microforati di mandata e ripresa nei locali "Palestra" e "Sala polifunzionale" mentre nei restanti locali sono utilizzati canali a sezione rettangolare di mandata, ripresa, espulsione e immissione aria di rinnovo in pannelli sandwich.

I canali in pannelli sandwich a sezione rettangolare si collegano con i terminali e con i recuperatori/rooftop attraverso canalizzazioni flessibili circolari, correttamente coibentate. Mentre il collegamento dei canali microforati con i macchinari esterni avviene tramite canale in lamiera circolare e successivamente canale rettangolare in pannelli sandwich esterno.

Data la presenza di caldaie a condensazione alimentate a gas combustibile necessario prevedere un canale di scarico fumi dal locale tecnico fino alla copertura dell'edificio.

### 36.1. Condotti circolari in lamiera zincata microforata

Canali forati in lamiera zincata, realizzati in moduli aperti al fine di ridurre i volumi dei trasporti e le conseguenti emissioni di CO2, da rivettare in cantiere, con moduli di lunghezza non superiore a 1m, costituiti da:

- Imbutitura di rinforzo e di allineamento sulle due estremità di ogni modulo, munita di forature calibrate per facilitarne la chiusura per mezzo di rivetti in acciaio inox.
- Guarnizione liquida ad espansione per il fissaggio e la tenuta delle estremità imbutite.
- Collari speciali ad omega per la giunzione dei diversi moduli, realizzati in lamiera zincata di idoneo spessore, senza saldature, con un trattamento speciale anticorrosione realizzata mediante galvanizzazione al magnesio, con doppia chiusura di precisione tramite viti ad alta resistenza.
- Guarnizione profilata in polietilene a bassa densità per la tenuta all'aria tra i moduli.
- Pellicola adesiva di protezione della superficie visibile dei canali, da togliere a cantiere ultimato per preservare l'aspetto estetico dei canali.

Tali canali sono previsti sia per la mandata sia per la ripresa dell'aria.

Per il locale "Palestra" è previsto il solo riscaldamento e quindi tali canali sono stati dimensionati in caldo (temperatura ambiente di 18°C) con portata d'aria di mandata e di ripresa pari a 7000 m3/h, altezza di installazione di circa 8 metri e diametro di 650 mm. Il canale di mandata avrà un lancio di 13 metri.

Per il locale "Sala polivalente" è previsto il condizionamento sia invernale sia estivo e quindi tali canali sono stati dimensionati per una temperatura ambientale in caldo di 20°C e in freddo di 26°C. Portata d'aria di mandata e ripresa pari a 3150 m3/h, altezza di installazione di 3.5 metri e diametro di 280 mm. I canali avranno un lancio di 5 metri.

### 36.2. Condotti circolari flessibili

I condotti circolari flessibili hanno lo scopo di accoppiare i pezzi tra loro che successivamente verranno uniti con fascette a omega.

Laddove le condizioni di installazione lo consentano e previa accettazione della D.L, tutti i tratti di raccordo tra la distribuzione principale ad alta velocità e terminali (bocchette, anemostati, cassette miscelatrici, ecc.) saranno realizzati con condotti flessibili. Detti condotti saranno costituiti da due strati di pvc con tessuto reticolare.

Una spirale di acciaio armonico interposta ai due strati conferirà la necessaria resistenza meccanica.
I condotti saranno inoltre rivestiti esternamente da un materassino isolante in lana di vetro dello spessore minimo di 20 mm, protetto esternamente da una pellicola di pvc che costituisce una adeguata barriera al vapore.
Il condotto dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- temperatura massima di esercizio 80℃;
- pressione massima di esercizio 1000 Pa;
- coefficiente di conducibilità termica: 1.05 W/m K;
- comportamento alla fiamma: classe 1.

Il fissaggio dei condotti avverrà con fascette stringitubo in acciaio inossidabile.

### 36.3. Canalizzazioni sandwich in alluminio e poliuretano installati all'interno

I canali di termoventilazione e condizionamento in alluminio preisolati saranno realizzati con pannelli sandwich eco-compatibili e avranno lo scopo di veicolare l'aria verso i terminali di emissione e/o verso l'esterno del fabbricato, con le seguenti caratteristiche:

- Spessore pannello: 20,5 mm;
- Alluminio esterno: spessore 0,08 mm;
- Alluminio interno: spessore 0,08 mm con trattamento autopulente antimicrobico;
- Conduttività termica iniziale: 0,022 W/(m °C) a 10 °C;
- Componente isolante: poliuretano espanso mediante il solo impiego di acqua senza uso di gas serra (CFC, HCFC, HFC) e idrocarburi (HC);
- Densità isolante: 50-54 kg/m$^3$;
- Espandente dell'isolante: ODP (ozone depletion potential) = 0 e GWP (global warming potential) = 0;
- Eco-sostenibilità: dichiarazione ambientale di prodotto EPD;
- % celle chiuse: > 95% secondo ISO 4590;
- Classe di rigidezza: R 200.000 secondo UNI EN 13403;
- Reazione al fuoco: classe 0-1 secondo D.M. 26/06/84;
- Tossicità ed opacità dei fumi di combustione: classe F1 secondo NF F 16-101;
- Tossicità dei fumi di combustione: FED e FEC < 0,3 secondo prEN 50399-2-1/1.

I canali dovranno rispondere alle caratteristiche di comportamento al fuoco previste dal D.M. 31-03-03 e dalla norma ISO 9705 (Room corner test). I canali saranno costruiti in base agli standard P3ductal e in conformità alla norma UNI EN 13403.

RINFORZI: Ove necessario, i canali saranno dotati di appositi rinforzi in grado di garantire, durante l'esercizio, la resistenza meccanica. Il calcolo dei suddetti rinforzi sarà effettuato utilizzando le tabelle del produttore. La deformazione massima dei lati del condotto non dovrà superare il 3% o comunque 30 mm come previsto dalla UNI EN 13403.

FLANGIATURA: Le giunzioni tra i singoli tronchi di canale saranno realizzate per mezzo di apposite flange "a taglio termico" del tipo invisibile ossia con baionetta a scomparsa e garantiranno una idonea tenuta pneumatica e meccanica secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 13403. La lunghezza massima di ogni singolo tronco di canale sarà di 4 metri.

DEFLETTORI: Tutte le curve ad angolo retto dovranno essere provviste di apposite alette direttrici; le curve di grandi dimensioni a raccordo circolare saranno dotate di deflettori come previsto dalla UNI EN 1505.

STAFFAGGIO: I canali saranno sostenuti da appositi supporti con intervalli di non più di 4 metri se il lato maggiore del condotto è inferiore ad 1 metro, e ad intervalli di non più di 2 metri se il lato maggiore del condotto è superiore ad 1 metro. Gli accessori quali: serrande di taratura, serrande tagliafuoco, diffusori, batterie a canale, ecc., saranno sostenuti in modo autonomo in modo che il loro peso non gravi sui canali.

ISPEZIONE: I canali saranno dotati degli appositi punti di controllo per le sonde anemometriche e di portelli per l'ispezione e la pulizia distribuiti lungo il percorso come previsto dalla EN 12097 e dalle "Linee guida pubblicate in G.U. del 3/11/2006 relative alla manutenzione degli impianti aeraulici". I portelli potranno essere realizzati utilizzando lo stesso pannello sandwich che forma il canale, in combinazione con gli appositi profili. I portelli saranno dotati di guarnizione che assicuri la tenuta pneumatica richiesta. In alternativa potranno essere utilizzati direttamente i portelli d'ispezione P3ductal.

### 36.4. Canalizzazioni sandwich in alluminio e poliuretano installati all'esterno

I canali di termoventilazione e condizionamento in alluminio preisolati saranno realizzati con pannelli sandwich eco-compatibili, e avranno lo scopo di collegare l'impianto aeraulico interno con i macchinari esterni, con le seguenti caratteristiche:

- Spessore pannello: 30,5 mm;
- Alluminio esterno: spessore 0,2 mm goffrato protetto con lacca poliestere;
- Alluminio interno: spessore 0,08 mm goffrato protetto con lacca poliestere;
- Conduttività termica iniziale: 0,022 W/(m °C) a 10 °C;
- Densità isolante: 46-50 kg/m$^3$;

- Componente isolante: poliuretano espanso mediante il solo impiego di acqua senza uso di gas serra (CFC, HCFC, HFC) e idrocarburi (HC);
- Espandente dell'isolante: ODP (ozone depletion potential) = 0 e GWP (global warming potential) = 0;
- % celle chiuse: > 95% secondo ISO 4590;
- Classe di rigidezza: R 900.000 secondo UNI EN 13403;
- Reazione al fuoco: classe 0-1 secondo D.M. 26/06/84.

I canali saranno protetti in opera con una resina impermeabilizzante, tipo Gum Skin. Non dovranno essere utilizzati composti a base di bitume. In prossimità dei punti di flangiatura è consigliabile l'applicazione di una garza di rinforzo. I canali saranno costruiti in base agli standard P3ductal e in conformità alla norma UNI EN 13403.

RINFORZI: Ove necessario, i canali saranno dotati di appositi rinforzi in grado di garantire, durante l'esercizio, la resistenza meccanica. Il calcolo dei suddetti rinforzi sarà effettuato utilizzando le tabelle del produttore. La deformazione massima dei lati del condotto non dovrà superare il 3% o comunque 30 mm come previsto dalla UNI EN 13403.

FLANGIATURA: Le giunzioni tra i singoli tronchi di canale saranno realizzate per mezzo di apposite flange "a taglio termico" del tipo invisibile ossia con baionetta a scomparsa e garantiranno una idonea tenuta pneumatica e meccanica secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 13403. La lunghezza massima di ogni singolo tronco di canale sarà di 4 metri.

STAFFAGGIO: I canali posti all'esterno saranno staffati ogni 2 metri, sollevati da terra, con idonee controventature e, nei tratti orizzontali, dovranno essere installati con una pendenza sufficiente a drenare l'acqua.

CARICO NEVE/VENTO: I canali dovranno essere dimensionati in modo da sopportare anche un carico di neve/vento secondo le tabelle del produttore.

ACCORGIMENTI COSTRUTTIVI: Qualora i canali attraversino il tetto saranno muniti nella parte terminale di curve a "collo d'oca" allo scopo di evitare l'ingresso di acqua e neve. Tutte le aperture dei canali verso l'esterno, espulsione, presa d'aria esterna ecc., saranno provvisti di apposita griglia antivolatile.

### 36.5. Canalizzazioni in lamiera a sezione circolare

Le canalizzazioni in lamiera circolare saranno utilizzate per collegare il canale microforato (sia di mandata sia di ripresa), al canale a sezione rettangolare in pannelli sandwich per installazione esterna.

Le canalizzazioni a sezione circolare da adottare per i sistemi di distribuzione dell'aria saranno realizzate in

lamiera di acciaio zincato del tipo Z 200 secondo norme UNI 5753, avente i seguenti spessori:

| Diametro (mm) | Spessore (mm) | Peso (kg/m²) |
|---|---|---|
| 0 ÷ 250 | 0.6 | 5.1 |
| 300 ÷ 500 | 0.8 | 6.7 |
| 550 ÷ 900 | 1.0 | 8.2 |
| 1000 ÷ 1250 | 1.2 | 9.8 |

Le canalizzazioni saranno dotate di aggraffatura spiroidale continua e le giunzioni saranno del tipo ad innesto per condotte di diametro fino a 800 mm e del tipo a flangia per condotte di diametro superiore.

In ogni caso il sistema di montaggio dovrà garantire una perfetta tenuta.

I canali dovranno essere forniti e messi in opera completi dei pezzi speciali necessari per la realizzazione dei percorsi riportati sui disegni, salvo modifiche approvate dalla Direzione dei lavori.

Gli angolari di rinforzo, le staffe e gli ancoraggi dovranno essere realizzati in acciaio nero perfettamente privo di ruggine e verniciati con due mani di vernice antiruggine, ciascuna di diverso colore, prima dell'installazione e mano a finire di colore alluminio.

### 36.6. Tipologia d'installazione

L'installazione dei canali in ambienti coperti, avviene utilizzando adeguati supporti sostenuti da tiranti regolabili ancorati alle strutture del soffitto.

Le distanze massime tra i punti di supporto sono le seguenti :

- Canali con dimensioni 800x500mm possono essere installati con supporti adesivi installati in corrispondenza delle flangiature (dove possibile ogni 4mt)
- Canali con dimensioni 1200x1200mm ed oltre possono essere installati con dei supporti in profilato a C o a L in corrispondenza e delle flangiature e/o ogni 2mt.

Per l'installazione dei canali all'esterno, per evitare l'incidenza del sovraccarico della neve e del vento, gli stessi devono essere installati utilizzando le seguenti tipologie (previa verifica delle condizioni climatiche):

- Canali con dimensioni 800x500mm devono essere installati con appositi profilati in acciaio zincato che circondano la sezione del canale e gambe di sostegno fissate a terra ogni quattro metri
- Canali con dimensioni 800x800mm e oltre, devono essere installati con appositi profilati in acciaio zincato che circondano la sezione del canale ed apposite gambe di sostegno fissate a terra ogni due metri

E' essenziale sigillare le giunzioni e le coppelle rinforzo canali con la resina protettiva che le rende idrorepellenti in modo da evitare infiltrazioni d'acqua. Nel caso sia stato utilizzato il sistema a flangia

invisibile per la sigillatura è possibile utilizzare il nastro anticondensa rivestito da alluminio 50 micron per una maggiore resistenza agli agenti atmosferici.

Nell'attacco ai gruppi di ventilazione, sia in mandata che in ripresa, i canali devono essere collegati con interposizione di idonei giunti antivibranti del tipo a fascia flessibile. Il soffietto è eseguito in tessuto speciale composto da poliestere e ricoperto su entrambi i lati in PVC resistente alla pressione, alla temperatura dell'aria convogliata e agli strappi. Il tessuto è saldamente collegato a due barre di flangiatura aventi l'estremità arrotondate con buchi preforati.

Le serrande tagliafuoco e di regolazione devono essere autoportanti e quindi non gravare sulla struttura della condotta o sul giunto antivibrante.

Qualora vi fossero batterie di post-riscaldamento elettriche si dovrà costruire, a monte e a valle della stessa, una condotta con alluminio interno di spessore 500 micron.

E' vietato il carico diretto sulle condotte con pesi superiori ai 25Kg/m² (strati di cemento, tubazioni per il trasporto di fluidi, canaline elettriche etc.), avendo cura inoltre di evitare il passaggio di pedoni sulle stesse.

Tutte le canalizzazioni, anche se non correnti in vista, devono essere contraddistinte da apposite targhette che indichino il loro circuito di appartenenza e la direzione del flusso d'aria.

La natura dell'aria convogliata è convenzionalmente indicata mediante apposizione attorno al perimetro dei canali di una striscia colorata.

Il senso del flusso dell'aria è indicato mediante una freccia situata in prossimità del colore distintivo di base.

### 36.7. Manutenzione e pulizia

Sulle condotte si dovranno predisporre adeguati punti di accesso attraverso i quali si possano ispezionare e/o lavare le condotte. Gli oblò d'ispezione (diam. 23,5mm), dovranno essere dotati di un'apposita flangia e lampade da 6V che permette l'illuminazione interna dei canali.

Secondo le norme: aprile UNI 10339, UNI EN 12097 aprile 1999, Legge Regionale N.24 del 2 Luglio 2002, gli sportelli d'ispezione dovranno essere posizionati:

- all'estremità di una condotta con dimensioni pari alla stessa per dimensioni interne <200mm, sul fianco con dimensioni riportate nella UNI ENV 12097,
- i componenti aeraulici devono poter essere smontati, in caso contrario è necessario prevedere gli accessi da entrambi i lati,
- i canali con deflettori interni e/o captatori dovranno essere costruiti con il metodo di sgancio rapido per favorire l'accesso da ciascuna estremità.

E' vietato il carico diretto sulle condotte con pesi superiori ai 25Kg/m² (strati di cemento, tubazioni per il

trasporto di fluidi, canaline elettriche etc.), avendo cura inoltre di evitare il passaggio di pedoni sulle stesse.
Tutte le canalizzazioni, anche se non correnti in vista, devono essere contraddistinte da apposite targhette che indichino il loro circuito di appartenenza e la direzione del flusso d'aria.
La natura dell'aria convogliata è convenzionalmente indicata mediante apposizione attorno al perimetro dei canali di una striscia colorata, alta 5 cm.

- I colori distintivi saranno i seguenti:
- condotti di aria calda rosso
- condotti di aria refrigerata verde
- condotti di aria calda e fredda (circuiti a ciclo annuale) verde-rosso
- condotti di aria esterna e di semplice ventilazione azzurro
- condotti di aria viziata e di espulsione nero
- condotti di aria di ripresa per ricircolo arancione

Il senso del flusso dell'aria è indicato mediante una freccia situata in prossimità del colore distintivo di base.

### 36.8. Certificazioni

E' indispensabile richiedere al canalista installatore una certificazione, in cui lo stesso dichiara di aver utilizzato i materiali e gli accessori (con relative omologazioni rilasciate dal fornitore), per la costruzione e che il sistema costruttivo sia conforme alle norme tecniche.
La superficie interna di tutti i canali, tutti i profili e accessori sono trattati con antimicrobico Zeolite-Argento.

### 36.9. Canali di scarico fumi

Data la presenza di una batteria di caldaie alimentate a gas, è necessario predisporre un sistema canale di espulsione fumi fino alla copertura del complesso scolastico. Tale tubazione sarà a doppia parete coibentata in acciaio inox.
Camino ad elementi prefabbricati a doppia parete metallica costituito da una canna interna in acciaio inox AISI 316 e da una canna esterna in acciaio inox AISI 304. Gli spessori della lamiera variano da un minimo di mm 0,5 ad un massimo di mm 1,2 in funzione del diametro del camino. L'intercapedine tra le due pareti metalliche è riempita con lana minerale (densità minima kg/mc 100) ed è di spessore mm 25 fino al diametro interno di mm 300, di spessore mm 50 per i diametri interni superiori. Per criteri di dimensionamento e caratteristiche di costruzione, isolamento termico, resistenza al calore ed alla corrosione, impermeabilità al gas ed alla condensa, il camino deve rispondere alle vigenti norme UNI. Gli elementi prefabbricati modulari sono provvisti

internamente di un giunto di dilatazione e vengono uniti fra di loro per innesto a doppio bicchiere con bloccaggio esterno tramite fascette metalliche

## 37. DIFFUSIONE ARIA

### 37.1. Diffusori d'aria circolari

I diffusori di forma circolare, saranno costruiti in acciaio verniciato o alluminio anodizzato; sia la forma che il materiale saranno a scelta della Direzione dei Lavori; ognuno di essi verrà dotato di serranda di taratura manovrabile dall'esterno, equalizzatore di flusso e dovranno essere forniti completi di plenum di alimentazione in lamiera zincata con attacco circolare per flessibile, rivestiti esternamente con materiale termofonoassorbente.

### 37.2. Bocchette di mandata a parete

Le bocchette di mandata saranno costituite da cornice e da doppio ordine di alette a profilo aerodinamico, indipendenti e orientabili. La costruzione sarà eseguita in alluminio anodizzato a scelta della Direzione dei Lavori. Ogni bocchetta sarà dotata di guarnizione di tenuta sulla cornice, serranda di taratura con alette a movimento contrapposto comandabili dall'esterno con chiave asportabile, controtelaio e plenum. A seconda delle tipologie installative, il fissaggio potrà avvenire con sistema a pressione, viti autofilettanti sulla cornice, oppure mediante nottolini a baionetta interni, mentre l'attacco avverrà tramite canalizzazione flessibile.

### 37.3. Bocchette di ripresa a parete

Le bocchette di ripresa saranno costituite da cornice e da un unico ordine di alette a profilo aerodinamico con inclinazione fissa. La costruzione sarà eseguita in alluminio anodizzato a scelta della Direzione dei Lavori. Ogni bocchetta sarà dotata di guarnizione di tenuta sulla cornice, serranda di taratura con alette a movimento contrapposto comandabili dall'esterno con chiave asportabile, controtelaio e plenum. A seconda delle tipologie installative il fissaggio potrà avvenire con sistema a pressione, viti autofilettate sulla cornice, oppure mediante nottolini a baionetta interni, mentre l'attacco avverrà tramite canalizzazione flessibile.

### 37.4. Bocchette quadrata di mandata a controsoffitto

Le bocchette di mandata saranno costituite da cornice e da doppio ordine di alette a profilo aerodinamico, indipendenti e orientabili. La costruzione sarà eseguita in alluminio anodizzato a scelta della Direzione dei

Lavori. Ogni bocchetta sarà dotata di guarnizione di tenuta sulla cornice, serranda di taratura con alette a movimento contrapposto comandabili dall'esterno con chiave asportabile e plenum. A seconda delle tipologie installative, il fissaggio potrà avvenire con sistema a pressione, viti autofilettanti sulla cornice, oppure mediante nottolini a baionetta interni, mentre l'attacco avverrà tramite canalizzazione flessibile.

### 37.5. Bocchette quadrata di ripresa a controsoffitto

Le bocchette di ripresa saranno costituite da cornice e da un unico ordine di alette a profilo aerodinamico con inclinazione fissa. La costruzione sarà eseguita in alluminio anodizzato a scelta della Direzione dei Lavori. Ogni bocchetta sarà dotata di guarnizione di tenuta sulla cornice, serranda di taratura con alette a movimento contrapposto comandabili dall'esterno con chiave asportabile e plenum. A seconda delle tipologie installative il fissaggio potrà avvenire con sistema a pressione, viti autofilettate sulla cornice, oppure mediante nottolini a baionetta interni, mentre l'attacco avverrà tramite canalizzazione flessibile.

### 37.6. Griglie di transito

Le griglie di transito, adatte per il montaggio su porte con spessore compreso tra 2 e 5 cm, saranno costituite da un telaio che supporta una serie di alette sagomate in modo da impedire il passaggio diretto della luce e da due cornici di cui una potrà adattarsi telescopicamente allo spessore della porta.
La costruzione sarà eseguita interamente in alluminio verniciato o anodizzato; i colori verranno scelti dalla Direzione dei Lavori. Ogni bocchetta sarà dotata di guarnizione di tenuta sulle cornici, mentre il fissaggio potrà avvenire con sistema a pressione o mediante viti autofilettate sulla cornice.

### 37.7. Griglia per condotto

Le griglie per condotto sono griglie rettangolari in alluminio con alette orizzontali regolabili e vengono installate a parete in collegamento diretto con il canale. E' necessario che la griglia sia rimovibile per poterne consentire la pulizia e per consentire l'acceso ala canale.

### 37.8. Valvola di estrazione a controsoffitto

Le valvole di estrazione installate a controsoffitto consentono la ventilazione di ambienti chiusi quali bagni e cucine dove si producono odori o si accumula aria viziata in modo efficiente e funzionale.
Le forme aerodinamiche delle valvole e del disco di regolazione permettono un funzionamento con perdite di carico adeguate e ridotti livelli sonori, in rapporto alla portata.

### 37.9. Diffusori 4-vie circolari

I diffusori a 4 vie circolari, adatti per il montaggio a filo soffitto, saranno costituiti da un elemento frontale stampato in lamiera di acciaio zincata, di forma quadrata o circolare, verniciato per elettroforesi ed essiccato a forno, con alloggiati (in apposite feritoie) i deflettori in ABS regolabili singolarmente per modificare il lancio dell'aria. Ogni bocchetta sarà dotata di guarnizione di tenuta sulla cornice, serranda di taratura con alette a movimento contrapposto comandabili dall'esterno con chiave asportabile, controtelaio e plenum. A seconda delle tipologie installative il fissaggio potrà avvenire con sistema a pressione, viti autofilettate sulla cornice, oppure mediante nottolini a baionetta interni, mentre l'attacco avverrà tramite canalizzazione flessibile.

### 37.10. Griglie di espulsione e presa aria esterna

Le griglie dovranno essere eseguite con alette in lamiera zincata e verniciata a fuoco e munite di rete antitopo in acciaio zincato e controtelaio a murare. Il montaggio ed eventuale smontaggio dovrà avvenire dall'esterno.

### 37.11. Serrande di taratura ad alette contrapposte

Le serrande per la regolazione della portata d'aria, del tipo a "W" con alette a rotazione contrapposta e telaio di forma quadrangolare flangiata, saranno adatte per la manovra manuale o motorizzata e verranno installate sulle unità di trattamento di aria, sui tronchi principali di canali e ove risulti necessario.
Sulle unità di trattamento dell'aria e le canalizzazioni principali (velocità > 5 m/s) verranno montate serrande ad alta efficienza di regolazione, costruite con telaio in alluminio dotato di guarnizioni in gomma sintetica ed alette in alluminio a profilo aerodinamico con guarnizione in gomma sintetica applicata sul bordo di tenuta; per il movimento delle alette verranno impiegati ingranaggi in nylon.
Sulle canalizzazioni secondarie (velocità < 5 m/s) verranno montate serrande con alette in lamiera di acciaio zincata, ruotanti su boccole in ottone alloggiate sul di un telaio sempre costruito in lamiera zincata; il movimento delle alette viene azionato da un gruppo di leverismi contenuti in un carter disposto sul fianco della serranda che consentirà una agevole rotazione senza provocare rumori e vibrazioni.
Ove necessario le serrande verranno fornite complete di controtelaio.

### 37.12. Torrino di estrazione aria

Torrino di estrazione aria a pale rovesce, cupola in ABS per protezione motore, impedisce l'ingresso dell'acqua.

- Temperatura massima aria aspirata a servizio continuo: 60°C

## 38. VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI

Le verifiche e prove indicate ai punti che seguono, saranno eseguite dal Direttore dei lavori che ne redige regolare verbale;

l'emissione del certificato di collaudo è subordinata al positivo esito delle sotto elencate verifiche e prove.

Comunque, quanto indicato ai punti seguenti dovrà essere eseguito quando le tubazioni sono ancora in vista e cioè prima che si proceda a verniciature, coibentazioni e rivestimenti, chiusura di tracce, cunicoli o cavedi impraticabili, rivestimenti murari, massetti, pavimentazioni, ecc.

### 38.1. Prova di tenuta idraulica a freddo

Dopo aver chiuso le estremità delle condutture con tappi a vite o flange, in modo da costituire un circuito chiuso e dopo aver riempito d'acqua il circuito stesso, si sottoporrà a pressione la rete o parte di essa a mezzo di una pompa idraulica munita di manometro inserita in un punto qualunque del circuito.

Tutte le tubazioni in prova complete delle valvole e dei rubinetti di intercettazione mantenuti in posizione "aperta" saranno provate ad una pressione pari ad una volta e mezza la pressione massima di esercizio dell'impianto ma comunque non inferiore a 6 Kg/cmq. Per pressioni di esercizio dell'impianto maggiori la pressione di prova dovrà essere pari a 1.5 volte quella normale prevista per l'esercizio.

La prova sarà giudicata positiva se l'impianto, mantenuto al valore della pressione stabilita per 24 ore consecutive, non accuserà perdite.

### 38.2. Prova di tenuta idraulica con impianto in funzione

Per la stesura del verbale di accettazione definitiva occorre procedere al collaudo definitivo, che ha lo scopo di accertare il perfetto funzionamento degli impianti e la rispondenza a quanto prescritto.

Dove possibile per i collaudi valgono le norme UNI relative.

Prima del collaudo l'Appaltatore deve fornire schemi e disegni aggiornati del complesso, comprese norme di conduzione e manutenzione.

Tali documenti devono descrivere con tutta precisione gli impianti, come risultato effettivamente in opera, con la precisazione di dimensioni e caratteristiche di tutto quanto installato, compresi particolari costruttivi delle apparecchiature, schemi elettrici e schemi di funzionamento, con particolare attenzione posta alle parti dell'impianto non in vista (quali colonne, tubazioni, ecc.).

Per gli impianti di condizionamento si procede ad un collaudo estivo ed a un collaudo invernale. Le

apparecchiature della regolazione automatica devono essere collaudate alla presenza di un tecnico specialista della ditta fornitrice dei materiali.
Le date di esecuzione dei collaudi devono essere concordate con la D.L..

Tutti gli oneri di collaudo dovuti ad assistenza, materiali, apparecchi di misurazione, personale specializzato, sono a carico dell'Appaltatore.
L'Appaltatore prima dei collaudi ufficiali con la D.L. deve eseguire qulli propri per verificare la perfetta rispondenza degli impianti ai dati progettuali. A tale scopo dovrà presentare delle schede, da stabilite con la D.L., in cui saranno indicate le condizioni termoigrometriche esterne ed interne in ogno giorno di rilievo, la portata e la velocità sia dell'aria che dei fluidi per ogni singolo impianto.
I valori di assorbimento dei motori elettrici, i valori di rumorosità misurati nei vari ambienti e quanto altro facente parte dei controlli in esame.

### 38.3. Collaudo invernale

Il collaudo invernale ha luogo entro la prima stagione invernale corrente successiva all'emissione del verbale di ultimazione lavori, in un periodo da fissarsi fra il 1° gennaio ed il 28
febbraio. _

### 38.4. Collaudo estivo

Il collaudo estivo ha luogo in un periodo generalmente corrente tra il 15 giugno ed il 30 agosto.

### 38.5. Collaudo mezze stagioni

Dove il funzionamento con caratteristiche di mezza stagione sia prolungato, la D.L. può chiedere un collaudo anche in questi periodi.
I periodi saranno precisati dalla D.L. a seconda dell'ubicazione dell'impianto.

Si porta ad adeguata temperatura l'acqua nel locale tecnico e la si mantiene per un tempo necessario per l'accurata ispezione di tutto il complesso delle condutture e dei corpi scaldanti.
Si ritiene positivo il risultato solo quando in tutti indistintamente i corpi scaldanti l'acqua arrivi alla temperatura stabilita, quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o a deformazioni permanenti e quando il vaso di espansione contenga a sufficienza tutta la variazione di volume dell'acqua dell' impianto

## 39. RIFERIMENTI NORMATIVI

Gli impianti in oggetto, nel loro complesso e nei singoli componenti, dovranno essere conformi alla legislazione ed alla normativa vigente, in quanto applicabile all'oggetto, in particolare:

- Direttiva 89/106/CEE Prodotti da costruzione (CPD) Direttiva Bassa Tensione 73/23/CEE
- Direttiva sulla compatibilità elettromagnetica 89/336/CEE Direttiva Macchine 98/37/CEE
- Direttiva Recipienti a Pressione (PED) 97/23/CEE

### 39.1. Leggi e regolamenti

- D.M. del 01/12/75
  Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione.

- Circolare n°8578 del 26/02/76 dell'Ex A.N.C.C.
- Firma dei progetti di apparecchi ed impianti di cui al D.M. 01/12/75.
- Raccolta "M" - "S" - "VSR" - "VSG" - "E" - "R" delle specificazioni tecniche emanate dall'Ex A.N.C.C. in applicazione dei DD.MM. 21/11/72, 21/05/74 e 01/12/75 e relativi addenda.

- Legge del 09/01/91 n°10
  Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici.

- D.P.R. del 26/08/93 n°412
  Regolamento di attuazione della Legge 09/01/91 n°1 0, sul contenimento dei consumi energetici.

- D.Lgs del 19/08/2005 n°192
  Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

- D.Lgs del 29/12/2006 n°311
  Disposizioni correttive ed integrative al D.Lgs 19/08/2005, n°192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

- Giunta Regione Lombardia: Deliberazione del 26/06/2007 n°8/5018
  Determinazioni inerenti la certificazione energetica degli edifici, in attuazione del D.Lgs. 192/2005 e degli artt. 9 e 25 della L.R. 24/2006.

- Giunta Regione Lombardia: Deliberazione del 31/10/2007 n°8/5773
  Certificazione energetica degli edifici - Modifiche ed integrazioni alla D.G.R. n°5018/2007.

- D.M. del 12/04/96
  Norme di sicurezza per gli impianti termici alimentati da combustibili gassosi.

- D.M. 18 settembre 2002:
  Approvazione della reola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie pubbliche e private.

- Circolare Min.LL.PP n°13011 del 22/11/74
  Prescrizioni di ventilazione degli ambienti ad uso medico

- DPR 14/01/97
  Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento alle Regioni e alle province autonome di Trento e Bolzano, in materia di requisiti strutturali, tecnologici e organizzativi minimi per l'esercizio delle attività sanitarie da parte delle strutture pubbliche e private

- D.L. 24 febbraio 1997 n. 46
  Attuazione della Direttiva 93/42/CEE concernente i dispositivi medici.

- Legge del 11/11/75 n°584
  Divieto di fumare nei locali pubblici e successivo D.M. 18/05/76 disposizione in ordine agli impianti di condizionamento e ventilazione concernente il divieto di fumare nei locali pubblici.

- D.P.C. del 01/03/91
  Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nelle'ambiente esterno.

- D.Leg.vo del 9/04/2008 n°81
  Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- D.Leg.vo del 3/08/2009 n°106
  Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008 n. 81 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

- D.Leg.vo del 19/11/99 n°528
  Modifiche ed integrazioni al D.Leg.vo 14/08/96 n°49 6 recante attuazione della direttiva 97/57 CEE in materia di prescrizioni minime di sicurezza e di salute da osservare nei cantieri temporanei e mobili.

- DD.MM. del 23/11/72 - 18/12/72 - 07/06/73 - 10/05/74
  Approvazione e pubblicazione di tabelle UNI C.I.G. di cui alla Legge del 06/12/71 n°1083 sulle Norme per la sicurezza dell'impiego d el combustibile.

- Decreto Min. Salute 7 febbraio 2012, n. 25
  Disposizioni tecniche concernenti apparecchiature finalizzate al trattamento dell'acqua destinata al consumo umano.
  Linee guida sui dispositivi di trattamento delle acque destinate al consumo umano. Decreto del 22/01/08 n°37
  Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n°248 del 02/12/05, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

- Leggi, regolamenti e circolari tecniche che venissero emanate in corso d'opera

- Normative, leggi, Decreti Ministeriali, Regionali, Comunali. Regolamento d'igiene
- Prescrizioni e raccomandazione dell'Ispettorato del Lavoro, dell'A.S.L. e delle
- Autorità Comunali e/o Regionali.

### 39.2. Norme tecniche

Fabbisogno energetico e prestazioni energetiche edifici

- UNI EN 15316-1: Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 1: Generalità;
- UNI EN 15316-2-3: Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 2-3: Sistemi di distribuzione del calore negli ambienti;
- UNI TS 11300-2 : 2008 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;

- UNI 10349:1994 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- UNI 10351:1994 Materiali da costruzione. Conduttività termica e permeabilità al vapore. UNI 10355:1994 Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo;
- UNI/TS 11300-1:2008 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;
- UNI/TS 11300-2:2008 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;
- UNI/TS 11300-3:2010 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva;
- UNI/TS 11300-4:2012 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;
- UNI EN 13465:2004 Ventilazione degli edifici - Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici residenziali;
- UNI EN 13779:2005 Ventilazione degli edifici non residenziali - Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di condizionamento;
- UNI EN 1745:2005 Muratura e prodotti per muratura - Metodi per determinare i valori termici di progetto;
- UNI EN 410:2011 Vetro per edilizia - Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate;
- UNI EN 673:2011 Vetro per l'edilizia - Determinazione della trasmittanza termica (valore U) - Metodo di calcolo;
- UNI EN ISO 10077-1:2007 Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1 : Generalità;
- UNI EN ISO 10077-2:2004 Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Metodo numerico per i telai;
- UNI EN ISO 10211: 2008 Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali - Calcoli dettagliati;
- UNI EN ISO 13370:2008 Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo;
- UNI EN ISO 13786:2008 Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo;
- UNI EN ISO 13788:2003 Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per l'edilizia -

Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e condensazione interstiziale - Metodo di calcolo;

- UNI EN ISO 13789:2008 Prestazione termica degli edifici - Coefficiente di perdita di calore per trasmissione - Metodo di calcolo;
- UNI EN ISO 13790:2008 Prestazione termica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento;
- UNI EN ISO 14683:2008 Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento;
- UNI EN ISO 15927-1:2004 Prestazione termoigrometrica degli edifici - Calcolo e presentazione dei dati climatici - Medie mensili dei singoli elementi meteorologici;
- UNI EN ISO 15927-2:2009 Prestazione termoigrometrica degli edifici - Calcolo e presentazione dei dati climatici - Parte 2: Dati orari per il carico di raffrescamento di progetto;
- UNI EN ISO 15927-3:2009 Prestazione termoigrometrica degli edifici - Calcolo e presentazione dei dati climatici - Parte 3: Calcolo di un indice di pioggia battente per superfici verticali a partire dai dati orari di vento e di pioggia;
- UNI EN ISO 15927-4:2005 Prestazione termoigrometrica degli edifici - Calcolo e presentazione dei dati climatici – Parte 4: Dati orari per la valutazione del fabbisogno annuale di energia per il riscaldamento e il raffrescamento;
- UNI EN ISO 15927-5:2005 Prestazione termoigrometrica degli edifici - Calcolo e presentazione dei dati climatici – Parte 4: Dati per il carico termico di progetto per il riscaldamento e il raffrescamento;
- UNI EN ISO 6946:2008 Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo;
- UNI EN ISO 7345:1999 Isolamento termico - Grandezze fisiche e definizioni.

<u>Impianti di climatizzazione</u>

- UNI 10339:1995 Impianti aeraulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura;
- LINEE GUIDA 01/06/06 Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome (ISPESL);
- UNI 10412-1:2006 Impianti di riscaldamento ad acqua calda - Requisiti di sicurezza - Parte 1: Requisiti specifici per impianti con generatori di calore alimentati da combustibili liquidi, gassosi, solidi polverizzati o con generatori di calore elettrici;
- UNI 10412-2:2006 Impianti di riscaldamento ad acqua calda - Requisiti di sicurezza - Parte 2: Requisiti specifici per impianti con apparecchi per il riscaldamento di tipo domestico alimentati a

combustibile solido con caldaia incorporata, con potenza del focolare complessiva non maggiore di 35 kW;

- UNI 5364:1976 Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Regole per la presentazione dell'offerta e per il collaudo;
- UNI 8211:1981 Impianti di riscaldamento ad energia solare. Terminologia, funzioni,requisiti e parametri per l'integrazione negli edifici;
- UNI 8852:1987 Impianti di climatizzazione invernali per gli edifici adibiti ad attività industriale ed artigianale. Regole per l'ordinazione, l'offerta ed il collaudo;
- UNI 8854:1986 Impianti termici ad acqua calda e/o surriscaldata per il riscaldamento degli edifici adibiti ad attività industriale e artigianale. Regole per l'ordinazione, l'offerta e il collaudo;
- UNI 8937:1987 Collettori solari piani ad aria. Determinazione del rendimento termico;
- UNI 9023:1987 Misuratori di energia termica. Installazione, impiego, manutenzione;
- UNI EN 1264-1:1999 Riscaldamento a pavimento - Impianti e componenti - Definizioni e simboli;
- UNI EN 1264-2:1999 Riscaldamento a pavimento - Impianti e componenti - Determinazione della potenza termica;
- UNI EN 1264-3:1999 Riscaldamento a pavimento - Impianti e componenti – Dimensionamento;
- UNI EN 1264-4:2009 Riscaldamento a pavimento - Impianti e componenti – Installazione;
- UNI EN 1264-5:2009 Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture - Parte 5: Superfici per il riscaldamento e il raffrescamento integrate nei pavimenti, nei soffitti e nelle pareti - Determinazione della potenza termica;
- UNI EN 12828:2005 Impianti di riscaldamento negli edifici - Progettazione dei sistemi di riscaldamento ad acqua;
- UNI EN 12831:2006 Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto,
- UNI EN 12975-1:2011 Impianti solari termici e loro componenti - Collettori solari –Parte 1: Requisiti generali;
- UNI EN 12975-2:2006 Impianti solari termici e loro componenti - Collettori solari –Parte 2: Metodi di prova;
- UNI EN 14511 – 1, 2, 3, 4 :2008 Requisiti minimi per garantire l'idoneità dei condizionatori, delle pompe di calore e dei refrigeratori di liquido con compressore elettrico per l'impiego previsto dal fabbricante, quando sono utilizzati per il riscaldamento e/o il raffrescamento degli ambienti;
- UNI EN 378 – parte 1, 2, 3, 4 Impianti di refrigerazione e pompe di calore – Requisiti di sicurezza ambientali.

Impianti idrici e scarichi

- UNI 4542:1986 Apparecchi sanitari. Terminologia e classificazione;
- UNI 8065:1989 Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile. UNI 9182: 2010 Edilizia - Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Criteri di progettazione, collaudo e gestione;
- UNI EN 12056-1:2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Requisiti generali e prestazioni;
- UNI EN 12056-2:2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo;
- UNI EN 12056-3:2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo;
- UNI EN 12056-4:2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Stazioni di pompaggio di acque reflue - Progettazione e calcolo;
- UNI EN 12056-5:2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Installazione e prove, istruzioni per l'esercizio, la manutenzione e l'uso;
- UNI EN 806-1:2008 Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento d'acque destinate al consumo umano – Parte 1: generalità;
- UNI EN 806-2:2008 Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento d'acque destinate al consumo umano – Parte 2: progettazione;
- UNI EN 806-3:2008 Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento d'acque destinate al consumo umano – Parte 3: Dimensionamento delle tubazioni.

Acustica

- UNI 8199:1998 Acustica - Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione;
- UNI TR 11175 Acustica in edilizia – Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici.

### 39.3. Norme CEI

Per quanto riguarda gli impianti elettrici a servizio dei termomeccanici, in quanto applicabili al caso specifico.

### 39.4. Prescrizioni particolari

Tutti i materiali e le apparecchiature da impiegarsi dovranno avere caratteristiche fisiche tali da resistere, con i

dovuti margini di sicurezza, alle sollecitazioni termo-meccaniche a cui verranno sottoposti con l'uso.
Dovranno peraltro essere conformi alle prescrizioni della legislatura vigente e soddisfare i requisiti tecnico - prestazionali definiti dal presente capitolato.
In conformità alla D. M. 27 marzo 2008 n.37 gli impianti ed i loro componenti devono rispondere alle regole della buona tecnica; le norme UNI sono considerate norme di buona tecnica.
Si trasmette in allegato l'elenco delle norme UNI di interesse generale; alcune di esse verranno richiamate di seguito nel trattare particolari categorie di materiali.

## 40. CERTIFICAZIONI STATICHE ED IMPIANTISTICHE - SCHEMI DEGLI IMPIANTI

Le caratteristiche statiche ed impiantistiche degli edifici, come richiesto dal presente Capitolato speciale di appalto e dalle norme in vigore nei vari settori, devono essere garantite dall'Impresa tramite certificazione di laboratori ufficiali, di conformità, da rilasciare all'atto dell'ultimazione dei lavori per ogni edificio realizzato.
Inoltre, dovranno essere prodotte tutte le omologazioni, certificazioni, dichiarazioni di corretta posa, dichiarazioni di conformità, prove di laboratorio, etc, comprensive di allegati, relativamente a:

- Impianti elettrici, elettronici (telefonia, trasmissione dati, etc), speciali (rivelazione manuale incendi, evac, ecc.);
- impianti idrotermosanitari, meccanici (trattamento aria, etc.), condizionamento;
- impianti antincendio;
- presidi antincendio (porte tagliafuoco, maniglioni, ecc.);
- materiali R.E.I. (pareti, pannellature, sigillature, setti, serrande, tendaggi, rivestimenti, arredi, ecc.).
- vetri e infissi, parapetti, pannellature, controsoffitti, finiture varie, tinte, arredi, ecc..

La certificazione energetica dell'Edificio realizzato deve essere prodotta a cura dell'Impresa. Entro dieci giorni dalla ultimazione dei lavori, l'Impresa deve presentare all'Amministrazione:

- certificato di corretto montaggio redatto da tecnico qualificato a cura e spese dell'Impresa;
- elaborati grafici in scala opportuna degli schemi degli impianti elettrici, termici, idrici, igienico- sanitari, e dell'impianto di distribuzione del gas a valle dell'apparecchio di misurazione e fino agli apparecchi di utilizzazione, compresi nell'opera realizzata.

La presentazione delle certificazioni previste dalla normativa di settore di ogni lavorazione effettuata costituisce obbligo contrattuale dell'appalto a "corpo" e non si procederà alla liquidazione del SAL contenente tali lavorazioni, finché non saranno fornite complete all'Amministrazione, in quanto parte integrante delle lavorazioni a cui si riferiscono e che, pertanto, non si riterranno ultimate al 100%.
In particolare, occorre presentare alla Direzione Lavori, riferita ai materiali strutturali offerti:

- Registro dei getti di calcestruzzo effettuati in cantiere dell'edificio originario e di quello in ampliamento e relativi documenti di trasporto;
- Dichiarazioni di conformità dei fornitori di calcestruzzo secondo UNI CEI EN ISO/IEC 17050-1:2005;
- Certificati delle prove di rottura a compressione di provini di calcestruzzo prelevati dal getto delle fondazioni dell'edificio originario e di quello in ampliamento;
- Certificati delle prove di trazione su spezzoni di barre di armatura per c.a. tipo B450C prelevati in cantiere dalla D.L.;

Documentazione di accompagnamento dell'acciaio in barre per c.a. impiegato in cantiere consistente in:

- Documenti di Trasporto in cantiere;
- Dichiarazione degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione dell'attività di centro di trasformazione rilasciata dal S.T.C. (citata nei DDT di trasporto in cantiere) e attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione citate nei Documenti di Trasporto in cantiere;
- Attestati di qualificazione emessi dal Servizio Tecnico Centrale del C.S.LL.PP. citati nei Documenti di Trasporto in cantiere;
- Certificati di collaudo secondo EN 10204 3.1 rilasciati dal produttore delle barre contenenti i riferimenti ai DDT al commerciante intermedio;

Documentazione relativa alle strutture metalliche in elevazione:

- Elaborati grafici d'officina;
- Lista di rintracciabilità del materiale utilizzato e relativi Documenti di Trasporto in cantiere;
- Dichiarazione degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione dell'attività di centro di trasformazione rilasciata dal S.T.C. (citata nei DDT di trasporto in cantiere) e attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione citate nei Documenti di Trasporto in cantiere;
- Documenti di Trasporto in officina e relativi certificati di collaudo secondo EN 10204 3.1 rilasciati dal produttore dei componenti contenenti i riferimenti ai DDT al commerciante intermedio;
- Prove chimico-fisiche sugli "spezzoni" prelevati;
- Controlli sulle saldature;
- Controllo dei serraggi delle unioni bullonate;
- Lista di rintracciabilità delle viti e dei bulloni utilizzati;

Documentazione di accompagnamento della fornitura in cantiere degli elementi prefabbricati in c.a., costituita da:

- Istruzioni con le procedure relative alle operazioni di trasporto e montaggio, con indicate anche le caratteristiche dei materiali richiesti per unioni e collegamenti;
- Comunicazione da parte della ditta fornitrice degli elementi prefabbricati delle ditte che eseguiranno il montaggio in cantiere degli elementi prefabbricati;
- Certificato di conformità alla norma UNI EN ISO 9001:2008 della ditta produttrice delle strutture prefabbricate e certificato del controllo della produzione in fabbrica;
- Certificato attestante la conformità degli elementi prefabbricati in c.a. prodotti in serie alla parte armonizzata della norma UNI EN 13747:2010;
- Certificato d'origine degli elementi in serie qualificati, controfirmati dal Produttore e dal Direttore Tecnico responsabile della produzione, con allegati:
- estratto del registro di produzione per il periodo relativo alla produzione delle strutture posate in cantiere;
- certificati delle prove a compressione effettuate in stabilimento su provini in conglomerato cementizio e certificati delle prove effettuate da parte del laboratorio ufficiale incaricato per il periodo relativo alla produzione delle strutture posate in cantiere;
- Disegni del produttore (d'assieme e dei singoli componenti) degli elementi prefabbricati in c.a.;

Documentazione relativa alle strutture in legno:

- Elaborati grafici d'officina;
- Lista di rintracciabilità del materiale utilizzato e relativi Documenti di Trasporto in cantiere con indicazione degli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità del processo produttivo in coerenza con le norme UNI EN ISO 9001:2008;
- Certificato attestante la conformità degli elementi strutturali in legno alla norma UNI EN 14080;
- Stralcio del registro di produzione relativo alla fornitura attestante il controllo continuo condotto secondo UNI EN 386:2003;
- Attestato di Qualificazione del Servizio Tecnico Centrale del C.S.LL.PP. contenente il riferimento al Documento di Trasporto;
- Certificati rilasciati dal produttore degli elementi strutturali in legno contenenti i riferimenti ai DDT al commerciante o trasformatore intermedio;

Documentazione richiesta dalla D.L. in corso d'opera per prove specifiche, etc;

Documentazione relativa agli impianti:

- Schede dei materiali impiegati
- Dichiarazione di conformità D.M. 37/08
- Relazione tipologica dei materiali

- Denuncia impianto di terra all'INAIL mediante invio dichiarazione di conformità D.M. 37/08 (Art. 2 DPR 462/01)
- Progetto come realizzato (as-built) firmato da tecnico abilitato e impresa
- Dichiarazione di corretta posa in opera dei materiali e degli elementi di chiusura o di compartimentazione classificati ai fini della resistenza al fuoco (modulistica VVF)
- Omologazione del prodotto, copia della scheda conformità CE o certificato di prova - Piano di uso e manutenzione degli impianti
- Manuali delle principali apparecchiature installate
- Certificazione energetica dell'edificio
- Pratica di connessione dell'impianto fotovoltaico all'Ente di Distribuzione dell'energia elettrica
- Pratica di contrattualizzazione GSE dell'impianto fotovoltaico
- Certificato di collaudo impianto fotovoltaico firmato da tecnico abilitato

Ove l'Amministrazione lo ritenga opportuno, potrà essere disposta la verifica da parte di istituti specializzati della sussistenza dei requisiti richiesti relativi alle lavorazioni eseguite con oneri a carico dell'Impresa.

## 41. IMPIANTI ELETTRICI

Il Direttore dei lavori, al termine dei lavori, si farà rilasciare il rapporto di verifica dell'impianto elettrico e raccoglierà inoltre la documentazione più significativa per la successiva gestione e manutenzione.

Gli impianti elettrici devono essere realizzati a regola d'arte in rispondenza alla legge n. 186/68 e al D.M. n. 37/08 e s.m.i.. Si considerano a regola d'arte gli impianti elettrici realizzati secondo le norme CEI applicabili, in relazione alla tipologia di edificio, di locale o di impianto specifico oggetto del progetto.

Vanno inoltre rispettate le disposizioni del DM del 16 febbraio 1982 e della legge n. 818 del 7 dicembre 1984, del D.M. Interno 26 agosto 1992.

Ai sensi della legge n. 37/08 del DPR 6 dicembre 1991, n. 447, "Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, in materia di sicurezza degli impianti" e del DM 20 febbraio 1992 "Approvazione del modello di conformità dell'impianto alla regola dell'arte di cui all'art. 7 del regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n. 46, recante norme per la sicurezza degli impianti", deve essere utilizzato materiale elettrico costruito a regola d'arte ovvero sullo stesso materiale deve essere stato apposto un marchio che ne attesti la conformità, ovvero quest'ultimo deve aver ottenuto il rilascio di un attestato di conformità da parte di uno degli organismi competenti per ciascuno degli stati membri della Comunità Economica Europea, oppure deve essere munito di dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore. I materiali non previsti nel campo di applicazione della legge 18 ottobre 1977, n. 791 e per i quali non esistono norme di riferimento devono comunque essere conformi alla legge n. 186/68.

Tutti i materiali devono essere esenti da difetti qualitativi e di lavorazione.

Per gli impianti elettrici, nel caso più generale, è indispensabile l'analisi dei carichi previsti e prevedibili per la definizione del carico convenzionale dei componenti e del sistema. Con riferimento alla configurazione e costituzione degli impianti, che saranno riportate su adeguati schemi e planimetrie, è necessario il dimensionamento dei circuiti sia per il funzionamento normale a regine, che per il funzionamento anomalo per sovracorrente.

Ove non diversamente stabilito, la caduta di tensione nell'impianto non deve essere superiore al 4% del valore nominale.

I componenti devono essere conformi alle prescrizioni di sicurezza delle rispettive norme e scelti e messi in opera tenendo conto delle caratteristiche di ciascun ambiente, secondo le norme CEI di riferimento.

È indispensabile che l'esecuzione del sistema dispersore proprio debba aver luogo durante la prima fase delle opere edili durante la quale è ancora possibile interrare i dispersori stessi senza particolari opere di scavo o di infissione e quando inoltre, se del caso, possono essere eseguiti i collegamenti dello stesso ai ferri dei plinti di fondazione, utilizzando così dispersori naturali.

I collegamenti di equipotenzialità principali devono essere eseguiti in base alle prescrizioni della norma CEI di riferimento.

Occorre preoccuparsi del coordinamento per la realizzazione dei collegamenti equipotenziali, richiesti per tubazioni metalliche o per altre masse estranee all'impianto elettrico che fanno parte della costruzione; è opportuno che vengano assegnate le competenze di esecuzione.

Si raccomanda una particolare cura nella valutazione dei problemi di interferenza tra i vari impianti tecnologici interrati ai fini della corrosione. Si raccomanda inoltre la misurazione della resistività del terreno.

L'edificio deve essere dotato di:

- quadro di protezione e comando dotato di interruttore generale e di interruttori di protezione per le varie linee separate, ognuna protetta a norma, per locale, servizio/ luce e FM, sistemi di sgancio al raggiungimento del massimo assorbimento ammesso,
- tubazione in P.V.C. serie pesante filettabile terminante sotto il piano pavimento dotata di stringicavo, collegante il quadro elettrico interno, per il collegamento diretto del cavo di alimentazione proveniente dal contatore;
- interruttori e deviatori nel numero e della potenza necessaria;
- plafoniere per aule, uffici e corridoi/disimpegni, sufficienti a garantire i livelli di illuminazione di cui al punto 5.2 del D.M. 18 dicembre 1975;
- plafoniere LED per servizi igienici;
- plafoniere LED di emergenza autoalimentate con indicatore vie d'esodo;
- prese per utilizzatori 10/16A+T multiuso, in tutti gli ambienti e per ogni postazione di lavoro nei locali ufficio;

- scatola esterna per allacciamento TV, con staffe per supporto piantone antenna, con foro parete protetto e relativo impianto con prese interne per ogni laboratorio e ufficio;
- scatola esterna per allacciamento telefono, con foro parete protetto e relativo impianto e prese interne per ogni ufficio;
- scatola esterna per allacciamento impianto dati, con foro parete protetto e relativo impianto e prese interne per ogni ufficio, aula e laboratorio.

Per tutte ulteriori prestazione tecniche si fa riferimento anche a quanto riportato negli elaborati grafici e nelle relazioni specialistiche del progetto esecutivo degli impianti elettrici.

Nel seguito verranno esposte più dettagliatamente le prescrizioni relative alle soluzioni impiantistiche proposte.

### 41.1. Protezione per sistemi di prima categoria

La classificazione dei sistemi (e quindi delle apparecchiature che li compongono) in relazione alla Categoria è oggetto della norma CEI 11-1 all'art. 2.1.3c, ed è effettuata in base alla tensione nominale e al fatto che il sistema sia in corrente continua o alternata.

I sistemi in corrente alternata si dividono in:

- sistemi di Categoria 0 (zero) a tensione nominale minore o uguale a 50V;
- sistemi di Categoria I (prima) a tensione nominale maggiore di 50V e minore o uguale a 1kV;
- sistemi di Categoria II (seconda) a tensione nominale maggiore di 1kV e minore o uguale a 30kV;
- Sistemi di Categoria III (terza): a tensione nominale superiore a 30kV.

Per i sistemi in corrente continua i valori discriminanti sono 120V, 1.5kV e 30kV.

Le suddette tensioni, se alternate, sono espresse in valore efficace. Inoltre sono da intendere concatenate, a meno che la tensione verso terra sia superiore alla tensione tra le fasi.

Relativamente ai circuiti di segnalazione e comando di categoria zero per i quali è stata utilizzata, ai soli fini funzionali, una tensione inferiore a 50V, valore efficace in c.a. od a 120V in c.c. non ondulata, sono state applicate, ai fini della protezione combinata contro i contatti elettrici, le prescrizioni di sicurezza riguardanti i circuiti SELV di cui alla Norma CEI 64-8/4 articolo 411 rimandante all'articolo 471.

#### 41.1.1. Protezione contro i contatti diretti

Le misure di protezione contro i contatti diretti mediante isolamento delle parti attive (art.412.1 CEI 64-8/4) e mediante involucri o barriere (art.412.2 CEI 64-8/4), saranno applicate indistintamente per tutte le parti d'impianto.

E’ stata prevista quale misura di protezione addizionale (art.412.5 CEI 64-8), l’impiego di interruttori differenziali su tutti i circuiti relativi alle derivazioni terminali luce ed FM (di tipo A per i circuiti relativi alle apparecchiature elettroniche).

L’uso di tali dispositivi assicura una migliore protezione contro gli incendi, con la rivelazione di eventuali difetti di isolamento che diano luogo a piccole correnti verso terra.

### 41.1.2. Protezione contro i contatti indiretti

La protezione dai contatti indiretti (art.413 CEI 64-8/4), sarà effettuata mediante interruzione automatica dell’alimentazione, pertanto è stato previsto l’impiego di protezioni differenziali, con le modalità sopra esposte, su tutti i circuiti.

## 41.2. Protezione contro i sovraccarichi

Il coordinamento tra le caratteristiche del circuito da proteggere e quelle del dispositivo di protezione deve assicurare il rispetto delle seguenti due condizioni:

Ib≤ In ≤Iz;

If ≤ 1,45 ≤Iz;

dove:

Ib = è la corrente d’impiego max del circuito;

Iz = è la portata in regime permanente della conduttura;

In = è la corrente nominale del dispositivo di protezione (per i dispositivi regolabili In sarà la corrente di regolazione scelta);

If è la corrente che assicura l’effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite dalle relative norme di prodotto.

Quando il sovraccarico è compreso tra Iz e If esso può durare a lungo senza provocare interventi delle protezioni; per questo motivo il valore della corrente d’impiego Ib è stato fissato in modo tale che Iz non sia superato.

Qualora il dispositivo di protezione protegga un circuito “dorsale” dal quale siano derivate condutture di sezione inferiore, tale dispositivo dovrà soddisfare le condizioni 1) e 2) per le condutture aventi una portata inferiore.

Il dispositivo possiederà caratteristiche tali da consentire, senza interrompere il circuito, i sovraccarichi di breve durata che si producano nell’esercizio ordinario.

### 42.2.1. Criteri per la protezione dei circuiti

Le prescrizioni riguardanti la protezione delle condutture elettriche contro le sovracorrenti, rispettivamente di cortocircuito e di sovraccarico, sono contenute nella norma CEI 64-8/4 cap. 43 la quale fornisce:

- le prescrizioni fondamentali per la protezione contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti (CEI 64-8/4 sezione 433 e 434 );
- l'applicazione delle prescrizioni relative alla protezione contro le sovracorrenti
- (CEI 64-8/4 sezione 433 e 434 );
- la scelta dei dispositivi di protezione contro le sovracorrenti (CEI 64-8/4 sezione 435 CEI 64-8 articoli 533, 534, 535 e 536 ).

### 42.2.2. Caratteristiche dei dispositivi di protezione

Le caratteristiche tempo/corrente dei dispositivi di protezione contro le sovracorrenti sono in accordo con quelle specificate nelle norme CEI relative ad interruttori automatici ed a fusibili di potenza ( CEI 64/8 cap.53)
E' di preferenza comunque richiesto, salvo i casi particolari di cui in seguito, che la protezione venga affidata a dispositivi unici in grado di interrompere qualsiasi sovracorrente, sino alla corrente di cortocircuito presunta nel punto in cui i dispositivi saranno installati.
Allo scopo saranno impiegati:

- interruttori automatici per usi generali, provvisti di sganciatori di sovracorrente ed eventualmente associati a dispositivi differenziali, conformi alla norma CEI 17-5 (EN 60947-2);
- interruttori automatici per uso domestico e similare, provvisti di sganciatori di sovracorrente, nei tipi rispettivamente associati a dispositivi differenziali conformi alle norme CEI 23-18 e non, in questo caso conformi alle norme CEI 23-3 –1 (EN 60898-1);
- Interruttori combinati con fusibili, conformi alle norme CEI 17-11, 32-1, 32-4 e 32.5.

Sarà garantita un'adeguata selettività tra quadro generale e quadri secondari.

## 42.3. Protezione contro i cortocircuiti

Le correnti di corto circuito presunte sono state determinate con riferimento ad ogni punto significativo dell'impianto mediante appropriati metodi di calcolo.
Al riguardo la guida CEI 11-25 dà informazioni dettagliate per il calcolo delle correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in c.a.
La protezione s'intende assicurata nel caso vengano soddisfatte le due seguenti condizioni:
1) Il potere d'interruzione, del dispositivo impiegato, non è inferiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto d'installazione;

2) Tutte le correnti provocate da un corto circuito che si presenti in punto qualsiasi del circuito siano interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile.
Tale ultima condizione è verificata in particolare se viene rispettata la seguente relazione semplificata:

$I^2t \leq K^2 \leq S^2$

dove il termine a sinistra rappresenta l'integrale di joule per la durata del cortocircuito ( in A2s).
Il termine di destra rappresenta invece il massimo valore di energia specifica sopportata dalla conduttura protetta. I valori della costante K, funzione del tipo di cavo adottato, sono determinati dalle norme sulla base delle massime temperature ammesse, in servizio ordinario e durante il cortocircuito, per l'isolamento dei cavi.
Nel caso di protezione assicurata da un unico (CEI 64-8/4 sezione 435.1) dispositivo (sia per il sovraccarico, sia per il cortocircuito) non è necessario verificare la seconda condizione purchè siano assicurati:

- il rispetto della condizione relativa al potere d'interruzione;
- l'impiego di interruttori automatici che limitino le correnti di cortocircuito, per l'intera gamma, con particolare riferimento a quelle possibili nel tratto iniziale della conduttura interessata.

Sono state evitate protezioni di tipo serie, anche se consentite dalle norme.
Le protezioni, ivi comprese quelle da sovraccarico, saranno poste sempre all'inizio della conduttura.

### 42.4. Protezione contro i gli effetti termici

Sono state applicate le prescrizioni indicate nella norma CEI 64-8 capitolo 42.
I criteri riguardanti il pericolo d'innesco o di propagazione di incendi, per la scelta e le prove di comportamento sono quelli delle relative norme CEI; in carenza di dette norme, provvisoriamente verranno seguiti, per i componenti elettrici costruiti con materiali isolanti, i criteri di prova indicati nella tabella annessa all'art. 422 della norma.
I criteri di scelta e di selezione delle condutture, allo scopo di ridurre al minimo la propagazione e gli effetti nocivi (gas tossici e corrosivi) degli incendi, sono conformi ad uno dei modi descritti nelle CEI 64-8/7 (art. 751.04).
Le parti accessibili dei componenti elettrici a portata di mano non raggiungeranno temperature tali da causare ustioni alle persone e soddisferanno i limiti indicati nella tabella inserita nella Norma CEI 64-8/4 all'art. 422.

### 42.5. Criteri di posa delle condutture

#### 42.5.1. Modalità di posa in opera

I cavi posati entro tubazioni, le sezioni interne dei tubi saranno tali da assicurare un comodo infilaggio e sfilaggio dei conduttori.

Il raggio di curvatura dei cavi tiene conto di quanto specificato dai costruttori; nell'infilare i conduttori entro tubi si farà attenzione ad evitare torsioni o eliche che ne impedirebbero lo sfilamento. Si effettueranno curve per un totale di 270°, al superamento di detto limite, si interporrà una scatola di derivazione.
Il diametro interno dei tubi sarà almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 16 mm.
I cavi saranno siglati ed identificati con fascette segnacavo come segue:
su entrambe le estremità;
in corrispondenza di ogni cassetta di derivazione;
in corrispondenza di ogni cambio di percorso.
Su tali fascette sarà precisato il numero di identificazione della linea e la sigla del quadro che la alimenta.
Saranno siglati anche tutti i conduttori degli impianti ausiliari in conformità agli schemi funzionali costruttivi.
Per ogni linea di potenza facente capo a morsetti entro quadri elettrici o cassette la siglatura sarà eseguita come segue:
siglatura della linea sul morsetto e sul conduttore;
siglatura della fase, sul singolo conduttore e sul morsetto.
Le tubazioni vuote saranno dotate di idoneo filo pilota

### 42.5.2. Colorazioni e sezioni minime

La sezione dei conduttori elettrici è stata verificata in riferimento agli assorbimenti, al tipo di isolante, al tipo di posa, alla temperatura dell'ambiente, al numero di cavi adiacenti ed alla caduta di tensione, facendo riferimento alle tabelle CEI/UNEL (CEI 20-20,CEI 20-22, CEI 20-40 V1, CEI 20-40 V2 e CEI-UNEL 00721 e CEI-UNEL 35757).
Per tutti i circuiti con tensione d'esercizio superiore a 50 V l'isolamento sarà di grado 3, mentre per i conduttori dei circuiti con tensione pari a 48 V il grado d'isolamento sarà pari a 0, se contenuti in canalizzazioni separate: in caso contrario avranno lo stesso grado d'isolamento dei conduttori con il quale condividono la canalizzazione.
Facendo uso delle colorazioni delle anime protettive, per distinguere i cavi unipolari o multipolari, saranno seguite le seguenti regole:
il bicolore giallo-verde, sarà riservato esclusivamente e tassativamente ai conduttori di terra, di protezione ed equipotenziali;
il blu chiaro sarà destinato al conduttore di neutro;
i colori marrone, grigio e nero, saranno destinati ai conduttori di fase, assegnando univocamente a ciascuna delle tre fasi un colore.

### 42.6. Sezionamento e comando

Ogni circuito sarà sezionabile dall'alimentazione. Sarà previsto un interruttore su ogni circuito ed il sezionamento avverrà su tutti i conduttori attivi, compreso il neutro. Saranno adottati mezzi idonei per evitare che qualsiasi componente elettrico possa essere alimentato intempestivamente. Mezzi appropriati saranno previsti per assicurare la scarica dell'energia elettrica immagazzinata, quando questa possa costituire un pericolo per le persone (es. condensatori).

I dispositivi che assicurano la funzione di sezionamento potranno essere sia apparecchi per i quali la funzione di sezionamento sia prevista dalle relative norme CEI, nelle quali siano specificate le condizioni di prova quando essi si trovino in condizioni di aperto, sia altri dispositivi che soddisfino le prescrizioni dei paragrafi relativi di cui al capitolo 537.2 delle CEI 64-8/5.

Per il comando di emergenza saranno, comunque, utilizzati i seguenti dispositivi:

- interruttori di manovra multipolari (CEI 17-11);
- interruttori automatici conformi a norme CEI 23-3 e 23-18;
- interruttori automatici conformi a norme CEI 17-5 fascicolo 7490 specificatamente previsti per il sezionamento.

Tali dispositivi saranno inseriti di preferenza sul circuito principale.

I dispositivi di comando funzionale saranno adatti a sopportare le condizioni più severe in cui essi possono essere chiamati a funzionare.

Il comando funzionale verrà realizzato dai seguenti dispositivi:

- interruttori di manovra (anche unipolari);
- interruttori automatici;
- contattori e relè ausiliari.

### 42.7. Impianto di terra

Il conduttore di protezione dovrà avere in ogni punto dell'impianto una sezione almeno pari a quella dei conduttori di fase per sezioni fino a 16 mmq, pari a 16 mmq per sezione dei conduttori di fase pari a 35 mmq e con sezione pari alla metà del conduttore di fase per sezioni maggiori.

Il conduttore di protezione non dovrà essere interrotto in dorsale ad ogni scatola di derivazione. Eventuali derivazioni dovranno essere realizzate con morsetti a pettine per conduttori nudi o con morsettiere unipolari a più vie se si utilizzano conduttori isolati, in modo da poter disconnettere la derivazione senza interrompere la dorsale. Ogni conduttore di terra dovrà essere chiaramente identificabile dalla colorazione giallo-verde. Dovranno essere effettuati tutti i collegamenti equipotenziali necessari.

In generale, per quanto riguarda il collegamento delle masse estranee, si rammenta che la massa estranea è quella parte conduttrice, non facente parte dell'impianto elettrico, suscettibile di introdurre il potenziale di terra. In casi particolari si considerano masse estranee quelle suscettibili di introdurre altri potenziali.

### 42.8. Norme di misurazione e verifica

Durante il corso dei lavori, la Direzione Lavori potrà eseguire verifiche e prove preliminari sugli impianti o parti degli stessi, in modo da poter tempestivamente intervenire qualora non fossero rispettate le condizioni del presente capitolato e del progetto approvato.

Le verifiche potranno consistere nell'accertamento della rispondenza dei materiali impiegati con quelli stabiliti, nel controllo delle installazioni secondo le disposizioni convenute (posizioni, percorsi ecc.), nonché in prove parziali di isolamento e di funzionamento e in tutto quello che può essere utile allo scopo sopra accennato.

Dei risultati delle verifiche e delle prove preliminari di cui sopra, si dovrà compilare regolare verbale.

Il collaudo definitivo comprenderà tutte le prove e verifiche previste dalle norme CEI e tutte quelle che saranno ritenute necessarie dalla Direzione Lavori, in particolare includerà anche:

#### 42.8.1. Esame a vista

Deve essere eseguita un'ispezione visiva per accertarsi che gli impianti siano realizzati a perfetta regola d'arte nel rispetto delle prescrizioni delle Norme generali, delle Norme degli impianti di terra e delle Norme particolari riferite all'impianto installato ed al progetto appaltato. Il controllo deve accertare che il materiale elettrico, che costituisce l'impianto fisso, sia conforme alle relative Norme, e sia installato in modo conforme alle prescrizioni normative e non presenti danni visibili che ne possano compromettere la sicurezza.

Tra i controlli a vista devono essere effettuati i controlli relativi a:

– protezioni, misura di distanze nel caso di protezione con barriere;

– presenza di adeguati dispositivi di sezionamento e interruzione, polarità, scelta del tipo di apparecchi e misure di protezione adeguate alle influenze esterne, identificazione dei conduttori di neutro e protezione, fornitura di schemi, cartelli monitori, identificazione di comandi e protezioni, collegamenti dei conduttori.

È opportuno che tali esami inizino durante il corso dei lavori.

#### 42.8.2. Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e dell'apposizione dei contrassegni di identificazione

Si deve verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa e alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in

relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo, o, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali.
Per cavi e conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL; inoltre si deve verificare che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

### 42.8.3. Verifica delle stabilità dei cavi

Si deve estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o condotto compreso tra due cassette o scatole successive e controllare che questa operazione non abbia provocato danneggiamenti agli stessi. La verifica va eseguita su tratti di tubo o condotto per una lunghezza pari complessivamente a una percentuale compresa tra l'1% e il 5% della lunghezza totale.

### 42.8.4. Misura della resistenza di isolamento

Si deve eseguire con l'impiego di un idoneo strumento avente le caratteristiche indicate nella norma CEI 64-8.
La misura si deve effettuare tra l'impianto (collegando insieme tutti i conduttori attivi) e il circuito di terra, e fra ogni coppia di conduttori tra loro e, durante lo svolgimento della stessa, gli apparecchi utilizzatori devono essere disinseriti. La misura è relativa a ogni circuito, intendendosi per circuito la parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione.
I valori misurati non devono essere inferiore a quelli minimi indicati dalla norma
CEI 64-8.

### 42.8.5. Misura delle cadute di tensione

La misura delle cadute di tensione deve essere eseguita tra il punto di inizio dell'impianto e il punto scelto per la prova; si inseriscono un voltmetro nel punto iniziale ed un altro nel secondo punto (i due strumenti devono avere la stessa classe di precisione).
Devono essere alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente: nel caso di apparecchiature con assorbimento di corrente istantaneo si fa riferimento al carico convenzionale scelto come base per la determinazione delle sezioni delle condutture.
Le letture dei due voltmetri si devono eseguire contemporaneamente e si deve procedere poi alla determinazione della caduta di tensione percentuale.

### 42.8.6. Verifica delle protezioni contro corto circuiti e i sovraccarichi

Si deve controllare che:

– il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i cortocircuiti sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione;

– la taratura degli apparecchi di protezione contro i sovraccarichi sia correlata alla portata dei conduttori protetti dagli stessi.

### 42.8.7. Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti

Si devono effettuare le seguenti verifiche:

a) esame a vista dei conduttori di terra e di protezione. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori che delle giunzioni. Occorre inoltre controllare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina;

b) misura del valore di resistenza di terra dell'impianto, che andrà effettuata con appositi strumenti di misura o con il metodo voltamperometrico utilizzando un dispersore ausiliario e una sonda di tensione, che vanno posti a una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro. Si possono ritenere ubicati in modo corretto quando siano sistemati a una distanza dal suo contorno pari a 5 volte la dimensione massima dell'impianto stesso; quest'ultima, nel caso di semplice dispersore a picchetto, può assumersi pari alla sua lunghezza. Una pari distanza deve essere mantenuta tra la sonda di tensione e il dispositivo ausiliario;

c) controllo, in base ai valori misurati, del coordinamento degli stessi con l'intervento nei tempi previsti dei dispositivi di massima corrente o differenziale. Per gli impianti con fornitura in media tensione, detto valore va controllato in base a quello della corrente convenzionale di terra, da richiedersi al distributore di energia elettrica;

e) verifica della continuità dei collegamenti equipotenziali

## 42.9. Specifiche tecniche e prestazionali delle apparecchiature elettriche e speciali

Tutti i componenti elettrici dovranno adatti per:

- la tensione nominale del circuito di alimentazione;
- la frequenza se in c.a.;
- le caratteristiche del luogo di installazione e relative influenze esterne;
- la compatibilità con altri sistemi al fine di evitare reciproche influenze nocive.

Di seguito vengono indicati i requisiti tecnici minimi a cui si dovrà fare riferimento per la scelta e l'installazione dei componenti necessari alla realizzazione degli impianti elettrici ed ausiliari.
Per componenti debbono intendersi tutti i materiali, dispositivi ed apparecchiature, individuali o preassiemate, che opportunamente interconnesse concorrono alla realizzazione dell'impianto o parti dello stesso.
Ove specificati i gradi di protezione (IP) fanno riferimento alle norme CEI 70-1 EN 60529.
Tutti i componenti ed apparecchiature dovranno essere di primarie marche e dotati di marchio IMQ e marcatura CE.

### 42.9.1. Tubazioni

I tubi dovranno avere percorsi il più possibile verticale ed orizzontale e dovranno essere interrotti da cassette di derivazione ispezionabili. Nei percorsi orizzontali si dovrà avere la massima cura affinché le scanalature non indeboliscano troppo le pareti. Le tubazioni giungeranno a filo interno delle scatole o cassette di derivazione.
Il diametro minimo ammesso per le tubazioni dovrà essere pari a 16 mm.

### 42.9.2. Tubazioni in PVC autoestinguente serie pesante

La presente specifica riguarda il tubo in PVC autoestinguente flessibile e rigido, serie pesante, colore nero, posato incassato nella muratura o a vista, completo di giunti di raccordo, pezzi speciali, elementi di fissaggio e quanto altro necessita per dare l'opera completa e funzionante.
Dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche.

- Norme: CEI EN61386-1;IEC EN61386-21
- Materiale a base di cloruro di polivinile (PVC);
- Raggio di curvatura minimo pari a 3 volte il diametro esterno;
- Campo di temperatura: da –5°C a +60°C;
- Resistenza alla compressione superiore a 1.250 Newton;
- Resistenza agli urti 20 Kgcm a –5°C (2 joules a temperatura ambiente per ICO);
- Resistenza elettrica di isolamento: superiore a 100 MOhm a 500V per 1 minuto;
- Rigidità dielettrica superiore a 2KV a 50HZ per 1 minuto.

Inoltre, dovrà avere un'elevata resistenza ai fattori ambientali ed essere inattaccabile dagli aggressivi chimici più comuni.

### 42.9.3. Guaina in PVC autoestinguente tipo diflex

La presente specifica riguarda la fornitura e la posa in opera di tubo in PVC autoestinguente tipo diflex. Le tubazioni dovranno essere complete di giunti di raccordo, pezzi speciali, elementi di fissaggio e quanto altro necessita per dare l'opera completa e funzionante.

Norme: CEI 23-14/V-71 "Norme per tubi protettivi flessibili in PVC e loro accessori".

Caratteristiche tecniche:

Il tubo tipo diflex dovrà essere di colore grigio RAL 7035, con spirale in PVC rigida rinforzata, autoestinguente, e con superficie ondulata esternamente e liscia internamente.

Resistenza meccanica: la guaina flessibile sopporterà curvature pari al proprio diametro interno senza schiacciarsi.

Grado di protezione: guaina totalmente isolata protetta dalla penetrazione di corpi esterni solidi e liquidi con grado IP65.

### 42.9.4. Scatole di derivazione

Tutte le scatole di derivazione dovranno avere caratteristiche adeguate alle condizioni di impiego, dovranno essere in materiale isolante, resistenti al calore ed al fuoco (Norma CEI 70-1) ed i coperchi potranno essere rimossi solo con attrezzo, con esclusione dei coperchi con chiusura a pressione.

Le giunzioni e le derivazioni dovranno essere effettuate solo ed esclusivamente all'interno dei quadri elettrici o delle scatole di derivazione ed i morsetti risponderanno alle norme CEI 23-20, 23-21 e 17-19.

Tutte le scatole conterranno i morsetti di giunzione e derivazione e gli eventuali separatori fra circuiti appartenenti a sistemi diversi.

Le scatole dovranno essere installate in posizione facilmente accessibile.

Le scatole e cassette di derivazione dovranno essere impiegate nella realizzazione delle reti di distribuzione ogni volta che dovrà essere eseguita, sui conduttori, una derivazione e tutte le volte che lo richiedano le dimensioni, la forma o la lunghezza del tratto di tubazioni.

Le scatole o cassette dovranno essere impiegate anche ad ogni brusca derivazione del percorso delle tubazioni, ogni due curve, ogni 15 m, nei tratti rettilinei, all'ingresso di ogni locale da alimentare, in corrispondenza di ogni derivazione per corpi illuminanti, prese, ecc.

Dovrà essere previsto l'impiego dei seguenti tipi di scatole o cassette di derivazione:

cassette di derivazione adatte al montaggio incassato nelle pareti, di forma quadrata o rettangolare in materiale plastico antiurto autoestinguente, a uno o più scomparti, completi di separatori, coperchio a perdere per montaggio provvisorio, coperchio definitivo in materiale plastico fissato a viti;

cassette di derivazione in materiale plastico, autoestinguente adatte ad essere applicate a vista sulle strutture e sulle pareti, complete di imbocchi per tubi accostati o filettati, coperchi opachi in materiale isolante infrangibile o coperchi trasparenti in policarbonato con fissaggio a viti, eventuale guarnizione in neoprene fra corpo cassetta e coperchio.

Negli impianti a vista i raccordi con le tubazioni dovranno essere esclusivamente eseguiti tramite imbocchi pressatubi filettati in pressofusione o plastici.

I conduttori potranno anche transitare nelle cassette di derivazione senza essere interrotti; se interrotti dovranno essere collegati a morsetti.

I morsetti dovranno essere con base di ceramica od in altro materiale isolante, non igroscopico, di analoghe caratteristiche e dovranno essere adeguati alla sezione dei conduttori derivati. I conduttori dovranno essere disposti ordinatamente nelle cassette con un minimo di ricchezza. Nel caso di impianti a vista le cassette dovranno essere fissate esclusivamente alle strutture murarie tramite tasselli ad espansione.

Nel caso di impianti incassati le cassette dovranno essere montate a filo del rivestimento esterno e dovranno essere munite di coperchio "a perdere"; i coperchi definitivi dovranno essere montati ad ultimazione degli interventi murari di finitura. Nel caso di cassette di tipo stagno, murate in parete rivestite in maiolicato, dovrà essere prevista una cornice plastica od in materiale non ossidabile che consenta una battitura perimetrale.

Tutte le scatole dovranno essere contrassegnate sul coperchio o all'interno in modo che possa essere individuato il tipo di servizio di appartenenza.

Tutte le scatole o cassette di qualsiasi materiale dovranno essere provviste di morsetto di terra; quelle in materiale metallico dovranno avere il morsetto di messa a terra del corpo scatola.

### 42.9.5. Cavidotti interrati

La presente specifica riguarda la fornitura e la posa in opera di cavidotto flessibile del tipo:

a doppia parete tipo normale di colore rosso esternamente e nero internamente;

serie pesante;

in polietilene ad alta densità;

conforme alle norme CEI EN 50086-2-4; CEI EN 61386-1;

contrassegnato dal Marchio Italiano di Qualità;

corredato di guida tirafilo e manicotto di congiunzione per l’idoneo accoppiamento;

avente diametro nominale:

di 110 mm, per la posa delle linee della dorsale di alimentazione,

di 63 mm, per la posa della linea di derivazione dai pozzetti ai punti luce.

Costruzione: Tubo per cavidotto corrugato a doppia parete tipo normale di colore rosso esternamente e nero internamente.

### 42.9.6. Canalette metalliche

Le canalette metalliche dovranno essere di tipo in lamiera, zincata e/o verniciata, ribordata e conformi alle norme CEI 23-31. I relativi supporti dovranno essere sempre in acciaio inox.

Le canalizzazioni dovranno essere comprensive di tutti i pezzi speciali (curve, incroci, derivazioni, riduzioni, setti separatori, ecc.); i pezzi speciali dovranno essere di tipo prefabbricato e dovranno avere le stesse caratteristiche delle canale portacavi.

Le canale portacavi dovranno poter sopportare, con sostegni almeno ogni metro, un carico uniformemente distribuito di almeno 250 kg/m più il peso di un uomo.

Il collegamento tra mensole e canale dovrà essere realizzato con viti. Dovranno essere adottati opportuni accorgimenti atti a garantire l'assorbimento delle eventuali dilatazioni.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella realizzazione della curvatura delle canale, che non dovrà, comunque, mai avere raggio inferiore a 10 volte il diametro della sezione del cavo maggiore. Dovrà essere ammesso il taglio a misura degli elementi rettilinei con ripristino della zincatura a freddo o verniciatura sulle superfici del taglio.

I collegamenti tra i vari elementi dovranno essere realizzati con giunti fissati con viti; non dovranno essere effettuate saldature.

Le canale dovranno essere provviste di coperchi in lamiera di acciaio zincata a caldo per tutta la lunghezza con grado di protezione minimo IP 4X.

Tutti i componenti delle passerelle e/o canalette dovranno essere privi di angoli, asperità o qualsiasi altra irregolarità che possa danneggiare i cavi durante la posa.

Eventuali ponticelli di giunzione dovranno avere il conduttore di rame con sezione non inferiore a 16 mmq.

I cavi sulle passerelle e/o canalette dovranno essere appoggiati ben allineati ordinatamente su semplice strato. Il fissaggio dei cavi su passerelle verticali avverrà solo con morsetti a U, escludendo altri tipi di fissaggio.

Le canalette dovranno essere posate in modo da assicurare la sfilabilità dei cavi e l'accessibilità agli stessi; si eviterà che la prossimità di altri componenti impiantistici possa portare ad un declassamento delle caratteristiche nominali.

Dove si rendano necessarie più canale, nella loro posa in opera si risponderà a particolari requisiti tecnici, quali la distanza tra loro (tra due canale sovrapposte non dovrà essere inferiore a 200 mm) e la possibilità di posa di nuovi conduttori.

### 42.9.7. Mensole di sostegno e staffaggi

Le mensole per sostegno di conduttori, tubi protettivi, canalizzazioni (qualora si rendesse necessaria l'installazione delle stesse a soffitto o parete), apparecchiature. dovranno essere in acciaio zincato a caldo, secondo le Norme CEI 7-6, oppure in acciaio zincato e verniciato.

Tranne casi assolutamente particolari, tutto quanto dovrà essere fissato a dette mensole e dovrà essere smontabile; pertanto non dovranno essere ammesse saldature o altri sistemi di fissaggio permanente.

In particolare canalizzazioni ed apparecchiature dovranno essere fissate con vite e dado.

Qualora fosse indispensabile effettuare saldature, queste dovranno essere ricoperte con due mani di vernice antiruggine.

Le dimensioni delle mensole dovranno essere tali da garantire un fissaggio robusto e sicuro; le mensole dovranno essere installate in quantità tale da assicurare un perfetto ancoraggio delle canalizzazioni e delle tubazioni.

In ogni caso, tra una mensola e la successiva, non ci dovrà essere mai una distanza superiore a 2 m per i canali ed 1 m per i tubi protettivi.

Le mensole dovranno essere fissate con chiodi sparati o tasselli metallici ad espansione, in corrispondenza del cemento armato oppure murate nelle strutture in laterizio oppure saldate o avvitate ai profilati di strutture in ferro.

Gli staffaggi dovranno essere in acciaio zincato per esecuzioni all'esterno e dovranno essere lavorati agli utensili prima della zincatura.

Negli ambienti interni dovranno essere in acciaio, spazzolati, verniciati con due mani di antiruggine prima dello strato di finitura finale.

Le operazioni di verniciatura dovranno essere effettuate a terra e su tutti i lati, ovvero prima della loro messa in opera.

Dopo eventuali asportazioni della zincatura per lavorazioni eseguite in cantiere, su parte pre-assemblate e zincatura si ripristinerà l'escoriazione tramite verniciatura utilizzando vernici a forte concentrazione di zinco organico.

### 42.9.8. Interruttori di comando e prese

Gli apparecchi di comando e le prese di energia dovranno essere del tipo civile o del tipo stagno ed in ogni caso dovranno avere una portata nominale non inferiore, rispettivamente, a 6A e 16A. Essi dovranno essere sempre completi di scatola o contenitore che protegga i morsetti e le parti in tensione.

Qualora gli apparecchi siano composti con elementi metallici (contenitori, telaio di sostegno, mostrina ecc.) dovrà essere assicurata la messa a terra degli stessi.
Dovrà essere prevista la fornitura e il montaggio di adatte protezioni a perdere ed il fissaggio delle mostrine definitive dovrà essere eseguito dopo le operazioni murarie di finitura (tinteggiature, rivestimenti, ecc.).
Sia per i comandi, sia per le prese il montaggio dei frutti, in caso di pareti rivestite in maiolicato, dovrà essere effettuato rispettando i fili della piastrellatura in modo che le apparecchiature risultino perfettamente simmetriche agli stessi.

### 42.9.9. Quadri elettrici BT

La presente specifica tecnica ha lo scopo di definire i requisiti fondamentali per il progetto, le modalità di collaudo e di fornitura dei quadri secondari di bassa tensione a parete.
Per una migliore gestione della manutenzione del quadro elettrico e dei suoi componenti, il costruttore della carpenteria e degli apparecchi installati al suo interno dovrà essere individuato in maniera univoca.

Per le caratteristiche costruttive si intendono le caratteristiche strutturali, di protezione meccanica, di segregazione, di accessibilità delle apparecchiature, di sicurezza e di realizzazione dei collegamenti elettrici all'interno dei quadri.

*Struttura metallica*
Quadro elettrico di distribuzione sarà in kit componibile tipo costituito da:
- pannello di fondo portante equipaggiato con montanti in lamiera di acciaio zincato preforata pressopiegati di spessore 15/10;
- testate in lamiera di acciaio verniciato con vernici epossipoliestere RAL 7035 bucciato, dotate di flange asportabili per l'ingresso cavi.;
- zoccolo pallettizzabile di altezza 100mm in lamiera di acciaio verniciato formato da due strutture portanti e da due flange di copertura di colore grigio RAL 7012;
-porta in lamiera di acciaio verniciato completa di maniglia reversibile dotata di quattro punti di chiusura e blocco a chiave standard di tipo doppia aletta;
- porta trasparente con cristallo temperato di sicurezza con spessore 4mm;
- pannelli sfinestrati 45mm, altezza minima 200mm, dello spessore di 12-15/10, per installazione di apparecchiature modulari su guida DIN, con la possibilità di agganciare supporti della canalina nella parte posteriore del profilo;
- piastre di chiusura in lamiera di acciaio zincato spessore 20-25/10;

Dovrà essere possibile installare una canalina verticale per lato della misura 100x80mm e una orizzontale tra ogni singola guida DIN della misura di 60x80mm.
I pannelli dovranno essere incernierabili indifferentemente a destra o a sinistra e dotati di sistema di messa a terra automatica a pannello chiuso.
Nel caso di arrivo dall'alto, al fine di rendere più funzionale l'ingresso cavi, dovrà essere possibile montare un cassonetto di raccordo.
Fatte salve le dimensioni indicate dal fronte quadro allegato allo schema unifilare, le stesse dovranno essere ottenute tramite l'accoppiamento di seguenti moduli base.

- larghezza utile: 300/600 mm.(effettiva 390/690)
- profondità utile: 165mm (effettiva 204)
- altezza utile: 600/800/1000/1200 mm. (effettiva 650/850/1050/1250)

*Accessibilità*

Tutte le normali operazioni di esercizio dovranno essere eseguibili dall'esterno. Il quadro sarà accessibile dal fronte per il collegamento dei cavi di potenza e ausiliari e quindi addossabile a parete.

*Zona cavi di collegamento*

Sarà prevista una zona cavi di collegamento che dovrà garantire:

- Spazio sufficiente per l'accesso e l'allacciamento dei cavi, per la manutenzione ed eventuali ampliamenti
- Ingresso cavi dall'alto e/o dal basso

*Impianti di terra del quadro*

Il quadro dovrà essere percorso da una sbarra elettrica di terra in rame solidamente imbullonata alla struttura metallica avente sezione minima di 100 mmq, e comunque in accordo alle sezioni previste dalla Norma per la tenuta al corto circuito del quadro stesso.
Tutta la struttura e gli elementi di carpenteria dovranno essere francamente collegati fra loro mediante viti, per garantire un buon contatto elettrico fra le parti.
Le porte, ove presenti strumenti, dovranno essere collegate alla struttura metallica tramite trecciole flessibili in rame, aventi sezione minima di 16mmq.
Tutti i componenti principali, non provvisti di isolamento doppio o rinforzato, dovranno essere collegati a terra.
Su ciascuna estremità della sbarra di terra si dovranno prevedere fori adatti al collegamento, con cavo, all'impianto di messa a terra.

*Collegamenti per le unità di potenza*

Le connessioni principali all'interno del quadro dovranno essere realizzate in cavo o con sbarre, in funzione della potenza in gioco. Tali sbarre saranno irrigidite da opportuni supporti in materiale isolante.

Le sbarre saranno in rame elettrolitico, dimensionate secondo i valori di corrente nominale delle rispettive utenze.

Sarà prevista, ove richiesto il sistema quadripolare, la sbarra del neutro che dovrà essere dimensionata sulla base di un valore di portata non inferiore al 50% della portata di fase.

Inoltre le sbarre ed i loro supporti avranno dimensioni tali da sopportare gli sforzi elettrodinamici causati dalle correnti di corto circuito di picco.

Nel caso si usino cavi per i collegamenti di potenza, gli stessi saranno in cavo unipolare con tensione nominale Uo/Uc=450/750V, non propagante l'incendio.

*Circuiti ausiliari*

I circuiti ausiliari saranno realizzati con cavi per lo più unipolari, con sezione minima 1,5mmq, tensione nominale Uo/Uc=450/750V del tipo non propagante l'incendio, per il collegamento tra le apparecchiature e le morsettiere.

Ciascun conduttore sarà identificabile alle due estremità mediante anelli di plastica tipo graphoplast o simili riportanti la numerazione indicata sugli schemi.

I conduttori ausiliari saranno fatti passare in canaline chiuse, ampiamente dimensionate, per consentire aggiunte future di almeno il 50% di ulteriori cavi.

*Verniciatura*

La verniciatura dovrà essere realizzata in modo da ottenere un'ottima resistenza all'usura secondo il seguente ciclo:

- lavaggio della lamiera;
- fosfatazione a base di sali ferro;
- asciugatura in tunnel a 100°C;
- verniciatura interna ed esterna con applicazione elettrostatica di smalto in polvere termoindurente con leganti epossipoliestere, colore Grigio RAL 7035 bucciato, spessore totale 60/70 micron.
- Polimerizzazione in forno a 180°C.

### 42.9.10. Apparecchiature di bassa tensione

Le apparecchiature principali montate nel quadro dovranno essere adeguate alle caratteristiche di progetto riportate negli schemi elettrici e dovranno rispondere alle seguenti prescrizioni particolari.

*Interruttori*

Gli interruttori di tipo MODULARE dovranno avere involucro autoestinguente: certificato UL94 carta gialla per il massimo grado di autoestinguenza (grado V0 a spessore di 1,6 mm) ed essere stati sottoposti al controllo dell'istituto DARMSTAD; inoltre dovrà essere stata verificata l'opacità dei fumi e l'atossicità dei gas. Essi dovranno avere meccanica autoportante che comporta la mancanza di vincolo meccanico tra involucro e componenti meccanici interni. Tutti gli interruttori in esecuzione estraibile dovranno essere "estratti" con apposito attrezzo a portella del quadro chiusa per garantire la massima sicurezza dell'operatore.

*Strumenti*

Laddove richiesto, dovrà essere possibile installare indifferentemente strumenti di misura di tipo analogico e digitale in esecuzione da pannello e/o da guida DIN.

*Morsetti*

Le morsettiere dovranno essere ad elementi componibili fissate su profilato.

I morsetti dovranno essere realizzati con classe di isolamento secondo IEC 85, con materiale conduttore di ottone, rame o altro materiale ad alta conduttività e dovranno essere del tipo antiallentante.

Dovranno essere previsti setti sulle morsettiere per separare circuiti diversi.

*Targhette di identificazione*

Tutti gli apparecchi dovranno essere contraddistinti da una targhetta di identificazione del circuito di appartenenza, fissata sul quadro in corrispondenza dell'apparecchio stesso.

Inoltre, su ogni apparecchio dovrà essere riportata la sigla prevista nello schema elettrico. Le targhette dovranno essere fissate mediante viti o con adesivi. Sulle portelle del quadro elettrico dovranno essere riportate le targhette indicatrici per gli apparecchi di segnalazione e comando.

Analogamente per gli apparecchi all'interno degli scomparti saranno previste delle targhette di tipo adesivo.

Ciascun quadro, sarà corredato di apposita tasca porta-schemi, ove saranno contenuti gli elaborati grafici relativi agli schemi elettrici funzionali e di potenza, rigorosamente aggiornati al come costruito.

Il quadro sarà inoltre completo di:

- una o più targhe, marcate in modo indelebile e poste in posizione facilmente visibili e leggibili a quadro installato, riportante Norme, marchio di fabbrica del costruttore (colui che ne assume la responsabilità), tipo, stringa di identificazione del quadro;
- targhe monitrici.

*Prove e certificati*

Ogni quadro dovrà essere sottoposto alle prove di accettazione e collaudo presso la fabbrica del costruttore previste dalle relative norme CEI/IEC, eventualmente anche alla presenza del cliente o di un suo rappresentante.

Il costruttore dovrà dimostrare di essere in possesso della certificazione di qualità ISO 9001.

Sarà fornito il certificato di conformità alle Norme, unitamente al rapporto di collaudo.

A richiesta verrà fornita copia della documentazione relativa alle prove di tipo previste dalle Norme vigenti.

*Verifiche in sito*

A valle dell'installazione dovranno essere effettuati i seguenti controlli:

- verifica dell'assemblaggio ed integrità della struttura;
- rispondenza dei dati nominali del quadro e degli apparecchi installati al suo interno a quanto progettualmente previsto;
- presenza della certificazione delle prove di tipo;
- presenza della documentazione tecnica degli apparecchi installati nel quadro;
- presenza di schemi esecutivi unifilari e funzionali dei circuiti di potenza ed ausiliari;
- presenza della tabella di interconnesione e numerazione morsettiera.

## 42.10. Cavi

### 42.10.1. Modalità di posa

Tutte le tubazioni portacavi dovranno essere accuratamente pulite e soffiate con aria prima dell'infilaggio dei conduttori o dei cavi.

Per facilitare l'infilaggio del cavo nel tubo ove necessario dovrà essere impiegata opportuna lubrificazione. Dovrà essere normalmente preferito il tiro a mano e dovrà essere consentito il tiro con paranco munito di dinamometro purchè lo sforzo di trazione non sia superiore a quello prescritto dal Costruttore dei cavi.

Onde evitare sollecitazioni meccaniche superiori a quelle ammesse dal Costruttore dovrà essere obbligatorio l'uso del dinamometro nell'infilaggio di linee particolarmente lunghe o tortuose.

Nel caso di più cavi da tirare contemporaneamente in unico tubo, il tiro non dovrà essere superiore a quello consentito dal cavo di sezione minore e comunque dovrà essere usata particolare cura nel facilitare l'ingresso dei cavi nel tubo in modo da evitare l'intreccio dei singoli conduttori.

Altri mezzi diversi da quelli citati dovranno essere espressamente autorizzati. Dovranno essere opportunamente prese cautele per assicurare la perfetta integrità degli isolanti e degli altri elementi costituenti il cavo; dovranno essere osservati i raggi minimi di curvatura prescritti dal Costruttore.

I cavi e i conduttori che dovranno essere infilati in uno stesso tubo dovranno appartenere allo stesso campo d'impiego.

Tubazioni indipendenti dovranno essere quindi impegnate per le linee a corrente alternata (forza e comandi potranno essere infilati nello stesso tubo), per linee preferenziali, per linee in continuità, per i cavi dei segnali di strumentazione ecc.

- giunzioni e derivazioni: ammesse solo entro cassette;
- giunzioni dirette: ammesse solo nei casi in cui le tratte senza interruzione superino in lunghezza le pezzature reperibili in commercio;
- ingresso cavi nelle cassette di derivazione e di transito: a mezzo di raccordi pressacavo.
- posa entro tubazioni in vista, incassate o interrate: il numero di cavi in ogni tubazione dovrà essere tale da consentire il comodo infilaggio e sfilaggio e da garantire che nelle condizioni previste di carico normale la temperatura dei cavi si mantenga entro i valori prescritti dalle norme.
- posa sospesa alle murature e/o strutture dei fabbricati: cavi sostenuti da sostegni di materiale plastico applicati alle murature e/o strutture mediante chiodi a sparo o tasselli ed espansione a corpo completamente metallico. Sostegni sistemati a distanza dipendente dalle dimensioni e dalla flessibilità dai cavi e tale da evitare la formazione di anse.
- posa su passerelle: cavi fissati alle passerelle mediante legature che ne contengano fissa la posizione. Sui tratti di passerella inclinati e verticali le legature dovranno essere più numerose ed adatte a sostenere il peso dei cavi. Il numero dei cavi su ogni passerella dovrà essere tale da garantire che nelle condizioni previste di carico la loro temperatura si mantenga entro i valori prescritti dalle norme.
- posa in cunicolo: cavi semplicemente appoggiati sul fondo per cunicoli di piccole dimensioni; per cunicoli di grandi dimensioni valgono le modalità previste per posa sospesa a murature e/o strutture oppure su passerelle.

### 42.10.2. Marcatura cavi

Ogni cavo dovrà essere contrassegnato in modo indelebile e leggibile con le sigle indicate negli elaborati di progetto, in modo da consentirne l'univoca individuazione. I contrassegni dovranno essere applicati ad

entrambe le estremità del cavo ed ogni 5 m max di lunghezza nei percorsi in passerella e comunque ad ogni cambio di direzione.

Marcatura terminazioni

Ogni anima dei singoli cavi dovrà essere contrassegnata, in modo leggibile e permanente come detto sopra, in corrispondenza delle terminazioni dei cavi stessi.

### 42.10.3. Connessioni terminali

Le connessioni dei cavi comprendono l'esecuzione delle terminazioni ed il loro collegamento ai morsetti. Nella formazione delle terminazioni, per agevolare la sistemazione definitiva, dovrà essere lasciata, di norma, una sufficiente scorta di cavo.

Dovrà essere usata utensileria adatta e l'azione del taglio, per l'asportazione della guaina non dovrà, in alcun caso, intaccare l'isolante e quella per l'asportazione del materiale isolante non dovrà, in alcun caso, intaccare il conduttore.

Le terminazioni dovranno essere di tipo e calibro adatto alle caratteristiche del cavo su cui vanno montate e dell'apparecchio a cui vanno collegate; in particolare i capicorda dovranno essere di tipo e calibro adatto alle caratteristiche ed al diametro del conduttore su cui vanno montati, secondo le prescrizioni del costruttore dei capicorda stessi.

La marcatura di ogni singola terminazione dovrà essere eseguita per mezzo di idonei segnafili, rispettando le prescrizioni appresso elencate.

I cavi, presso il punto di sfioccamento, dovranno essere fissati con staffe, fascette o altri mezzi equivalenti in modo da non essere sostenuti dai singoli morsetti.

### 42.10.4. Connessioni

Per le connessioni dei cavi di potenza dovranno impiegarsi capicorda a compressione in rame stagnato. I capicorda dovranno essere preisolati o protetti con guaina termorestringente. Il punto di sfioccamento del cavo dovrà essere il più vicino possibile ai morsetti di collegamento e dovrà essere protetto con guaina termorestringente. L'esecuzione della terminazione dovrà essere fatta seguendo le prescrizioni del costruttore del capocorda.

Per eseguire le connessioni dei cavi di comando, segnalazione e misura, la guaina esterna degli stessi dovrà essere asportata fino ad un punto opportuno per assicurare la necessaria divaricazione dei conduttori, ove necessario anche fino al punto di ingresso dei cavi entro cassette, quadri ed apparecchiature. I singoli conduttori isolati dovranno essere raccolti in mazzetti, mediante adatte fascette isolanti, con le estremità disposte a pettine.

Il punto di sfioccamento dei conduttori dovrà essere protetto con guaina termoresistente di lunghezza 7 cm. circa disposta a cavallo del punto in cui termina la guaina del cavo.

Eventuali conduttori di scorta dovranno essere raccolti insieme agli altri e portanti fino alla estremità più lontana della morsettiera stessa. Dovranno essere impiegati, a seconda dei casi, capicorda in rame stagnato, preisolati, per applicazione a compressione.

### 42.10.5. Conduttori tipo FS17

**CPR Cca-s3,d1,a3**

Model Product: P90 - 20170414

CAVI CONFORMI AL REGOLAMENTO EUROPEO CPR PER ALIMENTAZIONE ELETTRICA IN COSTRUZIONI EDILI ED ALTRE OPERE DI INGEGNERIA CIVILE.ADATTI PER INTERNI E CABLAGGI

*CABLES IN ACCORDANCE WITH THE EUROPEAN REGULATION CPR FOR POWER SUPPLY OF CONSTRUCTION AND OTHER WORKS OF ENGINEERING CIVILE.ADATTI INTERIOR AND WIRING*

*(Conforme alla direttiva BT 2014/35/UE - Direttiva 2011/65/EU (RoHS 2))* *(Accordingly to the standards BT 2014/35/UE- 2011/65/EU (RoHS 2))*

**Norme di riferimento** **Standards**

CEI 20-14 CEI UNEL 35716-35016 CEI EN 50525
EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016




| | |
|---|---|
| Conduttore flessibile di rame rosso ricotto classe 5.<br>Isolamento in PVC TIPO S17 | Flexible conductor, class 5 copper made.<br>PVC insulation in S17 quality |

| | | |
|---|---|---|
| *Tensione nominale U0* | 450 V | *Nominal voltage U0* |
| *Tensione nominale U* | 750 V | *Nominal voltage U* |
| *Tensione di prova* | 3000 V | *Test voltage* |
| *Tensione massima Um* | 1000V Installazioni Fisse / for fixed and protected installation | *Maximun voltage Um* |
| *Temperatura massima di esercizio* | +70°C | *Maximun operating temperature* |
| *Temperatura massima di corto circuito* | +160°C | *Maximun short circuit temperature* |
| *Temperatura minima di esercizio (senza shock meccanico)* | -10°C | *Min. operating temperature (without mechanical shocks)* |
| *Temperatura minima di installazione e maneggio* | +5°C | *Minimum installation and use temperature* |

**Condizioni di impiego piu comuni**
Adatti per L'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di Ingegneria civile con l'obbiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e fumo,conformi al Regolamento CPR. Per tensioni fino a 1000V in c.a. per installazioni fisse o protette. Da installare entro tubazioni in vista, incassate o altri sistemichiusi simili. La sezione 1mm² viene utilizzata per cablaggi di quadri elettrici o per circuiti elettrici di ascensori o montacarichi. Non installare a contatto con superfici calde.

**Condizioni di posa**
*Raggio minimo di curvatura per diametro D (in mm):*
Installazione Fissa:D<12=3D D<20=4D
Movimento Libero:D<12=5D D<20=6D
*Sforzo massimo di tiro:*
50 N/mm2

**Imballo**
Matasse da 100 mt. in involucri termoretraibili o in scatola di cartone.In fusti di cartone o Bobinette di plastica

**Colori anime**
Unipolare: Nero, marrone, blu chiaro, grigio, rosso, bianco, giallo/verde,arancione, rosa, turchese, violetto.

**Common features**
For electrical power system in constructions alnd other civil engineering bulginngs,in order to limit fire and smoke production and spread,in accordance with the CPR. This cable is suitable for fixed and protected installation at voltage until 1000V. It must be laid inside pipes at sight, embedded or close systems. Section 1 mmq is used for wirings of electric sets or for electric circuits of lifts. Do not install into contact with warm surfaces.

**Employment**
*Minimum bending radius per D cable diameter (in mm):*
Fixed lay:D<12=3D D<20=4D
Free move:D<12=5D D<20=6D
*Maximum pulling stress:*
50 N/mm2

**Packing**
100mt. rings in thermoplastic film or cardboard packagings.In cardboard drums or plastic reel.

**Core colours**
Single core: Black, brown, light blue, grey, red, white, yellow/green,orange, pink, dark blue, violet.

## 42.10.6. Cavi tipo FG16(O)R16

### CPR Cca-s3,d1,a3

Model Product: P10-P11 - 20170522

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

*Flexible or rigid power control cable for fixed installations not propagating fire and width low corrosive gas emission. G16 quality HEPR insulated.CPR UE 305/11*

| *(Conforme alla direttiva BT 2014/35/UE- 2011/65/EU (RoHS 2) Regolamento CPR UE 305/11)* | *(Accordingly to the standards BT 2014/35/UE- 2011/65/EU (RoHS 2)CPR UE 305/11)* |
|---|---|
| **Norme di riferimento** | **Standards** |

CEI 20-13 IEC 60502-1 CEI UNEL 35318-35322-35016
EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016




| | |
|---|---|
| Conduttore flessibile di rame rosso ricotto classe 5. | Flexible conductor, class 5 copper made. |
| Isolamento in HEPR di qualità G16 | Elastomeric mixture insulation (G16 quality). |
| Riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico | Not fibrous and not hygroscopic filler |
| Guaina in mescola termoplastica tipo R16 | Outer Sheath of transparent PVC R16 type. |

| | | |
|---|---|---|
| *Tensione nominale U0* | 600V(AC) 1800V(DC) | *Nominal voltage U0* |
| *Tensione nominale U* | 1000V(AC)<br>1800V(DC) | *Nominal voltage U* |
| *Tensione di prova* | 4000 V | *Test voltage* |
| *Tensione massima Um* | 1200V(AC)<br>1800V(DC) | *Maximun voltage Um* |
| *Temperatura massima di esercizio* | 90 | *Maximun operating temperature* |
| *Temperatura massima di corto circuito per sezioni fino a 240mm²* | 250 | *Maximun short circuit temperature for sections up to 240mm²* |
| *Temperatura massima di corto circuito per sezioni oltre 240mm²* | 220 | *Maximun short circuit temperature for sections over 240mm²* |
| *Temperatura minima di esercizio (senza shock meccanico)* | -15°C | *Min. operating temperature (without mechanical shocks)* |
| *Temperatura minima di installazione e maneggio* | 0°C | *Minimum installation and use temperature* |

**Condizioni di impiego piu comuni**
Adatti per L'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di Ingegneria civile con l'obbiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e fumo,conformi al Regolamento CPR .Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa. Adatti anche per posa interrata diretta o indiretta.Non indicato per sringhe di collegamento con pannelli fotovoltaici.

**Condizioni di posa**
*Raggio minimo di curvatura per diametro D (in mm):*
Cavi energia flessibili, conduttore classe 5 ■ 4 D
Cavi segnalazione e comandi flessibili, classe5 ■ 6 D
*Sforzo massimo di tiro:*
50 N/mm2

**Imballo**
Matasse da 100m in involucri termoretraibili fino alla sezione 5x6mm² se richiesto. Bobina con metrature da definire in fase di ordine.

**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

**Common features**
For electrical power system in constructions alnd other civil engineering bulginngs,in order to limit fire and smoke production and spread,in accordance with the CPR. Power and control use outdoor and indoor applications, even wet. Suitable for fixed installations at open air, in tube or canals, masonry, metals structures, overhead wire and for direct or indirect underground wiring.Not indicated for connection with photovoltaic panels

**Employment**
*Minimum bending radius per D cable diameter (in mm):*
Power flexible cables, class 5■ 4 D
Control flexible cables, class 5 ■ 6 D
*Maximum pulling stress:*
50 N/mm2

**Packing**
100m rings in thermoplastic film up to section 5x6mm². Drums to agree.

**Core colours**
Single core: black
Two cores: blue-brown
Three cores: brown-black-gray (or blue-brown-Y/G)
Four cores: blue-brown-black-gray (or Y/G instead blue)
Five cores: Y/G-blue-brown-black-gray (or black instead Y/G)
Multicores: black with numbers

**Sheath colour**
Light grey RAL 7035

## 42.10.7. Cavi tipo FG16(O)M16

**CPR Cca-s1b,d1,a1**

Model Product: A60-A61 - 20170522

CAVI PER ENERGIA E SEGNALAZIONI ISOLATI IN HEPR DI QUALITA' G7, NON PROPAGANTI L'INCENDIO SENZA ALOGENI E A BASSO SVILUPPO DI FUMI OPACHI.In accordo al Regolamento Europeo(CPR) UE 305/11

*POWER AND CONTROL CABLES INSULATED IN G7 HIGH QUALITY HEPR NOT PROPAGATING FIRE, HALOGEN FREE AND WITH LOW EMISSION OF SMOKES, TOXIC AND CORROSIVE GASES.(CPR)UE 305/11*

*(Conforme alla direttiva BT 2014/35/UE - Direttiva 2011/65/EU (RoHS 2))* — *(Accordingly to the standards BT 2014/35/UE- 2011/65/EU (RoHS 2))*

**Norme di riferimento** — **Standards**

CEI 20-13 CEI 20-38 pqa IEC 60502-1 CEI UNEL 35322 -35328-35016
EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016




| | |
|---|---|
| Conduttore flessibile di rame rosso ricotto classe 5. | Flexible conductor, class 5 copper made. |
| Isolamento in HEPR di qualità G16 | Elastomeric mixture insulation (G16 quality). |
| Riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico | Not fibrous and not hygroscopic filler |
| Guaina termoplastica LSZH, qualità M16 | LSZH thermoplastic sheath, M16. |

| | | |
|---|---|---|
| *Tensione nominale U0* | 600 V | *Nominal voltage U0* |
| *Tensione nominale U* | 1000 V | *Nominal voltage U* |
| *Tensione di prova* | 4000 V | *Test voltage* |
| *Tensione massima Um* | 1200 V | *Maximun voltage Um* |
| *Temperatura massima di esercizio* | 90°C | *Maximun operating temperature* |
| *Temperatura massima di corto circuito per sezioni fino a 240mm²* | +250°C | *Maximun short circuit temperature for sections up to 240mm²* |
| *Temperatura massima di corto circuito per sezioni oltre 240mm²* | +220°C | *Maximun short circuit temperature for sections over 240mm²* |
| *Temperatura minima di esercizio (senza shock meccanico)* | -15°C | *Min. operating temperature (without mechanical shocks)* |
| *Temperatura minima di installazione e maneggio* | 0°C | *Minimum installation and use temperature* |

**Condizioni di impiego piu comuni**

Cavi adatti all’alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l’obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo, rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR),Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa. Nei luoghi nei quali, in caso d'incendio, le persone presenti siano esposte a gravi rischi per le emissioni di fumi, gas tossici e corrosivi e nelle quali si vogliono evitare danni alle strutture, alle apparecchiature e ai beni presenti o esposti; adatti anche per posa interrata diretta o indiretta.

**Condizioni di posa**

*Raggio minimo di curvatura per diametro D (in mm):*
Cavi energia flessibili, conduttore classe 5 ■ 4D
Cavi segnalazione e comandi flessibili, classe5 ■ 6D
*Sforzo massimo di tiro:*
Durante l'installazione ■ 50 N/mm²
In caso di sollecitazione statica ■ 15 N/mm²

**Imballo**

Bobina con metrature da definire in fase di ordine.

**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**

Verde

**Common features**

For electrical power system in constructions alnd other civil engineering bulginngs,in order to limit fire and smoke production and spread,in accordance with the CPR.
Power and control use outdoor and indoor applications, even wet. Suitable for fixed installations at open air, in tube or canals, masonry, metals structures, overhead wire and for direct or indirect underground wiring. The most important property of this kind of cable is its protection against smokes, toxic and corrosive gases in
case of fire.

**Employment**

*Minimum bending radius per D cable diameter (in mm):*
Power flexible cables, class 5 ■ 4D
Control flexible cables, class 5 ■ 6D
*Maximum pulling stress:*
During installation■ 50 N/mm²
Static stress ■ 15 N/mm²

**Packing**

Drums to agree.

**Core colours**

Single core: Black
Two cores: blue-brown
Three cores: brown-black-gray (or blue-brown-Y/G)
Four cores: blue-brown-black-gray (or Y/G instead blue)
Five cores: Y/G-blue-brown-black-gray (or black instead Y/G)
Multicores: black with numbers

**Sheath colour**

Green

## 42.11. Apparecchi di illuminazione ordinaria e di emergenza

### 42.11.1. Illuminazione ordinaria

Per l'illuminazione dei locali dovranno essere previsti corpi illuminanti del tipo a tecnologia LED con ottica anabbagliante, idonee quindi allo specifico impiego. Nelle aree corridoi saranno previsti corpi illuminanti del tipo a led ad incasso. La simulazione illuminotecnica eseguita mostra il raggiungimento dei parametri illuminotecnici previsti nella UNI 10840.

Nei ripostigli e locali tecnici saranno previsti corpi illuminanti con lampada LED con ottica opale, idonee quindi allo specifico impiego. Per i locali tecnici è prevista l'installazione di plafoniere stagne.

### 42.11.2. Illuminazione di emergenza

L'impianto di Emergenza dovrà essere costituito da lampade autoalimentate.

La disposizione dei corpi dovrà essere effettuata evidenziando con accuratezza i percorsi delle vie di esodo. Il criterio di funzionamento è stabilito con l'attivazione del sistema di Emergenza in caso di Black-Out, per cessata erogazione da parte dell'Ente fornitore, oppure in caso di guasto in un punto dell'impianto. In caso di guasto su un circuito luce, tramite gli scattati relè accoppiati ai relativi Interruttori Magnetotermici-differenziali, si accende il gruppo luce di Emergenza. In caso di guasto ordinario sul circuito prese, (sovraccarico, cortocircuito o differenziale), si verifica il disinserimento dell'Interruttore magnetotermico-differenziale di protezione della presa, o dell'Interblocco della presa stessa. Non si verifica l'accensione delle luci di Emergenza in quanto l'impianto luci ordinario resta normalmente sotto tensione.

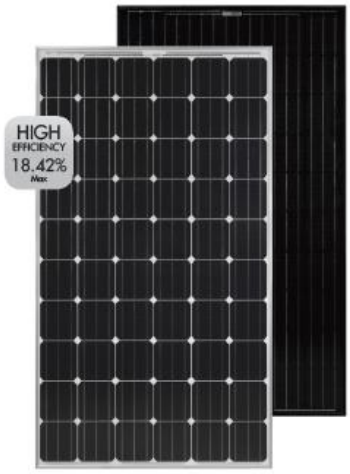
Tutte le luci di Emergenza dispongono a bordo di batteria ricaricabile con autonomia non inferiore ad 1 ora continuativa. Inoltre, tutti i corpi SA dispongono di pittogramma raffigurante il percorso verso la via di esodo.

## 42.12. Impianto fotovoltaico

Sarà costituito da:

- moduli fotovoltaici connessi in serie per la formazione delle stringhe;
- strutture di supporto dei moduli;

Di seguito vengono riportate le caratteristiche del generatore fotovoltaico e dei suoi componenti principali, ovvero stringhe e moduli.

| | | |
|---|---|---|
| Potenza di picco | 300 W |  |
| Tensione di esercizio Vmp | 33,96 V | |
| Corrente di esercizio Imp | 8,76 A | |
| Tensione a circuito aperto Voc | 39,90 V | |
| Corrente di corto circuito Isc | 9,51 A | |
| Efficienza modulo | 18,42 % | |
| Dimensioni modulo | 1645x990x35 mm | |
| Classe di reazione al fuoco secondo UNI 9177 | Classe 1 | |

### 42.12.1. Gruppo di conversione DC/AC

Il gruppo di conversione dell'impianto fotovoltaico in oggetto sarà composto da n.3 inverter Trifase per una potenza nominale complessiva di circa 75 kW. Ogni singolo inverter sarà costituito da un ponte di conversione DC/AC e da un insieme di componenti quali dispositivi di protezione contro guasti interni e contro le sovratensioni, e da filtri che rendono il gruppo idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete elettrica in corrente alternata in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. Per aumentare l'efficienza operativa d'impianto, gli inverter non avranno un trasformatore di isolamento. Le principali caratteristiche tecniche dell'inverter sono di seguito riassunte.

| | | |
|---|---|---|
| Grado di protezione | IP 65 |  |
| Potenza nominale in ingresso | 28600 W | |
| Tensione nominale di ingresso | 620 V | |
| Tensione di attivazione di ingresso | 430 V | |
| Massima corrente DC in ingresso | 64 A | |
| Potenza nominale in uscita | 30000 W | |
| Tensione nominale in uscita | 400 V | |
| Massima corrente in uscita | 45 A | |

### 42.12.2. Sezione interfaccia rete

La sezione di interfaccia rete conterrà il sistema di protezione di interfaccia (SPI), il dispositivo di interfaccia (DI) e il sistema di misura dell'energia prodotta.

Il sistema di protezione di interfaccia (SPI), costituito essenzialmente da relé di frequenza e di tensione, è richiesto, secondo la norma CEI 11-20, a tutela degli impianti del Gestore di Rete in occasione di guasti e malfunzionamenti della rete pubblica durante il regime di parallelo.
Nel caso dell'impianto in oggetto, Il sistema di protezione di interfaccia (SPI) e il dispositivo di interfaccia (DI) sono installati sul lato BT dell'impianto. Inoltre, il sistema di protezione di interfaccia (SPI) e dispositivo di interfaccia (DI) sono esterni all'inverter, e sono conformi alla normativa applicabile: norme CEI 11-20.

Il sistema di misura dell'energia elettrica prodotta sarà collocato all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in alternata, resa disponibile alle utenze elettriche del soggetto responsabile.

### 42.13. Sistema di rivelazione incendi

Il sistema di rivelazione incendi sarà realizzato in conformità alla Norma UNI 9795.
I componenti del sistema dovranno essere conformi alla Norma UNI EN 54.

#### 42.13.1. Pulsante manuale indirizzato a rottura vetro

Applicazioni:
Pulsante di allarme manuale a rottura vetro dotato di led di segnalazione di avvenuto azionamento in caso di accensione fissa o di corretto colloquio con la centrale in caso di accensione lampeggiante adatto al montaggio a giorno in ambienti chiusi. Provvisto di doppio isolatore.

Descrizione generale:
Il pulsante è realizzato in conformità alla norma EN.54.11.
Il pulsante è fornito completo di circuito di identificazione il quale assegna l'indirizzo per mezzo di due interruttori decimali. Insieme viene fornita una chiave per effettuare il test una volta installato il pulsante. La chiave provoca la caduta del vetrino e la simulazione dell'allarme.
Il pulsante grazie al doppio isolatore protegge la linea di comunicazione e permette una rapida ricerca anomalie.
Il pulsante può avere come opzione una membrana resettabile al posto del vetrino, caratteristica molto importante per ambienti con forte presenza di pubblico, questi può essere inoltre fornito di sportello di copertura per ulteriore protezione.

### 42.13.2. Modulo uscita indirizzato

Modulo di uscita adatto al collegamento su linea ad indirizzo bifilare, dotato di circuito di identificazione che assegna l'indirizzo dell'elemento per mezzo di due interruttori rotativi.
Il modulo di uscita permette di comandare delle attivazioni esterne a seguito di una certa segnalazione proveniente dal sistema in funzione della programmazione della centrale.

### 42.13.3. Centrale analogica rivelazione incendio

La centrale di rivelazione incendio sarà di tipo intelligente e sviluppata in conformità con le normative EN54-2 e 4. Dotata di 1 linea, la centrale supporterà fino a 99 rivelatori e 99 moduli di ingresso/uscita per linea per un totale di 198 dispositivi intelligenti. La gestione intelligente di tipo analogico permetterà una costante supervisione dell'impianto relativamente alla manutenzione, agli eventuali allarmi intempestivi, ai test automatici verso il campo, al controllo della sensibilità dei rivelatori ed alla loro necessità di pulizia, ecc. Tutte queste operazioni potranno essere effettuate direttamente sull'installazione e quindi in modo estremamente flessibile. Tutte queste operazioni potranno essere configurate direttamente dalla tastiera della centrale o da pc tramite l'uscita seriale RS 232 che non dovrà avere chiave di protezione hardware.

Cavo
Per la formazione dei loop sarà cavo utilizzato sarà a 2 conduttori, TWISTATO e SCHERMATO.
La sezione del cavo dipenderà dalla sua lunghezza totale e nel caso venga effettuata l'installazione ad anello, la lunghezza del cavo viene intesa come la lunghezza totale dell'anello.

## 42.14. Impianto EVAC

Il complesso sarà dotato di un impianto di evacuazione di emergenza, realizzato in accordo con le prescrizioni delle norme UNI-ISO 7240-19 ed EN 54-16.
Il sistema dovrà essere dotato di un'unica centrale che dovrà essere posizionata in zona presidiata come indicato negli elaborati grafici.

*Centrale EVAC*
Il sistema dovrà essere costituito da amplificatori 100V e altoparlanti per allarme vocale EN 54-24 dotati di trasformatori di linea.
La centrale dovrà essere installata in un armadio rack e dovrà essere corredata delle seguenti apparecchiature:

- Armadio rack per almeno con porta frontale in cristallo, corredato di tutti gli accessori come unità di alimentazione, unità di ventilazione, pannelli ciechi, etc.
- Unità centrale a norme EN 54-16, dotata di Matrice digitale configurabile, con routing verso qualsiasi canale di uscita, messaggi di evacuazione prioritari residenti sull'unità di controllo principale, memorizzati su apposita memoria monitorata. Possibile diffusione simultanea.
- Unità di potenza per la gestione delle varie linee in uscita, come indicato nello schema a blocchi.
- Sorgenti sonore, come lettori MP3, CD, sintonizzatore, etc.
- Gruppo di continuità per l'alimentazione in caso di mancanza di alimentazione elettrica principale, in grado di assicurare un'autonomia di 24h in stand-by e di 30 minuti in emergenza con allarme vocale.

In corrispondenza della centrale dovrà essere installata una base microfonica collegata al sistema e in grado di gestire la chiamata selettiva di ogni singola zona o la chiamata a più zone simultaneamente.

*Connessioni*

Il cablaggio del sistema EVAC dovrà essere separato e distinto dai circuiti di alimentazione e illuminazione.

Nel caso di sistemi di evacuazione vocale, con linee a 70V c.a. o 100V c.a. (valore efficace RMS) nominali, al fine di distinguere agevolmente le linee del sistema di rilevazione fumi dalle linee del sistema di evacuazione vocale, è richiesto l'impiego di cavi a bassa capacità resistenti al fuoco e non propaganti l'incendio, con rivestimento esterno di colore viola.

I sistemi di cablaggio, inclusi i cavi, le giunzioni, i terminali ed i meccanismi di fissaggio, devono essere resistenti al fuoco per 30 minuti, e devono avere una protezione meccanica idonea al pericolo in base al luogo in cui sono installati.

Le giunzioni e le terminazioni devono essere realizzate soltanto in idonea scatola chiusa ed adeguatamente etichettata con morsetti fissi della stessa categoria del cavo.

Le linee dorsali e terminali dell'impianto dovranno pertanto essere realizzate con cavo rispondente alla norma CEI 20-105 V1, del tipo non schermato resistente al fuoco con conduttori flessibili classe 5 isolati in protezione minerale vetro mica e XLPE a bassa capacità di colore nero e rosso e guaina in LSZH di colorazione viola, con sigla FTE40M1 tipo EV, o similare.

*Altoparlanti*

Dovranno essere utilizzati altoparlanti conformi alle norme EN 54-24, delle seguenti tipologie a seconda della modalità di installazione e dell'area da gestire.

*Prescrizioni generali*

L'impianto di evacuazione dovrà essere costituito da altoparlanti in grado di assicurare la trasmissione di informazioni intelligibili sulle misure da adottare per la protezione della vita.

Il sistema di allarme vocale per scopi di emergenza s.s.e.p. (sound system for emergency purpose) dovrà essere azionato in conformità ad un piano di gestione delle emergenze, comprendente la trasmissione dal vivo di messaggi.

Dovranno essere rispettati i seguenti criteri:

a) quando viene attivato un allarme, l's.s.e.p. deve immediatamente disabilitare o escludere eventuali funzioni non collegate a una condizione d'allarme;

b) a meno che non sia danneggiato in seguito all'emergenza, o ad interventi di riparazione o manutenzione, l's.s.e.p. deve essere sempre disponibile per il funzionamento;

c) l's.s.e.p. deve essere in grado di trasmettere segnali d'allarme e messaggi vocali a una o più aree simultaneamente; deve esserci almeno un segnale di allarme alternato a uno o più messaggi vocali a tale scopo;

d) tutti i messaggi devono essere chiari, brevi, non ambigui e, se possibile, pianificati anticipatamente;

e) il contenuto di tutti i messaggi e la lingua usata devono essere approvati dal committente e dalle autorità competenti.

La progettazione può escludere dall'area di copertura aree definite occupate raramente o mai da persone.

Dovrà essere garantita l'intelligibilità del parlato secondo quanto prescritto dall'art. 5.7 delle norme UNI ISO 7240-1.

### 42.15. Impianto antintrusione

*Generalità*

Il complesso sarà dotato di un impianto di allarme intrusione.

Il sistema dovrà essere realizzato con un'unica centrale.

L'architettura del sistema di allarme intrusione dovrà essere rispondente allo schema a blocchi indicato negli elaborati grafici.

*Centrale*

Le principali prestazioni del sistema dovranno rispondere a quanto descritto di seguito.

La centrale antintrusione avrà una scheda per la gestione di 8 ingressi/uscite espandibili fino a 104.

Dovrà essere comprensiva di interfaccia ethernet e web server, Certificata EN 50131 – grado 3.

La centrale di controllo del sistema antintrusione sarà installata in apposito contenitore metallico con apertura laterale e chiusura a chiave. In prossimità della centrale dovrà essere installato il combinatore telefonico terrestre e/o cellulare.
La centrale dovrà essere in grado di permettere la gestione di aree (settori), la registrazione degli eventi e l'uso di comandi temporizzati così da fornire all'utilizzatore finale elevati standard di sicurezza, facilità d'uso e controlli avanzati.

*Tastiere*

Per ogni zona funzionale dovrà essere installata una tastiera per la gestione dell'allarme, inserimento e disinserimento, e dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Tastiera alfanumerica a display 2 righe 32 caratteri;

Segnalatori ottico acustici da esterno

Dovranno essere installate delle sirene per la segnalazione dell'allarme nelle zone esterne.
I segnalatori che dovranno essere installati all'esterno dovranno avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- Corpo in policarbonato ad alto impatto
- Montaggio orizzontale o verticale
- Lente stroboscopica avvolgente integrata di serie Caratteristiche
- Batteria di riserva NiCad inclusa
- Meccanismo antimanomissione anteriore e posteriore
- Fino a due segnalatori acustici piezo
- LED diagnostici

*Sensori di allarme*

Per la rilevazione negli ambienti saranno utilizzati sensore di movimento PIR Pet immunity e sensori perimetrali a rottura vetro piezoelettrici.

Connessioni

I collegamenti tra la centrale e i dispositivi in campo dovranno essere realizzati con cavo per impianto di allarme, con guaina tipo LSZH.
La distribuzione dorsale dovrà essere realizzata all'interno dei canali e/o passerelle utilizzate per gli altri impianti speciali, mentre la distribuzione terminale dovrà essere realizzata mediante tubazioni in PVC del tipo corrugato ad incasso o del tipo rigodo o flessibile per posa a vista, a seconda della zona di installazione.

Dovranno essere previsti tutti gli accessori necessari per consentire il funzionamento dell'impianto, batterie supplementari, alimentatori, cassette di derivazione, etc.

### 42.16. Impianto TVCC

Il complesso sarà dotato di un impianto di videosorveglianza per il controllo degli accessi esterni.
Il sistema dovrà essere realizzato con apparecchiature tipo IP che saranno collegate all'impianto di trasmissione dati attraverso cavo cat.6.
Le apparecchiature di gestione del sistema dovranno essere installate all'interno di apposito rack.

### 42.17. Impianto di cablaggio strutturato per la trasmissione dei segnali telefonici e dati

La scuola sarà dotata di un sistema di cablaggio strutturato di classe E costituito da componenti di categoria 6 e componenti per fibra ottica, secondo la normativa vigente ISO 11801 e EN 50173-1, per la realizzazione di una rete di comunicazione informatica e telefonica.
Il sistema impiegherà una topologia di tipo stellare gerarchica capace di supportare di conseguenza le altre topologie tipiche (bus, anello o a maglia) necessarie per alcuni standard di LAN.
Il sistema sarà costituito da 4 armadi di distribuzione in rack da parete da posizionare come indicato negli elaborati grafici. All'interno del rack sarà previsto l'arrivo rete esterna in fibra ottica, lo smistamento sulla distribuzione rete dati in cat 6 e sulla rete telefonica.
Lo smistamento sulla rete dati avverrà tramite uno switch management da rack di tipo gestibile con protocolli SNMP, WEB, CLI, conformità IEEE 802.3, rispondente ai requisiti EMI FCC classe A completo di alimentatore da rete 220 V c.a. e con incorporato un pannello per 24 porte RJ45, autosensing 10/100/1000 Mbps.
L'architettura del sistema è riportata nella tavola dedicata.
La disposizione delle prese dati è riportata nella planimetria degli impianti di cablaggio strutturato.