

Progetto Esecutivo

**REALIZZAZIONE DI NUOVI LABORATORI DI RICERCA PRESSO IL FANO MARINE CENTER - FANO**

Finanziato dall'Unione europea - NextGenerationEU attraverso il Ministero dell'Università e della Ricerca italiano nell'ambito del PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR) - Missione 4 Istruzione e ricerca - Componente 2 Dalla ricerca all'impresa - Investimento 1.4 "Potenziamento strutture di ricerca e creazione di "Campioni nazionali di R&S" su alcune key enabling technologies" - Avviso D. D. 3138 del 12/16/2021 rettificato con D.D. 3175 del 18/12/2021 - Bando CN - BIODIV "National Biodiversity Future Center" - Codice proposta CN00000033 - CUP J33C22001190001, finanziato con Decreto n. 1034 del 17/06/2022.

CODICE EDIFICIO 245 CUP <b>J33C22001190001</b> TICKET 57935 TITOLO GIURIDICO IMMOBILE Proprietà Demanio Marittimo	<b>AREA TECNICA, EDILIZIA E SOSTENIBILITÀ</b>  RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO arch. <b>FEDERICO FOSCHI</b> <small>DIPENDENTE UNIBO - ATES (FIRMATO DIGITALMENTE)</small>  DIRETTORE DEI LAVORI geom. <b>ALESSANDRO CARAPIA</b> <small>DIPENDENTE UNIBO - ATES (FIRMATO DIGITALMENTE)</small>	IMMAGINE RAPPRESENTATIVA DEL PROGETTO 
--	---	--

PROGETTO ARCHITETTONICO geom. <b>ALESSANDRO CARAPIA</b> <small>DIPENDENTE UNIBO - ATES</small>	DIRETTORE OPERATIVO OPERE EDILI
PROGETTO IMPIANTI MECCANICI ing. <b>LORENZO GENESTRETI</b>  collaboratore Ing. <b>ELIA RENZI</b>	DIRETTORE OPERATIVO IMPIANTI MECCANICI ing. <b>LORENZO GENESTRETI</b>
PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI p.i. <b>MIRCO MAGNANI</b>	DIRETTORE OPERATIVO IMPIANTI ELETTRICI p.i. <b>MIRCO MAGNANI</b>
PROGETTO IMPIANTI IDRICI ing. <b>LUCA MELUCCI</b>	DIRETTORE OPERATIVO IMPIANTI IDRICI ing. <b>LUCA MELUCCI</b>
PROGETTO PREVENZIONE INCENDIO ing. <b>ENRICO RICCI</b>	TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA AMBIENTALE ing. <b>ANDREA PAGANELLI</b>
COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE arch. <b>MASSIMO CHIARABINI</b>	COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE arch. <b>MASSIMO CHIARABINI</b>

--	--	--	--	--

REV	DATA	OGGETTO TAVOLA		
00	Novembre 2024	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO		
		SCALA	N. progressivo EE	NOME TAVOLA
		-	11	PE_DG_11

# **Alma Mater Studiorum Università di Bologna**

## **REALIZZAZIONE DI NUOVI LABORATORI DI RICERCA PRESSO IL FANO MARINE CENTER**

V.le Adriatico 1 – Fano (PU)

### **Progetto Esecutivo**

#### ***CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO PARTE TECNICA IMPIANTI MECCANICI***

Novembre 2024

# INDICE

<b>PREMESSA</b>	<b>7</b>
<b>1 CRITERI GENERALI</b>	<b>8</b>
1.1 CRITERI AMBIENTALI MINIMI (CAM)	8
1.2 PERTINENZA	8
1.3 ASSISTENZE MURARIE	9
1.4 CERTIFICAZIONE DI PROVE UFFICIALI	9
1.5 ISTRUZIONI	9
1.6 SPEDIZIONE ED IMMAGAZZINAGGIO	9
1.7 PRODOTTI DI CATALOGO	9
1.8 CAMPIONATURA	10
1.9 REQUISITI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI A SERVIZIO DEGLI IMPIANTI MECCANICI	10
1.10 RUMOROSITA' DEI MACCHINARI	10
1.11 CONDIZIONE DI ACCETTAZIONE	10
1.12 ORDINE DEI LAVORI	10
1.13 MODALITA' DI ESECUZIONE LAVORI	11
1.14 REQUISITI E DATI DI PROGETTO	11
1.15 GARANZIA DELLE OPERE	11
1.16 MANUALE DI USO E MANUTENZIONE	11
1.17 DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ E STATO DI FATTO	12
1.18 ETICHETTATURA ED APPOSIZIONE DEI CONTRASSEGNI DI IDENTIFICAZIONE	12
<b>1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>13</b>
1.1 IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE	13
1.2 IMPIANTO IDRICO-SANITARIO	17
1.3 IMPIANTO DI SCARICO	18
1.4 IMPIANTO GAS TECNICI	19
<b>2 VERIFICHE, PROVE, COLLAUDI, DICHIARAZIONI, AS-BUILT</b>	<b>20</b>
2.1 ESAME A VISTA	20
2.2 VERIFICA DEI COMPONENTI	20
2.3 COLLAUDI	20
2.3.1 <i>Norme tecniche di collaudo</i>	20
2.3.2 <i>Verifiche e prove preliminari</i>	20
2.3.3 <i>Prove preliminari</i>	20
2.3.3.1 <i>Prova idrostatica a freddo:</i>	21
2.3.3.2 <i>Prova di tenuta, di dilatazione e di circolazione a caldo</i>	21
2.3.4 <i>Collaudi definitivi</i>	21
2.3.4.1 <i>Collaudo in regime invernale degli impianti di climatizzazione</i>	21
2.3.4.2 <i>Collaudo in regime estivo degli impianti di climatizzazione</i>	22
2.3.4.3 <i>Collaudo della rete idrica</i>	23
2.3.4.4 <i>Collaudo della rete di scarico e di sfiato</i>	23
2.3.4.5 <i>Prove impianti gas tecnici</i>	23
<b>3 SPECIFICHE DELLE TUBAZIONI</b>	<b>24</b>



<b>3.1</b>	<b>TUBAZIONI IN ACCIAIO</b>	<b>24</b>
<b>3.2</b>	<b>TUBAZIONI IN ACCIAIO ZINCATO</b>	<b>26</b>
<b>3.3</b>	<b>TUBAZIONI IN RAME PER RETE GAS TECNICI</b>	<b>27</b>
<b>3.4</b>	<b>TUBAZIONE IN POLIETILENE MULTISTRATO PE-X/ALLUMINIO/PEAD</b>	<b>28</b>
3.4.1	<i>Tube multistrato PE – Xb</i>	28
3.4.2	<i>Alluminio (conforme ai requisiti della norma EN 485)</i>	29
3.4.3	<i>PEAD</i>	29
<b>3.5</b>	<b>TUBAZIONI IN POLIETILENE PER SCARICHI A NORMA UNI EN 1519</b>	<b>29</b>
3.5.1	<i>Materia prima</i>	30
<b>3.6</b>	<b>TUBAZIONI IN POLIPROPILENE PER SCARICHI A NORMA UNI EN 1451</b>	<b>30</b>
3.6.1	<i>Stoccaggio, movimentazione e trasporto</i>	31
3.6.2	<i>Installazione</i>	31
3.6.3	<i>Giunzioni ad anello elastomerico</i>	31
<b>3.7</b>	<b>VERNICIATURA</b>	<b>31</b>
<b>3.8</b>	<b>COLORAZIONI DISTINTIVE DELLE TUBAZIONI CONVOGLIANTI FLUIDI, LIQUIDI O GASSOSI</b>	<b>32</b>
<b>3.9</b>	<b>FINITURA</b>	<b>32</b>
<b>4</b>	<b>SPECIFICHE TECNICHE CANALIZZAZIONI IMPIANTI AERAUICI</b>	<b>33</b>
<b>4.1</b>	<b>PRINCIPALI NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b>	<b>33</b>
4.1.1	<i>Requisiti di pulizia della rete aeraulica</i>	33
4.1.2	<i>Requisiti acustici ambientali dell'impianto di climatizzazione</i>	33
4.1.3	<i>Requisiti di prevenzione incendi dei componenti aeraulici</i>	33
<b>4.2</b>	<b>FLANGIATURA</b>	<b>34</b>
<b>4.3</b>	<b>RINFORZI</b>	<b>34</b>
<b>4.4</b>	<b>DEFLETTORI</b>	<b>34</b>
<b>4.5</b>	<b>STAFFAGGIO</b>	<b>34</b>
<b>4.6</b>	<b>ISPEZIONE</b>	<b>34</b>
<b>4.7</b>	<b>COLLEGAMENTI ALLE UTA</b>	<b>34</b>
<b>4.8</b>	<b>CANALI IN LAMIERA ZINCATA</b>	<b>34</b>
4.8.1	<i>Canali in lamiera zincata a sezione rettangolare</i>	34
4.8.1.1	<i>Costruzione</i>	35
4.8.1.2	<i>Variazioni di sezione</i>	35
4.8.1.3	<i>Variazioni di direzione ed imbocchi</i>	35
4.8.1.4	<i>Installazione</i>	36
<b>4.9</b>	<b>CANALI IN LAMIERA ZINCATA A SEZIONE CIRCOLARE</b>	<b>36</b>
4.9.1	<i>Materiali e spessori</i>	36
<b>4.10</b>	<b>MANUTENZIONE E PULIZIA DELLE CANALIZZAZIONI DELL'ARIA</b>	<b>36</b>
<b>5</b>	<b>PRESCRIZIONI ACUSTICHE RETI DI DISTRIBUZIONE</b>	<b>38</b>
<b>5.1</b>	<b>NOTE GENERALI</b>	<b>38</b>
<b>5.2</b>	<b>ISOLAMENTO DELLE TUBAZIONI</b>	<b>38</b>
<b>5.3</b>	<b>ISOLAMENTO DELLE MACCHINE</b>	<b>39</b>
<b>5.4</b>	<b>CARATTERISTICHE DI EMISSIONE DELLE PRINCIPALI APPARECCHIATURE</b>	<b>39</b>
<b>5.5</b>	<b>ISOLAMENTO DELLE CANALIZZAZIONI</b>	<b>39</b>
<b>5.6</b>	<b>ASSORBIMENTO ACUSTICO DELLE CANALIZZAZIONI</b>	<b>39</b>

<b>5.7</b>	<b>SUPPORTI ANTIVIBRANTI</b>	<b>39</b>
5.7.1	<i>Supporto antivibrante in gomma dura</i>	39
5.7.1.1	<i>Modalità di posa</i>	40
5.7.1.2	<i>Caratteristiche tecniche</i>	40
5.7.1.3	<i>Caratteristiche fisiche</i>	40
<b>6</b>	<b>ISOLAMENTI TERMICI</b>	<b>41</b>
6.1	<b>ISOLAMENTI DI TUBAZIONI E VALVOLAME</b>	<b>41</b>
6.1.1	<i>Indicazioni generali</i>	41
6.2	<b>ISOLAMENTO TUBAZIONI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE</b>	<b>41</b>
6.2.1	<i>Tubazioni con percorso in vista all'interno dei locali climatizzati.</i>	41
6.2.2	<i>Tubazioni installate all'esterno</i>	42
6.3	<b>ISOLAMENTO TUBAZIONI E VALVOLAME IMPIANTO IDRICO SANITARIO</b>	<b>43</b>
6.3.1	<i>Tubazioni idriche installate a vista nelle centrali tecnologiche</i>	43
6.3.2	<i>Tubazioni idriche installate a vista in locali non riscaldati</i>	44
6.3.3	<i>Tubazioni idriche installate in locali riscaldati</i>	44
<b>7</b>	<b>COMPARTIMENTAZIONI ANTINCENDIO</b>	<b>46</b>
7.1	<b>ATTRAVERSAMENTI TUBAZIONI IN ACCIAIO</b>	<b>46</b>
7.2	<b>SERRANDE TAGLIAFUOCO</b>	<b>46</b>
<b>8</b>	<b>CRITERI DI RESISTENZA AL SISMA</b>	<b>48</b>
8.1	<b>PREMESSA</b>	<b>48</b>
8.2	<b>CONDIZIONI ESECUTIVE PER LA PROTEZIONE ANTISISMICA DEGLI IMPIANTI</b>	<b>48</b>
8.3	<b>ACCORGIMENTI ANTISISMICI GENERALI</b>	<b>48</b>
8.4	<b>ACCORGIMENTI ANTISISMICI SPECIFICI PER LE APPARECCHIATURE</b>	<b>48</b>
8.5	<b>STAFFAGGIO (ANTISISMICO)</b>	<b>49</b>
8.5.1	<i>Staffe per canali rettangolari di base &lt; 800 mm (statico).</i>	49
8.5.2	<i>Staffe per canali rettangolari di base &gt; 800 mm (statico)</i>	49
<b>9</b>	<b>OPERAZIONI PER RIPRISTINO COMPARTIMENTAZIONI REI INERENTI ATTRAVERSAMENTI IMPIANTI MECCANICI</b>	<b>52</b>
<b>10</b>	<b>COMPONENTI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE - GENERATORI</b>	<b>53</b>
10.1	<b>POMPA DI CALORE ARIA – ACQUA PDC01</b>	<b>53</b>
10.1.1	<i>Compressore</i>	53
10.1.2	<i>Struttura</i>	53
10.1.3	<i>Pannellatura</i>	53
10.1.4	<i>Scambiatore interno</i>	54
10.1.5	<i>Scambiatore esterno</i>	54
10.1.6	<i>Ventilatori</i>	54
10.1.7	<i>Circuito Frigorifero</i>	54
10.1.8	<i>Quadro elettrico</i>	54
10.1.9	<i>Circuito idraulico</i>	55
10.2	<b>POMPA DI CALORE ARIA – ACQUA PDC02</b>	<b>57</b>
10.2.1	<i>Compressore</i>	57
10.2.2	<i>Struttura</i>	57
10.2.3	<i>Pannellatura</i>	57
10.2.4	<i>Scambiatore interno</i>	57
10.2.5	<i>Scambiatore esterno</i>	58



10.2.6	<i>Ventilatori</i>	58
10.2.7	<i>Circuito Frigorifero</i>	58
10.2.8	<i>Quadro elettrico</i>	58
10.2.9	<i>Circuito idraulico</i>	59
10.3	<b>IMPIANTI AD ESPANSIONE DIRETTA VRF</b>	61
10.3.1	<i>Unità esterna</i>	61
10.3.2	<i>Unità interna</i>	62
10.4	<b>IMPIANTI AD ESPANSIONE DIRETTA MONOSPLIT SOLO FREDDO</b>	62
11	<b>COMPONENTI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE – TERMINALI IDRONICI</b>	64
11.1	<b>VENTILCONVETTORI A MOBILETTO</b>	64
11.1.1	<i>Caratteristiche costruttive.</i>	64
11.1.1.1	<i>Mobile di copertura</i>	64
11.1.1.2	<i>Struttura interna portante</i>	64
11.1.1.3	<i>Filtro</i>	64
11.1.1.4	<i>Gruppo ventilante</i>	64
11.1.1.5	<i>Motore elettrico</i>	64
11.1.1.6	<i>Batteria di scambio termico</i>	64
11.1.1.7	<i>Bacinella raccolta condensa</i>	64
12	<b>COMPONENTI IMPIANTI DI VENTILAZIONE – UNITÀ TRATTAMENTO ARIA</b>	66
12.1	<b>UNITA' DI TRATTAMENTO ARIA</b>	66
12.2	<b>REGOLAZIONE UNITÀ DI TRATTAMENTO ARIA</b>	66
12.2.1	<i>Sonda di temperatura/umidità</i>	66
12.2.1.1	<i>Specifiche tecniche – Valori misurati</i>	66
12.2.2	<i>Sonda di temperatura ad immersione</i>	67
12.2.3	<i>Pressostato differenziale (sporcamento filtri)</i>	67
12.2.4	<i>Trasmettitore di portata aria</i>	67
12.2.5	<i>Attuatore per serranda con ritorno a molla</i>	67
12.2.6	<i>Sonda di temperatura e umidità da canale</i>	68
12.2.7	<i>Attuatore modulante per valvole</i>	68
12.3	<b>ESTRATTORE CASSONATO (EXT)</b>	68
12.3.1	<i>Documentazione tecnica</i>	68
12.3.2	<i>Caratteristiche costruttive involucri</i>	69
12.3.3	<i>Ventilatore</i>	69
12.3.4	<i>Caratteristiche tecniche</i>	69
12.4	<b>ESTRATTORI CENTRIFUGHI IN LINEA</b>	69
12.4.1	<i>Specifiche tecniche</i>	70
13	<b>COMPONENTI IMPIANTI DI VENTILAZIONE – TERMINALI</b>	71
13.1	<b>GRIGLIE DI MANDATA (M1-M2)</b>	71
13.2	<b>GRIGLIE DI RIPRESA (G1-G2)</b>	72
14	<b>COMPONENTI IMPIANTI DI VENTILAZIONE – REGOLAZIONE</b>	73
14.1	<b>REGOLATORI DI PORTATA CIRCOLARI PER SISTEMI A PORTATA COSTANTE A SEZIONE CIRCOLARE (MR1 – MR2)</b>	73
14.2	<b>REGOLATORI DI PORTATA PER SISTEMI A PORTATA COSTANTE A SEZIONE RETTANGOLARE (MR3)</b>	73
14.3	<b>SERRANDA DI REGOLAZIONE (ER)</b>	74
14.3.1	<i>Caratteristiche costruttive</i>	74

<b>14.4</b>	<b>BATTERIE DI POSTRISCALDAMENTO DA CANALE ELETTRICHE</b>	<b>75</b>
<b>15</b>	<b>VALVOLAME ED ACCESSORISTICA</b>	<b>76</b>
<b>15.1</b>	<b>VALVOLE A SFERA CON COMANDO A LEVA</b>	<b>76</b>
<b>15.2</b>	<b>VALVOLA DI RITEGNO</b>	<b>76</b>
<b>15.3</b>	<b>RUBINETTI DI SCARICO</b>	<b>76</b>
<b>15.4</b>	<b>VALVOLE DI SICUREZZA</b>	<b>76</b>
<b>15.5</b>	<b>VALVOLA AUTOMATICA SFOGO ARIA</b>	<b>76</b>
<b>15.6</b>	<b>FILTRI AD Y</b>	<b>76</b>
<b>15.7</b>	<b>GRUPPI DI ALIMENTAZIONE</b>	<b>77</b>
<b>15.8</b>	<b>BOLLITORE ELETTRICO ACS – 15 LITRI</b>	<b>77</b>
<b>15.9</b>	<b>BOLLITORE ELETTRICO ACS – 30 LITRI</b>	<b>77</b>
<b>15.10</b>	<b>BOLLITORE ELETTRICO ACS – 50 LITRI</b>	<b>78</b>
<b>15.11</b>	<b>DOSATORE DI POLIFOSFATI</b>	<b>78</b>
<b>16</b>	<b>COMPONENTI IMPIANTO GAS TECNICI</b>	<b>79</b>
<b>16.1</b>	<b>CANALETTA DI PROTEZIONE - PEDONALE</b>	<b>79</b>
<b>16.2</b>	<b>VALVOLE DI BLOCCO</b>	<b>79</b>
<b>16.3</b>	<b>UNITÀ TERMINALI GAS</b>	<b>79</b>
<b>16.4</b>	<b>QUADRO DI RIDUZIONE DI 2° STADIO</b>	<b>79</b>
<b>16.5</b>	<b>SERPENTINO PER COLLEGAMENTO BOMBOLE</b>	<b>80</b>
<b>16.6</b>	<b>RAMPA PER COLLEGAMENTO BOMBOLE</b>	<b>80</b>
<b>16.7</b>	<b>VALVOLA DI SPURGO</b>	<b>80</b>
<b>16.8</b>	<b>QUADRO DI DECOMPRESSIONE A SINGOLO RIDUTTORE</b>	<b>81</b>
<b>16.9</b>	<b>ALLARME DI CENTRALE PER BOMBOLE</b>	<b>81</b>
<b>17</b>	<b>STRUMENTAZIONE DI MISURA E CONTROLLO</b>	<b>82</b>
<b>17.1</b>	<b>TERMOMETRI A QUADRANTE</b>	<b>82</b>
<b>17.2</b>	<b>MANOMETRI</b>	<b>82</b>
<b>17.3</b>	<b>TERMOSTATI AMBIENTE CON RITARATURA</b>	<b>82</b>
<b>17.4</b>	<b>SONDA CLIMATICA ESTERNA</b>	<b>82</b>
<b>17.5</b>	<b>SONDA DI TEMPERATURA DA CANALE</b>	<b>83</b>
<b>17.6</b>	<b>ATTUATORE MODULANTE PER SERRANDE DI REGOLAZIONE</b>	<b>83</b>
<b>17.7</b>	<b>PRESSOSTATO DIFFERENZIALE PER ARIA</b>	<b>84</b>
<b>18</b>	<b>SISTEMA DI SUPERVISIONE BMS</b>	<b>85</b>
<b>18.1</b>	<b>CRITERI GENERALI</b>	<b>85</b>
<b>18.2</b>	<b>ELENCO PUNTI CONTROLLATI</b>	<b>86</b>
	<i>18.2.1 Regolazione centrali tecnologiche</i>	<i>86</i>
	<i>18.2.2 Regolazione ambienti</i>	<i>87</i>

---

## PREMESSA

---

L'impostazione generale della progettazione degli impianti meccanici al servizio dei nuovi laboratori presso il Fano Marine Center è stata rivolta al raggiungimento di un sistema tecnologico generale di estrema efficacia, con particolare attenzione al contenimento dei consumi energetici e riduzione al minimo degli impatti rispetto all'inquinamento ambientale.

L'intervento consisterà nella realizzazione di nuovi laboratori al piano primo dove attualmente sono collocati uffici e biblioteca, tale modifica funzionale del layout comporterà la realizzazione dell'impiantistica necessaria allo svolgimento delle attività di laboratorio.

L'edificio oggetto di intervento è esistente e pone numerosi vincoli alla installazione di nuovi impianti per il trattamento dei locali, il presente progetto ha cercato di conciliare le esigenze dei nuovi laboratori con l'impiantistica presente ed i vincoli (sia architettonici che distributivi) posti dall'edificio.

Oggetto della presente relazione è l'illustrazione degli impianti meccanici che saranno previsti ed in particolare:

- Impianti di climatizzazione estiva ed invernale;
- Impianti di ventilazione;
- Impianto idrico-sanitario;
- Impianto antincendio;
- Impianti di scarico;
- Impianto gas tecnici.

Le scelte, gli indirizzi e gli obiettivi principali posti alla base della progettazione degli impianti meccanici, oltre a soddisfare le richieste della Stazione Appaltante e delle tipologie dei vari locali trattati, saranno sostanzialmente volti a soddisfare le seguenti caratteristiche:

- Rispetto Normativo;
- Risparmio energetico e gestionale;
- Riduzione dell'impatto ambientale;
- Comfort e silenziosità degli impianti;
- Flessibilità;
- Igiene e sicurezza;
- Durabilità e manutenibilità;



## 1 CRITERI GENERALI

### 1.1 CRITERI AMBIENTALI MINIMI (CAM)

Nella installazione di eventuali unità motocondensanti esterne l'Appaltatore avrà cura di predisporre tutti gli accorgimenti necessari a garantire il nascondimento dei macchinari in modo tale che gli stessi non deturpino visivamente i prospetti degli edifici. Per i macchinari posti in copertura, compatibilmente con le caratteristiche dimensionali e morfologiche della stessa, l'Appaltatore dovrà evitare che gli stessi siano visibili dal basso distanziandoli opportunamente dalla linea di coronamento.

Nella installazione delle reti idroniche ed aerauliche l'Appaltatore dovrà avere particolare cura di controllare la posa in opera di tubazioni e condotte e degli eventuali sistemi di pendinamento in controsoffitto in modo tale da garantire una adeguata dissipazione del rumore proveniente da tubazioni, condotte aerauliche, diramazioni, terminali di condotto ventilatori ed altra componentistica generante vibrazioni riducendo al minimo le trasmissioni dirette e laterali del rumore mediante l'apposizione sistemi elastici, manicotti e guarnizioni in gomma in corrispondenza di attraversamenti murari, ecc..

Rispondenza ai Criteri Ambientali Minimi (*DM 23/06/2022 - § 2.4.4-Ispezionabilità e manutenzione degli impianti di riscaldamento e condizionamento*)

In fase di approvvigionamento l'Appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza ai criteri fissati, la rispondenza ai disposti normativi dovrà avere evidenza documentale e dovrà essere presentata alla Stazione Appaltante in fase di esecuzione dei lavori, con le modalità indicate nel Capitolo 4 "Accettazione, qualità ed impiego dei materiali".

Gli impianti di riscaldamento devono recare il marchio Ecolabel UE o equivalente e se ad acqua essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalla Decisione 2014/314/UE36 e s.m.i. relativa all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica.

Gli impianti di climatizzazione scelti non posso prevedere l'utilizzo di gas dannosi per lo strato dell'ozono o aventi elevato effetto climalterante (pe. cloro-fluoro-carburi CFC, perfluorocarburanti PFC, idro-bromo-fluoro- carburi HBPC, idro-cloro-fluoro-carburi HCFC, idro-fluoro-carburi HPC, esafluoruro di zolfo SF6, Halon) e devono essere dotati di:

marchio Ecolabel UE o altra etichetta ambientale conforme alla ISO 14024 che soddisfi i medesimi requisiti;

dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025 da cui si evinca il rispetto del criterio e se a pompa di calore essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalla Decisione 2007/742/CE35 e s.m.i. relativa all'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica e comunque rispondere alle seguenti norme:

- UNI EN 378-1: "Impianti di refrigerazione e pompe di calore" - Requisiti di sicurezza ed ambientali - Requisiti di base, definizioni, classificazione e criteri di selezione.
- UNI EN 378-2: "Impianti di refrigerazione e pompe di calore" - Requisiti di sicurezza ed ambientali - Progettazione, costruzione, prove marcatura e documentazione.
- UNI EN 378-3: "Impianti di refrigerazione e pompe di calore" - Requisiti di sicurezza ed ambientali - Installazione in sito e protezione delle persone.
- UNI EN 378-4: "Impianti di refrigerazione e pompe di calore" - Requisiti di sicurezza ed ambientali - Esercizio, manutenzione, riparazione e utilizzo.
- CEI norma 64-8/7 (Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V ca e a 1500 V cc - Ambienti ed applicazioni particolari).

Per tutti gli impianti a rete aeraulica deve essere prevista una ispezione tecnica iniziale da effettuarsi in previsione del primo avviamento dell'impianto (secondo la norma UNI EN 15780:2011). Tale documentazione dovrà essere presentata alla Stazione Appaltante congiuntamente al SAL di pertinenza.

### 1.2 PERTINENZA

Tutte le apparecchiature ed i materiali degli impianti meccanici dovranno essere di qualità tale da essere installati in maniera da rispondere pienamente alle caratteristiche richieste dalla miglior pratica industriale nonché in accordo alle pertinenti leggi e regolamenti in vigore.

Apparecchiature e materiali difettosi o danneggiati durante l'installazione o le prove di collaudo dovranno essere sostituite o riparate in maniera che incontri l'approvazione della Direzione Lavori.



### **1.3 ASSISTENZE MURARIE**

---

Oltre a quanto richiesto in tutti gli elaborati grafici e dattilo degli impianti meccanici in merito a basamenti, formazione di tracce, piccoli fori, scavi, reinterri ecc, si precisa che tutte le assistenze murarie saranno a carico dell'impresa appaltatrice dei suddetti impianti.

### **1.4 CERTIFICAZIONE DI PROVE UFFICIALI**

---

Dove richiesto dalle norme vigenti, con speciale riferimento alla normativa di prevenzione incendi, i materiali forniti dovranno essere corredati delle necessarie certificazioni di cui ai D.M. 6/7/1983, 26/6/1984 e 28/8/1984 e successive modifiche ed integrazioni.

Tutte le apparecchiature per cui è specificamente richiesto dai documenti di gara dovranno avere marchio CE in conformità alla direttiva macchine 89/392.

Le efficienze delle macchine dovranno essere certificate dal produttore nelle modalità di funzionamento previste dal punto 6.4.1 dell'ASHRAE 90.1-2010.

I rendimenti delle macchine per la produzione di energia termica e frigorifera devono essere verificati rispetto tabelle 6.8.1 A - 6.8.1 K della ASHRAE 90.1-2010.

Per i refrigeratori di liquidi con compressori centrifughi condensati ad acqua, in cui condizioni di prova differiscono da quanto previsto dagli Standard ARI 550/590, dovranno essere eseguiti test conformi e forniti di dati finali in base a quanto stabilito al punto 6.4.1.2 ASHRAE 90.1.2010.

### **1.5 ISTRUZIONI**

---

L'Appaltatore dovrà fornire complete informazioni per la messa a punto, l'esercizio e la manutenzione che includano altresì le prescrizioni di sicurezza per ogni componente degli impianti. In particolare, durante il periodo di garanzia degli impianti, si provvederà all'istruzione del personale tecnico della Committente sull'uso delle apparecchiature, sulla loro programmazione e sulla loro gestione e manutenzione, al fine di consentire il corretto utilizzo degli impianti in maniera totalmente autonoma per le operazioni di ordinaria manutenzione e gestione.

### **1.6 SPEDIZIONE ED IMMAGAZZINAGGIO**

---

Apparecchiature e materiali dovranno essere correttamente immagazzinati, adeguatamente protetti, e maneggiati con cura tale da evitare danneggiamenti, prima e durante l'installazione. Il trasporto, il magazzino, la protezione di apparecchiature e materiali, dovranno avvenire come espressamente raccomandato dal fabbricante. I pezzi che risultassero danneggiati o difettosi dovranno essere sostituiti. Sarà necessario garantire una protezione con teli delle apparecchiature che costituiscono i sistemi di distribuzione dell'aria (sia apparecchiature a deposito che installate). Tutti gli apparati che costituiscono i sistemi aeraulici (canali, bocchette, serrande, unità interne dei sistemi di condizionamento, ecc.) devono arrivare in cantiere impacchettate ermeticamente.

Sarà inoltre onere dell'impresa esecutrice delle opere la protezione con teli sia a terra, dopo lo spaccettamento dell'imballaggio, sia una volta installati in quota, al fine di proteggere le apparecchiature da umidità e polvere.

### **1.7 PRODOTTI DI CATALOGO**

---

I materiali e le apparecchiature, salvo diversamente individuabile dalle specifiche tecniche allegate, dovranno essere preferibilmente normali prodotti di catalogo della produzione standard del fabbricante prescelto per la fornitura e dovranno essere del tipo più recente compatibile con le specifiche richieste. Se vengono richiesti due o più prodotti dello stesso tipo di apparecchiature, essi dovranno essere dello stesso fabbricante. Ciascun componente principale dell'apparecchiatura dovrà portare ben visibile e ben ancorata una targhetta con riportato il nome del fabbricante, l'indirizzo, codice di modello e numero di serie; la sola targhetta con il nome dell'agente rappresentante non dovrà essere accettata.



### 1.8 CAMPIONATURA

---

Qualora richiesto, l'Impresa dovrà provvedere alla campionatura al vero con indicazione di marca, modello, materiale e colore, di tutti gli impianti a vista esterni ed interni, elettrici, idrici e meccanici, comprese le bocchette, i diffusori, i ventilconvettori, i radiatori, le griglie e i grigliati, il tutto da sottoporre preventivamente all'esecuzione delle opere all'approvazione della D.L. e D.A.

### 1.9 REQUISITI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI A SERVIZIO DEGLI IMPIANTI MECCANICI

---

La fornitura del materiale elettrico avverrà insieme a quelle apparecchiature cui sono destinati e dovranno rispondere ai requisiti previsti nel Capitolato d'Appalto per l'esecuzione degli impianti elettrici allegato al contratto.

### 1.10 RUMOROSITA' DEI MACCHINARI

---

Il rumore generato dai macchinari dovrà essere conforme a quanto richiesto da :

- D.P.C.M. 1/3/91 "Limiti massimi di esposizione al rumore nell'ambiente esterno",
- D. Leg. n°277 del 15/8/91 "attuazione delle direttive CEE in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici fisici e biologici durante il lavoro",
- Legge 26/10/1995 N°447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico",
- Decreto 11/11/1996 "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo",
- D.P.C.M. 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore",
- D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici",
- Decreto 31/10/97 "Metodologia di misura del rumore aeroportuale",
- Decreto 16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico".

Le verifiche relative ai rumori presenti all'interno ed all'esterno dei fabbricati, in contraddittorio con la D.L. e le eventuali necessarie opere di insonorizzazione dovranno essere a totale carico dell'aggiudicatario della gara d'appalto.

### 1.11 CONDIZIONE DI ACCETTAZIONE

---

I materiali, le apparecchiature e le forniture da impiegare nelle opere da eseguire, dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, avranno le caratteristiche stabilite dalle leggi vigenti in materia e corrisponderanno alla specifica normativa del presente Capitolato o degli altri atti contrattuali. Allo scopo di meglio precisare i livelli di qualità al di sotto dei quali l'Impresa esecutrice non deve scendere, si indicano negli articoli che seguono i principali requisiti dei materiali e delle apparecchiature costituenti gli impianti.

L'impresa esecutrice farà in modo che tutti i materiali e le apparecchiature che abbiano, durante il corso dei lavori, le medesime caratteristiche riconosciute ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

### 1.12 ORDINE DEI LAVORI

---

La Ditta Appaltatrice svilupperà i lavori in fase successive in accordo all'ordine delle lavorazioni indicato nel capitolato edile.

La Ditta Appaltatrice manterrà aggiornata quotidianamente una copia dei disegni degli impianti, con i reali percorsi delle tubazioni e dei canali installati e gli esatti posizionamenti delle diverse apparecchiature.

Al termine dei lavori, l'esatto stato di fatto dovrà essere trasferito, a carico della Ditta Appaltatrice, su supporto informatico e dovrà essere consegnato alla Direzione Lavori che provvederà a recapitarne una copia alla Committenza ed ad archiviare gli originali, in modo tale da avere sempre a disposizione la situazione di fatto indispensabile alla realizzazione di eventuali modifiche o adeguamenti futuri.

### 1.13 MODALITA' DI ESECUZIONE LAVORI

Tutti i lavori dovranno essere eseguiti secondo le migliori regole d'arte e le prescrizioni della Direzione Lavori in modo che l'impianto risponda perfettamente a tutte le condizioni stabilite nel presente Capitolato di Appalto.

L'esecuzione dei lavori dovrà essere coordinata e subordinata alle esigenze e soggezioni di qualsiasi genere che possano sorgere dalla contemporanea esecuzione di tutte le altre opere dell'edificio, affidate ad altre Ditte.

La Ditta assuntrice dovrà essere pienamente responsabile e dovrà rispondere economicamente degli eventuali danni arrecati, per fatto proprio o dei propri dipendenti, alle opere dell'edificio.

### 1.14 REQUISITI E DATI DI PROGETTO

Per quanto concerne i dati di progetto si rimanda alla relazione descrittiva, alla relazione di calcolo ed alle schede tecnico-descrittive relative agli impianti meccanici facenti parte integrante del presente Capitolato le caratteristiche tecniche dei materiali e delle apparecchiature installate, nonché le rispettive modalità di posa in opera, dovranno essere uniformi a quanto contenuto nelle specifiche tecniche di cui ai successivi capitoli.

In alternativa l'appaltatore potrà fare ricorso agli *European Alternative Compliance Path – Mandatory Provisions of ashrae 90.1-2010*.

### 1.15 GARANZIA DELLE OPERE

L'Appaltatore ha l'obbligo di garantire tutti gli impianti e le opere, sia per la qualità dei materiali e delle apparecchiature, sia per il montaggio sia, infine, per il regolare funzionamento, per un periodo di tempo di un anno dalla data di approvazione del certificato di collaudo.

Pertanto, fino al termine di tale periodo di garanzia, l'Appaltatore dovrà riparare tempestivamente ed a sue spese, tutti i guasti e le imperfezioni che si verificassero negli impianti per effetto della non buona qualità dei materiali o per difetto di montaggio o di funzionamento, escluse soltanto le riparazioni dei danni che non possono attribuirsi all'ordinario esercizio degli impianti, ma per evidente imperizia o negligenza del personale dell'Ente stesso che ne fa uso, oppure a cattiva qualità dei combustibili impiegati od a normale usura.

Nel caso in cui l'Appaltatore, durante il periodo di garanzia, venisse richiamato per procedere all'eliminazione di difetti o manchevolezze di qualsiasi natura e genere successivamente agli interventi, dovranno essere nuovamente effettuate, a sue spese, le prove preliminari ed il collaudo degli impianti interessati; l'Appaltatore dovrà essere obbligato a ripristinare quanto dovuto rimuovere e/o manomettere per eseguire le sostituzioni, incluse le opere murarie, fatto salvo il diritto della Stazione Appaltante alla richiesta di risarcimento per gli eventuali danni subiti.

### 1.16 MANUALE DI USO E MANUTENZIONE

È prescritta la fornitura di manuali di uso e manutenzione per ciascun componente delle apparecchiature installate. Tali manuali dovranno essere in triplice copia e contenuti in raccoglitori rilegati. Una delle copie dovrà essere consegnata prima che si effettuino le prove di collaudo degli apparecchi, le altre prima della conclusione del contratto.

Il manuale dovrà essere provvisto di un indice dei contenuti e dovrà essere impaginato secondo tale indice con le indicazioni di riferimento poste prima delle istruzioni pertinenti. Queste ultime dovranno essere leggibili e di facile consultazione. Il manuale dovrà comprendere:

- schemi contenenti i dati esplicativi per l'uso ed il controllo di ogni componente;
- la descrizione della funzione di ogni componente principale;
- la procedura per l'avviamento e quella per il funzionamento;
- le istruzioni per l'arresto;
- le istruzioni per l'installazione;
- le istruzioni per la manutenzione.
- gli elaborati grafici quali piante, sezioni, schemi funzionali di flusso e di regolazione

La parte della lista riguardante le apparecchiature dovrà indicare le fonti di acquisto, i pezzi di ricambio raccomandati e l'organizzazione di assistenza che sia più razionalmente conveniente in riferimento all'ubicazione dell'installazione.

Il manuale dovrà essere completo per tutto quanto riguarda le apparecchiature, i controlli, gli accessori e tutte le aggiunte necessarie per una corretta installazione.

#### **1.17 DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ E STATO DI FATTO**

---

A lavori ultimati l'Appaltatore dovrà consegnare tutti i disegni as-built su supporto magnetico, quotati, generali e particolari, delle opere eseguite; i detti disegni dovranno essere aggiornati in modo da lasciare un'esatta documentazione di come sono state realizzate realmente le opere.

Dovranno inoltre essere forniti i certificati di collaudo, la garanzia delle ditte fornitrici, dichiarazioni di conformità ai sensi della Ex-Legge n.46/90 e del DM. Nr.37 del 22/01/08 e le schede tecniche di tutti i materiali ed apparecchiature installati.

#### **1.18 ETICHETTATURA ED APPOSIZIONE DEI CONTRASSEGNI DI IDENTIFICAZIONE**

---

Tutti i circuiti ed i componenti dovranno essere facilmente identificabili mediante etichettatura che indichi il componente in riferimento ai disegni AS-BUILT, frecce di colore diverso che indichino i flussi dei fluidi, nomenclatura dei circuiti, ecc.

Il sistema di identificazione proposto dovrà essere preventivamente sottoposto all'approvazione della D.L.

# 1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

## 1.1 IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE

<b>D.P.R. 412/93</b>	Regolamento recante le norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi energetici in attuazione all' Art.4 – Comma 4 – della Legge 9 Gennaio 1991 nr.10
<b>D.L. nr. 192 19/08/2005</b>	Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia
<b>D.L. nr. 311 29/12/2006</b>	Disposizioni correttive ed integrative al Decreto Legislativo 19 agosto 2005 n° 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia
<b>Dlgs nr. 28 del 03/03/2011</b>	Attuazione della direttiva del 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle Direttiva 2001/77/CE e 2003/30/CE.
<b>DPR nr.59 del 2/04/2009</b>	Decreto attuativo DLgs 192/05
<b>D.M. 26 Giugno 2015</b>	Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.
<b>Norma UNI 10351:2021</b>	Materiali e prodotti per l'edilizia – Proprietà termo igrometriche – Procedura per la scelta dei valori di progetto
<b>Norma UNI 10355:1994</b>	Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.
<b>Norma UNI EN ISO 52016-1:2018</b>	Prestazione energetica degli edifici - Fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti - Parte 1: Procedure di calcolo
<b>Norma UNI EN ISO 52120-1:2022</b>	Prestazione energetica degli edifici - Contributo dell'automazione, del controllo e della gestione tecnica degli edifici - Parte 1: Quadro generale e procedure
<b>Norma UNI EN ISO 52120-2:2023</b>	Prestazione energetica degli edifici - Contributo dell'automazione, del controllo e della gestione tecnica degli edifici - Parte 2: Spiegazione e giustificazione della ISO 52120-1
<b>Norma UNI EN ISO 10077-1:2018</b>	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1: Generalità
<b>Norma UNI EN ISO 10077-2:2018</b>	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 2: Metodo numerico per i telai
<b>Norma UNI EN 15316/1:2018</b>	Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo delle richieste di energia e delle efficienze del sistema - Parte 1: Generalità ed espressione della prestazione energetica, Moduli M3-1, M3-4, M3-9, M8-1, M8-4
<b>Norma UNI EN 15316/2:2018</b>	Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo delle richieste di energia e delle efficienze del sistema - Parte 2: Sistemi di emissione in ambiente (riscaldamento e raffrescamento), Moduli M3-5, M4-5
<b>Norma UNI EN 15316/3:2018</b>	Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo delle richieste di energia e delle efficienze del sistema - Parte 3: Sistemi di distribuzione in ambiente (acqua calda sanitaria, riscaldamento e raffrescamento), Modulo M3-6, M4-6, M8-6
<b>Norma UNI EN 15316/4:2018</b>	Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo delle richieste di energia e delle efficienze del sistema.
<b>Norma UNI EN 15316/5:2018</b>	Prestazione energetica degli edifici - Metodo di calcolo delle richieste di energia e delle efficienze del sistema - Parte 5: Sistemi



	di accumulo per riscaldamento e acqua calda sanitaria (non raffrescamento), Moduli M3-7, M8-7
<b>Norma UNI 10349/1:2016</b>	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 1: Medie mensili per la valutazione della prestazione termo-energetica dell'edificio e metodi per ripartire l'irradianza solare nella frazione diretta e diffusa e per calcolare l'irradianza solare su di una superficie inclinata
<b>Norma UNI TR10349/2:2016</b>	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 2: Dati di progetto
<b>Norma UNI 10349/3:2016</b>	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 3: Differenze di temperatura cumulate (gradi giorno) ed altri indici sintetici
<b>Norma UNI 10375</b>	Metodo di calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti
<b>Norma UNI 10412-1:2006</b>	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
<b>UNI TS 11300/1:2014</b>	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
<b>UNI TS 11300/2:2019</b>	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali
<b>UNI TS 11300/3:2010</b>	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva
<b>UNI TS 11300/4:2016</b>	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
<b>UNI TS 11300/5:2016</b>	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 5: Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili
<b>UNI TS 11300/6:2016</b>	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 6: Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili
<b>UNI TR 11552:2014</b>	Abaco delle strutture costituenti l'involucro opaco degli edifici – parametri termofisici
<b>Norma UNI 5364:1976</b>	Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Regole per la presentazione dell'offerta e per il collaudo.
<b>Norma UNI EN 442/1:2015</b>	Radiatori e convettori - Parte 1: Specifiche tecniche e requisiti
<b>Norma UNI EN 442/2:2015</b>	Radiatori e convettori - Parte 2: Metodi di prova e valutazione
<b>Norma UNI 8364-1/2007</b>	Impianti di riscaldamento - Parte 1: Esercizio
<b>Norma UNI 8364-2/2007</b>	Impianti di riscaldamento - Parte 2: Conduzione
<b>Norma UNI 8364-3/2007</b>	Impianti di riscaldamento - Parte 3: Controllo e manutenzione
<b>Norma UNI EN 1434/1:2022</b>	Contatori di calore – Requisiti generali
<b>Norma UNI EN 1434/2:2022</b>	Contatori di calore – Requisiti costruttivi
<b>Norma UNI EN 12098/1:2023</b>	Prestazione energetica degli edifici - Controllo per impianti di riscaldamento - Parte 1: Dispositivi di controllo per gli impianti di riscaldamento ad acqua calda - Moduli M3-5, 6, 7, 8
<b>Norma UNI EN 12098/3:2023</b>	Prestazione energetica degli edifici - Controllo per impianti di riscaldamento - Parte 3: Dispositivi di controllo per gli impianti di riscaldamento elettrici - Moduli M3-5, 6, 7, 8

<b>Norma UNI EN 215:2019</b>	Valvole termostatiche per radiatori - Requisiti e metodi di prova
<b>Norma UNI 9511/1:1989</b>	Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per impianti di condizionamento dell'aria, riscaldamento, ventilazione, idrosanitari, gas per uso domestico.
<b>Norma UNI 9511/2:1989</b>	Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per apparecchi e rubinetteria sanitaria.
<b>Norma UNI 9511/3:1989</b>	Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per la regolazione automatica
<b>Norma UNI 9511/4:1989</b>	Disegni tecnici. Rappresentazione delle installazioni. Segni grafici per impianti di refrigerazione.
<b>Norma UNI EN 837/1:1998</b>	Manometri - Raccomandazioni per la selezione e l'installazione dei manometri.
<b>Norma UNI EN 378/1:2021</b>	Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 1: Requisiti di base, definizioni, criteri di classificazione e selezione
<b>Norma UNI EN 378/2:2017</b>	Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 2: Progettazione, costruzione, prova, marcatura e documentazione
<b>Norma UNI EN 378/3:2021</b>	Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 3: Sito di installazione e protezione delle persone
<b>Norma UNI EN 378/4:2020</b>	Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 4: Conduzione, manutenzione, riparazione e recupero
<b>Norma UNI EN 14511-1:2022</b>	Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 1: Termini, definizioni e classificazione
<b>Norma UNI EN 14511-2:2022</b>	Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 2: Condizioni di prova
<b>Norma UNI EN 14511-3:2022</b>	Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 3: Metodi di prova
<b>Norma UNI EN 14511-4:2022</b>	Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 4: Requisiti operativi, marcatura e istruzioni
<b>Norma UNI EN ISO 16890-1:2017</b>	Filtri d'aria per ventilazione generale - Parte 1: Specifiche tecniche, requisiti e sistema di classificazione dell'efficienza basato sul particolato (ePM)
<b>Norma UNI 10339:2007</b>	Impianti aeraulici al fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.
<b>Norma UNI EN 16798/3:2018</b>	Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 3: Per gli edifici non residenziali - Requisiti prestazionali per i sistemi di ventilazione e di condizionamento degli ambienti (Moduli M5-1, M5-4)
<b>Norma UNI 10551:2019</b>	Ergonomia degli ambienti termici - Valutazione dell'influenza dell'ambiente termico mediante scale di giudizio soggettivo
<b>Norma UNI 12237:2004</b>	Ventilazione degli edifici - Reti delle condotte - Resistenza e tenuta delle condotte circolari di lamiera metallica
<b>Norma UNI 15780:2011</b>	Ventilazione degli edifici - Condotti - Pulizia dei sistemi di ventilazione
<b>Norma UNI 13403:2004</b>	Ventilazione degli edifici - Condotti non metallici - Rete delle condotte realizzata con pannelli di materiale isolante
<b>D.M. 31/03/2003</b>	Requisiti di reazione al fuoco dei materiali per condotte di distribuzione dell'aria





<b>Legge n°3 16/01/2003</b>	Disposizioni ordinamentali in materia di pubblica amministrazione, per i locali fumatori.
<b>Norma UNI ISO 5252:1981</b>	Tubi di acciaio. Sistemi di tolleranze
<b>Norma UNI EN 10216/1:2014</b>	Tubi di acciaio senza saldatura per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura - Parte 1: Tubi di acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente
<b>Norma UNI EN 10217/1:2019</b>	Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura - Parte 1: Tubi di acciaio non legato per impiego a temperatura ambiente
<b>Norma UNI EN 10220:2003</b>	Tubi di acciaio saldati senza saldatura – Dimensioni e masse lineiche.
<b>Norma UNI 10224:2006</b>	Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi - Condizioni tecniche di fornitura
<b>Norma UNI EN 10255:2007</b>	Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura - Condizioni tecniche di fornitura
<b>Norma UNI EN 1057:2010</b>	Rame e leghe di rame. Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento.
<b>Norma UNI EN 12449:2023</b>	Rame e leghe di rame - Tubi tondi senza saldatura per usi generali
<b>Norma UNI EN 1254/1:2021</b>	Rame e leghe di rame - Raccorderia idraulica - Parte 1: Raccordi per tubazioni di rame con terminali atti alla saldatura o brasatura capillare
<b>Norma UNI EN 1254/2:2021</b>	Rame e leghe di rame - Raccorderia idraulica - Parte 2: Raccordi per tubazioni di rame con terminali a compressione
<b>Norma UNI EN 1254/3:2021</b>	Rame e leghe di rame - Raccorderia idraulica - Parte 3: Raccordi per tubazioni di plastica con terminali a compressione
<b>Norma UNI EN 1254/4:2021</b>	Rame e leghe di rame - Raccorderia idraulica - Parte 4: Raccordi filettati
<b>Norma UNI EN 1254/6:2012</b>	Rame e leghe di rame - Raccorderia idraulica - Parte 6: Raccordi ad innesto rapido per utilizzo con tubi metallici, rivestiti e multistrato nonché tubi di plastica
<b>Norma UNI EN 1254/8:2012</b>	Rame e leghe di rame - Raccorderia idraulica - Parte 8: Raccordi a pressare per utilizzo con tubi di plastica e multistrato
<b>Norma UNI ISO 21003/1:2009</b>	Sistemi di tubazioni multistrato per le installazioni di acqua calda e fredda all'interno degli edifici - Parte 1: Generalità
<b>Norma UNI ISO 21003/2:2011</b>	Sistemi di tubazioni multistrato per le installazioni di acqua calda e fredda all'interno degli edifici - Parte 2: Tubi
<b>Norma UNI ISO 21003/3:2022</b>	Sistemi di tubazioni multistrato per le installazioni di acqua calda e fredda all'interno degli edifici - Parte 3: Raccordi
<b>Norma UNI ISO 21003/5:2009</b>	Sistemi di tubazioni multistrato per le installazioni di acqua calda e fredda all'interno degli edifici - Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema
<b>Norma UNI CEN ISO/TS 21003/7:2019</b>	Sistemi di tubazioni multistrato per le installazioni di acqua calda e fredda all'interno degli edifici - Parte 7: Guida alla valutazione di conformità
<b>Norma ISO/TR 10358:2021</b>	Plastics pipes and fittings -- Combined chemical-resistance classification table
<b>Norma UNI 8199:2016</b>	Acustica in edilizia - Collaudo acustico di impianti a servizio di unità immobiliari - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione all'interno degli ambienti serviti
<b>Norma UNI 9432:2011</b>	Acustica - Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell'ambiente di lavoro
<b>D.P.C.M. 01/03/1991</b>	Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno
<b>Legge 26/10/1995</b>	Legge quadro sull'inquinamento acustico

<b>D.P.C.M. 14/11/1997</b>	Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore.
<b>D.P.C.M. 05/12/1997</b>	Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici.
<b>D.M. 16/03/1998</b>	Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico

## 1.2 IMPIANTO IDRICO-SANITARIO

<b>Norma UNI 4543-1</b>	Apparecchi sanitari di ceramica – Limiti di accettazione della massa ceramica e dello smalto
<b>Norma UNI 5634</b>	Sistemi di identificazione delle tubazioni e canalizzazioni convoglianti fluidi
<b>Norma UNI EN 31</b>	Lavabi – Quote di raccordo
<b>Norma UNI EN 33</b>	Vasi a pavimento a cacciata, con cassetta appoggiata – Quote di raccordo
<b>Norma UNI EN 35</b>	Bidet a pavimento con alimentazione sopra il bordo – Quote di raccordo
<b>Norma UNI EN 200</b>	Rubineria sanitaria – Rubinetti singoli e miscelatori per sistemi di adduzione acqua di tipo 1 e 2 – Specifiche tecniche generali
<b>Norma UNI EN 232</b>	Vasche da bagno – Quote di raccordo
<b>Norma UNI EN 246</b>	Rubineria sanitaria – Specifiche tecniche generali per i regolatori di getto
<b>Norma UNI EN 251</b>	Piatti doccia – Quote di raccordo
<b>Norma UNI EN 274</b>	Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari
<b>Norma UNI EN 695</b>	Lavelli da cucina – Quote di raccordo
<b>Norma UNI EN 806-1</b>	Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano – Parte 1: Generalità
<b>Norma UNI EN 806-2</b>	Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano – Parte 2: Progettazione
<b>Norma UNI EN 806-3</b>	Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano – Parte 3: Dimensionamento delle tubazioni - Metodo semplificato
<b>Norma UNI EN 806-4</b>	Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano – Parte 4: Installazione
<b>Norma UNI EN 806-5</b>	Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano – Parte 5: Esercizio e manutenzione
<b>Norma UNI EN 816</b>	Rubineria sanitaria – Rubinetti a chiusura automatica PN 10
<b>Norma UNI EN 817</b>	Rubineria sanitaria – Miscelatori meccanici (PN 10)
<b>Norma UNI EN 997</b>	Apparecchi sanitari – Vasi indipendenti e vasi abbinati a cassetta, con sifone integrato
<b>Norma UNI EN 1111</b>	Rubineria sanitaria - Miscelatori termostatici (PN 10) – Specifiche tecniche generali
<b>Norma UNI EN 1112</b>	Rubineria sanitaria - Dispositivi uscita doccia per rubineria sanitaria per sistemi di adduzione acqua di tipo 1 e 2 – Specifiche tecniche generali
<b>Norma UNI EN 1113</b>	Rubineria sanitaria - Flessibili doccia per rubineria sanitaria per sistemi di adduzione acqua di tipo 1 e 2 – Specifiche tecniche generali
<b>Norma UNI EN 1286</b>	Rubineria sanitaria – Miscelatori meccanici a bassa pressione – Specifiche tecniche generali



<b>Norma UNI EN 1287</b>	Rubinerteria sanitaria – Miscelatori termostatici a bassa pressione – Specifiche tecniche generali
<b>Norma UNI EN 1717</b>	Protezione dall'inquinamento dell'acqua potabile negli impianti idraulici e requisiti generali dei dispositivi atti a prevenire l'inquinamento da riflusso
<b>Norma UNI 9182</b>	Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Progettazione, installazione e collaudo
<b>Norma UNI EN 12541</b>	Rubinerteria sanitaria – Valvole per cassette e orinatoi a chiusura automatica PN 10
<b>Norma UNI EN 12729</b>	Dispositivi per la prevenzione dell'inquinamento da riflusso dell'acqua potabile – Disconnettori controllabili con zona a pressione ridotta – Famiglia B – Tipo A
<b>Norma UNI EN 13310</b>	Lavelli da cucina – Requisiti funzionali e metodi di prova
<b>Norma UNI EN 13618</b>	Tubazioni flessibili per impianti di acqua destinata al consumo umano – Requisiti funzionali e metodi di prova
<b>Norma UNI EN 13407</b>	Orinatoi a parete – Requisiti funzionali e metodi di prova
<b>Norma UNI EN 14055</b>	Cassette di scarico per vasi ed orinatoi
<b>Norma UNI EN 14124</b>	Valvole di ingresso per cassette con troppopieno interno
<b>Norma UNI EN 14154</b>	Contatori d'acqua
<b>Norma UNI EN 14516</b>	Vasche da bagno per impieghi domestici
<b>Norma UNI EN 14527</b>	Piatti doccia per impieghi domestici
<b>Norma UNI EN 14528</b>	Bidet – Requisiti funzionali e metodi di prova
<b>Norma UNI EN 14688</b>	Apparecchi sanitari – Lavabi - Requisiti funzionali e metodi di prova
<b>Norma UNI EN 15091</b>	Rubinerteria sanitaria – Rubinerteria sanitaria ad apertura e chiusura elettronica
<b>Norma UNI EN 16145</b>	Rubinerteria sanitaria - Docce estraibili per lavello e miscelatori lavabo – Specifiche tecniche generali
<b>Norma UNI EN 16146</b>	Rubinerteria sanitaria – Flessibili doccia estraibili per rubinerteria sanitaria per i sistemi di alimentazione di tipo 1 e 2 – Specifiche tecniche generali
<b>Norma UNI EN ISO 9906</b>	Pompe rotodinamiche – Prove di prestazioni idrauliche e criteri di accettazione – Livelli 1 e 2

### 1.3 IMPIANTO DI SCARICO

<b>Norma UNI TS 11445</b>	Impianti per la raccolta e utilizzo dell'acqua piovana per usi diversi dal consumo umano - Progettazione, installazione e manutenzione
<b>Norma UNI EN 12056-1</b>	Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Requisiti generali e prestazioni
<b>Norma UNI EN 12056-2</b>	Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo
<b>Norma UNI EN 12056-3</b>	Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo
<b>Norma UNI EN 12056-4</b>	Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Stazioni di pompaggio di acque reflue – Progettazione e calcolo
<b>Norma UNI EN 12056-5</b>	Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Installazione e prove, istruzioni per l'esercizio, la manutenzione e l'uso

## 1.4 IMPIANTO GAS TECNICI

<b>Norma UNI EN ISO 7396-1</b>	Impianti di distribuzione dei gas medicali - Parte 1: Impianti di distribuzione dei gas medicali compressi e per vuoto
<b>Norma UNI EN ISO 7396-2</b>	Impianti di distribuzione dei gas medicali - Parte 2: Impianti di evacuazione dei gas anestetici
<b>Norma UNI 11100</b>	Guida alle prove di accettazione ed alle verifiche periodiche, di sicurezza e di prestazione dei dispositivi medici
<b>Norma UNI EN 13348</b>	Tubi di rame tondi senza saldatura per gas medicali o per vuoto
<b>Direttiva 93/42/CE (D.Lgs 46/97)</b>	Direttiva Dispositivi medici
<b>Norma UNI EN ISO 10524-2</b>	Riduttori di pressione per l'utilizzo con i gas medicali - Parte 2: Riduttori di pressione di centrale e di linea
<b>Norma UNI 9507</b>	Impianti di distribuzione dei gas per uso medico: Unità terminali
<b>Norma UNI EN ISO 9170-1</b>	Unità terminali per impianti di distribuzione dei gas medicali - Parte 1: Unità terminali per l'utilizzo con gas medicali compressi e vuoto
<b>Norma UNI EN ISO 9170-2</b>	Unità terminali per impianti di distribuzione dei gas medicali - Parte 1: Unità terminali per impianti di evacuazione dei gas anestetici
<b>Norma AFNOR FD S 90-155</b>	Systemes de distribution pour gas medicoux comprime set vide

---

## 2 VERIFICHE, PROVE, COLLAUDI, DICHIARAZIONI, AS-BUILT

---

Ad impianto ultimato si provvederà alle seguenti verifiche di collaudo:

- Rispondenza alle disposizioni di Legge;
- Rispondenza a prescrizioni particolari concordate in sede di offerta;
- Rispondenza alle Norme CEI relative al tipo di impianto, come di seguito descritto.

### 2.1 ESAME A VISTA

---

Dovrà essere eseguita una ispezione visiva per accertarsi che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle Norme generali e delle Norme particolari riferitesi all'impianto installato. Detto controllo accerterà che i materiali e le apparecchiature che costituiscono gli impianti siano conformi alle relative Norme e non presentino danni visibili che possano compromettere la sicurezza. Tali controlli avranno inizio durante il corso dei lavori.

### 2.2 VERIFICA DEI COMPONENTI

---

Si verificherà che tutti i componenti degli impianti messi in opera nell'impianto siano del tipo adatto alle condizioni di posa e alle caratteristiche dell'ambiente.

### 2.3 COLLAUDI

---

#### 2.3.1 Norme tecniche di collaudo

L'impianto in oggetto dovrà essere sottoposto ad una serie di collaudi nel tempo tendenti ad accertare il pieno rispetto delle presenti prescrizioni tecniche nonché la sua effettiva funzionalità.

I fluidi e l'energia necessari alla fase di collaudo sono a carico dell'appaltatore.

Per ogni prova di seguito descritta, l'Impresa dovrà redigere un verbale ufficiale da sottoporre alla D.L. e catalogare in appositi raccoglitori.

Il programma delle prove di collaudo dovrà essere preventivamente comunicato alla D.L. che si riserva la facoltà di presenziare.

#### 2.3.2 Verifiche e prove preliminari

Le prove che verranno specificate dovranno essere eseguite durante l'esecuzione dei lavori e comunque entro un mese dal montaggio e dalla regolazione di ogni singola parte di impianto.

La verifica e le prove preliminari di cui sopra dovranno essere eseguite dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Impresa installatrice.

Il Direttore dei Lavori, ove trovasse da eccepire in ordine ai risultati delle prove preliminari, in quanto non conformi alle prescrizioni del presente capitolato, emetterà il verbale di ultimazione dei lavori solo dopo aver accertato, facendone esplicita dichiarazione nel verbale stesso, che da parte dell'Impresa sono state eseguite tutte le modifiche, aggiunte, riparazioni e sostituzioni necessarie per il perfetto funzionamento degli impianti.

L'esito favorevole delle verifiche e delle prove preliminari non costituiranno per l'Impresa titolo di esonero dalle garanzie che devono essere soddisfatte dopo il collaudo.

Le prove si distinguono in:

#### 2.3.3 Prove preliminari

Le verifiche qualitative e quantitative delle parti costituenti gli impianti, nonché le prove preliminari di cui di seguito, dovranno essere effettuate, alla presenza della Direzione Lavori, durante l'esecuzione degli impianti stessi ed in modo che esse risultino completate prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori.

Gli esiti di ciascuna prova preliminare dovranno essere oggetto di specifico verbale sottoscritto dall'Impresa installatrice e dal Direttore dei lavori.

Le verifiche preliminari dovranno accertare che la fornitura dei materiali e delle apparecchiature costituenti gli impianti corrisponda alle prescrizioni contrattuali.

Le prove preliminari dovranno eseguirsi appena ultimato ciascun impianto, dopo che l'Impresa avrà fornito alla D.L. i disegni completi delle installazioni eseguite, e, possibilmente, prima dell'ultimazione delle opere murarie. Dovranno essere eseguite le seguenti prove:

#### **2.3.3.1 Prova idrostatica a freddo:**

Da eseguirsi durante la realizzazione degli impianti, ed in ogni caso a ciascun impianto ultimato, prima di effettuare le prove di cui al successivo punto b), per una durata non inferiore a 4 ore, ad una pressione minima pari ad una volta e mezza quella di esercizio; tale pressione dovrà essere mantenuta per il tempo necessario per l'ispezione del complesso di tubazioni. L'esito della prova si riterrà positivo in mancanza di perdite o di deformazioni permanenti.

#### **2.3.3.2 Prova di tenuta, di dilatazione e di circolazione a caldo**

Da effettuarsi dopo che sia stata eseguita la prova di cui al precedente punto a). Si dovrà portare a 50°C la temperatura dell'acqua nell'impianto e comunque non inferiore alla temperatura di progetto, mantenendola per il tempo necessario per l'ispezione di tutto il complesso delle tubazioni, dei corpi scaldanti e delle apparecchiature in genere.

L'ispezione dovrà essere iniziata quando la rete avrà raggiunto lo stato di regime col suindicato valore massimo di temperatura dell'acqua. L'esito della prova si riterrà positivo quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a perdite o a deformazioni permanenti, e dopo aver accertato che la capacità del vaso di espansione è in grado di contenere tutta la variazione di volume.

Dopo aver eseguito le prove di dilatazione termica dovrà essere eseguita una ulteriore prova idrostatica a freddo, secondo la procedura indicata in a). Quindi si effettuerà la prova di circolazione il cui esito potrà ritenersi positivo quando, ad un determinato valore di temperatura dell'acqua di mandata, fissata dal Direttore dei Lavori, si verificherà una circolazione uniforme in tutti i corpi scaldanti.

### **2.3.4 Collaudi definitivi**

Il collaudo degli impianti di climatizzazione estiva ed invernale si dovrà effettuare nelle stagioni successive alla data di ultimazione dei lavori, almeno due mesi dopo il completamento dell'edificio, non prima che gli impianti abbiano funzionato regolarmente per i due mesi antecedenti il collaudo stesso.

#### **2.3.4.1 Collaudo in regime invernale degli impianti di climatizzazione**

Le operazioni di collaudo dovranno essere effettuate esclusivamente nel periodo compreso tra il 10 dicembre ed il 28 febbraio e non dovranno aver luogo al verificarsi delle seguenti condizioni:

- se in un periodo di tempo nel quale, per diversi giorni successivi, la temperatura media esterna abbia subito variazioni notevoli;
- se la temperatura esterna media dell'aria nel giorno del collaudo supera quella contrattuale del 20% del salto termico tra le temperature interna ed esterna stabilite in contratto;
- se la temperatura esterna media dell'aria nel giorno del collaudo risulta minore di quella contrattuale del 20% del salto termico tra le temperature interna ed esterna stabilite in contratto.

Il collaudo degli impianti in fase di riscaldamento dovrà essere costituito dal controllo effettuato a mezzo di misurazioni:

- dei valori delle temperature raggiunte nell'interno dei locali in corrispondenza di determinati valori della temperatura esterna e delle temperature dell'acqua all'uscita e all'entrata dallo scambiatore di calore;
- del funzionamento della sottocentrale e di tutti i restanti apparecchi e macchinari in questa non compresi, facendo particolare riferimento alle capacità delle varie parti dell'impianto di soddisfare alle esigenze del funzionamento in condizioni di potenza massima garantita.

Per temperatura interna di un locale, ad impianto completamente funzionante, dovrà intendersi quella dell'aria misurata nella parte centrale di esso, ad una altezza di 1,50 m dal pavimento, ed in modo che l'elemento sensibile dello strumento sia schermato dalla influenza di ogni notevole effetto radiante. Nei grandi locali la temperatura dovrà essere misurata in più punti alla quota suddetta e si dovrà assumere come temperatura interna la media aritmetica delle temperature lette nei singoli punti.



Per temperatura interna media di un locale in un determinato giorno dovrà intendersi il valore corrispondente alla ordinata media del diagramma di registrazione giornaliera della temperatura definita come sopra indicato.

Potrà essere ammessa una tolleranza per i valori di temperatura interna media, rispetto a quelli contrattuali, nell'intervallo da  $-1^{\circ}$  a  $+2^{\circ}\text{C}$ . Per quanto riguarda le tolleranze ammesse per la differenza di temperatura interna media misurata fra punti dello stesso livello, e fra locali contigui, si dovranno rispettare gli stessi valori indicati precedentemente.

Per temperatura esterna media dell'aria in un determinato giorno dovrà intendersi il valore corrispondente all'ordinata media del diagramma di registrazione giornaliera della temperatura definita come sopra indicato. Praticamente tale valore potrà essere ottenuto, con buona approssimazione, come media aritmetica delle seguenti quattro letture: la massima, la minima, quelle delle 8 e quella delle 19.

Le letture delle temperature negli ambienti successive alla prima, potranno limitarsi ad un numero ristretto di ambienti tipici ammettendo convenzionalmente che le eventuali variazioni negli altri locali siano corrispondenti a quelle dei predetti ambienti tipici. I locali riscaldati dovranno trovarsi in condizioni di abitabilità con porte ed infissi principali completamente chiusi; si dovrà avere cura invece che gli infissi secondari o di oscuramento rimangano aperti durante le ore di illuminazione naturale.

L'esercizio normale dell'impianto dovrà essere stato protratto per un periodo, antecedente al collaudo, sufficiente a garantire che sul funzionamento non abbiano effetto eventuali periodi precedenti in cui l'esercizio stesso sia avvenuto con modalità diverse.

Per quanto riguarda gli strumenti di misura da impiegarsi nelle operazioni di collaudo, la precisione del termometro adoperato per la misura della temperatura dell'aria dovrà essere tale da consentire la misura stessa con un errore non maggiore di  $0,2^{\circ}\text{C}$ ; la precisione del termometro adoperato per la misura della temperatura dell'acqua dovrà essere tale da consentire la misura stessa con un errore non maggiore di  $0,5^{\circ}\text{C}$ . Gli eventuali termometri registratori adoperati dovranno essere tarati per confronto con termometri aventi i requisiti sopra specificati.

Un impianto di riscaldamento non potrà essere dichiarato collaudabile per difetto di omogeneità, ove esistano, per cause imputabili all'impianto, differenze sistematiche di temperature tra i vari ambienti maggiore del 10% della differenza tra la temperatura esterna e la temperatura media degli ambienti.

#### *2.3.4.2 Collaudo in regime estivo degli impianti di climatizzazione*

Le operazioni di collaudo dovranno essere effettuate esclusivamente nel periodo compreso tra il 01 Luglio ed il 15 Settembre.

Il collaudo degli impianti di condizionamento dell'aria dovrà essere costituito dal controllo, effettuato a mezzo di misure, dei valori delle grandezze fisiche che hanno influenza sul benessere fisiologico delle persone; anche in mancanza di esplicita citazione nel contratto dovranno essere controllati nella zona occupata dalle persone i valori delle seguenti grandezze: temperatura, umidità relativa, velocità dell'aria e livello di rumore.

Qualora durante le misure di collaudo non si verificassero all'esterno le condizioni termo-igrometriche previste in contratto, per le quali l'impianto e le singole apparecchiature che lo costituiscono devono fornire le massime prestazioni, il collaudatore dovrà eseguire almeno le due seguenti serie di prove curando che le condizioni di funzionamento possano essere considerate a regime entro le tolleranze:

- facendo funzionare al massimo carico tutte le apparecchiature costituenti l'impianto, o nel loro complesso o singolarmente considerate, fino al raggiungimento delle condizioni di regime e si dovranno effettuare le misure sia delle grandezze che interessano la zona occupata dalle persone, sia di quelle attraverso le quali è possibile determinare l'efficienza e la massima prestazione delle singole apparecchiature e delle temperature dei circuiti;
- eseguendo tutte le misure che permettono di accertare se, con le condizioni esterne che si verificano durante il collaudo, l'impianto è atto a realizzare e mantenere quelle interne previste dal contratto.

Da tali misure il collaudatore, adoperando un corrente procedimento di calcolo degli impianti di condizionamento dell'aria, dovrà trarre elementi sufficienti per stabilire se, verificandosi all'esterno le condizioni più onerose previste in contratto, l'impianto è idoneo a realizzare e mantenere in tutti i locali le condizioni desiderate all'interno.

Il collaudatore dovrà inoltre valutare la capacità dell'impianto non solo a raggiungere, ma anche a mantenere le desiderate condizioni di regime malgrado le oscillazioni massime dei carichi che possono

determinare variazioni nel regime stesso; a tal fine dovrà verificare l'efficienza della regolazione provocandone l'intervento e verificando l'effetto prodotto da cause equivalenti a quelle sopra indicate. Per temperatura interna di un ambiente, ad impianto completamente funzionante, dovrà intendersi quella dell'aria misurata nella parte centrale di esso, ad un'altezza di 1,50 m dal pavimento, ed in modo che la parte sensibile dello strumento sia schermata dall'influenza di ogni notevole effetto radiante, per mezzo di una custodia a superficie esterna speculare con fori opportuni, in modo che l'aria vi possa circolare liberamente. La tolleranza ammessa per i valori di temperatura così misurati rispetto a quelli previsti in contratto, dovrà essere pari a  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ .

Durante le prove di funzionamento dopo che l'impianto avrà raggiunto le condizioni di regime e salvo specifica diversa indicazione del contratto, si misurerà la media registrata della temperatura esterna all'ombra, nel periodo stesso delle misure di temperatura interna, da effettuarsi durante le ore più calde del giorno, dalle 12 alle 16.

Qualora nel giorno del collaudo si presentasse notevole scarto della temperatura media esterna, o della umidità relativa, rispetto alla media del giorno precedente, dovrà essere facoltà di ognuna delle due parti di non considerare valide le misure fatte in tali condizioni e di ripetere le prove nei giorni successivi.

#### *2.3.4.3 Collaudo della rete idrica*

Dopo aver riempito d'acqua le condutture ed avere chiuso le estremità con tappi a vite o flange, si dovrà sottoporre a pressione la rete 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 d'intercettazione mantenuti in posizione aperta, saranno provate ad una pressione pari ad almeno 1,5 volte la pressione massima di esercizio dell'impianto e comunque non inferiore a 6 kg/cmq. La pressione di prova sarà letta su manometro inserito a metà altezza delle colonne montanti. Per pressione massima di esercizio si intende la massima pressione per la quale è stato dimensionato l'impianto onde assicurare l'erogazione al rubinetto più alto e più lontano con la contemporaneità prevista e con il battente residuo non inferiore a 10 m.c.a. Il collaudo sarà giudicato positivo se l'impianto, mantenuto al valore della pressione stabilita per 24 ore consecutive, non accuserà perdite.

#### *2.3.4.4 Collaudo della rete di scarico e di sfiato*

Si dovrà collaudare la tenuta dei sifoni degli apparecchi gravanti sulle colonne, quando venga fatto scaricare contemporaneamente il 50% degli apparecchi.

Dopo aver riempito d'acqua i sifoni, tutto l'impianto di scarico e di sfiato sarà collaudato con fumo o con menta piperita.

Qualora sia eseguito il collaudo a tenuta di fumo, il fumo sarà prodotto da una macchina a fumo, mantenuta una pressione uguale a 2,5 cm. di colonna d'acqua per una durata di 15 minuti prima di iniziare l'ispezione. Qualora sia preferito il collaudo con la menta piperita, si dovrà introdurre in ogni linea a colonna, una quantità di 56 grammi di menta piperita.

#### *2.3.4.5 Prove impianti gas tecnici*

Durante l'esecuzione dei lavori ed in modo che risultino completate subito dopo l'ultimazione dei lavori stessi, si devono effettuare le verifiche e le prove preliminari di cui sotto:

- Prove di pressione generali sugli impianti e i vari circuiti saranno eseguite alla pressione di prova uguale a 1,5 volte la pressione di esercizio per la durata di 12 ore, verificando che non ci siano perdite o deformazioni.
- Verifica delle portate e della pressione di erogazione in condizioni di esercizio secondo i coefficienti di contemporaneità previsti nei dati tecnici di progetto.
- Verifica della rispondenza fra il gas erogato e il tipo di presa.



### 3 SPECIFICHE DELLE TUBAZIONI

#### 3.1 TUBAZIONI IN ACCIAIO

Le tubazioni in acciaio per la realizzazione dell'impianto di climatizzazione estiva ed invernale, dovranno essere in acciaio nero trafilato secondo UNI EN 10255:2007 serie media per diametri fino a 4" (DN100) e secondo UNI EN 10216-1:2014 per tubazioni di diametro superiore.

- Per diametri da 1/2" sino a 4" (DN100).

DIAMETRI	TUBO NON FILETTATO ESTREMITA' LISCE	TUBO FILETTATO CON MANICOTTO
Pollici [inch]	Peso [kg/m]	Peso [kg/m]
1/2"	1.080	1.090
3/4"	1.390	1.400
1"	2.200	2.220
1"1/4	2.820	2.850
1"1/2	3.240	3.280
2"	4.490	4.560
2"1/2	5.810	5.930
3"	7.650	7.820
4"	11.000	11.300

Tabella 1. Caratteristiche tubazioni in acciaio UNI EN 10255:2007

- Per diametri da DN 125 (5") sino a DN 400.

DIAMETRO NOMINALE	DIAMETRO EST. [mm]	SPESSORE A Norma UNI 10216-1 [mm]	PESO [kg/m]
DN 125 (5")	139,7	4,0	13,5
DN 150 (6")	168,3	4,5	18,1
DN 200 (8")	219,1	5,9	31,0
DN 250 (10")	273,0	6,3	41,6
DN 300 (12")	323,9	7,1	55,6
DN 350 (14")	355,6	8,0	68,3
DN 400 (16")	406,4	8,8	85,9

Tabella 2. Diametri tubazioni in acciaio DN>125

Tubi neri d'acciaio lisci commerciali senza saldatura d'acciaio Fe 330, secondo norme UNI-EN 10216:2014 (nelle varie caratteristiche di temperatura ammissibili), prevedendo solo i sopraelencati diametri; in alternativa UNI EN 10216-1:2014 Fe 320 nei medesimi diametri nominali.

Le flange saranno del tipo a saldare di testa UNI EN 1092:2013 e seguenti secondo la pressione nominale d'esercizio. Le flange cieche saranno rispondenti alla norma UNI EN 1092:2013. Tutte le flange dovranno avere il risalto di tenuta UNI EN 1092-1:2018 ed il diametro esterno del collarino corrispondente al diametro esterno della tubazione (ISO). Le guarnizioni da usare saranno tipo Klingerite spessore 2 mm. I bulloni saranno a testa esagonale con dado esagonale o classe di resistenza 8.8 e dadi classe di resistenza 8G; per applicazioni all'esterno i bulloni saranno comunque cadmiati o inox. Le curve saranno in acciaio stampato a raggio stretto e seguenti senza saldatura per i diametri oltre DN 20. I raccordi e le derivazioni saranno in acciaio nero UNI EN 10253-1/2002. Si potranno utilizzare curve piegate a freddo sino al diametro 1"1/4 massimo compreso. Non saranno in alcun modo ammesse curve a spicchi od a pizzicotti.

Il dimensionamento delle tubazioni e la valutazione delle perdite di carico delle stesse saranno eseguiti considerando i seguenti parametri:

- velocità massima dell'acqua: 2 m/s;
- caduta di pressione complessiva (continue e localizzate) compresa tra 100 e 300 Pa/m.

Non dovrà essere ammesso l'uso di tubazioni, anche se di origine S.S. particolarmente ossidate per prolungata sosta in cantiere, la cui incidenza ossidata superi 1/100 dello spessore del tubo; parimenti non dovranno essere accettate quelle tubazioni zincate che per lavorazioni di cantiere presentino, anche in misura modesta, manomessa la continuità ed integrità del velo di zincatura.

Dovranno essere consentite giunzioni delle tubazioni in acciaio nero realizzate mediante l'impiego di pezzi speciali filettati in ghisa malleabile bordata e rinforzata fino al diametro 1"1/2, mentre le giunzioni per i diametri superiori dovranno essere realizzate mediante saldatura autogena.

Le saldature dovranno essere eseguite con metodo ad arco od ossiacetilenico, dovranno essere esenti da scorie ed eseguite da saldatori qualificati; tubazioni ed apparecchi all'interno del fabbricato dovranno essere ben distanti dalla posizione dei corpi illuminanti e da porte, finestre o da altre aperture. Le tubazioni installate in alto dovranno essere visibili il meno possibile; dovrà essere lasciato, dalle pareti, dai soffitti e dai pavimenti uno spazio sufficiente a permettere la saldatura dei giunti. Si dovrà consentire alle tubazioni la possibilità di espandersi e contrarsi liberamente. Le tubazioni non dovranno essere annegate, ricoperte o isolate finché non siano state ispezionate, provate ed approvate. Materiali ed apparecchiature dovranno essere protetti dalle intemperie. Le diramazioni delle reti collettrici dovranno essere realizzate mediante raccordi ad invito nel senso di circolazione del fluido, mentre le giunzioni tra tubazioni di diametro diverso dovranno essere effettuate mediante idonei raccordi conici. Non dovrà essere consentito l'innesto diretto di una tubazione di diametro inferiore in altra di diametro superiore, come dovrà essere altresì da evitarsi l'impiego di curve a gomito, e comunque sul tubo, che non presentino un raggio di curvatura di almeno 1,5 volte il diametro della tubazione.

Le saldature dovranno essere eseguite con metodo ad arco od ossiacetilenico realizzate come in appresso:

- smussatura dei raccordi a 37, 50°;
- eliminazione delle scorie con martello, scalpellatura, ecc. fino a rendere le superfici pulite e prive di sbavature;
- adozione, per l'alimentazione delle saldatrici ad arco, di conduttori schermati per eliminare la possibilità di correnti indotte;
- fusione completa del metallo di apporto con quello base in modo omogeneo.

Le saldature dovranno essere esenti da scorie ed eseguite da saldatori qualificati per l'esecuzione corretta di tale lavoro; le reti da realizzare in tubo di acciaio zincato dovranno essere tutte corredate di pezzi di raccordo e derivazioni in ghisa malleabile rinforzata, bordata e fortemente zincata. Come sopra detto, anche in questo caso non dovrà essere consentito l'adozione di gomiti con raggio di curvatura inferiore a 1,5 volte il diametro della tubazione, fatta eccezione per i diametri di modesta entità (3/8", 1/2", 3/4"). Non dovrà essere, inoltre, consentito l'impiego di manicotto a filettature destra e sinistra ma, ove occorra, si dovranno adottare scorrevoli filettati con controdado di fissaggio.

Nell'effettuare la filettatura per procedere all'attacco dei pezzi speciali ci si dovrà preoccupare che la lunghezza della stessa sia strettamente proporzionata alle necessità in modo da garantire che non si verifichino soluzioni di continuità nella zincatura superficiale delle tubazioni. Per gli attacchi a vite dovrà essere impiegato materiale per guarnizione di prima qualità e comunque non putrescibili od a impoverimento di consistenza nel tempo.

In linea di massima tutte le reti di distribuzione del fluido vettore, aventi percorsi orizzontali, dovranno essere sistemate in piano, senza contropendenze nel senso inverso di circolazione; per le tubazioni al servizio dell'impianto di climatizzazione si dovrà porre particolare cura nell'evitare punti alti non sfogabili che possano creare difficoltà alla circolazione del fluido nelle tubazioni stesse.

Le staffe di sostegno delle tubazioni e delle apparecchiature della centrale dovranno essere realizzate in profilati d'acciaio statiche ed in versione sismica, esenti da ossidazioni apprezzabili, con zincatura a caldo per immersione. Gli ancoraggi, i profilati speciali prefabbricati e la relativa bulloneria dovranno essere realizzati in acciaio zincato o cadmiato. Il montaggio delle tubazioni e delle relative staffe di sostegno dovrà essere effettuato in modo tale da consentire la continuità dei rivestimenti isolanti, anche in corrispondenza degli appoggi sugli staffaggi, nonché il libero scorrimento alle dilatazioni.

Tutte le tubazioni in acciaio nero in corso di montaggio dovranno essere protette alle loro estremità libere da opportuni tappi per evitare l'introdursi di polvere o sporcizia; a tale uso non dovranno essere consentiti



chiusure in nylon, plastica e stracci. Nei depositi di cantiere le barre di tubo, in attesa di impiego, dovranno essere protette dagli agenti atmosferici ad evitare processi di ossidazione, per quelle in acciaio nero, e da aggressioni chimiche deterioranti per quelle in acciaio zincato.

Il percorso delle tubazioni, sia orizzontali che verticali indicato sugli elaborati grafici esecutivi, dovrà essere in ogni caso rispettato; nel caso di difformità dovute a causa di forza maggiore o conseguenti a variazioni dell'impianto, le modifiche da apportare ai percorsi delle tubazioni dovranno essere preventivamente sottoposte all'esame ed all'approvazione della Direzione dei Lavori.

Tutte le tubazioni, dopo il montaggio, saranno sottoposte a prova di pressione. La pressione di prova sarà 1,5 volte la pressione massima d'esercizio. Il sistema sarà mantenuto in pressione per 24 ore con manometri registratori e documentazione fotografica; durante tale periodo verrà eseguita una ricognizione allo scopo d'identificare eventuali perdite che saranno successivamente eliminate. La D.L. avrà la facoltà di fare eventualmente ripetere le prove. Dopo la prova idraulica e prima della messa in esercizio degli impianti, le tubazioni saranno accuratamente lavate. Il lavaggio dovrà essere effettuato scaricando acqua dagli opportuni drenaggi, sino a che essa non esca pulita. Il controllo finale dello stato di pulizia avverrà alla presenza della D.L.

### 3.2 TUBAZIONI IN ACCIAIO ZINCATO

Le tubazioni in acciaio per la realizzazione della rete principale idrica, dovranno essere in acciaio zincato trafilato secondo UNI EN 10255:2007 serie leggera per diametri fino a 4" (DN100) e secondo UNI EN 10216-1:2014 per tubazioni di diametro superiore.

a) Per diametri da 1/2" sino a 4" (DN100).

DIAMETRI	TUBO NON FILETTATO ESTREMITA' LISCE	TUBO FILETTATO E CON MANICOTTO
Pollici [inch]	Peso [kg/m]	Peso [kg/m]
1/2"	1.13	1.17
3/4"	1.45	1.46
1"	2.28	2.3
1"1/4	2.92	2.95
1"1/2	3.35	3.39
2"	4.63	4.7
2"1/2	5.91	6.03
3"	7.76	7.93
4"	11.08	11.4

Tabella 3. Diametri tubazioni in acciaio

b) Per diametri da DN 125 (5") sino a DN 400.

DIAMETRO NOMINALE	DIAMETRO EST. (mm)	SPESSORE A Norma UNI 10216-1 [mm]	PESO [kg/m]
DN 125 (5")	139,7	4,0	13,5
DN 150 (6")	168,3	4,5	18,1
DN 200 (8")	219,1	5,9	31,0
DN 250 (10")	273,0	6,3	41,6
DN 300 (12")	323,9	7,1	55,6
DN 350 (14")	355,6	8,0	68,3
DN 400 (16")	406,4	8,8	85,9

Tabella 4. Diametri tubazioni in acciaio DN > 125

Per l'esecuzione della rete idrica principale saranno impiegati tubi senza saldatura in acciaio UNI EN 10255/07 zincati, serie leggera, filettati a vite e manicotto.

I tubi zincati non saranno assolutamente piegati. Saranno collegati solo con raccorderia in ghisa malleabile zincata per diametri  $\leq$  DN80 e con giunti scanalati per diametri  $>$  DN80. Le sospensioni delle tubazioni saranno eseguite con interposizione di materiale antivibrante.

I collari, supporti, ecc. in numero sufficiente, saranno tali da evitare la deformazione dei tubi supportati e consentire l'uso degli accorgimenti necessari al perfetto isolamento. Infatti le tubazioni, ad eccezione della maggior parte delle reti di distribuzione degli impianti antincendio, saranno isolate senza soluzione di continuità, pertanto le sospensioni e gli appoggi saranno realizzati in modo che l'isolamento possa essere applicato anche in questi punti. I tubi saranno tenuti staccati dalle strutture dell'edificio ed a distanza tra loro tale da consentire l'esecuzione dei rivestimenti isolanti richiesti. L'interasse dei sostegni sarà in ogni caso tale da evitare qualunque deformazione dei tubi.

Nell'effettuare la filettatura per procedere all'attacco dei pezzi speciali ci si dovrà preoccupare che la lunghezza della stessa sia strettamente proporzionata alle necessità in modo da garantire che non si verifichino soluzioni di continuità nella zincatura superficiale delle tubazioni. Per gli attacchi a vite dovrà essere impiegato materiale per guarnizione di prima qualità e comunque non putrescibili od a impoverimento di consistenza nel tempo.

Le staffe di sostegno delle tubazioni dovranno essere realizzate in profilati d'acciaio statiche ed in versione sismica, esenti da ossidazioni apprezzabili, con zincatura a caldo per immersione. Gli ancoraggi, i profilati speciali prefabbricati e la relativa bulloneria dovranno essere realizzati in acciaio zincato o cadmiato. Il montaggio delle tubazioni e delle relative staffe di sostegno dovrà essere effettuato in modo tale da consentire la continuità dei rivestimenti isolanti, anche in corrispondenza degli appoggi sugli staffaggi, nonché il libero scorrimento alle dilatazioni.

Nei depositi di cantiere le barre di tubo, in attesa di impiego, dovranno essere protette dagli agenti atmosferici ad evitare processi di ossidazione, per quelle in acciaio nero, e da aggressioni chimiche deterioranti per quelle in acciaio zincato.

Il percorso delle tubazioni, sia orizzontali che verticali indicato sugli elaborati grafici esecutivi, dovrà essere in ogni caso rispettato; nel caso di difformità dovute a causa di forza maggiore o conseguenti a variazioni dell'impianto, le modifiche da apportare ai percorsi delle tubazioni dovranno essere preventivamente sottoposte all'esame ed all'approvazione della Direzione dei Lavori.

Tutte le tubazioni, dopo il montaggio, saranno sottoposte a prova di pressione. La pressione di prova sarà 1,5 volte la pressione massima d'esercizio. Il sistema sarà mantenuto in pressione per 24 ore con manometri registratori e documentazione fotografica; durante tale periodo verrà eseguita una ricognizione allo scopo d'identificare eventuali perdite che saranno successivamente eliminate. La D.L. avrà la facoltà di fare eventualmente ripetere le prove. Dopo la prova idraulica e prima della messa in esercizio degli impianti, le tubazioni saranno accuratamente lavate. Il lavaggio dovrà essere effettuato scaricando acqua dagli opportuni drenaggi, sino a che essa non esca pulita. Il controllo finale dello stato di pulizia avverrà alla presenza della D.L.

### 3.3 TUBAZIONI IN RAME PER RETE GAS TECNICI

Le tubazioni per la distribuzione dei gas devono essere in rame crudo o ricotto, idonee all'utilizzo per gas medicinali in base alle norme UNI EN 13348.

Le tubazioni devono essere poste in opera da personale tecnico specializzato, staffate a distanze prestabilite, realizzando giunzioni con l'utilizzo di raccorderia in rame stampato e la saldobrasatura verrà effettuata utilizzando materiale d'apporto ad alto tenore d'argento (superiore al 40%) con contenuto di cadmio inferiore allo 0,025 % per assicurare una resistenza meccanica fino a una temperatura di 450°C ed tutte le tubazioni saranno identificate con etichette riportanti nome del gas e direzione del flusso; questo secondo le Norme UNI EN 737-3.

Le tubazioni installate saranno sottoposte a pressione di collaudo pari ad 1,5 volte la pressione di esercizio, a verifica di non intercambiabilità tra i gas, a processo di lavaggio con azoto puro ed infine a carico delle tubazioni con i gas ad essi destinati.

La distribuzione dei gas tecnici all'interno dell'edificio avverrà mediante impianti centralizzati rispondenti ai seguenti criteri:

- L'impianto di distribuzione dei gas tecnici sarà compatibile con il sistema di compartimentazione antincendio e permetterà l'interruzione della erogazione dei gas mediante dispositivi di intercettazione manuale posti all'esterno di ogni compartimento in posizione accessibile e

segnalata; idonei cartelli, inoltre, devono indicare i tratti di impianto sezionabili a seguito delle manovre di intercettazione.

- Le reti di distribuzione dei gas tecnici saranno disposte in modo tale da non entrare in contatto con reti di altri impianti tecnologici ed elettrici. Saranno altresì opportunamente protette da azioni meccaniche e poste a distanza adeguata da possibili surriscaldamenti. La distribuzione all'interno del compartimento avverrà in modo da non determinare sovrapposizioni con altri impianti. Eventuali sovrapposizioni per attraversamenti saranno consentite mediante separazione fisica dagli altri impianti ovvero adeguato distanziamento.
- Gli impianti di distribuzione dei gas tecnici saranno realizzati e sottoposti ad interventi di controllo e manutenzione nel rispetto delle disposizioni legislative e regolamentari vigenti, delle norme di buona tecnica o, in assenza di dette norme, delle istruzioni fornite dal fabbricante e/o dall'installatore.

### 3.4 TUBAZIONE IN POLIETILENE MULTISTRATO PE-X/ALLUMINIO/PEAD

Per la distribuzione dell'acqua potabile (distribuzione secondaria e derivazioni da reti principali) dovranno essere impiegate tubazioni multistrato di tipo atossico rispondenti al D.Lgs. n.31 del 2/2/2001 e D.Lgs. n.27 del 2/2/2002, al Decreto Ministero della Salute n.174 del 6/4/2004 (Requisiti qualitativi dei materiali a contatto con l'acqua destinata al consumo umano) e conformi alle norme UNI 10954 ed al marchio I.I.P. (Istituto Italiano dei Plastici).

La tubazione multistrato costituita da struttura a sandwich ovvero tubazione interna in polietilene reticolato (PE-Xb) / foglio di alluminio / tubazione esterna in polietilene alta densità (PEAD).

Per un impiego corretto della tubazione in polietilene multistrato, durante le operazioni di posa in opera dovranno essere seguite le modalità indicate dalla Casa Produttrice del materiale.

La tubazione in polietilene multistrato dovrà essere impiegata per tutta la distribuzione idrica a pavimento e sottotraccia all'interno dei bagni, opportunamente rivestita con guaina isolante in polietilene espanso a cellule chiuse dello spessore di mm. 6÷9.

La tubazione nei percorsi in vista dovrà essere adeguatamente staffata alle strutture portanti mediante appositi collari di sostegno posti a distanza massima di m 1,5 per tubazioni fino al diametro 50 mm e m 2 per diametri maggiori.

Principali caratteristiche tecniche dei materiali:

#### 3.4.1 Tubo multistrato PE – Xb

Proprietà	Metodo di test	Unità di misura	Valori
Densità	ASTM D-792	kg/m <sup>3</sup>	0,942
Carico di snervamento	EN 638	MPa	20
Allungamento a rottura	EN 638	%	400
Modulo di elasticità	ISO 178	MPa	183
Indice di fluidità MFI	ISO 1133	g/10 min	1,80

Tabella 5. Tubazioni in multistrato PE-Xb



### 3.4.2 Alluminio (conforme ai requisiti della norma EN 485)

Proprietà	Metodo di test	Unità di misura	Valori
Carico di snervamento	EN 10002-1	N/mm <sup>2</sup>	65 - 95
Carico unitario rottura a trazione	EN 10002-1	N/mm <sup>2</sup>	20
Allungamento	EN 10002-1	%	25
Durezza	ISO 6506		20

Tabella 6. Alluminio

### 3.4.3 PEAD

Proprietà	Metodo di test	Unità di misura	Valori
Densità	ISO 1183	kg/m <sup>3</sup>	0,938
Carico di snervamento	ISO 6259	MPa	19
Carico di rottura	ISO 6259	MPa	28
Allungamento a rottura	ISO 6259	%	> 600
Modulo di elasticità	ISO 527	MPa	600
Indice di fluidità MFI	ISO 1133	g/10 min	0,85
ESCR	ASTM D 1963 B	h	> 500
Stabilità termica (OIT, 210°C)	DIN 53457	min	> 20

Tabella 7. Tubazioni in multistrato PEAD

Per quanto riguarda le giunzioni, i gomiti, le diramazioni a "T" ed i pezzi speciali in genere, dovranno essere utilizzati esclusivamente i pezzi originali consigliati dalla casa costruttrice utilizzando per il montaggio la tecnologia e gli strumenti indicati dalla casa costruttrice.

La tubazione dovrà riportare scritto su di essa tutte le caratteristiche di materiale, pressione e temperatura massima diametro e spessore.

I tubi ed i raccordi dovranno essere tra loro isolati elettricamente grazie ad una guarnizione piatta che andrà ad interpersi fra la parte terminale del tubo ed il raccordo in ottone.

Questa guarnizione dovrà escludere ogni possibilità di contatto fra i due metalli evitando così fenomeni di corrosione elettrochimica.

## 3.5 TUBAZIONI IN POLIETILENE PER SCARICHI A NORMA UNI EN 1519

I tubi in polietilene alta densità (massa volumica  $\geq 950$  Kg/mc) devono presentare valori minimi di MRS (Minimum Required Strength) di 6,3 Mpa ed essere destinati alle condotte di scarico di acque reflue e ventilazione realizzate all'interno dei fabbricati, prodotti in conformità alla norma UNI EN 1519, area B e BD, e contrassegnati dal marchio IIP dell'Istituto Italiano dei Plastici e/o equivalente marchio europeo, secondo quanto previsto dal "Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994, n° 109 e successive modifiche".

La Ditta produttrice dovrà essere in possesso di Certificazione di Qualità Aziendale in conformità alle norme ISO 9001:2000, rilasciata da ente competente e accreditato, e associato a IQNet.

I tubi devono essere prodotti con il metodo dell'estrusione.

I raccordi devono essere prodotti con il metodo dell'inietto-fusione ed esclusivamente con materiali aventi le stesse caratteristiche fisico-chimiche dei tubi e riportanti lo stesso marchio.

I tubi e i raccordi devono essere collegati tramite saldatura testa-testa con termoelemento, mediante manicotto elettrico, o manicotto d'innesto e/o di dilatazione, a bicchiere a tenuta con guarnizioni elastomeriche (UNI 8452), o mediante raccordi a flangia o a vite.

La condotta di ventilazione è un impianto che si compone di colonne e di diramazioni che assicurano la ventilazione naturale delle tubazioni di scarico.

Ogni colonna di scarico dovrà essere collegata ad un tubo di ventilazione che si prolunghi fino oltre la copertura dell'edificio secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN 12056, per assicurare la ventilazione della colonna stessa.

Il diametro della colonna di ventilazione sarà costante e sarà determinato in base al diametro della colonna di scarico, secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN 12056.





Il sistema di scarico delle acque reflue dovrà essere dato completo di pezzi speciali, ispezioni, collari di guida e dovrà essere messo in opera con tutti gli accorgimenti tecnici per prevenire eventuali anomalie di funzionamento e dilatazioni, rispettando tutte le migliori regole dell'arte.

### 3.5.1 Materia prima

La materia prima da impiegare per l'estrusione del tubo deve essere prodotta da primari e riconosciuti produttori europei e derivata esclusivamente dalla polimerizzazione, o copolimerizzazione, dell'etilene, stabilizzata ed addizionata dal produttore stesso della resina di opportuni additivi, uniformemente dispersi nella massa granulare. Gli additivi (antiossidanti, lubrificanti, stabilizzanti, carbon black) devono essere dosati e addizionati al polimero dal produttore di resina in fase di formazione del compound, e devono essere destinati a migliorare le performance di trafilatura, iniezione, resistenza agli agenti atmosferici ed invecchiamento del prodotto finito. Tali additivi devono risultare uniformemente dispersi nella massa granulare e, per il carbon black, devono essere rispettati i parametri di dispersione e ripartizione stabiliti dalle norme UNI di riferimento, nonché il contenuto ( $2 \div 2.5\%$  in peso).

Prova	Valore di riferimento	Riferimento normativo
Massa volumica	955 kg/m <sup>3</sup>	ISO 1183
Contenuto di carbon black	2 ÷ 2,5 %	ISO 6964
Dispersione del carbon black	≤ grado 3	ISO 18553
Tempo d'induzione all'ossidazione	> 20 min a 210° C	EN 728
Indice di fusione in massa	0,2 ÷ 0,8 g/10 min **	ISO 1133
Contenuto d'acqua	≤ 300 mg/kg	EN 12118
Temperatura d'utilizzo	-40°C + 100°C	
Coefficiente di dilatazione	0,2 mm/m/K	ASTM D 696
Ritiro longitudinale massimo garantito, mediante malleabilizzazione	1 cm/m ***	EN 743 metodo B
Ritiro radiale, mediante malleabilizzazione	0,6 cm /m	EN 743 metodo B
Rigidità anulare	> 0,4 KN/mq	EN ISO 9969

Tabella 6. Caratteristiche delle tubazioni in PE

\*\* Valore previsto dalla Norma 0.2-1,1 g/10 min

\*\*\* Questo parametro è il 300% di sicurezza rispetto a quanto previsto dalla norma

## 3.6 TUBAZIONI IN POLIPROPILENE PER SCARICHI A NORMA UNI EN 1451

I tubi ed i raccordi in polipropilene PP per scarichi all'interno dei fabbricati dovranno avere i requisiti previsti dalla normativa UNI EN 1451: 2018 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Polipropilene (PP)".

I tubi ed i raccordi dovranno essere certificati da I.I.P. - Istituto Italiano dei Plastici con Marchio di conformità IIP UNI o Piip o da altro organismo di certificazione di prodotto equivalente accreditato in conformità alla norma EN 45011.

Quando osservate senza ingrandimento, le superfici interne e esterne dei tubi e dei raccordi dovranno essere lisce, pulite e prive di cavità, bolle, impurezze e qualsiasi altra irregolarità superficiale che possa influire sulla conformità alla norma. Le estremità dei tubi dovranno essere tagliate in modo netto e perpendicolarmente all'asse del tubo.

Tutti i tubi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza riportando, con frequenza non minore di un metro, almeno le seguenti informazioni:

- identificazione del fabbricante;

- marchio di conformità IIP-UNI o equivalente;
- riferimento alla norma (UNI EN 1451);
- codice d'area di applicazione (B o BD);
- materiale (PP o PP-H);
- dimensione nominale DN;
- spessore minimo;
- data di produzione (data o codice).

Tutti i raccordi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile riportando almeno le seguenti informazioni:

- identificazione del fabbricante;
- marchio di conformità IIP-UNI o equivalente;
- riferimento alla norma (UNI EN 1451);
- codice d'area di applicazione (B o BD);
- materiale (PP o PP-H);
- dimensione nominale DN;
- angolo nominale;
- data di produzione (data o codice).

L'installazione ed il collaudo delle tubazioni dovranno essere eseguite, come applicabile, in conformità alla norma / guida UNI ENV 13801: 2002 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Materiali termoplastici - Pratica raccomandata per l'installazione".

### **3.6.1 Stoccaggio, movimentazione e trasporto**

Durante la movimentazione ed il trasporto delle tubazioni dovranno essere prese tutte le necessarie precauzioni per evitarne il danneggiamento; i tubi non dovranno venire in contatto con oggetti taglienti e, quando scaricati, non dovranno essere gettati o lasciati cadere o trascinati a terra.

I tubi dovranno essere stoccati su superfici piane e pulite ed in cataste ordinate e di altezza tale da evitare deformazioni e danneggiamenti con particolare attenzione ai bicchieri dei tubi.

Si dovranno prendere le necessarie precauzioni quando si maneggiano ed installano le tubazioni a temperature inferiori ai 0°C.

### **3.6.2 Installazione**

Per le installazioni sopra terra, si dovrà tenere conto delle variazioni dimensionali. Le tubazioni dovranno essere installate in modo da comportare nel sistema il minimo sforzo possibile dovuto alle espansioni ed alle contrazioni.

### **3.6.3 Giunzioni ad anello elastomerico**

I tubi dovranno essere forniti con idonei anelli elastomerici al fine di assicurare la tenuta delle giunzioni. Se gli anelli elastomerici non sono già posizionali nel tubo, al momento dell'installazione della tubazione e prima del loro posizionamento, si dovrà procedere alla pulizia della loro sede ed eventualmente alla lubrificazione in conformità alle istruzioni del fornitore. Nel caso i tubi vengano tagliati in cantiere, il taglio dovrà essere perpendicolare all'asse e si dovrà effettuare lo smusso del codolo. I codoli dovranno essere inseriti nei bicchieri fino alla linea di riferimento (se presente) evitando contaminazioni. Nel caso di utilizzo di giunzioni ad anello elastomerico che non sopportano sforzi assiali, la separazione della giunzione nelle applicazioni sotto il suolo dovrà essere prevenuta mediante blocchi di ancoraggio in cemento, mentre sopra il suolo dovranno essere utilizzate apposite staffe di ancoraggio.

## **3.7 VERNICIATURA**

Tutte le tubazioni e le superfici in acciaio nero dovranno essere protette con verniciatura antiruggine realizzata secondo le seguenti modalità:

- Preparazione della superficie: pulitura al metallo quasi bianco secondo SSPC-SP10, grado SA 2<sup>1/2</sup>;



- Mano di fondo: una mano di zincante inorganico bicomponente a base di etilsilicato spessore minimo del film a secco 70 µm;
- Finitura: due mani di vernice epossivinilica bicomponente spessore minimo del film a secco per ogni mano 80 µm.

Le due mani di finitura dovranno essere di diverso colore.

Le verniciature dovranno essere comunque garantite per almeno 10 anni in atmosfera salina.

### 3.8 COLORAZIONI DISTINTIVE DELLE TUBAZIONI CONVOGLIANTI FLUIDI, LIQUIDI O GASSOSI

Nei vani tecnici ed in tutti i tratti a vista, le tubazioni non coibentate, dopo la verniciatura antiruggine dovranno avere le seguenti colorazioni distintive di cui alle norme UNI 5634-P:




	Colore Base	Fluido
	Verde	Acqua
	Grigio argento	Vapore-acqua surriscaldata
	Marrone	Oli minerali - combustibili liquidi
	Giallo Ocra	Gas allo stato gassoso o liquefatto
	Violetto	Acidi o alcali
	Azzurro chiaro	Aria
	Nero	Altri liquidi
	Rosso	Acqua riscaldamento (mandata)
	Blu Cobalto	Acqua riscaldamento (ritorno)
	Verde chiaro	Condensa vapore

Tabella 8. Colorazioni distintive delle tubazioni

Sulle tubazioni in vista non coibentate dovrà essere all'uopo applicata una verniciatura avente le suddette colorazioni. In alternativa alla colorazione continua suddetta è consentito che sulle tubazioni a vista coibentate vengano installate fascette colorate ad intervalli di 6 m.

Frecce direzionali per l'identificazione del flusso del fluido dovranno essere applicate su tutte le tubazioni nei tratti sopraindicati in vista. Un pannello riportante i colori con l'indicazione dei corrispondenti fluidi dovrà essere installato in ciascun vano tecnico.

### 3.9 FINITURA

In base a quanto prescritto negli elaborati di progetto, verrà usato la seguente finitura:

- Rivestimento esterno in lamierino di alluminio 8/10 mm eseguito per le tubazioni con percorso esterno, a tratti cilindrici tagliati lungo una generatrice.
- Rivestimento esterno con guaina in PVC 0,35 mm eseguito per le tubazioni con percorso interno nei vani tecnici ed a vista in ambiente, a tratti cilindrici tagliati lungo una generatrice.

Il fissaggio lungo la generatrice dovrà essere realizzato, previa ribordatura con sovrapposizione del giunto, mediante viti autofilettanti in materiale inattaccabile agli agenti atmosferici per il lamierino di alluminio, mentre per la guaina in PVC sarà realizzata tramite incollaggio.

La giunzione fra i tratti cilindrici avverrà per la sola sovrapposizione, e ribordatura dei giunti.

I pezzi speciali, quali curve, Tee, etc., saranno pure in lamierino o guaina in PVC eventualmente realizzati a settori.

In ogni caso, per le tubazioni convoglianti acqua fredda o refrigerata, i collarini di tenuta dovranno essere installati dopo aver accuratamente sigillato tutta la testata dell'isolamento con la barriera al vapore e con apposito sigillante.

La finitura in lamierino di alluminio è prevista per i tratti esterni di tutte le tubazioni mentre la finitura in PVC è prevista per i tratti interni nei locali tecnici e per tutte le tubazioni a vista.

## 4 SPECIFICHE TECNICHE CANALIZZAZIONI IMPIANTI AERAILICI

### 4.1 PRINCIPALI NORMATIVE DI RIFERIMENTO

#### 4.1.1 *Requisiti di pulizia della rete aeraulica*

- Linee guida nazionali del 27/09/2001 per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati, emanate dal ministero della salute in accordo con la Conferenza Stato Regioni, punto 5.3.1 (indicazioni generali relative ai requisiti igienici per la manutenzione degli impianti di climatizzazione) in conformità allo standard 1996 del National Air Duct Cleaners Association (NADCA).
- Provvedimento n. 26361 emanato il 5 ottobre 2006 dalla Conferenza permanente Stato Regioni e Province autonome pubblicato sul supplemento ordinario alla gazzetta ufficiale n.256 del 3/11/2006, che prevede l'effettuazione (secondo le modalità stabilite dal NADCA stesso nel documento ACR 2005) di misure per determinare la quantità di particolato presente nei canali, il cui valore, per impianti in fase di consegna deve risultare inferiore a 0,75 g/100 cm<sup>2</sup> mentre per impianti già operanti deve risultare inferiore a 1 g/m<sup>2</sup>.
- Norma UNI ENV 12097 appendice C "Livelli di pulizia richiesti per la consegna, l'installazione e la protezione di una rete di condotte".
- Requisiti di tenuta all'aria delle condotte di ventilazione
- Norma UNI EN 12237:2004; che costituisce la formulazione più aggiornata in sede europea (aprile 2003, poi a sua volta recepita da UNI) della normativa ISO, anche nota come specifica BS DW 144 (o Eurovent 2/2) del 1996, che fissa per le canalizzazioni, a seconda delle perdite, le classi di tenuta A, B e C.
- Norma UNI EN 13779, all'appendice A ("Guidelines for best practice") punto A.8, specifica che "The air leakage of enclosed air-handling units, and equipment rooms and chambers for fans and other assemblies should not exceed the leakage according to class A ... Class A is also applicable to visible ducts in the ventilated spaces they serve, and where the pressure difference relative to the indoor air is not more than 150 Pa. Class B is applicable to ducts outside the ventilated space, or ducts separated from the space by covering panels, and ducts in the ventilated space where the pressure difference relative to the indoor air exceeds 150 Pa"
- In particolare è richiesta la classe A ai canali separati dall'ambiente dal controsoffitto, oltre che a tutti i canali in cui la differenza di pressione con l'esterno supera 150 Pa;
- In ogni caso, tutti i componenti devono risultare almeno in classe A.
- Norma UNI EN 1886:2000 (cui si rimanda per la metodologia di prova) che impone per le unità termoventilanti il requisito minimo di tenuta in classe A.

#### 4.1.2 *Requisiti acustici ambientali dell'impianto di climatizzazione*

- DPCM 5/12/97, (impianti di climatizzazione), essendo impianti tecnologici a funzionamento continuo in un edificio di categoria "D" (a destinazione d'uso ospedaliera o simile), devono garantire un  $L_{eq}$  di 25 dB(A).
- UNI EN 12599 settembre 2001 normativa di riferimento per le prove di accettazione degli impianti di climatizzazione, prevede tra le misure funzionali (paragrafo 6.1) l'obbligo di esecuzione di tali misure, e ne stabilisce il numero minimo a seconda del numero dei locali da provare.
- UNI 8199 del novembre del 1998, definisce le modalità di prova.

#### 4.1.3 *Requisiti di prevenzione incendi dei componenti aeraulici*

- Norma UNI EN 1366-2:2001 (Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi - Serrande tagliafuoco), prevede esplicitamente per questi componenti la prova di tenuta ai fumi freddi, cioè a temperatura minore di 70°C, eseguita secondo le specifiche della serie UNI EN 1363, che dovrà risultare in una classificazione del requisito S secondo UNI EN 13501-3.

## 4.2 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.

## 4.3 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.

## 4.4 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.

## 4.5 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 autonomamente in modo che il loro peso non gravi sui canali. Inoltre al fine di garantire una idonea resistenza alle azioni sismiche i canali saranno dotati delle apposite controventature trasversali e longitudinali; il progetto dello staffaggio sismico dovrà essere sviluppato, durante in fase costruttiva dall'impresa realizzatrice ed asseverato da un tecnico abilitato alle verifiche strutturali.

## 4.6 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 aerulici”. 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.

## 4.7 COLLEGAMENTI ALLE UTA

I collegamenti tra le unità di trattamento aria ed i canali saranno realizzati mediante appositi giunti antivibranti, allo scopo di isolarli dalle vibrazioni. I canali saranno supportati autonomamente per evitare che il peso del canale stesso venga trasferito sugli attacchi flessibili. Inoltre il collegamento con l'unità di trattamento aria renderà possibile la disgiunzione per la manutenzione dell'impianto. Qualora i giunti antivibranti siano posti all'esterno, questi saranno impenetrabili all'acqua.

## 4.8 CANALI IN LAMIERA ZINCATA

### 4.8.1 Canali in lamiera zincata a sezione rettangolare

I canali in lamiera zincata saranno realizzati secondo UNI EN 12237, UNI 10381.1/2 e successive UNI EN 1506: e UNI EN 1505:2000, mantenendo, per quanto possibile, il rapporto tra lato maggiore e lato minore non superiore a 3.

I canali in lamiera a sezione rettangolare utilizzati per la ripresa dell'aria dai servizi igienici e le espulsioni dell'aria dalle unità di trattamento aria (UTA), saranno eseguiti, se non diversamente specificato, con lamiera d'acciaio zincato (sistema Sendzmir) di spessore come di seguito indicato:

Gli spessori della lamiera usata per la costruzione dei canali di mandata/ripresa saranno in funzione della pressione dell'aria che li attraversa e della lunghezza del lato maggiore secondo la seguente tabella:

Lato maggiore	Pressione 100 ÷ 150 mm di c.a.	Pressione 40 ÷ 100 mm di c.a.	Pressione fino a 40 mm di c.a.
Fino a 750 mm	10/10	8/10	8/10
Da 755 a 1.200 mm	12/10	10/10	10/10
Da 1.205 a 1750 mm	14/10	12/10	12/10

Tabella 9. Canalizzazioni in lamiera zincata

#### 4.8.1.1 Costruzione

I tronchi di canali saranno costruiti con nervature di rinforzo nel senso longitudinale che possano essere formate da aggraffature angolari su uno o più angoli a seconda delle dimensioni dei canali; tali aggraffature saranno chiuse con continuità e realizzate a doppio mattone. I canali aventi un lato superiore a 500 mm avranno un irrigidimento supplementare di rinforzo per prevenire effetti sonori od inneschi di risonanza. Tale irrigidimento sarà ottenuto con croci di S. Andrea ricavate per stampaggio nella lamiera stessa; per canali aventi un lato superiore a 800 mm, e per canali con pressione di lavoro sopra i 50 mm c.a., tali nervature diagonali di rinforzo saranno estese anche sui lati minori, quale che sia la loro dimensione.

Per canali di dimensioni maggiori, gli irrigidimenti saranno realizzati con angolari in lamiera in acciaio piegata ad applicati sulla faccia esterna del canale.

I vari tronchi di canali saranno collegati per mezzo di giunti a cartella e con giunzioni a baionetta sempre riportate con guarnizioni in cordone di amianto, è da escludere la formazione della cartella e della guida della baionetta semplicemente ripiegando il bordo del canale. Le cartelle da riportare, avranno uno spessore almeno di 1,5 volte lo spessore della lamiera del canale a cui saranno applicate ed una larghezza di 25 mm fino a spessori di lamiera di 10/10 mm e di 40 mm per spessori di lamiera del canale di 12/10 mm. Per canali di larghezza uguale o maggiore di mm. 1.500 tra la parte superiore ed il fondo del canale, ed un passo di circa 1.000 mm, saranno installati una fila di rinforzi interni con tubo zincato diametro 1" e piastra di ancoraggio.

Al termine della realizzazione della rete aeraulica sarà necessario effettuare idonea prova di tenuta, a carico dell'impresa realizzatrice, al fine di certificarne la classe di tenuta.

#### 4.8.1.2 Variazioni di sezione

Tutte le variazioni di sezione, sia di forma che di superficie, saranno eseguite con un angolo di raccordo non superiore a 10°, quando la trasformazione interessa le quattro facce del canale, con un angolo non superiore a 20° quando interessa due sole facce e con un angolo non superiore a 30° quando interessa una sola faccia.

#### 4.8.1.3 Variazioni di direzione ed imbocchi

Salvo particolari esigenze dovute alle necessità di equilibratura, tutte le curve avranno un raggio medio uguale al lato del canale complanare al raggio di curvatura e saranno previsti deflettori in lamiera zincata fissati al canale con rivetti in alluminio come meglio indicato nelle specifiche HVAC DUCT SYSTEM DESIGN (SMACNA U.S.A.). In particolare si prevederanno all'interno alette direttrici (deflettori), il numero di tali alette sarà dato dalla formula  $N = 6B/A$ : dove A rappresenta il lato del canale perpendicolare al piano dei deflettori e B è il lato del canale parallelo al piano dei deflettori; tali alette saranno costruite a doppia parte di lamiera, montate su testate, per quelle di altezza superiore a mm 500 saranno riempiti di malta e cemento.

- Gli imbocchi per effettuare le derivazioni da canali principali saranno effettuati a invito a becco di flauto per evitare che si possano verificare a valle della derivazione condizioni di turbolenza; pertanto è da evitare ogni tipo di derivazione a T.
- Tutti i canali saranno completi di trattamento interno antibatterico del tipo a ioni di argento di tipo approvato per uso ospedaliero; tale trattamento sarà corredato di certificato di omologazione accreditato relativo alla compatibilità dell'installazione.

Le canalizzazioni saranno in classe C di tenuta secondo le norme Eurovent 2/2 (UNI EN 12237) corrispondente ad un fattore di perdita di 0,28 litri/secxm<sup>2</sup> a 1000 Pa.



#### 4.8.1.4 Installazione

Le condotte saranno installate su opportuni staffaggi realizzati con angolari in acciaio aventi distanza tra loro non superiore a 1800 mm; secondo i casi e la convenienza operativa potranno essere supportate da tiranti ancorati al soffitto. Tutte le staffe e gli ancoraggi saranno verniciati con due mani di antiruggine prima dell'installazione e con una mano a finire, di colore diverso, per le parti in vista. Le condotte verticali poste nei cavedi saranno staffate mediante ancoraggi in profilati come sopra descritto, rigidi ai solai ed alle murature. Ove richiesto dalla Direzione Lavori saranno presentati disegni relativi ai sistemi di staffaggio, riportando sulle tavole interessate le posizioni degli staffaggi stessi ed i conseguenti gravanti sulle strutture.

### 4.9 CANALI IN LAMIERA ZINCATA A SEZIONE CIRCOLARE

I canali in lamiera zincata a sezione circolare dovranno essere realizzati secondo UNI EN 12237, UNI 10381.1/2.

#### 4.9.1 Materiali e spessori

I canali dell'aria a sezione circolare, per impianti a bassa velocità fino a 10 m/sec e ad alta velocità oltre 10÷12 m/sec fino 22±25 m/sec, dovranno essere eseguiti, ove non diversamente specificato, con profilatura continua di nastro di lamiera zincata (sistema Sendzmir Z275), di larghezza determinata, con aggraffatura spiroidale, verniciata con colore RAL a scelta della D.L.

Le giunzioni dovranno essere effettuate mediante sistema ad innesto oppure a flangia con anello elastico. Gli spessori della lamiera usata per la costruzione dei suddetti canali, in funzione del diametro, sono riportati nella sottostante tabella:

Diametro	Spessore nominale lamiera
Fino a 250 mm	6/10
Da 251 a 500 mm	8/10
Da 501 a 800 mm	10/10
Da 801 a 1250 mm	12/10

Tabella 10. Canalizzazioni in lamiera zincata a sezione circolare

Le curve dovranno essere realizzate con raggio medio uguale al diametro e potranno essere di tipo stampato o a settori (minimo 4).

### 4.10 MANUTENZIONE E PULIZIA DELLE CANALIZZAZIONI DELL'ARIA

Sulle condotte si dovranno predisporre adeguati punti di accesso attraverso i quali si possano ispezionare e/o lavare le condotte. Dovranno essere pertanto previsti opportuni oblò d'ispezione diam.  $\geq 23,5$ mm.

Secondo le norme in vigore (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.

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:

	Colore Base	Fluido
	Rosso	Condotti aria calda
	Verde	Condotti aria refrigerata
	Verde/Rosso	Condotti aria calda/fredda (circuiti a ciclo annuale)
	Azzurro	Condotti aria esterna e di semplice ventilazione
	Nero	Condotti aria viziata ed espulsione
	Arancione	Condotti di aria ripresa per ricircolo

Tabella 11. Colorazioni canalizzazioni

Il senso del flusso dell'aria dovrà essere indicato mediante una freccia situata in prossimità del colore distintivo di base.

## 5 PRESCRIZIONI ACUSTICHE RETI DI DISTRIBUZIONE

### 5.1 NOTE GENERALI

Tutti gli impianti meccanici dovranno rispettare le prescrizioni acustiche generali di seguito riportate:

- Evitare contatti rigidi delle tubazioni con le solette; prevedere nelle asole il riempimento con materiale fibroso o la chiusura con gettata dopo aver rivestito le tubazioni con materiale elastico.
- Fasciare tutti i tratti verticali delle tubazioni.
- Nel caso di cavedi con molte tubazioni di passaggio acqua è opportuno riempire le cavità con materiale fibroso o rivestire con coppelle fibrose le tubazioni medesime.
- Nella posa dei sanitari si raccomanda di prevedere l'interposizione di un foglio di materiale resiliente (isolmant, isologomma o simili) tra il sanitario e la muratura orizzontale e verticale.
- La rete di scarico dovrà essere realizzata utilizzando tubazioni con elevate prestazioni acustiche sia per quanto riguarda i materiali sia per quanto riguarda gli innesti ed i raccordi.
- Nella realizzazione dell'impianto elettrico si dovrà evitare di avere scatole in corrispondenza l'una dell'altra, in un muro divisorio; eventuali fori realizzati in profondità andranno isolati con fogli di piombo/poliuretano o gomma pesante o materiali simili, anche in presenza di partizioni in cartongesso.
- La velocità dell'acqua nelle tubazioni deve essere minore di 2 m/sec.
- La dimensione della sezione delle tubazioni deve essere prevista per questa velocità massima.
- Il numero degli elementi di ripartizione delle tubazioni (gomiti, connessioni a T o a Y) deve essere minimo.
- Le tubazioni devono essere di tipo fono isolante (tubazioni stratificate)
- Le tubazioni devono essere raccordate tra loro mediante elementi a sezione graduale; se questo non è possibile si deve isolare i tratti maggiormente disturbanti dal resto della rete mediante connettori flessibili.
- Le tubazioni sia delle acque nere sia di quelle chiare devono essere isolate dalle strutture dell'edificio nei punti di contatto mediante l'uso di manicotti resilienti o elementi ammortizzanti.
- Nei punti dove una tubazione attraversa una parete, la dimensione del foro deve essere minima; in nessun caso dovrà esserci contatto tra parete e tubazione; lo spazio tra di essi deve essere riempito a mezzo di materiale resiliente in modo da evitare ponti acustici.
- Le tubazioni di scarico meteorico esterne alle chiusure devono essere isolate dalla struttura mediante inserimento di feltri o collari in neoprene tra tubazioni e anelli di collegamento alla parete.
- Le connessioni tra pompe e tubazioni dell'impianto devono essere realizzate con elementi flessibili.
- Le tubazioni di acque reflue in locali sensibili al rumore devono essere ricoperte di bilamina al piombo e rifiniti con lamierino di alluminio (evitare schiume che creano ponti rigidi di trasmissione).
- Tutte le pompe devono essere isolate dalle partizioni orizzontali tramite l'uso di isolatori di vibrazioni aventi un minimo di deformazione statica pari a 1,2 mm.

Gli isolamenti acustici dovranno garantire che le tubazioni, canalizzazioni e macchinari in genere non trasmettano rumori o vibrazioni alle strutture e non inneschino fenomeni di risonanza.

### 5.2 ISOLAMENTO DELLE TUBAZIONI

Tutte le tubazioni correnti a soffitto e nei controsoffitti dovranno essere ancorate alla struttura dell'edificio mediante staffaggi muniti di tenditore.

Le staffe dovranno essere ancorate agli organi di sospensione o di appoggio attraverso supporti antivibranti tipo "Vibrostop" o simili, di flessibilità adeguata al carico statico cui verranno sottoposti.

Tutte le tubazioni collegate direttamente a macchine con organi in movimento tipo pompe, gruppi frigoriferi, ecc., dovranno essere dotate sugli attacchi di giunti antivibranti in gomma per ottenere il taglio delle trasmissioni dirette per via metallica.



### 5.3 ISOLAMENTO DELLE MACCHINE

Tutte le macchine ed apparecchiature che comprendono organi rotanti dovranno essere installate in opera su basamenti rigidi costituenti masse inerziali al fine di ridurre la frequenza di oscillazione. Detti basamenti dovranno appoggiare alle strutture dell'edificio attraverso sistemi flottanti costituiti da giunti antivibranti in gomma dello spessore minimo di 20 mm (vedi scheda tecnica relativa) o da sistemi a molla.

### 5.4 CARATTERISTICHE DI EMISSIONE DELLE PRINCIPALI APPARECCHIATURE

Tutte le macchine ed apparecchiature che comprendono organi rotanti dovranno avere le seguenti prestazioni acustiche:

### 5.5 ISOLAMENTO DELLE CANALIZZAZIONI

Come per le tubazioni le canalizzazioni dovranno essere ancorate con l'interposizione di strisce di neoprene. I collegamenti alle centrali di trattamento aria dovranno essere realizzati interponendo giunti antivibranti smontabili, realizzati in doppia tela di olona per una lunghezza non inferiore a 20 cm.

### 5.6 ASSORBIMENTO ACUSTICO DELLE CANALIZZAZIONI

Ove previsto si dovranno installare idonei silenziatori capaci di ridurre la trasmissione del rumore all'interno delle canalizzazioni di mandata e ricircolo.

#### **Giunti antivibranti in gomma e acciaio**

Installati a monte e a valle della pompa di circolazione, del tipo con corpo cilindrico in gomma di EPDM; i giunti antivibranti saranno dello stesso diametro delle apparecchiature che collegheranno, ed installati tra la flangia della apparecchiatura stessa ed opportuna controflangia in acciaio direttamente saldata sulla tubazione. Le flange saranno dimensionate e forate secondo norme UNI/DIN con gradino di tenuta complete di guarnizioni e bulloneria zincata.

Condizioni di esercizio:

- $P_{max} = 16 \text{ kg/cm}^2$
- $T_{max} = 100^\circ\text{C}$  per acqua calda
- $T_{min} = -20^\circ\text{C}$

### 5.7 SUPPORTI ANTIVIBRANTI

I supporti antivibranti saranno costituiti principalmente da una molla elicoidale su cui agisce un pistone stampato a cui viene applicato il carico che comprime la molla; il tutto sarà racchiuso in un involucro cilindrico costituito da due tegoli di lamiera collegati mediante saldatura a due piastre anulari stampate, l'involucro presenterà perciò due feritoie longitudinali che permetteranno l'ispezione di tutte le spie delle molle. I giunti saranno protetti superficialmente da una verniciatura a spruzzo con vernice antiruggine.

La molla dei giunti sarà dimensionata per supportare le componenti verticali del carico, mentre lo stelo sarà calcolato per vincere le componenti orizzontali.

#### **5.7.1 Supporto antivibrante in gomma dura**

Il supporto antivibrante sarà di tipo continuo formato da pannelli composti da sfilaccature e granuli di gomma vulcanizzata ottenuti dal riciclaggio di pneumatici ancorati a caldo con leganti poliuretanici ad un supporto di cartongesso bitumato con temperature e pressioni variabili in funzione del grado di compattezza desiderato.

I pannelli dovranno presentare un elevato grado di smorzamento, una elevata resistenza alla compressione ed un'ottima stabilità dimensionale. I componenti usati nel processo di lavorazione dovranno rendere il prodotto inalterabile nel tempo, dimensionalmente stabile nel tempo, imputrescibile e resistente ai normali agenti chimici, agli oli lubrificanti, alle elevate temperature e umidità dell'aria.

Il prodotto non dovrà contenere sostanze dannose come formaldeide, fluoro, mercurio o similari e allo stato normale non emettere fumi tossici.



#### 5.7.1.1 Modalità di posa

I pannelli saranno stesi a secco o a colla sulla superficie di posa risvoltati lungo i bordi della struttura di contenimento o sigillando i punti di contatto

#### 5.7.1.2 Caratteristiche tecniche

▪ Spessore minimo	20 mm;
▪ Densità minima	700 kg/m <sup>3</sup> ;
▪ Cedimento	1 mm.;
▪ Pressione	6.200 kg/m <sup>2</sup> ;
▪ Deformazione residua sotto carico	1,72 %
▪ Rigidità dinamica	58 N/cm <sup>3</sup>
▪ Durezza shore	A=29
▪ Compressione	0,075 Nmm <sup>2</sup> .
▪ Carico di rottura	56gr/mm <sup>2</sup> .
▪ Allungamento a rottura	60 %
▪ Resa elastica	31 %
▪ Potere fonoisolante	D 32 dB

#### 5.7.1.3 Caratteristiche fisiche

- Resistenza alle temperature: da – 80 °C a + 200 °C per breve periodo
- Coefficiente di conducibilità termica:  $\lambda = 113 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
- Resistenza agli olii e ai grassi: ottima
- Resistenza agli acidi e alle soluzioni: buona
- Isolamento elettrico: materiale non conduttore
- Basso modulo elastico con elevato grado di smorzamento
- Chimicamente neutrale
- Imputrescibile e non pulverulento

## 6 ISOLAMENTI TERMICI

Per tutte le tubazioni e canali non preisolati, valgono le schede tecniche di seguito riportate secondo quanto prescritto dal D.P.R. 412/3 – Allegato B - Tabella 1;

### 6.1 ISOLAMENTI DI TUBAZIONI E VALVOLAME

#### 6.1.1 Indicazioni generali

Gli isolamenti delle tubazioni al servizio dell'impianto di climatizzazione estiva ed invernale dovranno essere installati con spessori in conformità alle vigenti normative, in particolare In particolari si adotteranno i seguenti isolamenti:

Percorso	Tipo di fluido	Finitura esterna
Tubazioni all'esterno dell'edificio	Fluido caldo fino a 50°C	Lamierino di alluminio 8/10
Tubazioni all'interno del fabbricato in vista	Fluido caldo fino a 50°C	PVC
Montanti verticali	Fluido caldo fino a 50°C	PVC
Tubazioni all'esterno dell'edificio	Fluido freddo 4-7°C	Lamierino di alluminio 8/10
Tubazioni all'interno del fabbricato in vista	Fluido freddo 4-7°C	PVC
Montanti verticali	Fluido freddo 4-7°C	PVC

Tabella 12. Spessori di isolamento – indicazioni generali

### 6.2 ISOLAMENTO TUBAZIONI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE

#### 6.2.1 Tubazioni con percorso in vista all'interno dei locali climatizzati.

La coibentazione delle tubazioni dei circuiti caldo/freddo installate all'interno del fabbricato sottotraccia, nel controsoffitto o nel pavimento galleggiante dovrà essere realizzata con guaine flessibili e/o lastre in elastomero a cellule chiuse, con spessori conformi a quanto prescritto dalla Normativa vigente.

Il materiale costituente le guaine flessibili isolanti dovrà essere con struttura cellulare chiusa, con valore di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua maggiore di 5000 secondo Norme DIN 52615 - UNI 9233, comportamento al fuoco classe 1 secondo UNI 9174 e UNI 8457, conduttività termica utile dell'isolante minimo 0,042 W/m °C a 40°C.

La fornitura dovrà comprendere inoltre tutti i materiali per la messa in opera a perfetta regola d'arte

Condizioni di esercizio:

- $T_{max}=+105^{\circ}\text{C}$
- $T_{min}=-45^{\circ}\text{C}$
- Conducibilità termica minima: 0,042 W/m°K a + 40°C

I materiali isolanti dovranno essere posati a regola d'arte. La posa in opera dovrà avvenire dopo che tutti i materiali estranei come ruggine, scorie o sporco saranno stati rimossi, le superfici dovranno essere verniciate pulite ed asciutte, e dopo che le tubazioni da isolare sono state collaudate a pressione. Il suddetto isolante tubolare dovrà essere posto in opera ove possibile infilandolo sulla tubazione dalla estremità libera e facendolo quindi scorrere sul tubo stesso. La guarnizione tra i vari tubolari dovrà essere eseguita mediante l'uso di apposito adesivo. Nei casi ove risultasse impossibile la posa in opera come sopra descritto, si dovranno tagliare longitudinalmente i tratti tubolari di isolante, applicarli sulle tubazioni e saldare i due bordi con adesivo specifico. A giunzioni effettuate, sia trasversali che longitudinali, sulle stesse dovrà essere applicato l'apposito nastro adesivo. Per le tubazioni metalliche percorse da acqua refrigerata dovrà essere curata con rigore l'assoluta continuità della coibentazione negli appoggi, negli attraversamenti di solai e di pareti per evitare la condensazione del vapore acqueo



atmosferico sulle tubazioni stesse. Il materiale isolante dovrà essere pulito e asciutto e dovrà essere mantenuto asciutto durante l'applicazione della finitura; l'isolamento bagnato non potrà essere installato. Non potranno essere usati spezzoni dove è possibile l'applicazione di materiale a tutta lunghezza. L'isolamento dovrà essere installato senza soluzione di continuità; esso dovrà essere continuo anche alle sospensioni e ai manicotti dei tubi. Dove alle sospensioni il tubo si trovasse ad essere appoggiato sull'isolamento senza inserti, si dovrà prevedere una protezione costituita da lastra in elastomero con inserto di coppella rigida con protezione esterna in lamierino verniciato (per collare) o di fibra minerale di elevata densità, o di altro materiale indicato dalla Direzione dei Lavori, posata su sella in lamiera di uguale lunghezza. Il tutto dovrà essere fasciato con idonea barriera al vapore e provvista di finitura superficiale. Le tubazioni in vista dovranno essere dotate di rivestimento in PVC

### 6.2.2 Tubazioni installate all'esterno

Le tubazioni che adducono fluidi caldi/freddi installate all'esterno dovranno essere isolate con guaine flessibili e/o lastre in elastomero a cellule chiuse rivestito esternamente con lamierino di alluminio spessore 8/10 completamente smontabile e con giunzioni longitudinali e trasversali bordate con viti autofilettanti di serraggio.

Lo spessore dell'isolamento dovrà essere conforme a quanto previsto dal DPR 412/93- Allegato B - Tab.1 classe 1 (100%). Le tubazioni che adducono fluidi freddi e tutte le apparecchiature installate all'esterno e/o all'interno della sottocentrale attraversate da fluido freddo dovranno essere isolate con guaine flessibili e/o lastre in elastomero a cellule chiuse rivestito esternamente con lamierino di alluminio spessore 8/10 completamente smontabile e con giunzioni longitudinali e trasversali bordate con viti autofilettanti di serraggio. Lo spessore dell'isolamento dovrà essere non inferiore a 32 mm.

Il materiale costituente le guaine flessibili isolanti dovrà essere con struttura cellulare chiusa, con valore di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua maggiore di 5000 secondo Norme DIN 52615 - UNI 9233, comportamento al fuoco classe 1 secondo UNI 9174 e UNI 8457, conduttività termica utile dell'isolante non inferiore a 0,042 W/m °C a 40°C. La fornitura dovrà comprendere inoltre tutti i materiali per la messa in opera a perfetta regola d'arte.

Condizioni di esercizio:

- $T_{max} = +105^{\circ}\text{C}$
- $T_{min} = -45^{\circ}\text{C}$
- Conducibilità termica minima: 0,042 W/m<sup>2</sup>K a + 40°C

I materiali isolanti dovranno essere posati a regola d'arte. La posa in opera dovrà avvenire dopo che tutti i materiali estranei come ruggine, scorie o sporco saranno stati rimossi, le superfici dovranno essere verniciate pulite ed asciutte, e dopo che le tubazioni da isolare sono state collaudate a pressione. Il suddetto isolante tubolare dovrà essere posto in opera ove possibile infilandolo sulla tubazione dalla estremità libera e facendolo quindi scorrere sul tubo stesso. La guarnizione tra i vari tubolari dovrà essere eseguita mediante l'uso di apposito adesivo. Nei casi ove risultasse impossibile la posa in opera come sopra descritto, si dovranno tagliare longitudinalmente i tratti tubolari di isolante, applicarli sulle tubazioni e saldare i due bordi con adesivo specifico. A giunzioni effettuate, sia trasversali che longitudinali, sulle stesse dovrà essere applicato l'apposito nastro adesivo. Per le tubazioni metalliche percorse da acqua refrigerata dovrà essere curata con rigore l'assoluta continuità della coibentazione negli appoggi, negli attraversamenti di solai e di pareti per evitare la condensazione del vapore acqueo atmosferico sulle tubazioni stesse. Il materiale isolante dovrà essere pulito e asciutto e dovrà essere mantenuto tale durante l'applicazione della finitura; l'isolamento bagnato non potrà essere installato. Non potranno essere usati spezzoni dove è possibile l'applicazione di materiale a tutta lunghezza. L'isolamento dovrà essere installato senza soluzione di continuità. Sull'isolamento delle tubazioni all'interno dei vani tecnici dovranno essere riportate frecce direzionali e le indicazioni dei vari fluidi. Inoltre in prossimità delle apparecchiature ed organi di intercettazione dovranno essere applicate mediante saldatura (non dovrà essere ammesso l'incollaggio) targhette pantografate con le indicazioni riguardanti le funzioni dell'apparecchiatura stessa. Le valvole, i pezzi speciali ed i corpi pompa dovranno essere coibentati con materiale di cui sopra ricoperti con lamierino di alluminio calandrato spessore 8/10 completo di collarini e terminali anch'essi di alluminio fissati con viti autofilettanti in acciaio zincato a caldo, completamente smontabile per garantire le necessarie operazioni di manutenzione ordinaria e con giunzioni longitudinali e trasversali bordate con viti autofilettanti di serraggio in acciaio zincato a caldo. Al fine di assicurare la perfetta tenuta all'infiltrazione d'acqua all'interno dell'isolamento, in



corrispondenza delle giunzioni presenti sul lamierino esterno dovrà essere prevista l'adozione di siliconi e/o sigillanti del tipo ed in quantità idonei all'uso specifico.

La coibentazione dovrà essere realizzata, senza soluzione di continuità, anche sulle pompe, sui filtri, sui pezzi speciali ed ogni altro componente dell'impianto. La fornitura dovrà comprendere inoltre tutti i materiali per la messa in opera a perfetta regola d'arte.

### **6.3 ISOLAMENTO TUBAZIONI E VALVOLAME IMPIANTO IDRICO SANITARIO**

La coibentazione delle tubazioni installate all'interno dei fabbricati, dovrà essere realizzata con guaine flessibili e/o materassino in elastomero a cellule chiuse nei diversi spessori in funzione della loro collocazione.

La fornitura dovrà comprendere inoltre tutti i materiali per la messa in opera a perfetta regola d'arte.

La posa in opera dovrà avvenire dopo che tutti i materiali estranei come ruggine, scorie o sporco saranno stati rimossi, le superfici dovranno essere verniciate pulite ed asciutte, e dopo che le tubazioni da isolare sono state collaudate a pressione.

Il suddetto isolante tubolare dovrà essere posto in opera ove possibile infilandolo sulla tubazione dalla estremità libera e facendolo quindi scorrere sul tubo stesso. La guarnizione tra i vari tubolari dovrà essere eseguita mediante l'uso di apposito adesivo. Nei casi ove risultasse impossibile la posa in opera come sopra descritto, si dovranno tagliare longitudinalmente i tratti tubolari di isolante, applicarli sulle tubazioni e saldare i due bordi con adesivo specifico. A giunzioni effettuate, sia trasversali che longitudinali, sulle stesse dovrà essere applicato l'apposito nastro adesivo. Il materiale isolante dovrà essere pulito e asciutto e dovrà essere mantenuto asciutto durante l'applicazione della finitura; l'isolamento bagnato non potrà essere installato. Non potranno essere usati spezzoni dove è possibile l'applicazione di materiale a tutta lunghezza.

#### **6.3.1 Tubazioni idriche installate a vista nelle centrali tecnologiche**

La coibentazione delle tubazioni idriche calde installate a vista nelle centrali tecnologiche dovrà essere realizzata con guaine flessibili e/o materassino in elastomero a cellule chiuse; lo spessore dell'isolamento dovrà essere conforme a quanto previsto dal DPR 412/93- Allegato B- Tab.1 classe 1 (100%), rivestita con lamierino di alluminio spessore 6/10 di mm completamente smontabile e con giunzioni longitudinali e trasversali bordate con viti autofilettanti di serraggio.

Il materiale costituente le guaine flessibili isolanti dovrà essere con struttura cellulare chiusa, con valore di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua maggiore di 3000 secondo Norme DIN 52612 - UNI 9233, comportamento al fuoco classe 1 secondo DIN 4102, conduttività termica utile dell'isolante minima pari a 0,040 W/m °C a 40°C. La fornitura dovrà comprendere inoltre tutti i materiali per la messa in opera a perfetta regola d'arte.

Condizioni di esercizio:

- Tmax=+105°C
- Tmin=- 45°C
- Conducibilità termica minima: 0,040 W/m°K a + 40°C

I materiali isolanti dovranno essere posati a regola d'arte. La posa in opera dovrà avvenire dopo che tutti i materiali estranei come ruggine, scorie o sporco saranno stati rimossi, le superfici dovranno essere verniciate pulite ed asciutte, e dopo che le tubazioni da isolare sono state collaudate a pressione. Il suddetto isolante tubolare dovrà essere posto in opera ove possibile infilandolo sulla tubazione dalla estremità libera e facendolo quindi scorrere sul tubo stesso. La guarnizione tra i vari tubolari dovrà essere eseguita mediante l'uso di apposito adesivo. Nei casi ove risultasse impossibile la posa in opera come sopra descritto, si dovranno tagliare longitudinalmente i tratti tubolari di isolante, applicarli sulle tubazioni e saldare i due bordi con adesivo specifico. A giunzioni effettuate, sia trasversali che longitudinali, sulle stesse dovrà essere applicato l'apposito nastro adesivo. Per le tubazioni metalliche percorse da acqua refrigerata dovrà essere curata con rigore l'assoluta continuità della coibentazione negli appoggi, negli attraversamenti di solai e di pareti per evitare la condensazione del vapore acqueo atmosferico sulle tubazioni stesse. Il materiale isolante dovrà essere pulito e asciutto e dovrà essere mantenuto asciutto durante l'applicazione della finitura; l'isolamento bagnato non potrà essere installato. Non potranno essere usati spezzoni dove è possibile l'applicazione di materiale a tutta lunghezza. L'isolamento dovrà essere installato senza soluzione di continuità; esso dovrà essere continuo anche



alle sospensioni e ai manicotti dei tubi. Dove alle sospensioni il tubo si trovasse ad essere appoggiato sull'isolamento senza inserti, si dovrà prevedere una protezione costituita da lastra in elastomero con inserto di coppella rigida con protezione esterna in lamierino verniciato (per collare) o di fibra minerale di elevata densità, o di altro materiale indicato dalla Direzione dei Lavori, posata su sella in lamiera di uguale lunghezza. Il tutto dovrà essere fasciato con idonea barriera al vapore e provvista di finitura superficiale.

### **6.3.2 Tubazioni idriche installate a vista in locali non riscaldati**

La coibentazione delle tubazioni idriche installate a vista dentro i fabbricati in zone non riscaldate, dovrà essere realizzata con guaine flessibili e/o materassino in elastomero a cellule chiuse, dovrà essere conforme a quanto previsto dal DPR 412/93- Allegato B- Tab.1 classe 0,5 (50%), rivestita con lamierino di alluminio spessore 6/10 di mm completamente smontabile e con giunzioni longitudinali e trasversali bordate con viti autofilettanti di serraggio.

Il materiale costituente le guaine flessibili isolanti dovrà essere con struttura cellulare chiusa, con valore di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua maggiore di 3000 secondo Norme DIN 5261 - UNI 9233, comportamento al fuoco classe 1 secondo DIN 4102, conduttività termica utile dell'isolante pari a 0,040 W/m °C a 40°C. La fornitura dovrà comprendere inoltre tutti i materiali per la messa in opera a perfetta regola d'arte.

Condizioni di esercizio:

- Tmax=+105°C
- Tmin=- 45°C
- Conducibilità termica minima: 0,040 W/m°K a + 40°C

I materiali isolanti dovranno essere posati a regola d'arte. La posa in opera dovrà avvenire dopo che tutti i materiali estranei come ruggine, scorie o sporco saranno stati rimossi, le superfici dovranno essere verniciate pulite ed asciutte, e dopo che le tubazioni da isolare sono state collaudate a pressione. Il suddetto isolante tubolare dovrà essere posto in opera ove possibile infilandolo sulla tubazione dalla estremità libera e facendolo quindi scorrere sul tubo stesso. La guarnizione tra i vari tubolari dovrà essere eseguita mediante l'uso di apposito adesivo. Nei casi ove risultasse impossibile la posa in opera come sopra descritto, si dovranno tagliare longitudinalmente i tratti tubolari di isolante, applicarli sulle tubazioni e saldare i due bordi con adesivo specifico. A giunzioni effettuate, sia trasversali che longitudinali, sulle stesse dovrà essere applicato l'apposito nastro adesivo. Per le tubazioni metalliche percorse da acqua refrigerata dovrà essere curata con rigore l'assoluta continuità della coibentazione negli appoggi, negli attraversamenti di solai e di pareti per evitare la condensazione del vapore acqueo atmosferico sulle tubazioni stesse. Il materiale isolante dovrà essere pulito e asciutto e dovrà essere mantenuto asciutto durante l'applicazione della finitura; l'isolamento bagnato non potrà essere installato. Non potranno essere usati spezzoni dove è possibile l'applicazione di materiale a tutta lunghezza. L'isolamento dovrà essere installato senza soluzione di continuità; esso dovrà essere continuo anche alle sospensioni e ai manicotti dei tubi. Dove alle sospensioni il tubo si trovasse ad essere appoggiato sull'isolamento senza inserti, si dovrà prevedere una protezione costituita da lastra in elastomero con inserto di coppella rigida con protezione esterna in lamierino verniciato (per collare) o di fibra minerale di elevata densità, o di altro materiale indicato dalla Direzione dei Lavori, posata su sella in lamiera di uguale lunghezza. Il tutto dovrà essere fasciato con idonea barriera al vapore e provvista di finitura superficiale.

### **6.3.3 Tubazioni idriche installate in locali riscaldati**

La coibentazione delle tubazioni idriche installate in spazi nascosti come: sotto traccia e sottopavimento, dovrà essere realizzata con guaine flessibili e/o materassino in elastomero a cellule chiuse, con spessore classe 0,3 (30%).

Il materiale costituente le guaine flessibili isolanti dovrà essere con struttura cellulare chiusa, con valore di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua maggiore di 3000 secondo Norme DIN 5261 - UNI 9233, comportamento al fuoco classe 1 secondo DIN 4102, conduttività termica utile dell'isolante pari a 0,040 W/m °C a 40°C. La fornitura dovrà comprendere inoltre tutti i materiali per la messa in opera a perfetta regola d'arte.

Condizioni di esercizio:

- Tmax=+105°C



- $T_{min} = -45^{\circ}\text{C}$
- Conducibilità termica minima:  $0,040 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$  a  $+40^{\circ}\text{C}$

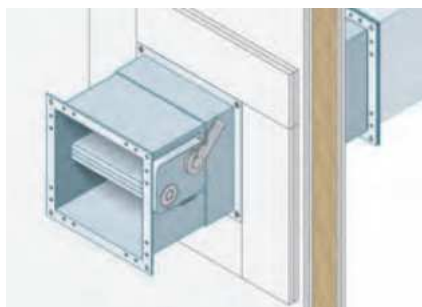
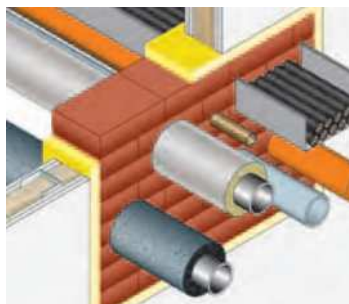
I materiali isolanti dovranno essere posati a regola d'arte. La posa in opera dovrà avvenire dopo che tutti i materiali estranei come ruggine, scorie o sporco saranno stati rimossi, le superfici dovranno essere verniciate pulite ed asciutte, e dopo che le tubazioni da isolare sono state collaudate a pressione. Il suddetto isolante tubolare dovrà essere posto in opera ove possibile infilandolo sulla tubazione dalla estremità libera e facendolo quindi scorrere sul tubo stesso. La guarnizione tra i vari tubolari dovrà essere eseguita mediante l'uso di apposito adesivo. Nei casi ove risultasse impossibile la posa in opera come sopra descritto, si dovranno tagliare longitudinalmente i tratti tubolari di isolante, applicarli sulle tubazioni e saldare i due bordi con adesivo specifico. A giunzioni effettuate, sia trasversali che longitudinali, sulle stesse dovrà essere applicato l'apposito nastro adesivo. Per le tubazioni metalliche percorse da acqua refrigerata dovrà essere curata con rigore l'assoluta continuità della coibentazione negli appoggi, negli attraversamenti di solai e di pareti per evitare la condensazione del vapore acqueo atmosferico sulle tubazioni stesse. Il materiale isolante dovrà essere pulito e asciutto e dovrà essere mantenuto asciutto durante l'applicazione della finitura; l'isolamento bagnato non potrà essere installato. Non potranno essere usati spezzoni dove è possibile l'applicazione di materiale a tutta lunghezza. L'isolamento dovrà essere installato senza soluzione di continuità; esso dovrà essere continuo anche alle sospensioni e ai manicotti dei tubi. Dove alle sospensioni il tubo si trovasse ad essere appoggiato sull'isolamento senza inserti, si dovrà prevedere una protezione costituita da lastra in elastomero con inserto di coppella rigida con protezione esterna in lamierino verniciato (per collare) o di fibra minerale di elevata densità, o di altro materiale indicato dalla Direzione dei Lavori, posata su sella in lamiera di uguale lunghezza. Il tutto dovrà essere fasciato con idonea barriera al vapore e provvista di finitura superficiale.



## 7 COMPARTIMENTAZIONI ANTINCENDIO

Tutti gli attraversamenti delle zone compartimentate dovranno essere opportunamente sigillati con modalità e materiali idonei e certificati.

A titolo puramente indicativo di seguito vengono riportati alcuni esempi tipici di sigillatura.



### 7.1 ATTRAVERSAMENTI TUBAZIONI IN ACCIAIO

Dovrà essere previsto un sistema di protezione per attraversamenti tecnici su pareti e/o solai di compartimentazione verticale e/o orizzontale dell'edificio dei tubi in acciaio, avente resistenza al fuoco almeno REI 120, costituito da striscia in lana di roccia di dimensione 30x10 mm con densità 40 kg/mc e rivestimento sul lato del fuoco della lana di roccia di uno spessore di 10 mm di mastice antincendio.

### 7.2 SERRANDE TAGLIAFUOCO

Le serrande tagliafuoco rettangolari saranno del tipo omologato secondo la Circolare 91 del Ministero dell'Interno.

Saranno installate negli attraversamenti delle strutture di compartimentazione REI e saranno costituite da:

- Cassa in lamiera d'acciaio zincata sendzmir;





- pala unica cartongesso;
- guarnizione perimetrale termoespandente per la tenuta dei fumi freddi con  $T < 70^{\circ}\text{C}$  e fumi caldi;
- flangia forata sull'estremità libera lato comando;
- Fusibile termico tarato a  $72^{\circ}\text{C}$ ;
- motore elettrico alimentazione 24 V c.c. con ritorno a molla e microinterruttore di fine corsa per segnalazione serranda aperta (motore alimentato serranda aperta/motore non alimentato serranda chiusa);
- linguetta a molla di tenuta della pala in posizione chiusa;

Nel caso le dimensioni della condotta siano tali da richiedere l'accoppiamento di 2 o più serrande, la loro installazione sarà effettuata mediante appositi telai in lamiera zincata ed in acciaio zincato a caldo atti a garantirne il contenimento. Sarà assicurata l'accessibilità al comando ed agli accessori previsti garantendo la massima ispezionabilità (leva di comando, motore, fine corsa ecc.); le boccole di sostegno saranno dimensionate per sostenere il peso della pala.

Modalità di installazione:

	Accoppiamento	Posizione leva di comando
Fino a due	Longitudinale	1 a destra ed 1 a sinistra
Fino a due	Verticale	Entrambe a destra o a sinistra
Oltre due	Longitudinale	Tutte a destra o a sinistra

Tabella 13. Modalità di installazione servomotori

Per quanto riguarda l'accoppiamento di 3 o più serrande, le dimensioni delle stesse dovranno prevedere una altezza di 800 mm. ed una lunghezza variabile 200 ÷ 1500 mm. Al fine di garantire l'ispezione alle leve di comando, le serrande saranno installate ruotate di  $90^{\circ}$  in modo che l'aletta sia verticale e che le leve di comando siano nella parte superiore o inferiore più accessibile. Le boccole saranno dimensionate in funzione della specifica installazione e del peso delle alette.

Le intercapedini che rimarranno fra le serrande ed il muro saranno accuratamente riempite come descritto precedentemente.

## 8 CRITERI DI RESISTENZA AL SISMA

### 8.1 PREMESSA

Le NTC del D.M. del 20 febbraio 2018 contengono una serie di prescrizioni per la progettazione e la realizzazione di un sistema di ancoraggio sismico degli impianti a servizio di un edificio; la scelta del sistema di ancoraggio degli impianti alla struttura è funzione dei seguenti parametri:

- Importanza e funzione dell'edificio anche dopo un sisma;
- Zona in cui l'edificio è realizzato;
- Vulnerabilità sismica del componente dell'impianto

I requisiti minimi di sicurezza sismica sono definiti con riferimento a specifici obiettivi che, per gli impianti, sono i seguenti:

Impianto	Mantenimento della stabilità	Mantenimento della funzionalità	Assenza di perdite di fluido
Idrico antincendio	X	X	X
Rivelazione ed allarme incendio	X	X	-
Diffusione sonora di evacuazione	X	X	-
Illuminazione normale e di sicurezza	X	X	-
Climatizzazione	X	X	-
Idrico sanitario	X	X	-

Per il dimensionamento dei sistemi di staffaggio degli impianti, dunque, si rimanda alla relazione specialistica strutturale.

### 8.2 CONDIZIONI ESECUTIVE PER LA PROTEZIONE ANTISISMICA DEGLI IMPIANTI

Gli interventi di protezione antisismica sono finalizzati a mantenere al più alto grado possibile di efficienza l'intero sistema impiantistico, onde garantire agli occupanti un elevato grado di sicurezza durante l'evento sismico. A tal fine, considerata la classificazione dell'edificio come sopra definito e l'area in cui è realizzato, si riportano di seguito le prescrizioni minime che dovranno essere ottemperate. In fase di progettazione costruttiva si dovrà, sulla scorta delle caratteristiche proprie delle apparecchiature e/o attrezzature selezionate dimensionare e riportare i dettagli relativi agli ancoraggi con dimensioni e tipo dei bulloni eventualmente usati in ossequio alla Normativa Vigente.

### 8.3 ACCORGIMENTI ANTISISMICI GENERALI

L'installazione delle attrezzature impiantistiche dovrà adottare almeno i seguenti accorgimenti di carattere generale:

- Ancorare gli impianti alle strutture portanti dell'edificio preservandoli da spostamenti relativi di grande entità durante il terremoto;
- Assorbire i movimenti relativi delle varie parti dell'impianto da deformazioni e/o movimenti strutturali senza rottura delle connessioni;
- Evitare di attraversare, nei limiti del possibile, i giunti strutturali predisposti nell'edificio;
- Evitare, in modo assoluto, di posizionare componenti, attrezzature e macchinari a cavallo di giunti strutturali.

### 8.4 ACCORGIMENTI ANTISISMICI SPECIFICI PER LE APPARECCHIATURE

Per le prescrizioni di montaggio di apparecchiature dotate di dispositivi per l'isolamento delle vibrazioni si renderanno necessari angolari e piastre tali da limitare il movimento e trasferire le forze sismiche direttamente al solaio. Per apparecchiature senza dispositivi di isolamento delle vibrazioni sarà necessario prevedere:

- Appoggi e sostegni di contenitori ed attrezzature devono essere tali da resistere alle forze sismiche di progetto;
- Tutte le apparecchiature ed i contenitori da installare sul pavimento dovranno essere bullonati alla soletta o comunque fissate alla struttura dell'edificio;

- Attrezzature caratterizzate da altezze superiori a 2 m dovranno essere adeguatamente controventate ed ancorate a solette e muri strutturali.

## **8.5 STAFFAGGIO (ANTISISMICO)**

Il dimensionamento di tutti gli staffaggi antisismici dovrà essere eseguito in conformità alla norma NTC del D.M. del 20 febbraio 2018 assumendo come parametri sismici i valori  $a_g$  ed  $F_0$  definiti nel calcolo strutturale dell'edificio (*a tal proposito si rimanda alla relazione di calcolo strutturale*).

Per tutti gli staffaggi l'Impresa dovrà far riferimento alle prescrizioni di seguito descritte.

Si richiede che gli staffaggi siano di tipo prefabbricato di primaria marca.

### **8.5.1 Staffe per canali rettangolari di base < 800 mm (statico).**

Questo tipo di staffe è previsto per sostenere tutti i canali a sezione rettangolare di mandata e ripresa dell'aria, appesi al soffitto con base inferiore ad 800 mm.

Dovranno essere utilizzati dei profili stampati (squadrette) di lamiera zincata a caldo, fissati alla condotta mediante viti autofilettanti o rivetti ed al soffitto mediante tasselli ad espansione e/o morsetti a vite in acciaio zincato per staffaggio su trave metallica

Qualora le condotte non siano installate in aderenza al soffitto, ma ad esso sospese si dovranno utilizzare tiranti in barre filettate zincate per assicurare il collegamento fra soffitto e squadretta.

### **8.5.2 Staffe per canali rettangolari di base > 800 mm (statico)**

Qualora le dimensioni della condotta ed il loro peso siano rilevanti, si dovrà ricorrere all'impiego di barre di sostegno trasversali preforate, in profilati zincati a caldo, opportunamente dimensionate perché non si flettano; il collegamento barre soffitto dovrà sempre essere realizzato mediante tiranti in barre filettate zincate.

Per tutti gli staffaggi l'Impresa dovrà far riferimento alle prescrizioni di seguito descritte. Si richiede che gli staffaggi siano di tipo prefabbricato di primaria marca tipo Hilti, Mefa, Politermica o equivalente.

Le staffe per le tubazioni interne al fabbricato dovranno essere di tipo antisismico e costituite da:

- profilati in lamiera zincata a caldo a C rovesciata;
- barre filettate in acciaio zincato a caldo;
- collari di idoneo diametro completi di snodo sferico, guaina di protezione dell'isolamento della tubazione e guaina di protezione dello snodo;
- rondelle zincate a caldo;
- rulli in PVC;
- morsetti a vite in acciaio zincato per staffaggio su trave metallica e/o tasselli di fissaggio;
- dadi a martello e piastre autobloccanti;
- tasselli ad espansione e/o morsetti a vite in acciaio zincato per staffaggio su trave metallica.
- Massima spaziatura dei supporti delle tubazioni


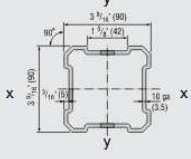
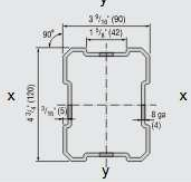
Dimensione tubazione [inch]	Campata massima [m]
1/2"	1,50
3/4"	1,80
1"	2,10
1" 1/4	2,40
1" 1/2	2,70
2"	3,00
2" 1/2	3,50
3"	4,00
4"	4,50
5"	4,90
6"	5,20"
8"	5,80"
10" e oltre	6

Tabella 14. Interasse staffaggi

Le presenti distanze massime non valgono qualora valvole o altre componenti di linea creino carichi concentrati tra i due più prossimi punti di supporto o qualora la struttura edile stessa non supporti il conseguente carico concentrato. Il diametro dei tiranti dei supporti dovrà essere verificato in funzione dei pesi sopportati.

Un gancio di sospensione dovrà essere installato a non più di 30 cm. da ogni cambio di direzione della tubazione. Le staffe dovranno essere realizzate in profilato di acciaio zincato. Gli ancoraggi, i profilati speciali prefabbricati e la relativa bulloneria dovranno essere realizzati in acciaio zincato o cadmiato. Il montaggio delle reti principali dovrà essere effettuato in modo tale da consentire la continuità dei rivestimenti isolanti anche in corrispondenza degli appoggi sugli staffaggi, nonché il libero scorrimento alle dilatazioni. Collegamenti dielettrici dovranno essere previsti nei collegamenti tra tubazioni di metallo ferroso e non ferroso. I pezzi speciali dielettrici dovranno essere di materiale non metallico per prevenire il flusso di corrente eccedente l'1% della corrente di corto circuito. Il giunto dovrà essere adatto per la pressione e la temperatura di esercizio richiesti dall'uso specifico.

Gli staffaggi saranno realizzati preferibilmente mediante profilati in acciaio zincato a caldo per le tubazioni esposte ai fenomeni atmosferici o umidità, zincate a freddo per gli staffaggi all'interno dei fabbricati.

			
<b>Technical Data</b>		<b>MI-90</b>	<b>MI-120</b>
Material thickness	t (in)	0.1378 (~10 ga)	0.1575 (~8 ga)
Cross sectional area — net	A (in <sup>2</sup> )	1.55	2.13
Weight of girder	(lb/ft)	6.34	8.47
Lengths available	(ft)	9' 10" / 19' 8-1/4"	9' 10" / 19' 8-1/4"
<b>Material</b>			
Yield strength	f <sub>y</sub> k (ksi)	34	34
Ultimate strength	f <sub>u</sub> k (ksi)	52	52
Allowable tensile stress	σ (ksi)	20.40	20.40
Allowable shear stress	τ (ksi)	11.80	11.80
Modulus of elasticity	E (ksi)	30388	30388
Shear modulus	G (ksi)	11721	11721
<b>Cross section values<sup>1</sup></b>			
<b>X-axis</b>			
Moment of inertia	I <sub>x</sub> (in <sup>4</sup> )	2.77	6.38
Section modulus	S <sub>x</sub> (in <sup>3</sup> )	1.56	2.70
Radius of gyration	r <sub>x</sub> (in)	1.33	1.73
Allowable moment	M <sub>x</sub> / Ω (lb-ft)	2650	4585
<b>y-axis</b>			
Moment of inertia	I <sub>y</sub> (in <sup>4</sup> )	2.77	4.17
Section modulus	S <sub>y</sub> (in <sup>3</sup> )	1.56	2.35
Radius of gyration	r <sub>y</sub> (in)	1.33	1.40
Allowable moment	M <sub>y</sub> / Ω (lb-ft)	2650	3995
<b>Torsion values</b>			
Torsional moment of inertia	J (in <sup>4</sup> )	3.73	7.13
Torsional section modulus	S (in <sup>3</sup> )	2.76	4.37

---

## **9 OPERAZIONI PER RIPRISTINO COMPARTIMENTAZIONI REI INERENTI ATTRAVERSAMENTI IMPIANTI MECCANICI**

---

Prestazioni per ripristino delle condizioni di compartimentazione REI delle pareti e dei solai per attraversamenti degli stessi da parte di impianti meccanici quali canalizzazioni, tubazioni in acciaio nero, in acciaio zincato, tubazioni in rame ed in tecnopolimeri.

Nelle prestazioni sono comprese tutti i materiali, debitamente certificati, la mano d'opera per la posa degli stessi secondo le indicazioni specifiche delle case fornitrici, le adeguate assistenze murarie quali trabattelli, ponteggi, ecc. per eseguire le necessarie chiusure attorno ai passaggi delle reti impiantistiche attraverso pareti e muri compartimentati.

Tali operazioni comportano doppia chiusura, su ambo i lati delle pareti reti, in caso di attraversamenti orizzontati e chiusura sotto il solaio nel caso di attraversamenti verticali; dalla presente voce sono esclusi la fornitura e la posa in opera dei collari intumescenti REI da porre attorno alle tubazioni in materiali plastico e tecnopolimero e le serrande tagliafuoco motorizzate poste sulle canalizzazioni aria, ma sono comprese le opere per il ripristino della compartimentazione attorno a tali apparati.

## 10 COMPONENTI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE - GENERATORI

### 10.1 POMPA DI CALORE ARIA – ACQUA PDC01

La pompa di calore dovrà avere le seguenti caratteristiche:

#### 10.1.1 Compressore

Compressore ermetico rotativo comandato con inverter, completo di protezione del motore contro le sovratemperature, sovracorrenti e contro temperature eccessive del gas di mandata. E' montato su gommini antivibranti ed è completo di carica olio. Il compressore è avvolto da una cuffia fonoassorbente che ne riduce le emissioni sonore. Un riscaldatore del carter ad inserimento automatico previene la diluizione dell'olio da parte del refrigerante all'arresto del compressore.

I compressori dovranno essere previsti in configurazione acustica con insonorizzazione.

GRANDEZZE	Livello di Potenza Sonora - Bande d'ottava (Hz)								Livello di pressione sonora	Livello di potenza sonora
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)	dB(A)
<b>10.1</b>	63	64	64	71	72	67	62	52	59	75
<b>12.1</b>	60	63	67	70	74	68	61	52	60	76
<b>14.1</b>	56	63	68	71	75	69	62	51	61	77
<b>16.2</b>	78	77	72	73	75	67	62	52	60	77
<b>18.2</b>	79	78	73	74	76	68	63	53	61	78
<b>22.2</b>	78	77	70	74	78	71	64	54	63	80
<b>30.2</b>	61	73	73	76	76	72	71	63	62	80
<b>35.2</b>	61	69	72	77	81	75	70	62	65	83
<b>40.2</b>	61	69	72	77	81	75	70	62	65	83
<b>45.2</b>	71	72	73	77	80	79	71	66	66	84
<b>50.2</b>	71	72	74	78	81	80	71	66	67	85
<b>55.2</b>	71	72	74	78	81	80	72	66	67	85

#### 10.1.2 Struttura

Struttura portante e basamento interamente realizzati in robusta lamiera d'acciaio, spessore da 12/10 a 20/10, con trattamento superficiale di zincatura a caldo e verniciatura a polveri poliestere RAL9001 per le parti a vista, che garantisce ottime caratteristiche meccaniche ed elevata resistenza alla corrosione nel tempo.

#### 10.1.3 Pannellatura

Pannellatura esterna in lamiera d'acciaio, spessore 12/10, con trattamento superficiale di zincatura a caldo e verniciatura a polveri poliestere RAL9001 che assicura superiore resistenza alla corrosione nelle installazioni esterne ed elimina la necessità di periodiche verniciature. Pannelli facilmente removibili per permettere totale accesso ai componenti interni.



#### **10.1.4 Scambiatore interno**

Scambiatore ad espansione diretta del tipo a piastre saldobrasate in acciaio inox AISI 316, in pacco senza guarnizioni utilizzando il rame come materiale di brasatura, a basso contenuto di refrigerante ed elevata superficie di scambio, completo di:

- isolamento termico esterno anticondensa di spessore 17 mm in polipropilene espanso sinterizzato;
- resistenza antigelo a protezione dello scambiatore lato acqua per evitare la formazione di ghiaccio qualora la temperatura dell'acqua scenda sotto un valore prefissato.

Le connessioni idrauliche dello scambiatore sono di tipo rapido con giunto scanalato (Victaulic).

#### **10.1.5 Scambiatore esterno**

Scambiatore ad espansione diretta a pacco alettato, realizzato con tubi di rame disposti su file sfalsate ed espansi meccanicamente per meglio aderire al collare delle alette. Le alette sono realizzate in alluminio con trattamento idrofilico e adeguatamente per garantire il massimo rendimento di scambio termico. Un particolare circuito frigorifero inoltre impedisce la formazione di ghiaccio alla base dello scambiatore durante il funzionamento invernale.

#### **10.1.6 Ventilatori**

Ventilatori elicoidali con 4 pale profilate in materiale plastico rinforzato, direttamente accoppiati al motore a corrente continua di tipo "brushless" a controllo elettronico, in esecuzione IP54.

L'assenza di spazzole (brushless) e la particolare alimentazione ne aumentano sia la vita utile che l'efficienza. I consumi si riducono così anche del 50%. I ventilatori sono alloggiati in boccagli sagomati aerodinamicamente, per aumentare l'efficienza e minimizzare il livello sonoro e sono dotati di griglie antinfortunistiche. Sia i ventilatori che le griglie sono progettati secondo tecnologia CFD. Forniti con regolazione a velocità variabile.

#### **10.1.7 Circuito Frigorifero**

Circuito frigorifero completo di:

- valvola di espansione elettronica;
- valvola inversione ciclo a 4 vie;
- pressostato di sicurezza per alta pressione;
- pressostato di sicurezza per bassa pressione;
- ricevitore di liquido;
- separatore di liquido;
- separatore olio;
- trasduttore di pressione;
- termostato sicurezza contro sovratemperature scarico compressore;
- sensori di temperatura;
- valvola di sicurezza di bassa pressione;

#### **10.1.8 Quadro elettrico**

La sezione di potenza comprende:

- fusibili di protezione generale;
- sezionatore generale;
- fusibile di protezione componenti ausiliari;
- filtro AC sull'alimentazione;
- protezione sequenza fase di alimentazione;
- protezione sovraccarico compressore;
- sensore protezione malfunzionamento;
- filtraggio EMC per ambiente residenziale;
- monitor di fase

La sezione di controllo comprende:

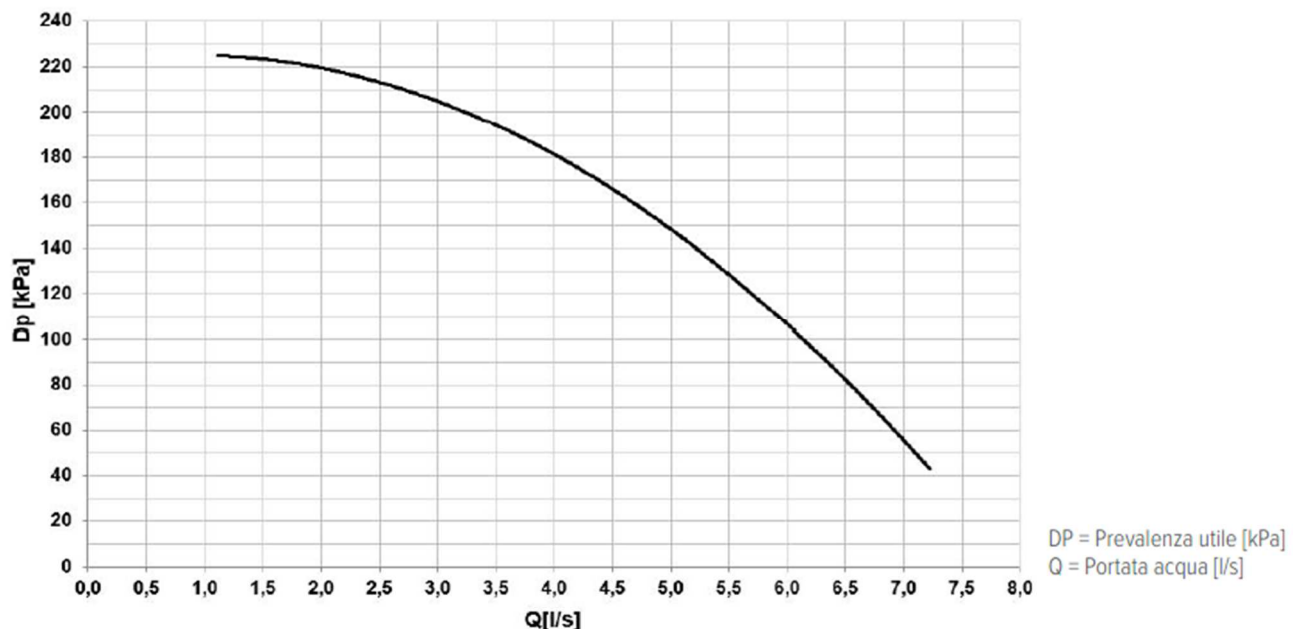
- protezione e temporizzazione compressore;

- relè per la remotizzazione della segnalazione di allarme cumulativo;
- ottimizzazione cicli sbrinamento;
- controllo condensazione;
- contatto pulito per comando on/off a distanza;
- contatto pulito per comando ESTATE/INVERNO da remoto.
- contatto pulito per gestione generatore ausiliario; La tastiera di comando comprende:
- terminale di interfaccia remoto con display grafico;
- tasti multifunzione per controllo ON/OFF;
- modalità di funzionamento caldo, freddo o auto;
- visualizzazione e reset allarmi;
- programmazione giornaliera o settimanale;
- adattatore separato di potenza per utilizzo remoto;
- porta seriale con uscita Modbus (RS485) per comunicazione a distanza.

### 10.1.9 Circuito idraulico

- Valvola di sicurezza 6 bar (solo su unità con pompe);
- flussostato;
- resistenza antigelo a protezione dello scambiatore lato acqua per evitare la formazione di ghiaccio qualora la temperatura dell'acqua scenda sotto un valore prefissato;
- valvola di scarico;
- sensori di temperatura;
- valvola di sfiato;
- manometro (solo su unità con pompe);
- pressostato di carico impianto.

L'unità sarà dotata di modulo idronico con nr. 1 elettropompa di tipo centrifugo con corpo e girante in acciaio inox AISI304 dotata di motore elettrico trifase con grado di protezione IP55 e serbatoio di accumulo capacità 300 lt



***Si riporta in seguito la scheda tecnica della pompa di calore, marche e modelli sono da ritenersi indicativi al fine di definire gli standards qualitativi e prestazionali dei dispositivi previsti e non rappresentano un vincolo per l'Appaltatore che potrà proporre altre macchine che comunque dovranno avere prestazioni equivalenti o superiori.***

### CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO SELEZIONATE

RAFFREDDAMENTO		SELEZIONATI	Temperatura di ritorno impianto		°C	45.0
Temperatura ambiente esterno	°C	35.0	Temperatura ambiente esterno		°C	-5.00
Temperatura di ritorno impianto	°C	12.0	Potenza richiesta carico parziale		kW	999
Temperatura di mandata impianto	°C	7.00	GENERALI		SELEZIONATI	
Potenza richiesta carico parziale	kW	999	Salto termico scambiatore impianto		°C	5.00
RISCALDAMENTO		SELEZIONATI	Glicole circuito impianto		%	0.000
Temperatura di mandata impianto	°C	50.0	LIVELLO DI PRESSIONE SONORA ALLA DISTANZA		SELEZIONATI	
			Distanza dalla macchina		m	1.00

### DATI PRESTAZIONALI

RAFFREDDAMENTO		SELEZIONATI	Potenza assorbita compressori	kW	33.8
Potenzialità frigorifera	kW	94.5	COP	Nr	1.67
Potenza assorbita compressori	kW	33.8	COP compressore	Nr	1.74
Potenza assorbita totale	kW	35.2	Potenzialità termica (EN14511:2022)	kW	59.0
EER	Nr	2.68	Potenza assorbita totale (EN14511:2022)	kW	35.4
EER compressore	Nr	2.80	COP (EN 14511:2022)	Nr	1.67
Potenzialità frigorifera (EN14511:2022)	kW	94.2	N° di giri compressori	%	100
Potenza assorbita totale (EN14511:2022)	kW	35.8	Portata acqua (Lato Utilizzo)	l/s	2.85
EER (EN 14511:2022)	Nr	2.63	Portata acqua (Lato Utilizzo)	m³/h	10.3
N° di giri compressori	%	100	Perdite di carico scambiatore impianto	kPa	24.8
Portata acqua (Lato Utilizzo)	l/s	4.49	<b>LIVELLI RUMORE</b> <b>SELEZIONATI</b>		
Portata acqua (Lato Utilizzo)	m³/h	16.2	Livello di Pressione Sonora alla Distanza	dB(A)	65.0
Perdite di carico scambiatore impianto	kPa	54.8	<b>PESI UNITA' STANDARD</b> <b>SELEZIONATI</b>		
<b>RISCALDAMENTO</b> <b>SELEZIONATI</b>			Peso di spedizione	kg	927
Potenzialità termica	kW	58.9	Peso in funzionamento	kg	1202



## 10.2 POMPA DI CALORE ARIA – ACQUA PDC02

La pompa di calore dovrà avere le seguenti caratteristiche:

### 10.2.1 Compressore

Compressore ermetico rotativo comandato con inverter, completo di protezione del motore contro le sovratemperature, sovracorrenti e contro temperature eccessive del gas di mandata. E' montato su gommini antivibranti ed è completo di carica olio. Il compressore è avvolto da una cuffia fonoassorbente che ne riduce le emissioni sonore. Un riscaldatore del carter ad inserimento automatico previene la diluizione dell'olio da parte del refrigerante all'arresto del compressore.

GRANDEZZE	Livello di Potenza Sonora - Bande d'ottava (Hz)								Livello di pressione sonora	Livello di potenza sonora
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)	dB(A)
10.1	63	64	64	71	72	67	62	52	59	75
12.1	60	63	67	70	74	68	61	52	60	76
14.1	56	63	68	71	75	69	62	51	61	77
16.2	78	77	72	73	75	67	62	52	60	77
18.2	79	78	73	74	76	68	63	53	61	78
22.2	78	77	70	74	78	71	64	54	63	80
30.2	61	73	73	76	76	72	71	63	62	80
35.2	61	69	72	77	81	75	70	62	65	83
40.2	61	69	72	77	81	75	70	62	65	83
45.2	71	72	73	77	80	79	71	66	66	84
50.2	71	72	74	78	81	80	71	66	67	85
55.2	71	72	74	78	81	80	72	66	67	85

### 10.2.2 Struttura

Struttura portante e basamento interamente realizzati in robusta lamiera d'acciaio, spessore da 12/10 a 20/10, con trattamento superficiale di zincatura a caldo e verniciatura a polveri poliestere RAL9001 per le parti a vista, che garantisce ottime caratteristiche meccaniche ed elevata resistenza alla corrosione nel tempo.

### 10.2.3 Pannellatura

Pannellatura esterna in lamiera d'acciaio, spessore 12/10, con trattamento superficiale di zincatura a caldo e verniciatura a polveri poliestere RAL9001 che assicura superiore resistenza alla corrosione nelle installazioni esterne ed elimina la necessità di periodiche verniciature. Pannelli facilmente removibili per permettere totale accesso ai componenti interni.

### 10.2.4 Scambiatore interno

Scambiatore ad espansione diretta del tipo a piastre saldobrasate in acciaio inox AISI 316, in pacco senza guarnizioni utilizzando il rame come materiale di brasatura, a basso contenuto di refrigerante ed elevata superficie di scambio, completo di:

- isolamento termico esterno anticondensa di spessore 17 mm in polipropilene espanso sinterizzato;
- resistenza antigelo a protezione dello scambiatore lato acqua per evitare la formazione di ghiaccio qualora la temperatura-dell'acqua scenda sotto un valore prefissato.

Le connessioni idrauliche dello scambiatore sono di tipo rapido con giunto scanalato (Viciaulic).

### **10.2.5 Scambiatore esterno**

Scambiatore ad espansione diretta a pacco alettato, realizzato con tubi di rame disposti su file sfalsate ed espansi meccanicamente per meglio aderire al collare delle alette. Le alette sono realizzate in alluminio con trattamento idrofilico e adeguatamente per garantire il massimo rendimento di scambio termico. Un particolare circuito frigorifero inoltre impedisce la formazione di ghiaccio alla base dello scambiatore durante il funzionamento invernale.

### **10.2.6 Ventilatori**

Ventilatori elicoidali con 4 pale profilate in materiale plastico rinforzato, direttamente accoppiati al motore a corrente continua di tipo "brushless" a controllo elettronico, in esecuzione IP54.

L'assenza di spazzole (brushless) e la particolare alimentazione ne aumentano sia la vita utile che l'efficienza. I consumi si riducono così anche del 50%. I ventilatori sono alloggiati in boccagli sagomati aerodinamicamente, per aumentare l'efficienza e minimizzare il livello sonoro e sono dotati di griglie antinfortunistiche. Sia i ventilatori che le griglie sono progettati secondo tecnologia CFD. Forniti con regolazione a velocità variabile.

### **10.2.7 Circuito Frigorifero**

Circuito frigorifero completo di:

- valvola di espansione elettronica;
- valvola inversione ciclo a 4 vie;
- pressostato di sicurezza per alta pressione;
- pressostato di sicurezza per bassa pressione;
- ricevitore di liquido;
- separatore di liquido;
- separatore olio;
- trasduttore di pressione;
- termostato sicurezza contro sovratemperature scarico compressore;
- sensori di temperatura;
- valvola di sicurezza di bassa pressione;

### **10.2.8 Quadro elettrico**

La sezione di potenza comprende:

- fusibili di protezione generale;
- sezionatore generale;
- fusibile di protezione componenti ausiliari;
- filtro AC sull'alimentazione;
- protezione sequenza fase di alimentazione;
- protezione sovraccarico compressore;
- sensore protezione malfunzionamento;
- filtraggio EMC per ambiente residenziale;
- monitor di fase

La sezione di controllo comprende:

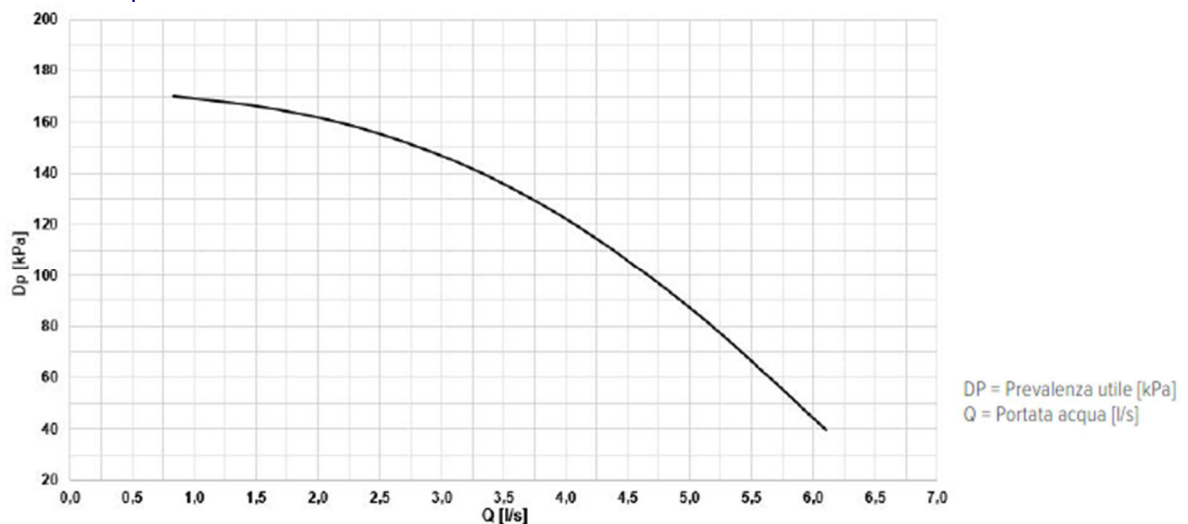
- protezione e temporizzazione compressore;
- relè per la remotizzazione della segnalazione di allarme cumulativo;
- ottimizzazione cicli sbrinamento;
- controllo condensazione;
- contatto pulito per comando on/off a distanza;

- contatto pulito per comando ESTATE/INVERNO da remoto.
- contatto pulito per gestione generatore ausiliario; La tastiera di comando comprende:
- terminale di interfaccia remoto con display grafico;
- tasti multifunzione per controllo ON/OFF;
- modalità di funzionamento caldo, freddo o auto;
- visualizzazione e reset allarmi;
- programmazione giornaliera o settimanale;
- adattatore separato di potenza per utilizzo remoto;
- porta seriale con uscita Modbus (RS485) per comunicazione a distanza.

### 10.2.9 Circuito idraulico

- Valvola di sicurezza 6 bar (solo su unità con pompe);
- flussostato;
- resistenza antigelo a protezione dello scambiatore lato acqua per evitare la formazione di ghiaccio qualora la temperatura dell'acqua scenda sotto un valore prefissato;
- valvola di scarico;
- sensori di temperatura;
- valvola di sfiato;
- manometro (solo su unità con pompe);
- pressostato di carico impianto.

L'unità sarà dotata di modulo idronico con nr. 1 elettropompa di tipo centrifugo con corpo e girante in acciaio inox AISI304 dotata di motore elettrico trifase con grado di protezione IP55 e serbatoio di accumulo capacità 150 lt



***Si riporta in seguito la scheda tecnica della pompa di calore, marche e modelli sono da ritenersi indicativi al fine di definire gli standards qualitativi e prestazionali dei dispositivi previsti e non rappresentano un vincolo per l'Appaltatore che potrà proporre altre macchine che comunque dovranno avere prestazioni equivalenti o superiori.***

### CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO SELEZIONATE

RAFFREDDAMENTO		SELEZIONATI
Temperatura ambiente esterno	°C	35.0
Temperatura di ritorno impianto	°C	12.0
Temperatura di mandata impianto	°C	7.00
Potenza richiesta carico parziale	kW	999
RISCALDAMENTO		SELEZIONATI
Temperatura di mandata impianto	°C	50.0

Temperatura di ritorno impianto	°C	45.0
Temperatura ambiente esterno	°C	-5.00
Potenza richiesta carico parziale	kW	999
GENERALI		SELEZIONATI
Salto termico scambiatore impianto	°C	5.00
Glicole circuito impianto	%	0.000
LIVELLO DI PRESSIONE SONORA ALLA DISTANZA		SELEZIONATI
Distanza dalla macchina	m	1.00

### DATI PRESTAZIONALI

RAFFREDDAMENTO		SELEZIONATI
Potenzialità frigorifera	kW	32.3
Potenza assorbita compressori	kW	11.3
Potenza assorbita totale	kW	11.6
EER	Nr	2.78
EER compressore	Nr	2.87
Potenzialità frigorifera (EN14511:2022)	kW	32.2
Potenza assorbita totale (EN14511:2022)	kW	11.8
EER (EN 14511:2022)	Nr	2.73
N° di giri compressori	%	100
Portata acqua (Lato Utilizzo)	l/s	1.53
Portata acqua (Lato Utilizzo)	m³/h	5.52
Perdite di carico scambiatore impianto	kPa	51.8
RISCALDAMENTO		SELEZIONATI
Potenzialità termica	kW	19.6

Potenza assorbita compressori	kW	9.17
COP	Nr	2.07
COP compressore	Nr	2.14
Potenzialità termica (EN14511:2022)	kW	19.7
Potenza assorbita totale (EN14511:2022)	kW	9.55
COP (EN 14511:2022)	Nr	2.06
N° di giri compressori	%	100
Portata acqua (Lato Utilizzo)	l/s	0.952
Portata acqua (Lato Utilizzo)	m³/h	3.43
Perdite di carico scambiatore impianto	kPa	23.9
LIVELLI RUMORE		SELEZIONATI
Livello di Pressione Sonora alla Distanza	dB(A)	61.0
PESI UNITA' STANDARD		SELEZIONATI
Peso di spedizione	kg	373
Peso in funzionamento	kg	507





### 10.3 IMPIANTI AD ESPANSIONE DIRETTA VRF

L'impianto ad espansione diretta sarà destinato al mantenimento delle condizioni operative desiderate all'interno del locale incubatori ed ultracongelatori e sarà composto da:

#### 10.3.1 Unità esterna

Unità a pompa di calore ad espansione diretta secondo il sistema VRF con condensazione ad aria e portata variabile di refrigerante R410A tramite un unico compressore ad inverter, della potenza di 23,2 kW in raffreddamento e di 26 kW in riscaldamento alle condizioni nominali di funzionamento e relativa potenza elettrica assorbita di 9,4 kW in raffreddamento.

L'unità a pompa di calore dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Circuito frigorifero dotato di separatore d'olio, valvola di inversione a quattro vie, valvola solenoide, ricevitore di liquido, accumulatore di gas, sonde per alta e bassa pressione, pressostato di sicurezza e valvola di by-pass e quanto occorre per ottimizzarne il funzionamento;
- Batteria di scambio termico riprogettata su quattro lati verso l'ambiente esterno, in tubo di rame con alettatura a pacco in alluminio anticorrosione (Blue Fin);
- Compressore di tipo scroll, ermetico ad alta efficienza, equipaggiato con motore elettrico DC inverter;
- Schede elettroniche di controllo e di sicurezza, in grado di attivare automaticamente le modalità di raffreddamento e riscaldamento e la funzione di sbrinamento degli scambiatori, in relazione ai segnali provenienti dai sensori delle sezioni stesse e dalle singole unità interne periferiche tramite bus di trasmissione.
- Sistema di controllo di tipo evoluto installato e cablato all'interno dell'unità, dotato di dispositivi di settaggio tipo rotary switch.
- Display a 4 cifre in grado di fornire codici per informazioni di servizio (autodiagnosi).
- Porta USB in grado di permettere l'aggiornamento dei firmware senza tool dedicati e raccogliere i dati di funzionamento fino a 5 giorni precedenti per analisi successive.

Al fine di garantire che un guasto alle unità interne installate all'interno di un ambiente non comprometta mai il funzionamento di apparati installati in altri locali, l'unità a pompa di calore dovrà essere in grado di alimentare autonomamente la linea di trasmissione alle unità interne, incluse le valvole di espansione LEV, e i controlli/comandi remoti. Il sistema VRV dovrà quindi essere in grado di garantire la continuità di funzionamento anche nel caso di mancanza di alimentazione di rete a una o più delle unità interne, per qualsivoglia motivo questa venga a mancare (guasto o disattivazione volontaria). La mancanza di alimentazione di rete di una o più unità interne o il guasto ad una scheda di controllo non dovrà in alcun modo costituire anomalia per il sistema, che dovrà continuare a funzionare correttamente senza alcun tipo di intervento per le restanti parti, sia per quanto riguarda la sezione elettrica che la sezione frigorifera.

La pompa di calore potrà essere collegata ad un minimo (massimo) di 1(30) unità interne della potenza minima di 1,7 kW in raffreddamento e 1,9 kW in riscaldamento, la cui potenza complessiva dovrà essere compresa tra il 50% ed il 130 % in relazione alla potenza nominale della pompa di calore.

Il sistema di distribuzione del gas refrigerante sarà a due tubi, con diametri delle tubazioni di 9,52 mm per il liquido e di 22,2 mm per il gas, entrambi con attacco a brasare.

L'unità dovrà essere corredata di supporti antivibranti, la quota parte della linea trasmissione dati con le unità interne installata entro apposite tubazioni ed ogni altro onere e magistero necessari a dare l'opera installata a perfetta regola d'arte e funzionante.

### 10.3.2 Unità interna

Unità di condizionamento per installazione a parete, del tipo a portata variabile di refrigerante secondo il sistema VRF, costituita da telaio interno di supporto in acciaio zincato stampato e scocca esterna in materiale plastico antiurto, con colorazione bianco puro, di dimensioni compatte.

Le caratteristiche tecniche dell'unità saranno:

- Sistema di regolazione del flusso di refrigerante controllato da valvola modulante LEV con controllo continuo della potenza tra il 25% ed il 100%.
- Refrigerante: R410A.
- Sistema di controllo di tipo evoluto installato e cablato all'interno dell'unità dotato di dispositivi di settaggio tipo rotary switch.
- Collegamento al sistema di controllo tramite bus di comunicazione di tipo non polarizzato.
- Alimentazione elettrica tipo monofase 50 Hz - 220 V.
- Livello sonoro dell'unità non dovrà essere superiore a 22/27/31/35 dB(A) in funzione della velocità di rotazione del ventilatore.
- La sezione di controllo dell'unità interna dovrà essere alimentata autonomamente dalla linea di trasmissione proveniente dall'unità esterna incluse le valvole di espansione LEV, senza che la mancanza di alimentazione di rete all'unità interna stessa costituisca anomalia per il sistema sia per quanto riguarda la sezione elettrica che la sezione frigorifera.

L'unità interna dovrà essere dotata di appositi connettori liberamente programmabili per il collegamento di segnali di INPUT ed OUTPUT digitali, al fine di gestire apparecchiature generiche tecnologiche di terzi presenti in campo; in particolare dovranno essere disponibili almeno 3 segnali di INPUT e 4 segnali di OUTPUT.

Ogni unità interna dovrà poter collegare 2 apparecchiature generiche, ognuna delle quali gestita attraverso i seguenti segnali:

- INPUT:Stato di ON/OFFStato di Anomalia
- OUTPUT:Comando di ON/OFF

Tramite il kit composto da sistema di supervisione + centralizzatori + PLC dovrà essere possibile programmare liberamente i segnali collegati all'unità interna, visualizzarli, ed interagire con essi. Dovrà inoltre essere possibile programmare liberamente interazioni tra le apparecchiature generiche e le unità interne dell'impianto, per le quali dovranno poter essere controllate le seguenti funzioni:

- ON/OFF
- Impostazione della temperatura
- Modo operativo
- Velocità ventilatore

La ripresa dell'aria sarà posizionata nella parte superiore ed inferiore del pannello frontale, mentre la di mandata sarà posizionata nella parte inferiore. L'apertura verso l'alto del pannello frontale darà accesso ai filtri che saranno in fibra sintetica a nido d'ape rigenerabili e lavabili. La batteria a più ranghi sarà di tipo Cross-Fin con tubi di rame alettati in alluminio. Le apparecchiature elettriche e di controllo saranno posti in posizione con accesso facilitato frontalmente all'unità

## 10.4 IMPIANTI AD ESPANSIONE DIRETTA MONOSPLIT SOLO FREDDO

L'impianto ad espansione diretta sarà destinato al mantenimento delle condizioni operative desiderate all'interno del locale quadri elettrici e ups.

L'unità esterna sarà dotata di sistema di controllo della condensazione per garantire in funzionamento di raffreddamento anche durante il periodo invernale.

Le unità interne saranno del tipo pensile per installazione a parete, in pompa di calore, per sistemi ed avranno le seguenti caratteristiche:

- Struttura in materiale plastico, ripresa dal basso, posteriore, mandata frontale con meccanismo automatico di movimento delle alette deflettrici.
- Ventilatore con motore elettrico in DC, tre gradini di velocità.
- Scambiatore di calore Batteria con alettatura Cross Fin Multi Louvers con tubi di rame "Hi-XSL" e trattamento idrofilo anticorrosione.
- Installazione per soffitti fino a 3,8m di altezza senza perdite sostanziali di capacità.
- Filtro aria sintetico resistente alla muffa.

- Microprocessore per il controllo della temperatura.
- Alimentazione elettrica monofase 220-240 V, 50 Hz.
- Morsetti a 3 cavi + terra per alimentazione ed il collegamento con l'unità esterna.
- Dispositivi di sicurezza: protezione termica motore ventilatore.
- Telecomando a filo con display.
- Riaccensione automatica in caso di interruzione dell'alimentazione elettrica, ripristinando le impostazioni scelte.

L'unità esterna avrà le seguenti caratteristiche:

- Struttura autoportante in lamiera d'acciaio zincata e verniciata, griglie di protezione sull'aspirazione posteriore e sull'espulsione frontale. Attacchi del refrigerante sulla destra (fronte alla macchina) o laterali.
- Compressore ermetico di tipo swing, controllato ad inverter, montato su supporti elastici.
- Batteria di scambio tipo WF Fin costituita da tubi di rame rigati internamente tipo "Hi-XSL" (diametro 7mm) ed alette in alluminio sagomate ad alta efficienza di scambio; trattamento anticorrosivo.
- Circuito frigorifero ad R410A, con valvola di espansione elettronica.
- Ventilatore elicoidale ad espulsione orizzontale, motore elettrico direttamente accoppiato.
- Applicazione EDP per locali tecnici (CED).
- Circuito addizionale per il miglioramento del processo di sbrinamento.
- Lunghezza tubazioni massima 50 m (70 m equivalenti).
- Dislivello massimo tra unità esterna ed unità interna 30 m.
- Dislivello massimo tra unità interne 0,5 m.
- Alimentazione: monofase o trifase 220V o 380V , 50Hz
- Morsetti a 3 fili + terra per collegamento alla sezione interna.
- Limiti di funzionamento: raffreddamento da -15° a 50°C BS,
- riscaldamento da -20° a 15,5°C BU.
- Dispositivi di sicurezza: pressostato di alta, fusibile.

CAPACITA' NOMINALE DI RAFFREDDAMENTO (kW)	3,5
COMPRESSORE	swing
Carica olio (cm <sup>3</sup> )	650
CIRCUITO FRIGORIFERO	ad R410A
Carica refrigerante (kg)	1,55
VENTILATORE	Elicoidale
Quantità	1
Portata d'aria (nom) (m <sup>3</sup> /min)	55.1
Potenza motore (W)	55
ATTACCHI TUBAZIONI	
Liquido (mm)	6.4
Gas (mm)	9.5
Drenaggio (mm)	16
PRESSIONE SONORA (dBA)	48
POTENZA SONORA. (dBA)	62
DIMENSIONI AxLxP (mm)	734x870x373
PESO (kg)	52

---

## 11 COMPONENTI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE – TERMINALI IDRONICI

---

### 11.1 VENTILCONVETTORI A MOBILETTO

---

#### 11.1.1 *Caratteristiche costruttive.*

##### 11.1.1.1 *Mobile di copertura*

E' composto da robuste spalle laterali in materiale sintetico antiurto (ABS) e da una sezione frontale in lamiera d'acciaio zincata a caldo e preverniciata. La griglia di mandata dell'aria, in materiale sintetico, è di tipo reversibile ad alette fisse ed è posizionata sulla parte superiore.

##### 11.1.1.2 *Struttura interna portante*

In lamiera zincata composta da due spalle laterali e da una parete posteriore isolate con materassino a cellule chiuse.

##### 11.1.1.3 *Filtro*

Rigenerabile in polipropilene a nido d'ape. Il telaio, in lamiera zincata, è inserito in guide fissate sulla struttura interna che permettono una facile estrazione. Una copertura frontale del filtro, in materiale plastico dello stesso colore della griglia di mandata, evidenzia la presenza dello stesso.

##### 11.1.1.4 *Gruppo ventilante*

Costituito da ventilatori centrifughi a doppia aspirazione, particolarmente silenziosi, con giranti in alluminio o materiale sintetico, bilanciate staticamente e dinamicamente, direttamente calettate sull'albero motore.

##### 11.1.1.5 *Motore elettrico*

Motore elettronico brushless sensorless sincrono a corrente continua a magneti permanenti del tipo BLAC trifase, controllato con corrente ricostruita secondo un'onda sinusoidale da una scheda elettronica ad inverter monofase 220-240 V, 50-60 Hz.

##### 11.1.1.6 *Batteria di scambio termico*

E' costruita con tubi di rame ed alette di alluminio fissate ai tubi con procedimento di mandrinatura meccanica. La batteria principale e l'eventuale batteria addizionale sono dotate di due attacchi 1/2 gas femmina. I collettori sono corredati di sfoghi d'aria e di scarichi d'acqua da 1/8 gas. Le batterie sono di tipo reversibile: il lato degli attacchi può perciò essere invertito in fase di montaggio in cantiere.

##### 11.1.1.7 *Bacinella raccolta condensa*

In materiale plastico, realizzata a forma di L e fissata alla struttura interna.

***Si riporta in seguito la scheda tecnica del ventilconvettore, marche e modelli sono da ritenersi indicativi al fine di definire gli standards qualitativi e prestazionali dei dispositivi previsti e non rappresentano un vincolo per l'Appaltatore che potrà proporre altre macchine che comunque dovranno avere prestazioni equivalenti o superiori.***

# Unità a 4 ranghi - impianto a 2 tubi



Le prestazioni sono riferite alle seguenti condizioni di funzionamento:

## Raffreddamento (funzionamento estivo)

Temperatura aria: +27 °C b.s., +19 °C b.u.

Temperatura acqua: +7 °C entrata, +12 °C uscita

## Riscaldamento (funzionamento invernale)

Temperatura aria: +20 °C

Temperatura acqua: +45 °C entrata, +40 °C uscita

MODELLO	CRC-ECM 24					FCM1					FCM2				
Tensione pilotaggio inverter	1	3	5	7,5	10	1	3	5	7,5	10	1	3	5	7,5	10
	MIN		MED		MAX	MIN		MED		MAX	MIN		MED		MAX
Prestazioni Eurovent	(E)	-	(E)	-	(E)	(E)	-	(E)	-	(E)	(E)	-	(E)	-	(E)
Portata aria	m³/h	115	160	210	260	325	200	265	340	415	505	290	375	475	590
Raffreddamento resa totale (E)	kW	0,77	1,06	1,32	1,57	1,86	1,43	1,83	2,27	2,71	3,17	2,05	2,59	3,19	3,84
Raffreddamento resa sensibile (E)	kW	0,56	0,78	0,98	1,19	1,42	1,03	1,34	1,67	2,02	2,39	1,48	1,89	2,34	2,84
Riscaldamento resa (E)	kW	0,78	1,08	1,37	1,65	1,98	1,42	1,83	2,30	2,77	3,32	2,02	2,59	3,23	3,93
Dp lato acqua raffreddamento (E)	kPa	3,2	5,5	8,0	11,0	14,8	4,0	6,1	8,9	12,3	16,1	8,2	12,4	17,8	24,8
Dp lato acqua riscaldamento (E)	kPa	2,6	4,7	7,1	9,9	13,6	3,1	4,9	7,3	10,2	13,7	6,6	10,3	15,1	21,4
Potenza assorbita motore (E)	W	7,0	8,8	11,0	14,6	21,0	6,0	9,0	12,0	17,0	25,0	7,0	10,0	15,0	22,0
Potenza sonora (Lw) (E)	dB(A)	30	36	41	47	51	30	36	42	47	51	33	38	44	49
Pressione sonora (Lp) (1)	dB(A)	21	27	32	38	42	21	27	33	38	42	24	29	35	40

MODELLO	FCM3					CRC-ECM 74					CRC-ECM 94				
Tensione pilotaggio inverter	1	3	5	7,5	10	1	3	5	7,5	10	1	3	5	7,5	10
	MIN		MED		MAX	MIN		MED		MAX	MIN		MED		MAX
Prestazioni Eurovent	(E)	-	(E)	-	(E)	(E)	-	(E)	-	(E)	(E)	-	(E)	-	(E)
Portata aria	m³/h	380	475	585	735	875	575	755	910	1145	1365				
Raffreddamento resa totale (E)	kW	2,61	3,20	3,82	4,61	5,30	3,59	4,49	5,21	6,18	7,04				
Raffreddamento resa sensibile (E)	kW	1,90	2,34	2,82	3,44	3,99	2,69	3,40	3,99	4,81	5,53				
Riscaldamento resa (E)	kW	2,57	3,17	3,84	4,66	5,43	3,76	4,81	5,63	6,84	7,93				
Dp lato acqua raffreddamento (E)	kPa	7,3	10,5	14,3	20,0	25,6	6,3	9,3	12,1	16,4	20,8				
Dp lato acqua riscaldamento (E)	kPa	5,9	8,6	12,0	16,9	22,0	5,6	8,7	11,4	16,1	20,9				
Potenza assorbita motore (E)	W	9,0	13,0	18,5	28,5	41,0	16,0	25,0	41,0	65,0	99,0				
Potenza sonora (Lw) (E)	dB(A)	37	43	48	53	57	44	50	55	60	64				
Pressione sonora (Lp) (1)	dB(A)	28	34	39	44	48	35	41	46	51	55				

(E) Prestazioni certificate Eurovent

(1) I livelli di pressione sonora sono inferiori a quelli di potenza di 9 dB(A) per un ambiente di 100 m³ ed un tempo di riverbero di 0,5 sec.



## 12 COMPONENTI IMPIANTI DI VENTILAZIONE – UNITÀ TRATTAMENTO ARIA

### 12.1 UNITÀ DI TRATTAMENTO ARIA

Tutte le unità di trattamento aria dovranno essere certificate Eurovent secondo EN1886 e EN13053 e presenti nell'elenco delle Centrali di trattamento aria certificate. Classe Energetica di appartenenza certificata Eurovent

Tutte le centrali di trattamento aria dovranno essere conformi alla Norma ERP2018 ed avere le seguenti caratteristiche:

- Certificazione Eurovent secondo EN1886 e EN13053 e presente nell'elenco delle Centrali di trattamento aria certificate.
- Struttura per l'installazione all'esterno completa di tetto in alluminio e vano tecnico con profondità 600 mm a protezione delle apparecchiature di termoregolazione;
- Struttura portante in profilati estrusi di alluminio anticorrosione (6060 T2 - UNI 9006/1) del tipo per viti a scomparsa a doppia filettatura con camera per garantire l'assenza di discontinuità nei profili aventi sezione da 60 mm;
- Pannellature sandwich a doppia parete in lamiera di acciaio inox AISI 316 interna e lamiera in acciaio zincato preplastificato esterna, dello spessore di 60 mm con interposto isolamento termoacustico in lana minerale a fibre orientate ed incollate della densità di 42 kg/m<sup>3</sup> (classe 0 di reazione al fuoco, secondo ISO 1182), e provviste di scalino di compensazione al fine di ottenere una superficie completamente liscia all'interno della macchina.
- Fissaggio dei pannelli con viti autofilettanti non ossidabili alloggiare in bussole in nylon dotate di tappo di chiusura.
- Carpenteria interna all'unità in lamiera di acciaio inox AISI 316.
- Classe di conduttività termica dell'involucro T2 (M);
- Classe di trafilamento con pressione di prova a -400Pa: L1(M)/L2(R);
- Classe di trafilamento con pressione di prova a +400Pa: L1(M)/L2(R);
- Classe Energetica di appartenenza certificata Eurovent A+.
- Portine di ispezione in corrispondenza delle varie sezioni dotate di maniglie antipánico con apertura sia dall'esterno sia dall'interno provviste di chiave di sicurezza in modo da consentire l'accesso al solo personale autorizzato.
- Bacinelle in acciaio Inox AISI 304 per la raccolta dei fluidi di lavaggio in corrispondenza di tutte le sezioni della centrale.
- Conforme alla Normativa ERP2018

Per le caratteristiche costruttive si rimanda all'elaborato progettuale contenente gli schemi delle unità di trattamento aria.

### 12.2 REGOLAZIONE UNITÀ DI TRATTAMENTO ARIA

#### 12.2.1 Sonda di temperatura/umidità

Questi trasmettitori di temperatura saranno utilizzati per controllare e monitorare la temperatura e l'umidità negli impianti con condotti di ventilazione (condotte per l'aria pura / di scarico).

##### 12.2.1.1 Specifiche tecniche – Valori misurati

- Umidità relativa (0...10V): 10...90%
- Precisione sensore umidità:  $\pm 5\%$
- Temperatura (0...10V): -5...55%
- Precisione sensore temperatura:  $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$
- Alimentazione (Classe III): 0...10V – 15...35VCC o 24VCA $\pm 20\%$
- Classe di protezione: IP65
- Certificazione CE.



### 12.2.2 Sonda di temperatura ad immersione

Sensore di temperatura a immersione e condotto d'aria NTC

#### 1.1.1.1. Specifiche tecniche – Valori misurati

- Intervallo di temperatura: -40 ... 150C
- Luogo di montaggio: condotto + pozzetto
- Terminali di cablaggio: 2
- Sensore senza pozzo a immersione né flangia, NTC20k
- Elemento di temperatura: NTC20k
- Classe IP: IP54
- Profondità di immersione: 300 mm

### 12.2.3 Pressostato differenziale (sporcamiento filtri)

Monitoraggio filtri o flusso aria, fluidi gassosi non combustibili, gas non aggressivi in sistemi di condizionamento e ventilazione avente le seguenti caratteristiche:

- Tipo di pressione: sovrappressione, relativa
- Attacco: Connettore in plastica per tubo da 5 mm (interno)
- Connessione elettrica: Connettore AMP 6,3x0,8 (DIN 46244) o terminali a vite
- Classe Protezione: IP54
- Materiale elemento sensibile: ABS + Silicio
- Temp. del fluido: -20...85C
- Temperatura ambiente: -20...85C
- Tipo di contatto/Portata: Contatto SPDT 240 Vca; 1,5 A (0.4)A
- Certificati: CE0085AR0013 secondo la direttiva EC Gas Appliance Directive EU/2009/142/EG and DIN EN 1854

Il pressostato dovrà essere corredato da:

- 2 m tubo in silicone, 2 staffette di montaggio con viti,
- 2 viti autofilettanti per montaggio custodia,
- 3 terminali a vite per collegamento elettrico.

#### 1.1.1.2. Specifiche tecniche

- Pressione mass.: 10kPa
- Campo di regolazione di pressione: 50...500Pa
- Differenziale di commutazione: 0,2mbar

### 12.2.4 Trasmettitore di portata aria

Il trasmettitore del volume d'aria rileva e controlla i volumi d'aria nelle unità di trattamento dell'aria

#### 1.1.1.3. Specifiche tecniche

- Alimentazione: 24 Vca/cc, < 1.5 VA
- Ingresso: 0...10 Vdc, < 2 mA (set point esterno)
- Campo: 0...1000, 0...2000, 0...5000 o 0...7000 Pa
- Costante tempo: 1...20 s (l'impostazione di fabbrica è 8 s)
- Precisione (pressione):  $\pm 1$  Pa  $\pm 1,5$  % del valore
- Uscita (volume d'aria): 0...10 Vcc, 2 mA
- Uscita (pressione differenziale o controllo): 0...10 Vcc, 2 mA
- IP classe di protezione: IP54, cavo verso il basso
- Temperatura ambiente: 0...45 °C
- Passacavo: M16

Montaggio con viti, alette esterne.

### 12.2.5 Attuatore per serranda con ritorno a molla

Attuatore per serranda 10/20 Nm con ritorno a molla

- Attuatore ad accoppiamento diretto con adattatore autocentrante per l'albero.
- Indicazione di posizione: scala angolo di rotazione 0..90°, 90..0°
- Interruttore ausiliario tipo/portata: modelli con 2 contatti SPDT 250 V, 3 (1,5) A;



#### 1.1.1.4. Specifiche tecniche

- Alimentazione: 24 Vca/cc
- Segnale di controllo: 2 punti
- Classe di Protezione: IP54
- Fine corsa: 2
- Segnale posizione: no
- Tempo: 45s
- Coppia: 20Nm
- Metri quadri: 4,6m<sup>2</sup>;
- Tempo del ritorno a molla: 20s

### 12.2.6 Sonda di temperatura e umidità da canale

Misura dell'umidità e della temperatura dell'aria nei canali degli impianti di condizionamento, ventilazione ecc.

- Sensore di umidità relativa ad effetto capacitivo.
- Uscita misura umidità: 0 ÷ 10 Vcc.
- Insensibile alla resistenza della linea di collegamento.
- Gamma di umidità relativa: dal 0 al 100 %.
- Sensore di temperatura a variazione di resistenza, tipo NTC, minimo 20 kOhm a 25°C.
- Insensibile alla resistenza della linea di collegamento.
- Gamma di temperature: da -20 ° a + 100 °C.

### 12.2.7 Attuatore modulante per valvole

I servocomandi per il posizionamento delle valvole dovranno permettere un accurato posizionamento lineare delle stesse. Saranno dotati di un convertitore elettronico del segnale in ingresso che permetterà l'azionamento di un motore elettrico ad induzione e riduttore ad ingranaggi ed avrà un funzionamento reversibile.

In caso di mancanza del segnale di regolazione dovrà essere possibile che il servocomando si posizioni automaticamente in una di queste tre posizioni a scelta: aperto, chiuso, metà, dovrà essere possibile comandare manualmente la posizione del servocomando stesso

I servocomandi delle valvole potranno essere dotati di uno o due interruttori ausiliari.

Caratteristiche tecniche

- Fine corsa autoadattante.
- Azionamento con motore sincrono a 24V-50Hz.
- Comando manuale.
- Indicatore di posizione.

## 12.3 ESTRATTORE CASSONATO (EXT)

I cassonetti saranno essenzialmente costituiti da involucro, filtri (ove richiesti), ventilatore, motore elettrico EC a rotore esterno, trasmissione motore-ventilatore, basamento unico motore ventilatore.

### 12.3.1 Documentazione tecnica

Ogni unità dovrà essere munita di apposita targhetta con sopra indicati:

- modello
- per il gruppo di ventilazione
- portata d'aria
- prevalenza totale e prevalenza residua utile
- velocità di rotazione
- potenza assorbita e caratteristiche elettriche del motore
- marcatura CE
- per filtri (se richiesti)
- perdita di carico a filtro pulito e filtro sporco

### 12.3.2 Caratteristiche costruttive involucri

L'involucro in lamiera di acciaio, a doppia pannellatura isolato con lana minerale spessore 20mm adeguato all'abbattimento sonoro in conformità alle leggi vigenti.

Intelaiatura in profilati di alluminio. In particolare la portella d'accesso dovrà essere dotata di dispositivi di apertura con chiave o comunque attrezzo meccanico e dovranno essere complete di cartello monitore riportante la dizione "attenzione organi meccanici in movimento".

Esternamente le centrali dovranno essere opportunamente protette mediante verniciatura epossidica e dovranno essere complete di "tettino" di protezione contro gli agenti atmosferici per la loro installazione all'aperto.

Le centrali dovranno essere complete di raccordi antivibranti per collegamento canali e supporti antivibranti per appoggio a terra di tutti gli accorgimenti necessari per non trasmettere vibrazioni. Le strutture dovranno essere installate sopra basamento oppure su profilati in ferro a doppio T (zincati a caldo) la cui fornitura è a carico della Ditta Installatrice.

### 12.3.3 Ventilatore

I ventilatori saranno con girante in alluminio a pale curve rovesce

Le sezioni contenenti i ventilatori dovranno essere dotate di dispositivi di apertura con chiave o comunque attrezzo meccanico e dovranno essere complete di cartello monitore riportante la dizione "attenzione organi meccanici in movimento". Il motore elettrico, in estruso di alluminio, direttamente accoppiato alla girante e montato su supporto munito di antivibranti in gomma, è del tipo a induzione a gabbia di scoiattolo, per avviamento diretto, con cuscinetti a sfera prelubrificati, protezione termica incorporata, classe di isolamento B e grado di protezione IP 54, è adatto per temperatura di funzionamento da -25°C a + 40°C, è completo di condensatore precollegato (nei modelli con alimentazione monofase) e di scatola morsettiera con grado di protezione IP 55, costruito secondo le norme CEI 61-50; completo di piedi di supporto in lamiera d'acciaio zincata con ammortizzatori in gomma, di regolatore elettronico di velocità a regolazione continua a taglio di fase e ditettuccio parapoggia per versione esterna

### 12.3.4 Caratteristiche tecniche

Gli estrattori d'aria cassonati avranno le seguenti caratteristiche:

- Telaio in profilati di alluminio
- Pannellatura doppia di 20 mm di spessore realizzata in lamiera zincata interna e zincata plastificata esterna con interposto poliuretano espanso iniettato a caldo
- Flangia per il collegamento al canale;
- Ventilatori del tipo a doppia aspirazione a "bocca quadra" con giranti bilanciate dinamicamente e staticamente;
- Motore elettrico del tipo a costruzione chiusa con ventilazione esterna, avvolgimenti adatti al funzionamento con corrente trifase 380-400/3/50 V/n/Hz
- Costruzione secondo le norme UNEL MEC forma B3 protezione IP 55;
- Motore del tipo PLUG FAN con inverter installato a bordo
- Giunto antivibrante sulla bocca premente del ventilatore, completo di flangia sulla mandata;
- Portina d'ispezione completamente asportabile per un'agevole manutenzione
- Rete di protezione sulla portina d'ispezione in ottemperanza alle vigenti norme di sicurezza
- Pressione statica utile non inferiore a 350 Pa
- Doppio stadio di filtrazione ISO COARSE 60% (G4) - ePM<sub>1</sub>55% (F7).

## 12.4 ESTRATTORI CENTRIFUGHI IN LINEA

Sono ventilatori centrifughi con il vantaggio, tipico dei ventilatori assiali, di poter trasportare l'aria sullo stesso asse della girante. I seguenti ventilatori sono caratterizzati da bassa rumorosità e discrete prevalenze, sono ideali per installazioni in cappe e piccoli impianti d'aspirazione industriali e civili, poiché possono essere installati in qualsiasi punto del condotto anche all'estremità sia in ventilazione che in aspirazione.

### **12.4.1 Specifiche tecniche**

- Cassa esterna in acciaio zincato stampato;
- Verniciatura polvere epossidica;
- Girante a pale rovesce ad alto rendimento ed a basso livello sonoro;
- Collegamenti elettrici contenuti in scatola di materiale plastico IP 54;
- Rete di protezione in tondino d'acciaio a protezione della bocca del ventilatore.
- Portata: 150 mc/h
- Prevalenza statica: 150 Pa
- Potenza motore: 30 W
- Alimentazione elettrica: 230/1/50 V/n/Hz
- Temperatura massima di utilizzo 60°C
- Dimensioni (ØxL): 300x305 mm
- Peso: 2,6 kg

## 13 COMPONENTI IMPIANTI DI VENTILAZIONE – TERMINALI

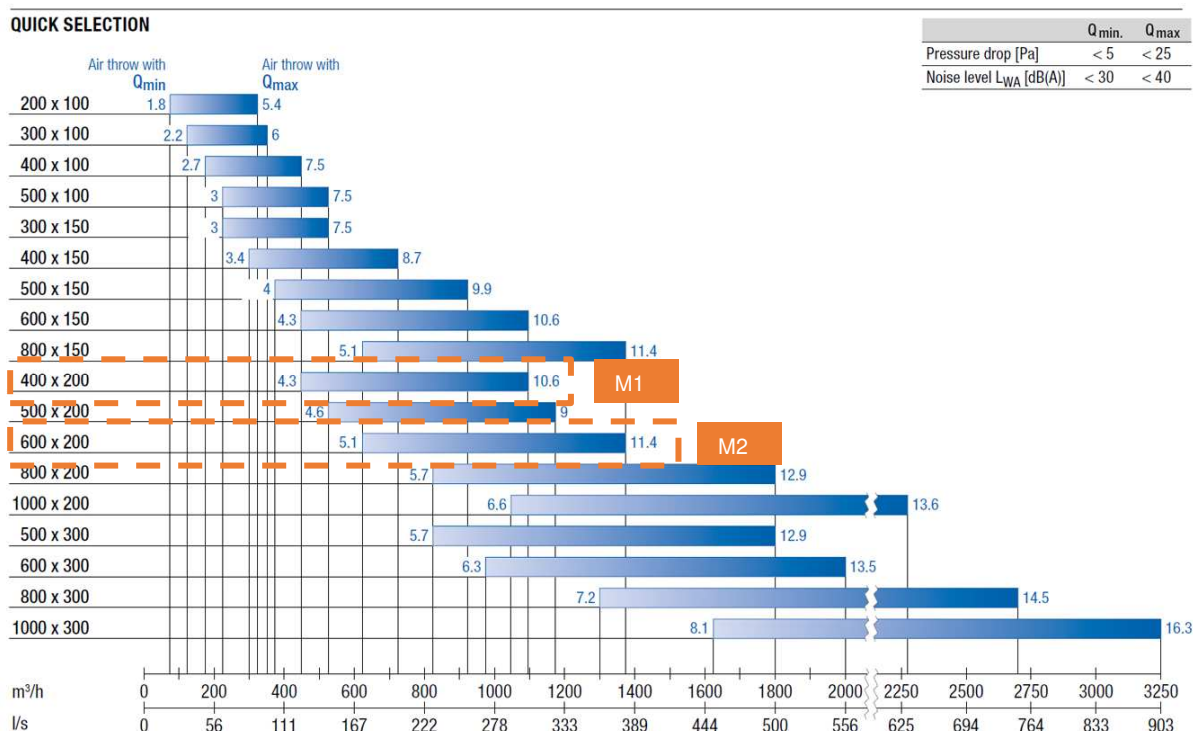
### 13.1 GRIGLIE DI MANDATA (M1-M2)

La bocchetta di mandata dell'aria dovrà essere a doppia serie di alette direttrici orientabili indipendentemente, di cui la posteriore disposta orizzontalmente e l'anteriore verticalmente.

Dovrà essere fornita completa di serranda di taratura e di controtelaio, e dovrà essere provvista di guarnizioni di tenuta dell'aria applicate sulla battuta della cornice. La bocchetta sarà realizzata in alluminio anodizzato, mentre la serranda di taratura, del tipo ad alette contrapposte, ed il controtelaio saranno in lamiera di acciaio zincato.

La regolazione della serranda di taratura dovrà essere facilmente eseguibile dall' esterno della bocchetta stessa.

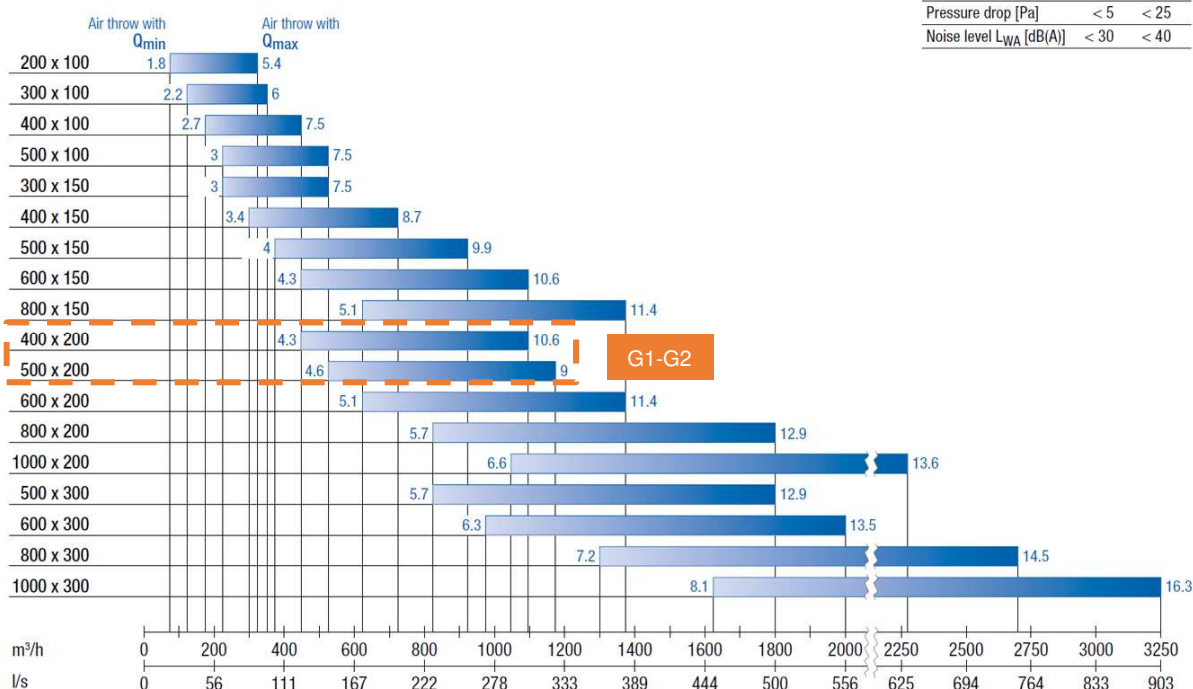
#### QUICK SELECTION



### 13.2 GRIGLIE DI RIPRESA (G1-G2)

La griglia di ripresa di mandata dell'aria dovrà essere a singolo filare di alette direttrici. Dovrà essere fornita completa di serranda di taratura e predisposta per l'installazione a vista su canalizzazioni metalliche rettangolari, e dovrà essere provvista di guarnizioni di tenuta dell'aria applicate sulla battuta della cornice. La griglia sarà realizzata in alluminio anodizzato, mentre la serranda di taratura, del tipo ad alette contrapposte, ed il controtelaio saranno in lamiera di acciaio zincato. La regolazione della serranda di taratura dovrà essere facilmente eseguibile dall' esterno della bocchetta stessa.

#### QUICK SELECTION



## 14 COMPONENTI IMPIANTI DI VENTILAZIONE – REGOLAZIONE

### 14.1 REGOLATORI DI PORTATA CIRCOLARI PER SISTEMI A PORTATA COSTANTE A SEZIONE CIRCOLARE (MR1 – MR2)

I regolatori a portata costante pretarati, presentano le seguenti caratteristiche:

Campo di applicazione

- Regolazione della portata ad un valore pre definito indipendentemente dalla variazione di pressione;
- Intervallo di funzionamento 50-250Pa.
- Corpo in materiale plastico, classificazione di reazione al fuoco M1 contenete la membrana di regolazione in silicone all'interno di un passaggio calibrato;
- Guance a doppie labbra in elastomero per un migliore posizionamento e minori perdite;
- Tolleranza di portata;
- $Q_{\text{medio}} = Q_{\text{nominale}} \pm 5 \text{ m}^3/\text{h}$  per portata  $< 50 \text{ m}^3/\text{h}$ ;
- $Q_{\text{medio}} = Q_{\text{nominale}} \pm 10\%$  per portata  $> 50 \text{ m}^3/\text{h}$ ;
- Temperatura di funzionamento  $-10^\circ\text{C}/+60^\circ\text{C}$ ;

$\varnothing_n$	Dimensioni [mm]		Portata aria Q [m <sup>3</sup> /h]		L <sub>w</sub> in dB(A)			
	$\varnothing_c$	L <sub>0</sub>	Q <sub>min</sub>	Q <sub>max</sub>	$\Delta P$ [Pa]			
					50	150	200	250
80	76	55	15	50	26	31	35	38
100	96	70	15	50	27	33	36	39
100	96	70	50	100	32	37	40	42
125	120	70	15	50	27	33	36	39
125	120	70	50	100	32	37	40	42
125	120	90	100	180	33	37	41	45
160	148	85	15	50	26	31	35	38
160	148	85	50	100	32	37	40	42
160	148	85	100	180	33	37	41	45
160	148	85	180	300	35	41	44	47
MR1	200	195	90	100	33	37	41	45
	200	195	90	180	35	41	44	47
	200	195	90	300	37	42	45	50
MR2	250	245	90	180	35	41	44	47
	250	245	90	300	37	42	45	50
	250	245	120	450	39	48	54	60

Distanza di stabilizzazione dell'aria, in estrazione un diametro tra il terminale ed il regolatore posizionato a valle, in immissione tre diametri tra il terminale ed il regolatore posizionato a monte;  
Installazione orizzontale e verticale.

### 14.2 REGOLATORI DI PORTATA PER SISTEMI A PORTATA COSTANTE A SEZIONE RETTANGOLARE (MR3)

I regolatori di portata a sezione rettangolare hanno la funzione di mantenere costante la portata in condizioni di funzionamento variabili, la taratura della portata avviene agendo sul precarico di una molla che bilancia il momento torcente sull'asse di rotazione della pala, tali regolatori sono inoltre provvisti di cilindri di attenuazione per evitare fluttuazioni indesiderate.

I regolatori di portata rettangolari sono realizzati interamente in lamiera zincata ed il fissaggio avviene mediante bulloni sulle flange dei condotti rigidi

Dimensioni [mm]			Portata aria Q [m³/h]	
W	H	L	Q <sub>min</sub>	Q <sub>max</sub>
150	150	220	243	570
200	150	220	324	756
300	150	220	486	1134
300	200	220	864	1512
400	200	220	864	2016
500	200	385	1080	2520
600	200	385	1296	3024
400	250	385	1080	2520
500	250	385	1350	3150
600	250	385	1620	3780
400	300	385	1296	3024
500	300	385	1620	3780
600	300	385	1944	4536
400	400	385	1728	4032
500	400	385	2160	5040
600	400	385	2592	6048
500	500	425	2700	6300
600	500	425	3240	7560
600	600	470	3880	9072

MR3

### 14.3 SERRANDA DI REGOLAZIONE (ER)

I regolatori di portata motorizzati dovranno essere installabili sia sulla mandata che sulla ripresa dell'aria; la serranda di regolazione, alloggiata su supporti a bassissimo attrito, dovrà essere azionata mediante servomotore che dovrà operare secondo il seguente principio di funzionamento:

1. Serranda chiusa (ambiente non utilizzato);
2. Impostazione valore minimo di portata (ambiente in attenuazione);
3. Funzionamento modulante in funzione del carico ambiente fino al valore massimo di portata (ambiente in funzionamento ordinario)

#### 14.3.1 Caratteristiche costruttive

- Telaio in acciaio zincato spessore 1 mm, cassa 400 mm
- Pale in Alluminio pesante estruso con guarnizioni di tenuta e profilo aerodinamico
- Trasmissione movimento contrapposto pale con ruote dentate esterne al fl usso •
- Isolamento termoacustico in lana di vetro •
- Secondo involucro contenitivo in acciaio zincato •
- Tenuta pala classe 3 secondo EN ISO 1751 •
- Tenuta involucro classe C secondo EN ISO 1751 •
- Campo di regolazione portata (0)2 ...12 m/s •
- Dati acustici testati secondo EN ISO 5135:2003 •
- Attacchi fl ange da 36 mm con inserti filettati •
- Interfaccia di regolazione elettronica tipo Belimo LMV-D3 MP SG
- Possibilità di gestione analogica / digitale on off/bus



#### 14.4 BATTERIE DI POSTRISCALDAMENTO DA CANALE ELETTRICHE

---

La batteria di postriscaldamento di tipo elettrico, installata sui canali di distribuzione di mandata per le zone tutt'aria, ed avrà le seguenti caratteristiche tecniche:

- Telaio in lamiera zincata, a sezione quadra o rettangolare, è munito di flange per l'accoppiamento alle canalizzazioni.
- Vano impianto elettrico assemblato in un corpo unico al telaio, è provvisto di coperchio e racchiude i collegamenti elettrici, i morsetti componibili ed il termostato di sicurezza.
- Resistenze sono del tipo corazzato, alettate per un migliore e rapido scambio di calore.
- Tutti gli elementi sono costruiti in conformità alle norme: CEI 61-50 prima edizione EN 60335-1 e rispondenti ai requisiti essenziali delle Direttive Europee CEE 73/23 e 93/68 e, quando applicate, CEE 89/336 e 93/68.
- Termostato di sicurezza del tipo a riarmo automatico, è provvisto di contatto ausiliario per il collegamento ad un segnale di allarme e blocco a riarmo manuale

---

## 15 VALVOLAME ED ACCESSORISTICA

---

### 15.1 VALVOLE A SFERA CON COMANDO A LEVA

---

Le valvole a sfera del tipo monoblocco a passaggio totale con attacchi filettati, dovranno essere costituite da corpo in acciaio al carbonio fosfatato, sfera in acciaio, leva in duralluminio plastificato.

### 15.2 VALVOLA DI RITEGNO

---

Valvole di ritegno a vite e manicotto PN 10, con corpo ed otturatore in ottone stampato a caldo, con molla in acciaio INOX 18/8 AISI 302, guarnizione in gomma NBR, temperatura e pressioni di esercizio 20 bar da -10 a 100°C, pressione di prova 30 bar completa di materiali di montaggio e tenuta. Tali valvole dovranno essere usate sul premente di tutte le pompe e sul circuito ove richieste, dovranno avere

### 15.3 RUBINETTI DI SCARICO

---

I rubinetti di scarico dovranno essere di bronzo con sfera cromata, guarnizioni di teflon, di tipo filettato con comando a chiave.

Condizioni di esercizio:

- $P_{max} = 16 \text{ Kg/cm}^2$
- $T_{max} = 100^\circ\text{C}$

Tutti i rubinetti di scarico previsti come punti di prelievo campioni sui circuiti di filtrazione/ricircolo delle vasche (aspirazione da vasca di compenso, aspirazione da scarichi di fondo, tubazione di mandata e gruppo automatico di reintegro) dovranno essere di tipo flambabile.

### 15.4 VALVOLE DI SICUREZZA

---

Le valvole di sicurezza dovranno essere scelte con pressioni di taratura superiore alla colonna idrostatica dell'impianto rilevata nel loro punto d'installazione, sovrappressione di scarico del 10%, con portata idonea alla potenzialità del generatore di calore e conformi alle vigenti normative. Le valvole di sicurezza dovranno essere a sicurezza positiva in grado, cioè, di garantire il normale funzionamento anche in caso di deterioramento o rottura della membrana e dovranno, inoltre, essere costruite con materiali idonei, a giudizio del costruttore, per le pressioni e per le altre proprietà del fluido a contatto. Lo scarico dovrà essere convogliato in apposito pozzetto nonché facilmente visibile.

### 15.5 VALVOLA AUTOMATICA SFOGO ARIA

---

Valvola automatica di sfogo dell'aria per installazione su tubo, costituita da corpo valvola e coperchio in ottone stampato, assemblata mediante brasatura e guarnizione in gomma, valvolina sfogo d'aria con tenute in gomma e meccanismo di apertura in acciaio, galleggiante in propilene stabilizzato, nipplo d'attacco filettato gas 3/8" x 1/4", minima pressione esercizio 0,1 Kg/cm<sup>2</sup>, massima pressione esercizio 6 Kg/cm<sup>2</sup>, massima temperatura impiego 100° C, completa di valvola di ritegno per intercettazione con corpo e otturatore in ottone, molla in acciaio, anello in gomma di tenuta, attacchi filettati 3/8".

### 15.6 FILTRI AD Y

---

I filtri a Y o raccoglitori d'impurità dovranno essere previsti a protezione delle principali apparecchiature costituenti la centrale termica/frigorifera, flangiati PN16, generalmente dello stesso diametro della tubazione sulla quale vengono installati e corredati di by-pass.

Dove il DN corrisponde al diametro nominale e G è la grandezza della sezione di passaggio della maglia filtrante. Dovranno essere costituiti da corpo e coperchio in ghisa GG 22, cestello filtrante a rete in acciaio inossidabile 18/8.

Le flange dovranno essere dimensionate e forate secondo norme UNI/DIN con gradino di tenuta complete di guarnizioni e bulloneria zincata.

Condizioni di esercizio:

- $P_{max} = 16 \text{ Kg/cm}^2$

- $T_{\max} = 120^{\circ}\text{C}$  per acqua calda

### 15.7 GRUPPI DI ALIMENTAZIONE

I gruppi di alimentazione per impianti con vaso d'espansione chiuso dovranno essere costituiti da valvole automatiche di riduzione della pressione atte alla regolazione della pressione di riempimento dell'impianto a freddo. Le valvole di riduzione dovranno essere del tipo autoazionato a molla e membrana e dotate di otturatore soffice per assicurare la perfetta tenuta; dovranno essere costituite da corpo in ghisa, organi interni in ottone e membrana in neoprene, con campo di pressione ridotta compreso tra 10 e 50 m. di colonna d'acqua; per la regolazione della taratura si dovrà procedere, dopo avere allentato il dado di bloccaggio, a ruotare la vite in senso orario per aumentare la pressione e in senso antiorario per diminuirla e si dovrà stringere poi il dado di bloccaggio a taratura avvenuta.

Condizioni di esercizio:

- $P_{\max} = 16 \text{ Kg/cm}^2$
- $T_{\max} = 65^{\circ}\text{C}$

### 15.8 BOLLITORE ELETTRICO ACS – 15 LITRI

Scaldacqua rapido avente le seguenti caratteristiche:

- Regolazione temperatura con manopola frontale
- Nuovo display con simbolo a goccia per indicazione dello stato di utilizzo e posizione ECO
- Protezione ohmica di serie (consumo dell'anodo in magnesio ridotto)
- Giunto dielettrico protettivo
- Isolamento: in poliuretano senza CFC
- Grado di protezione: IP24
- Capacità: 15 litri
- Potenza/tensione: 1,2 kW / 230 V
- Altezza: 387 mm
- Lunghezza: 360 mm
- Profondità: 321 mm
- Peso netto: 8 kg
- Profilo di carico: XXS

### 15.9 BOLLITORE ELETTRICO ACS – 30 LITRI

Scaldacqua in acciaio vetro porcellanato avente le seguenti caratteristiche:

- Isolamento in poliuretano senza CFC e HCFC
- Grado di protezione IP24
- Regolazione della temperatura con manopola esterna
- Termometro analogico
- Spia luminosa di funzionamento
- Giunto dielettrico protettivo di serie
- Protezione ohmica di serie (consumo dell'anodo di magnesio ridotto)
- Modello 30 litri verticale
- Potenza di 1.200 W
- Dimensioni h x Ø: 623 x 338 mm
- Peso netto: 10.3 kg
- Classe di efficienza energetica C e profilo di carico S
- Spessore isolamento superiore 25mm e laterale 19mm
- Potenza sonora 15 dB(A)
- Efficienza energetica (%): 32%
- Consumo energetico annuale: 608 kWh/anno
- Consumo energetico: 0.76 kWh/24h a  $65^{\circ}\text{C}$
- Settaggio pre-impostato del termostato:  $69^{\circ}\text{C}$
- Tempo riempimento scaldacqua: 1h e 35 minuti

### 15.10 BOLLITORE ELETTRICO ACS – 50 LITRI

Scaldacqua in acciaio vetro porcellanato avente le seguenti caratteristiche:

- Isolamento in poliuretano senza CFC e HCFC
- Grado di protezione IP24
- Regolazione della temperatura con manopola esterna
- Termometro analogico
- Spia luminosa di funzionamento
- Giunto dielettrico protettivo di serie
- Protezione ohmica di serie (consumo dell'anodo di magnesio ridotto)
- Modello 50 litri verticale
- Potenza di 1.200 W
- Dimensioni h x Ø: 610 x 433 mm
- Peso netto: 16.5 kg
- Classe di efficienza energetica C e profilo di carico M
- Spessore isolamento superiore 25mm e laterale 15/16mm
- Potenza sonora 15 dB(A)
- Efficienza energetica (%): 36%
- Consumo energetico annuale: 2936 kWh/anno
- Consumo energetico: 0.95 kWh/24h a 65°C
- Settaggio pre-impostato del termostato: 66,19°C
- Tempo riempimento scaldacqua: 2h e 30 minuti

### 15.11 DOSATORE DI POLIFOSFATI

Dosatore idrodinamico proporzionale di polifosfati per acqua idoneo per evitare la precipitazione di calcio e magnesio, costituito da testata in bronzo e coppa trasparente PN8, attacchi filettati. Diametro nominale: DN (mm). Portata nominale: Q (m³/h). Volume di acqua trattata: V (m³). DN 15 (1/2") Q = 1,2 V = 23.

---

## 16 COMPONENTI IMPIANTO GAS TECNICI

---

### 16.1 CANALETTA DI PROTEZIONE - PEDONALE

---

Canaletta in calcestruzzo, completa di chiusino in cls.

Caratteristiche canaletta:

- altezza esterna 30 cm
- larghezza esterna 43 cm
- lunghezza 100 cm
- chiusino pedonale sp. 6 cm - lunghezza 100 cm

### 16.2 VALVOLE DI BLOCCO

---

Valvole di blocco per gas medicali, compatibili con l'ossigeno, realizzate in ottone cromato, guarnizioni in teflon, comando a farfalla per le valvole fino ad 1", con comando a leva per le valvole superiori ad 1"; complete di raccordi in tre pezzi con filetto idoneo al tipo di valvola e con tasca per giunzione a saldare idonea al tubo di rame.

### 16.3 UNITÀ TERMINALI GAS

---

Le unità terminali AFNOR sono progettate e costruite nel rispetto della direttiva 93/42/CE e delle sue norme armonizzate ISO 7396-1, EN ISO 9170 – 1, NFS 90-116, EN 737 – 1, EN 737 – 3

Le unità terminali possono essere alloggiare in fondelli da incasso a muro, in fondelli da esterno o su apparecchiature elettromedicali quali travi testaletto e pensili.

UNITA' TERMINALI AFNOR PER GAS MEDICINALI E VUOTO

Costituita da:

- Testa presa nichelata con innesto gas specifici realizzato in base alle norme EN 9170-1 e AFNOR NFS 90-116 atta al montaggio su blocco di base alle norme UNI 9507
- Blocco di base in ottone con filetto a norme UNI 9507.
- I blocchi di base per unità terminali gas medicali vengono forniti completi di valvola di manutenzione con otturatore a pistone in ottone
- Dado e codolo a saldare in ottone

### 16.4 QUADRO DI RIDUZIONE DI 2° STADIO

---

Gruppo di riduzione di secondo stadio per gas medicali e/o tecnici (Ossigeno, Protossido d'Azoto, Aria, Anidride carbonica, Argon, Vuoto endocavitario) in cassetta da incasso o da esterno con pressostati, composto da:

- cassetta in lamiera zincata completa di pannello frontale in acciaio verniciato (colore a scelta della D.L. e del committente) con finestratura in plexiglass per visualizzazione manometri / vuotometro e chiavi di chiusura;
- carpenteria metallica;
- riduttori di secondo stadio singoli (realizzati in conformità alla relativa legislazione e normativa tecnica), con valvole a sfera di intercettazione a monte e a valle di ogni singolo riduttore, collegati tramite collettore, prese di emergenza;
- codolo a saldare in ingresso e uscita;
- manometri di alta e bassa pressione conformi alla relativa legislazione e normativa tecnica;
- valvole automatiche ON/OFF che permettono la manutenzione dei manometri e pressostati senza che sia necessario interrompere il flusso del gas;
- pressostato di alta tarato 5,4 bar, pressostato di bassa tarato 3,6 bar, forniti sgrassati per ossigeno e marcati CE in conformità alla direttiva ""Bassa tensione e compatibilità elettromagnetica"". I dispositivi con valore di intervento pretarato hanno un errore sulla soglia di intervento pari a quelli previsti dalla legislazione nonché dalle normative tecniche vigenti in materia di gas medicali;
- componenti sgrassati per ossigeno in impianto di lavaggio ad ultrasuoni;
- presa di emergenza per by-pass a valle dei riduttori;

- corpo monoblocco in ottone nichelato chimicamente;
- pressione ingresso max 1000 kPa;
- pressione ingresso minima 800 kPa;
- pressione uscita nominale 480 kPa;
- portata 30 Nmc/h, caduta di pressione 10%.

## 16.5 SERPENTINO PER COLLEGAMENTO BOMBOLE

Serpentini flessibili per alta pressione sono utilizzati nelle centrali di fornitura di un impianto di gas medicale per collegare le bombole o i pacchi bombole alle rampe collettrici e per collegare queste ultime o tra di loro o ai quadri di riduzione.

I serpentini flessibili per alta pressione sono realizzati in conformità alle norme ISO 7396 e ISO EN 21969.

I serpentini sono realizzati in materiali compatibili con i gas medicinali e sono trattati al fine di ridurre al minimo il livello di contaminazione come richiesto della norma EN ISO 15001.

Il tubo in rame, diametro esterno 8 mm, utilizzato è adatto per l'alta pressione e mantiene la sua flessibilità nel tempo, vanno comunque sostituiti almeno una volta ogni due anni.

I raccordi di ingresso/uscita sono realizzati in ottone ed in conformità alle norme UNI/ISO applicabili.

L'identificazione del gas per cui il serpentino è stato costruito avviene tramite un'etichetta portante l'indicazione del nome e/o il simbolo del gas erogato.

La pressione massima di esercizio è  $P = 230$  bar.

## 16.6 RAMPA PER COLLEGAMENTO BOMBOLE

Le rampe consentono di collegare in parallelo più bombole, o pacchi di bombole, a dispositivi di decompressione posti nelle centrali di distribuzione al fine di aumentare l'autonomia di erogazione della centrale stessa. Ogni posto bombola (o pacco bombola) è dotato di dispositivo antiritorno che permette di operare nella massima sicurezza.

Le rampe collettrici sono da 1 a 5 posti.

Il collegamento tra bombola e rampa e tra dispositivo di decompressione e rampa deve essere effettuato tramite dispositivi di connessione (serpentini) specifici per i gas utilizzati, in conformità alle norme ISO EN 21969 e ISO EN 7396.

Le filettature in ingresso sono a norma UNI/ISO e dipendenti dal gas.

### CARATTERISTICHE TECNICHE:

Tubazione collettore in rame

Pressione di esercizio: 250 bar

Corpo valvole in ottone CW614N

Dispositivi anti-ritorno ad otturatore

Raccordo di ingresso conforme alle norme

UNI/ISO a seconda del gas.

## 16.7 VALVOLA DI SPURGO

Valvola di spurgo HPS a squadra per ossigeno, protossido d'azoto, aria medicale, anidride carbonica, argon ed azoto, adatta a pressioni di esercizio fino a 200 bar. La valvola di spurgo è composta da: - corpo in ottone stampato comprendente gli organi di chiusura e tenuta; - raccordi di entrata atti al collegamento, tramite brasatura, ai tubi dell'impianto di evacuazione; - raccordi di uscita diametro 21,7; - staffa in acciaio di sostegno e fissaggio a parete. Compreso il fissaggio al muro della staffa di sostegno a mezzo di un tappo ad espansione, eseguito sulla base della collocazione della rampa, prevista dal progetto. Dopo aver trasportato i raccordi a saldare, si realizza il collegamento di entrata e di uscita della valvola mediante brasatura di tubo di rame diametro 13 mm - spessore 2,5 mm. Si avvita la tubazione di entrata così realizzata al raccordo terminale del tubo collettore della rampa e della valvola, inserendo nei dadi le guarnizioni di rame in dotazione.

## 16.8 QUADRO DI DECOMPRESSIONE A SINGOLO RIDUTTORE

Quadro di decompressione a singolo riduttore, da installarsi a parete. Il quadro di decompressione integra le caratteristiche di quello per bombola ed i vantaggi di quello per la distribuzione centralizzata. Permette, con una o più bombole, l'alimentazione di un dispositivo o della intera rete di distribuzione ed assicura pressione costante e regolabile del gas.

Utilizzabile con tutti i tipi di gas non corrosivi (ossigeno, idrogeno, elio inclusi), ad eccezione dell'acetilene.

Prestazioni

Pressione nominale in ingresso: 200 bar max

Pressione regolabile in uscita: 25 bar max

Portata standard (N<sub>2</sub>): 120 Nm<sup>3</sup>/h

Temperatura d'esercizio - 20°C / + 60°C

Materiali:

Corpo riduttore e valvole: ottone

Supporto: acciaio zincato

Membrana: NBR / inox per H<sub>2</sub> e He

Sede per valvola: PA/Vespel (He/H<sub>2</sub>)

Guarnizioni: EPDM

## 16.9 ALLARME DI CENTRALE PER BOMBOLE

Allarme di centrale in bombole per ossigeno, aria medica, protossido d'azoto, anidride carbonica e azoto, con cassetta da incasso o da esterno, adatto per monitorare lo stato di carica delle sorgenti di gas compresso e la pressione della linea di uscita dalla centrale di primo stadio. I led indicano nell'ordine: - sorgente sinistra in esaurimento - sorgente destra in esaurimento - linea primaria alta pressione - linea bassa pressione - sorgente di riserva (terza fonte) scarica. Gli ingressi optoisolati per garantire una altissima immunità ai disturbi, possono essere configurati con allarme in apertura o in chiusura. Tacitazione suoneria tramite un tasto di reset (la suoneria riprende a suonare dopo 15 minuti se la condizione di allarme sussiste). Le segnalazioni avvengono anche tramite led ad alta luminosità. Tensione di alimentazione compatibile con i dispositivi presenti se su impianto esistente; Questi allarmi sono stati realizzati per soddisfare i requisiti della seconda legislazione nonché le normative tecniche vigenti in materia di gas medicali. Il dispositivo è marcato CE in conformità alla direttiva "Bassa tensione e compatibilità elettromagnetica". - n. 6 moduli DIN; - n. 5 ingressi allarme con segnalazione tramite led ad alta luminosità e visibilità per segnalazione di allarme e di led verde per la presenza della tensione di alimentazione. Ogni allarme deve avere una propria uscita con contatti puliti (N.A. o N.C.) in modo che con opportuni collegamenti elettrici (esclusi) sia possibile riportare lo stesso segnale sul sistema di telegestione in essere nella struttura; tali contatti devono avere caratteristiche elettriche compatibili al sistema stesso. Nel dettaglio risponde ai requisiti delle seguenti direttive: - Direttiva EMC 89/336; - BT 93/68; - EN 50081-1 "Norme generiche per emissioni / immunità elettromagnetiche" - EN 50082-1 "Norme generiche per emissioni / immunità elettromagnetiche" - EN 60601-1 "Specifiche per elettromedicali" - EN 60601-2 "Specifiche per elettromedicali" - EN 5502 "Specifiche per apparecchiature contenenti microprocessori" - la legislazione nonché le normative tecniche vigenti in materia di gas medicali.



---

## 17 STRUMENTAZIONE DI MISURA E CONTROLLO

---

### 17.1 TERMOMETRI A QUADRANTE

---

Dovranno essere del con elemento sensibile bimetallico; dovranno avere una scala idonea al fluido controllato. I termometri a quadrante dovranno essere con cassa in acciaio DN 100 AISI 304, quadrante in alluminio a fondo bianco con graduazione e numerazione in nero, lancetta in alluminio laccato nero, il bulbo in acciaio AISI 316 con diametro da 8 mm., la guarnizione in gomma naturale bianca e l'anello in acciaio AISI 304 con innesto a baionetta.

Il montaggio dovrà essere realizzato con appositi pozzetti avvitati su manicotti saldati sulla tubazione, il termometro dovrà essere a sua volta asciutto, nel pozzetto il bulbo dovrà essere a bagno d'olio. I termometri per condotte d'aria dovranno essere del tipo a quadrante a carica di mercurio con gambo verticale, con bordo di fissaggio sulla colonna. I termometri a quadrante avranno la cassa in ottone cromato, diametro 80 mm., gambo rigido, con lunghezza tale da raggiungere il centro del canale e dovranno essere corredati di dispositivo di taratura. Per tutti i termometri, le scale di lettura dovranno essere scelte nella gamma più appropriata delle temperature sotto controllo. Non dovranno essere ammessi termometri a contatto. In mancanza di specifiche indicazioni di progetto si utilizzeranno le seguenti scale:

- Circuiti freddi 0/50 °C;
- Circuiti caldi 0/120 °C.

### 17.2 MANOMETRI

---

Gli apparecchi dovranno essere a quadrante, con cassa in acciaio AISI 304 DN 100, quadrante in alluminio a fondo bianco con graduazione e numerazione in nero, lancette in alluminio, perno di attacco in acciaio AISI 316, molla tubolare in acciaio AISI 316, movimento in acciaio inox con settore rinforzato, guarnizione in gomma naturale bianca, anello in acciaio AISI 304 con innesto a baionetta.

La graduazione dovrà essere in KPa o in m. colonna d'acqua. Il fondo scala dovrà essere adatto alle pressioni del circuito secondo le indicazioni di progetto. In mancanza di specifiche indicazioni si utilizzeranno apparecchi con fondo scala pari a circa 1,5 volte la massima pressione riscontrabile nel circuito. Dovranno essere completi di rubinetto di intercettazione con flangetta di attacco manometro campione a norme ISPESE, e ricciolo di collegamento in rame con attacco da 3/8" avvitato su apposito manicotto saldato sulla tubazione.

I manometri dovranno essere strumenti con precisione di classe 1.

### 17.3 TERMOSTATI AMBIENTE CON RITARATURA

---

Unità di comando a disposizione dell'utente per impostare, entro limiti definiti, il funzionamento dei controllori di zona avente le seguenti caratteristiche:

- Contenitore in materiale plastico di aspetto gradevole ed ergonomia curata, adatto al montaggio a parete interna.
- Sonda di temperatura ambiente NTC 20k.
- Display visualizzatore della temperatura in gradi centigradi o Fahrenheit.
- Regolazione del set-point entro una gamma di +/- 5°C.
- Comando di estensione presenza.
- Comando ventilatore.
- Campo di temperatura: da 10 ° a +35 °C

### 17.4 Sonda CLIMATICA ESTERNA

---

La sonda esterna con sensore PTC ( $R_0=2000$  ohm a 25°C non polarizzata) rileva la "temperatura esterna" ed ha la funzione di compensare la temperatura di mandata dei circuiti di climatizzazione. Il contenitore che supporta la sonda esterna deve essere in materiale plastico con grado di protezione IP56 e permettere il fissaggio a parete.

## 17.5 Sonda di temperatura da canale

Misura della temperatura dell'aria nei canali degli impianti di condizionamento, ventilazione ecc. Elemento sensibile nello stelo della sonda completa di flangia di fissaggio.

Caratteristiche tecniche:

- Sensore di temperatura a variazione di resistenza, tipo NTC, minimo 20 kOhm a 25°C.
- Insensibile alla resistenza della linea di collegamento.
- Gamma di temperature: da -20 ° a + 100 °C.

## 17.6 Attuatore modulante per serrande di regolazione

I servocomandi per le serrande avranno un movimento rotatorio tramite motore elettrico reversibile e riduttore ad ingranaggi. Quelli modulanti saranno dotati di un convertitore elettronico per la conversione del segnale di regolazione. L'angolo di rotazione sarà limitato meccanicamente a 95°.

I servocomandi per le serrande potranno essere dotati, quando richiesto, di ritorno a molla e di eventuali interruttoriausiliari. Dovranno essere inoltre completi degli accessori per l'accoppiamento alle serrande.

<b>Dati elettrici</b>	Alimentazione	AC/DC 24 V
	Frequenza alimentazione	50/60 Hz
	Campo di tolleranza	AC 19.2...28.8 V / DC 21.6...28.8 V
	Assorbimento in funzione	2 W
	Assorbimento in mantenimento	1 W
	Assorbimento per dimensionamento	4 VA
	Nota su corrente di spunto per dimensionamento	I <sub>max</sub> 8 A @ 5 ms
	Collegamento alimentazione / comando	Cavo 1 m, 6x 0.75 mm <sup>2</sup>
<b>Comunicazione bus</b>	Comando comunicativo	BACnet MS/TP Modbus RTU (impostazione di fabbrica) MP-Bus
	Numero di nodi	BACnet/Modbus vedi descrizione dell'interfaccia MP-Bus max. 8
<b>Dati funzionali</b>	Coppia motore	5 Nm
	Campo di lavoro Y	2...10 V
	Impedenza ingresso	100 kΩ
	Campo di lavoro Y variabile	0...10 V
	Feedback di posizione U	2...10 V
	Nota feedback di posizione U	Max. 1 mA
	Feedback di posizione U variabile	Punto iniziale 0...8 V Punto finale 2...10 V
	V <sub>max</sub> regolabile	20...100% della V <sub>nom</sub>
	V <sub>mid</sub> regolabile	>V <sub>min</sub> ...<V <sub>max</sub>
	V <sub>min</sub> regolabile	0...100% di V <sub>nom</sub> (<V <sub>max</sub> )
	Azionamento manuale	con pulsante, fisso o temporaneo
	Angolo di rotazione	95°
	Nota - angolo di rotazione	limitazione meccanica o elettrica regolabile
	Interfaccia meccanica	Morsetto universale 6...20 mm
	Indicazione della posizione	Meccanica
<b>Dati di misurazione</b>	Principio di misurazione	Belimo D3, sensore di portata dinamico
	Direzione di installazione	indipendente dalla posizione, non è necessario l'azzeramento
	Campo di misura	-20...500 Pa

## 17.7 PRESSOSTATO DIFFERENZIALE PER ARIA

Pressostato differenziale per il controllo dei filtri o flussostato per gas non combustibili né aggressivi in impianti di condizionamento dell'aria e di ventilazione.

Campo di pressione differenziale:

- 40-400 Pa con differenziale fisso di 20 Pa
- 200-1000 Pa con differenziale fisso di 100 Pa
- Massima pressione ammissibile: 5000 Pa

### 1.1. Trasmettitore di pressione differenziale

Il trasmettitore di pressione differenziale può misurare la pressione dell'aria o la velocità per il mantenimento di una differenza di pressione tra due locali

#### Caratteristiche tecniche

- $\pm 25$ - $\pm 2.500$  Pa con differenziale fisso di 25 Pa

---

## 18 SISTEMA DI SUPERVISIONE BMS

---

### 18.1 CRITERI GENERALI

---

Il sistema di supervisione previsto sarà di tipo espandibile compatibile con i principali protocolli di comunicazione al suo interno trovano posto le seguenti funzioni:

- Grafica dinamica residente
- Dbase relazionale punti controllati
- Raccolta e Buffer degli storici e dei dati di tendenza (archivio locale)
- Gestione ed instradamento allarmi verso Server, Interfacce utente, telefoni cellulari, E-Mail e Fax.
- Programmi ad orario, in funzione del calendario e delle festività;
- Avviamenti ottimale;
- Totalizzazione ore di funzionamento;
- Totalizzazione cicli di funzionamento;
- Definizione Trend;
- Ripristino ottimizzato dei carichi dopo mancanza tensione;

L'impiantistica presente all'interno dei locali è varia in relazione ai terminali di emissione utilizzati, come esposto nei precedenti capitoli.

Un concentratore al quale faranno capo i singoli regolatori ambiente utilizzati per il controllo dei delle serrande di regolazione dell'impianto tutt'aria.

## 18.2 ELENCO PUNTI CONTROLLATI

### 18.2.1 Regolazione centrali tecnologiche

	IA	ID	UA	UD	LON	MODBUS	BACNET	SUBNET	M-BUS
<b>PRODUZIONE FLUIDI</b>									
Integrazione PdC caldo/freddo tramite Modbus						20			
Integrazione PdC caldo tramite Modbus						20			
<b>UTA</b>									
Regolazione serranda PAE con ritorno a molla + stato micro		2	1						
Sonda T PAE	1								
Allarme pressostato intasamento filtro		1							
Allarme pressostato intasamento filtro		1							
C/S/A/M pompa recuperatore		2	1	1					
Sonda di temperatura mandata/ritorno batteria caldo/freddo	2								
Regolazione vlv 2vie batteria caldo/freddo DN65 kvs 63 + servomotore 0-10V			1						
Allarme termostato antigelo		1							
Valvola 2 vie DN15 kvs 2,5 regolazione umidificatore + servomotore 0-10V			1						
Sonda T di saturazione	1								
C/S/A/M ventilatore di mandata		2	1	1					
Sonda di pressione differenziale su ventilatore mandata	1								
Regolazione serranda di equilibratura mandata			1						
Mandata Aria Primaria									
Sonda di temperatura mandata/ritorno batteria postriscaldamento	2								
Regolazione vlv 2vie batteria postriscaldamento DN25 kvs8 + servomotore 0-10V			1						
Sonda T su canale di mandata aria primaria	1								
Mandata Tutt'Aria									
Sonda T su canale di mandata laboratori chimica	1								
Ripresa Aria Primaria									
Sonda T su canali di ripresa aria primaria	1								
Ripresa Tutt'Aria									
Sonda T su canale di ripresa lab chimica	1								
Allarme pressostato intasamento filtro ripresa		1							
Comando n°2 serrande di esclusione ventilatore ripresa				2					



C/S/A/M n°2 ventilatori di espulsione		4	2	2					
Sonda di pressione differenziale su ventilatore espulsione	1								
Comando serranda EXP con ritorno a molla + stato micro		1		1					
	IA	ID	UA	UD	LON	MODBUS	BACNET	SUBNET	M-BUS
<b>Totale punti controllati</b>	12	15	9	7	0	40	0	0	0
<b>Totale punti fisici</b>	43								

### 18.2.2 Regolazione ambienti

	APPARATO IN CAMPO	IA	ID	UA	UD	LON	MODBUS	BACNET	SUBNET	M-BUS
<b>LABORATORIO BIOLOGIA 1</b>										
Sonde Temperatura Ambiente con ritaratore setpoint e velocità	1									
Regolazione n°2 fan coil 2 tubi (ventilatore 0-10V e valvola on-off 230V) tramite controllore BACnet IP	1							20		
Comando n°1 VAV Universal con sensore deltap integrato e attuatore 0-10V	2		1	1						
Stato aspirazione banchi			1							
Regolatore BACnet IP per unità terminale	1							20		
Trasformatore 24VAC	1									

	APPARATO IN CAMPO	IA	ID	UA	UD	LON	MODBUS	BACNET	SUBNET	M-BUS
<b>LABORATORIO BIOLOGIA 2</b>										
Sonde Temperatura Ambiente con ritaratore setpoint e velocità	1									
Regolazione n°3 fan coil 2 tubi (ventilatore 0-10V e valvola on-off 230V) tramite controllore BACnet IP	1							20		
Comando n°1 VAV Universal con sensore deltap integrato e attuatore 0-10V	2		1	1						
Stato aspirazione banchi			1							
Regolatore BACnet IP per unità terminale	1							20		
Trasformatore 24VAC	1									

	APPARATO IN CAMPO	IA	ID	UA	UD	LON	MODBUS	BACNET	SUBNET	M-BUS
<b>LABORATORIO OCEANOGRAFIA</b>										
Sonde Temperatura Ambiente con ritaratore setpoint e velocità	1									
Regolazione n°3 fan coil 2 tubi (ventilatore 0-10V e valvola on-off 230V) tramite controllore BACnet IP	1							20		

	APPARATO IN CAMPO	IA	ID	UA	UD	LON	MODBUS	BACNET	SUBNET	M-BUS
<b>LABORATORIO BIOLOGIA BIGEA</b>										
Sonde Temperatura Ambiente con ritaratore setpoint e velocità	1									
Regolazione n°3 fan coil 2 tubi (ventilatore 0-10V e valvola on-off 230V) tramite controllore BACnet IP	1							20		
Comando n°1 VAV Universal con sensore deltap integrato e attuatore 0-10V	2		1	1						
Sonda di pressione differenziale	1		1							
Regolatore BACnet IP per unità terminale	1							20		
Trasformatore 24VAC	1									

	APPARATO IN CAMPO	IA	ID	UA	UD	LON	MODBUS	BACNET	SUBNET	M-BUS
<b>LABORATORIO MICROSCOPIA SCURA</b>										
Sonde Temperatura Ambiente con ritaratore setpoint e velocità	1									
Regolazione n°3 fan coil 2 tubi (ventilatore 0-10V e valvola on-off 230V) tramite controllore BACnet IP	1							20		

	APPARATO IN CAMPO	IA	ID	UA	UD	LON	MODBUS	BACNET	SUBNET	M-BUS
<b>LABORATORIO MICROSCOPIA BIGEA</b>										
Sonde Temperatura Ambiente con ritaratore setpoint e velocità	1									
Regolazione n°3 fan coil 2 tubi (ventilatore 0-10V e valvola on-off 230V) tramite controllore BACnet IP	1							20		





	APPARATO IN CAMPO	IA	ID	UA	UD	LON	MODBUS	BACNET	SUBNET	M-BUS
<b>LABORATORIO CHIMICA ANALITICA</b>										
Comando n°2 VAV Universal con sensore deltap integrato e attuatore 0-10V	2		1	1			20			
Comando batteria di post elettrica					1					
Sonda di temperatura mandata	1	1								
Sonda di pressione differenziale	1	1								
Regolatore BACnet IP per unità terminale	1							20		
S/A Ventilatore Cappa chimica			2	1	1					
Regolatore BACnetIP			4					20		

	APPARATO IN CAMPO	IA	ID	UA	UD	LON	MODBUS	BACNET	SUBNET	M-BUS
<b>LABORATORIO CHIMICA STRUMENTALE</b>										
Sonde Temperatura Ambiente con ritaratore setpoint e velocità	1									
Regolazione n°3 fan coil 2 tubi (ventilatore 0-10V e valvola on-off 230V) tramite controllore BACnet IP	1							20		
Allarme pressostato intasamento filtro 1 Stadio	1		1							
Allarme pressostato intasamento filtro 2 Stadio	1		1							
C/S/A/M estrattore banch			4		4					
Comando n°2 VAV Universal con sensore deltap integrato e attuatore 0-10V	2						20			
Comando batteria di post elettrica					1					
Sonda di temperatura mandata	1	1								
Regolatore BACnetIP	1							20		
Modulo I/O Modbus RTU per 8 AI	1									

<b>Totale punti controllati</b>	12	15	9	7	0	40	240	0	0
<b>Totale punti fisici</b>	43								

# **Alma Mater Studiorum Università di Bologna**

## **REALIZZAZIONE DI NUOVI LABORATORI DI RICERCA PRESSO IL FANO MARINE CENTER**

V.le Adriatico 1 – Fano (PU)

### **Progetto Esecutivo**

#### ***CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO PARTE TECNICA***

#### ***IMPIANTI ELETTRICI ED AFFINI***

Novembre 2024

# INDICE

<b>PREMESSA</b>	<b>6</b>
<b>1 CRITERI GENERALI</b>	<b>7</b>
1.1 CRITERI AMBIENTALI MINIMI (CAM)	7
1.2 PERTINENZA	7
1.3 ASSISTENZE MURARIE	7
1.4 CERTIFICAZIONI DI PROVE UFFICIALI	7
1.5 ISTRUZIONI	7
1.6 SPEDIZIONE ED IMMAGAZZINAGGIO	8
1.7 PRODOTTI DI CATALOGO	8
1.8 CAMPIONATURA	8
1.9 REQUISITI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI A SERVIZIO DEGLI IMPIANTI MECCANICI	8
1.10 RUMOROSITA' DEI MACCHINARI	8
1.11 CONDIZIONE DI ACCETTAZIONE	8
1.12 ORDINE DEI LAVORI	9
1.13 MODALITA' DI ESECUZIONE LAVORI	9
1.15 GARANZIA DELLE OPERE	9
1.16 MANUALE DI USO E MANUTENZIONE	9
1.17 DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ E STATO DI FATTO	10
1.18 ETICHETTATURA ED APPOSIZIONE DEI CONTRASSEGNI DI IDENTIFICAZIONE	10
<b>2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>11</b>
2.1.1 NORME PER AMBIENTI DI LAVORO O ASSIMILABILI	11
2.1.2 NORME IMPIANTI PER SUPERAMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE	11
2.1.3 NORME DI CARATTERE GENERALE	11
2.2 NORME PER IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ORDINARIA	12
2.3 NORME ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA	13
2.4 NORME IMPIANTI ASCENSORE	14
2.5 NORME PER IMPIANTI DI CABLAGGIO STRUTTURATO	14
2.6 NORME IMPIANTI TELEFONICI	14
2.7 NORME IMPIANTI DI TELECONTROLLO	14
2.8 IMPIANTO RIVELAZIONE INCENDIO E SONORIZZAZIONE DI SICUREZZA	14
<b>3 REQUISITI E DATI DI PROGETTO</b>	<b>16</b>
3.1 GARANZIA DELLE OPERE	16
3.2 VERIFICHE, PROVE, COLLAUDI	16
3.2.1 <i>Esame a vista</i>	16
3.2.2 <i>Verifica dei componenti</i>	16
3.2.3 <i>Verifica della sfilabilità dei cavi</i>	17
3.2.4 <i>Misura della resistenza di isolamento</i>	17
3.2.5 <i>Misura delle cadute di tensione</i>	17
3.2.6 <i>Verifica delle protezioni contro i corto circuiti ed i sovraccarichi</i>	17
3.2.7 <i>Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti</i>	17
3.2.8 <i>Dichiarazione di conformità e stato di fatto</i>	18
<b>4 SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI</b>	<b>19</b>



<b>4.1</b>	<b>QUADRI ELETTRICI LOCALI DI BASSA TENSIONE</b>	<b>19</b>
4.1.1	<i>Caratteristiche generali</i>	19
4.1.2	<i>norme di riferimento</i>	19
4.1.3	<i>dati e documentazione forniti</i>	19
4.1.4	<i>Caratteristiche tecniche</i>	20
4.1.5	<i>condizioni di installazione</i>	20
4.1.6	<i>caratteristiche elettriche</i>	20
4.1.7	<i>Caratteristiche costruttive</i>	20
4.1.8	<i>Carpenteria</i>	20
4.1.9	<i>Caratteristiche elettriche</i>	20
4.1.10	<i>Accessori</i>	21
4.1.11	<i>Collaudi</i>	21
<b>4.2</b>	<b>INTERRUTTORI AUTOMATICI SCATOLATI</b>	<b>21</b>
4.2.1	<i>Caratteristiche generali</i>	21
4.2.2	<i>norme di riferimento</i>	21
4.2.3	<i>dati e documentazione da fornire</i>	21
4.2.4	<i>Caratteristiche tecniche</i>	22
4.2.5	<i>condizioni di installazione</i>	22
4.2.6	<i>caratteristiche interruttore</i>	22
4.2.7	<i>Sganciatori di massima corrente</i>	22
4.2.8	<i>sganciatori termomagnetici</i>	22
4.2.9	<i>sganciatori a microprocessore</i>	23
4.2.10	<i>Sganciatori differenziale</i>	23
4.2.11	<i>sganciatori differenziale montati sugli interruttori</i>	23
4.2.12	<i>Relè differenziale</i>	23
4.2.13	<i>Accessori</i>	24
4.2.14	<i>Sganciatore di minima tensione</i>	24
4.2.15	<i>Sganciatore a lancio di corrente</i>	24
4.2.16	<i>Contatti ausiliari</i>	24
<b>4.3</b>	<b>INTERRUTTORI AUTOMATICI MODULARI</b>	<b>24</b>
4.3.1	<i>Descrizione della fornitura</i>	24
4.3.2	<i>Norme di riferimento</i>	25
4.3.3	<i>Dati e documentazione forniti</i>	25
4.3.4	<i>Caratteristiche tecniche</i>	25
4.3.4.1	<i>condizioni di installazione</i>	25
4.3.5	<i>caratteristiche interruttore</i>	25
4.3.6	<i>caratteristiche di intervento</i>	26
4.3.7	<i>Accessori</i>	26
4.3.8	<i>blocchi differenziali</i>	26
4.3.9	<i>contatti ausiliari</i>	26
<b>4.4</b>	<b>LIMITATORI DI SOVRATENSIONE</b>	<b>27</b>
4.4.1	<i>Caratteristiche generali</i>	27
4.4.2	<i>Norme di riferimento</i>	27
4.4.3	<i>Dati e documentazione forniti</i>	27
4.4.4	<i>Caratteristiche tecniche</i>	27
4.4.5	<i>Limitatore principale</i>	27
4.4.6	<i>Limitatori sovratensioni protezioni fine</i>	28
4.4.7	<i>Caratteristiche costruttive</i>	28
4.4.8	<i>Collaudi e certificati</i>	28
<b>4.5</b>	<b>STRUMENTI DI MISURA</b>	<b>29</b>
4.5.1	<i>Descrizione della fornitura</i>	29
4.5.2	<i>Norme di riferimento</i>	29
4.5.3	<i>Dati e documentazione da fornire</i>	29
4.5.4	<i>Caratteristiche tecniche</i>	29
4.5.5	<i>Custodie</i>	29
4.5.6	<i>Temperature</i>	29



4.5.7	<i>Umidità</i>	29
4.5.8	<i>Vibrazioni</i>	29
4.5.9	<i>Isolamento</i>	29
4.5.10	<i>Montaggio su pannello ferromagnetico</i>	29
4.5.11	<i>Influenza dei campi magnetici esterni</i>	30
4.5.12	<i>Precisione ed elongazione</i>	30
4.5.13	<i>Tipologie di strumenti di misura e accessori</i>	30
4.5.14	<i>Amperometri</i>	30
4.5.15	<i>Trasformatori amperometrici</i>	30
4.5.16	<i>Voltmetro</i>	30
4.5.17	<i>Indicatori digitali</i>	30
4.5.18	<i>Contatori di energia attiva e/o reattiva</i>	30
4.6	<b>CAVI PER ENERGIA IN BASSA TENSIONE</b>	30
4.6.1	<i>Descrizione della fornitura</i>	30
4.6.2	<i>Norme di riferimento</i>	30
4.6.3	<i>Dati e documentazione forniti</i>	31
4.6.4	<i>Caratteristiche tecniche</i>	32
4.6.5	<i>cavi con isolamento in gomma</i>	32
4.6.6	<i>Modalità di posa</i>	32
4.6.7	<i>Generalità</i>	32
4.6.8	<i>Posa su passerelle portacavi o canaline aperte</i>	32
4.6.9	<i>Posa entro tubazioni, cavidotti o canaline chiuse</i>	32
4.7	<b>CONDOTTI PORTACAVI</b>	33
4.7.1	<i>Descrizione della fornitura</i>	33
4.7.2	<i>Norme di riferimento</i>	33
4.7.2.1	<i>Tubazioni rigide in PVC</i>	33
4.7.2.2	<i>Tubazioni flessibili in PVC</i>	33
4.7.2.3	<i>Tubazioni pesanti per cavidotti interrati con resistenza allo schiacciamento <math>\geq 750N</math></i>	33
4.7.2.4	<i>Tubazioni in acciaio zincato per impianti in esecuzione protetta</i>	33
4.7.3	<i>Dati e documentazione da forniti</i>	33
4.7.4	<i>Caratteristiche tecniche</i>	33
4.7.5	<i>Cavidotto corrugato interrato</i>	34
4.7.6	<i>Tubo isolante rigido filettabile piegabile a freddo</i>	34
4.7.7	<i>Passerelle e canali portacavi</i>	34
4.7.8	<i>Caratteristiche costruttive</i>	35
4.7.9	<i>Tubazioni e canaline</i>	35
4.8	<b>CASSETTE DI DERIVAZIONE</b>	35
4.8.1	<i>Descrizione della fornitura</i>	35
4.8.2	<i>Norme di riferimento</i>	35
4.8.3	<i>Dati e documentazione forniti</i>	35
4.8.4	<i>Caratteristiche costruttive</i>	35
4.8.4.1	<i>Cassette e scatole portafrutto da incasso</i>	35
4.8.5	<i>Cassette stagne per montaggio sporgente, in PVC</i>	36
4.8.6	<i>Cassette stagne per montaggio sporgente, in lega leggera.</i>	36
4.8.7	<i>Modalità di posa</i>	36
4.9	<b>APPARECCHI DI COMANDO E PRESE</b>	36
4.9.1	<i>Descrizione della fornitura</i>	36
4.9.2	<i>Norme di riferimento</i>	36
4.9.3	<i>Dati e documentazione forniti</i>	37
4.9.4	<i>Caratteristiche costruttive</i>	37
4.9.5	<i>prese a spina per uso civile</i>	37
4.9.6	<i>apparecchi di comando per uso civile</i>	37
4.9.7	<i>apparecchi di comando per uso industriale</i>	37
4.9.8	<i>Modalità di posa</i>	37
4.9.9	<i>Collegamenti</i>	38
4.10	<b>APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE INTERNA ED ESTERNA</b>	38



<b>4.10.1</b>	<b><i>Descrizione della fornitura</i></b>	<b>38</b>
<b>4.10.2</b>	<b><i>Norme di riferimento</i></b>	<b>38</b>
<b>4.10.3</b>	<b><i>Dati e documentazione forniti</i></b>	<b>38</b>
<b>4.10.4</b>	<b><i>Caratteristiche costruttive</i></b>	<b>38</b>
<b>4.11</b>	<b>ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA</b>	<b>39</b>
<b>4.11.1</b>	<b><i>Generalità</i></b>	<b>39</b>
<b>4.11.2</b>	<b><i>Norme di riferimento</i></b>	<b>39</b>
<b>4.11.3</b>	<b><i>Dati e documentazione forniti</i></b>	<b>39</b>
<b>4.11.4</b>	<b><i>Descrizione Sistema ad alimentazione</i></b>	<b>39</b>
<b>4.11.5</b>	<b><i>Specifiche Tecniche</i></b>	<b>40</b>
<b>4.12</b>	<b>IMPIANTO DATI E FONIA</b>	<b>40</b>
<b>4.12.1</b>	<b><i>Premessa</i></b>	<b>40</b>
<b>4.12.2</b>	<b><i>Specifiche tecniche</i></b>	<b>41</b>
<b>4.12.3</b>	<b><i>Cavo UTP per distribuzione orizzontale</i></b>	<b>41</b>
<b>4.13</b>	<b>IMPIANTO DI ALLARME INCENDI</b>	<b>41</b>
<b>4.13.1</b>	<b><i>Premessa</i></b>	<b>41</b>
<b>4.13.2</b>	<b><i>Specifiche tecniche</i></b>	<b>41</b>



## PREMESSA

L'impostazione generale della progettazione degli impianti elettrici e speciali al servizio dei nuovi laboratori è stata rivolta al raggiungimento di un sistema tecnologico generale di estrema efficacia, con particolare attenzione al contenimento dei consumi energetici e riduzione al minimo degli impatti rispetto all'inquinamento ambientale.

All'interno dell'immobile di progetto troveranno posto laboratori specialistici dedicati alla fisica, alla biologia e all'informatica. Oltre a queste dotazioni verranno realizzati spazi di condivisione del lavoro e di trasferimento scientifico non presenti nella parte già funzionante del tecnopolo.

Oggetto della presente relazione è l'illustrazione degli impianti elettrici e speciali che saranno previsti ed in particolare:

### **Impianti elettrici di potenza**

- Quadri elettrici;
- Distribuzione luce e f.e.m.;
- Impianto di terra;
- Apparecchi illuminanti;
- Impianti elettrici a servizio degli impianti meccanici;
- Impianto fotovoltaico.

### **Impianti elettrici ausiliari**

- Impianto di trasmissione dati e fonia
- Impianto citofonico

### **Impianti elettrici di sicurezza**

- Illuminazione di emergenza e segnalazione delle vie di fuga
- Impianto di rivelazione incendio

# 1 CRITERI GENERALI

## 1.1 CRITERI AMBIENTALI MINIMI (CAM)

Inquinamento elettromagnetico indoor

Come risulta dalle relazioni e degli elaborati allegati al progetto, vengono garantiti i seguenti requisiti:

- I quadri elettrici principali e le colonne montanti nonché le dorsali di alimentazione sono sempre collocati al di fuori dei locali di attività principale.
- La posa degli impianti è effettuata con schema a stella mantenendo i conduttori del circuito il più possibile vicini l'uno all'altro ed in modo tale che i cavi elettrici relativi ad uno stesso circuito siano affiancati alla minima distanza possibile.
- La rete di trasmissione dati risulta realizzata con sistema radiale via cavo cat.6.

Prescrizione: l'Impresa al termine delle lavorazioni dovrà fornire relazione sul rispetto della posa e sull'utilizzo dei materiali prescritti con i relativi certificati.

Impianto di illuminazione per interni ed esterni

All'interno del capitolato degli impianti elettrici è previsto che l'impianto di illuminazione sia a basso consumo energetico ed alta efficienza (lampade a modulo LED) e che il sistema di illuminazione garantisca i seguenti requisiti:

1. tutti i tipi di lampada avranno una efficienza luminosa uguale o superiore a 80 lm/W ed una resa cromatica uguale o superiore a 90; e per ambienti esterni di pertinenza degli edifici e per i depositi/ripostigli la resa cromatica deve essere almeno pari ad 80;
2. i prodotti utilizzati consentiranno di separare le diverse parti che compongono l'apparecchio d'illuminazione al fine di consentirne lo smaltimento completo a fine vita.
3. per gli ambienti quali bagni e ripostigli saranno installati sensori di presenza, che consentano la riduzione del consumo di energia elettrica.

Il rispetto del requisito di cui a punti precedenti dovrà essere dimostrato dall'Impresa attraverso la presentazione delle seguenti certificazioni e relazioni:

- Certificazione degli apparecchi illuminanti comprovanti le caratteristiche di resa cromatica ed efficienza;
- Manuali delle apparecchiature e relazione dell'Impresa da cui si deduca la separabilità delle componenti degli apparecchi illuminanti.

## 1.2 PERTINENZA

Tutte le apparecchiature ed i materiali degli impianti elettrici, dovranno essere di qualità tale da essere installati in maniera da rispondere pienamente alle caratteristiche richieste dalla miglior pratica industriale nonché in accordo alle pertinenti leggi e regolamenti in vigore.

Apparecchiature e materiali difettosi o danneggiati durante l'installazione o le prove di collaudo saranno sostituite o riparate in maniera che incontri l'approvazione della Direzione Lavori.

## 1.3 ASSISTENZE MURARIE

Oltre a quanto richiesto in tutti gli elaborati grafici e dattilo degli impianti meccanici in merito a basamenti, formazione di tracce, piccoli fori, scavi, reinterri ecc, si precisa che tutte le assistenze murarie saranno a carico dell'impresa appaltatrice dei suddetti impianti.

## 1.4 CERTIFICAZIONI DI PROVE UFFICIALI

Dove richiesto dalle norme vigenti, con speciale riferimento alla normativa di prevenzione incendi, i materiali forniti saranno corredati delle necessarie certificazioni di cui ai D.M. 6/7/1983, 26/6/1984 e 28/8/1984.

Tutte le apparecchiature per cui è specificamente richiesto dai documenti di gara saranno con marchio CE in conformità alla direttiva macchine 89/392.

## 1.5 ISTRUZIONI

Saranno fornite complete informazioni per la messa a punto, l'esercizio e la manutenzione che includano altresì le prescrizioni di sicurezza per ogni componente degli impianti.

In particolare, durante il periodo di garanzia degli impianti si provvederà alla istruzione del personale tecnico della Committente, sull'uso delle apparecchiature, sulla loro programmazione e sulla loro gestione e manutenzione, al fine di consentire il corretto utilizzo degli impianti in maniera totalmente autonoma, per le operazioni di ordinaria manutenzione e di gestione.

## **1.6 SPEDIZIONE ED IMMAGAZZINAGGIO**

Apparecchiature e materiali saranno correttamente immagazzinati, adeguatamente protetti, e maneggiati con cura tale da evitare danneggiamenti prima e durante l'installazione. Il trasporto, il magazzino, la protezione di apparecchiature e materiali avverrà come espressamente raccomandato dal fabbricante. I pezzi che risultino danneggiati o difettosi saranno sostituiti gratuitamente dall'impresa appaltatrice.

## **1.7 PRODOTTI DI CATALOGO**

I materiali e le apparecchiature, salvo diversamente individuabile dalle specifiche tecniche allegate, saranno preferibilmente normali prodotti di catalogo della produzione standard del fabbricante prescelto per la fornitura e saranno del tipo più recente compatibile con le specifiche richieste. Se verranno richiesti due o più prodotti dello stesso tipo di apparecchiature, essi saranno dello stesso fabbricante. Ciascun componente principale dell'apparecchiatura porterà ben visibile e ben ancorata una targhetta con riportato il nome del fabbricante, l'indirizzo, codice di modello e numero di serie.

## **1.8 CAMPIONATURA**

Qualora richiesto, l'Impresa dovrà provvedere alla campionatura al vero con indicazione di marca, modello, materiale e colore, di tutti gli impianti a vista esterni ed interni, elettrici, idrici e meccanici, comprese le bocchette, le griglie e i grigliati, il tutto da sottoporre preventivamente all'esecuzione delle opere all'approvazione della D.L. e D.A.

## **1.9 REQUISITI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI A SERVIZIO DEGLI IMPIANTI MECCANICI**

La fornitura e posa in opera del materiale elettrico al servizio degli impianti meccanici avverrà contestualmente ed in modo coordinato alle apparecchiature meccaniche e risponderà ai requisiti previsti nel presente elaborato ed in particolare alle specifiche tecniche applicabili.

## **1.10 RUMOROSITA' DEI MACCHINARI**

Il rumore generato dai macchinari sarà conforme a quanto richiesto da:

- a) D.P.C.M. 1/3/91 "limiti massimi di esposizione al rumore nell'ambiente esterno",
- b) D. Leg. n°277 del 15/8/91 "attuazione delle direttive CEE in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici fisici e biologici durante il lavoro"
- c) Legge 26/10/1995 N°447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico"
- d) Decreto 11/11/1996 "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo"
- e) D.P.C.M. 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- f) D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"
- g) Decreto 16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico"

Le verifiche relative ai rumori presenti all'interno ed all'esterno dei fabbricati, in contraddittorio con la D.L., e le eventuali necessarie opere di insonorizzazione saranno a totale carico dell'aggiudicatario della gara d'appalto.

## **1.11 CONDIZIONE DI ACCETTAZIONE**

I materiali, le apparecchiature e le forniture da impiegare nelle opere da eseguire, dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, avranno le caratteristiche stabilite dalle leggi vigenti in materia e corrisponderanno alla specifica normativa del presente Capitolato o degli altri atti contrattuali. Allo scopo di meglio precisare i livelli di qualità al di sotto dei quali l'Impresa esecutrice non deve scendere, si indicano negli articoli che seguono i principali requisiti dei materiali e delle apparecchiature costituenti gli impianti.

L'impresa esecutrice farà in modo che tutti i materiali e le apparecchiature che abbiano, durante il corso dei lavori, le medesime caratteristiche riconosciute ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

## 1.12 ORDINE DEI LAVORI

La Ditta Appaltatrice svilupperà i lavori in fase successive in accordo all'ordine delle lavorazioni indicato nel capitolato edile.

La Ditta Appaltatrice manterrà aggiornata quotidianamente una copia dei disegni degli impianti, con i reali percorsi delle condutture elettriche e dei canali installati e gli esatti posizionamenti delle diverse apparecchiature.

Al termine dei lavori, l'esatto stato di fatto dovrà essere trasferito, a carico della Ditta Appaltatrice, su supporto informatico e dovrà essere consegnato alla Direzione Lavori che provvederà a recapitarne una copia alla Committenza ed ad archiviare gli originali, in modo tale da avere sempre a disposizione la situazione di fatto indispensabile alla realizzazione di eventuali modifiche o adeguamenti futuri.

## 1.13 MODALITA' DI ESECUZIONE LAVORI

Tutti i lavori dovranno essere eseguiti secondo le migliori regole d'arte e le prescrizioni della Direzione Lavori in modo che l'impianto risponda perfettamente a tutte le condizioni stabilite nel presente Capitolato di Appalto.

L'esecuzione dei lavori dovrà essere coordinata e subordinata alle esigenze e soggezioni di qualsiasi genere che possano sorgere dalla contemporanea esecuzione di tutte le altre opere dell'edificio, affidate ad altre Ditte.

La Ditta assuntrice dovrà essere pienamente responsabile e dovrà rispondere economicamente degli eventuali danni arrecati, per fatto proprio o dei propri dipendenti, alle opere dell'edificio.

### 1.14 Requisiti e dati di progetto

Per quanto concerne i dati di progetto si rimanda alla relazione descrittiva, alla relazione di calcolo ed alle schede tecnico-descrittive relative agli impianti meccanici facenti parte integrante del presente Capitolato le caratteristiche tecniche dei materiali e delle apparecchiature installate, nonché le rispettive modalità di posa in opera, dovranno essere uniformi a quanto contenuto nelle specifiche tecniche di cui ai successivi capitoli.

In alternativa l'appaltatore potrà fare ricorso agli *European Alternative Compliance Path – Mandatory Provisions of ashrae 90.1-2010*.

## 1.15 GARANZIA DELLE OPERE

L'Appaltatore ha l'obbligo di garantire tutti gli impianti e le opere, sia per la qualità dei materiali e delle apparecchiature, sia per il montaggio, sia, infine, per il regolare funzionamento, per un periodo di tempo di un anno dalla data di approvazione del certificato di collaudo.

## 1.16 MANUALE DI USO E MANUTENZIONE

Per ciascun componente delle apparecchiature installate sarà fornito il **manuale di uso e manutenzione**. Tali manuali saranno in semplice copia e contenuti in raccoglitori. Il manuale sarà consegnato prima della conclusione del contratto.

Il manuale sarà provvisto di un indice dei contenuti e sarà impaginato secondo tale indice con le indicazioni di riferimento poste prima delle istruzioni pertinenti. Queste ultime saranno leggibili e di facile consultazione. Il manuale comprenderà:

- schemi elettrici di potenza, ausiliari e di controllo contenenti i dati esplicativi per l'uso ed il controllo di ogni componente;
- la sequenza di controllo che ne illustri l'avviamento, il funzionamento e l'arresto;
- la descrizione della funzione di ogni componente principale;
- la procedura per l'avviamento e quella per il funzionamento;
- le istruzioni per l'arresto;
- le istruzioni per l'installazione;
- le istruzioni per la manutenzione.

La parte della lista relativa alle apparecchiature indicherà le fonti di acquisto, i pezzi di ricambio raccomandati e l'organizzazione di assistenza.

Il manuale sarà completo per tutto quanto riguarda le apparecchiature, i controlli, gli accessori e tutte le aggiunte necessarie per una corretta installazione.

### **1.17 DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ E STATO DI FATTO**

---

A lavori ultimati l'Appaltatore dovrà consegnare tutti i disegni as-built su supporto magnetico, generali e particolari, delle opere eseguite. Dovranno inoltre essere forniti i certificati di collaudo, la garanzia delle ditte fornitrici, dichiarazioni di conformità ai sensi del D.M. 37/2008 e le schede tecniche di tutti i materiali ed apparecchiature installati.

Tutta la documentazione dovrà essere fornita in 5 copie su supporto cartaceo e magnetico debitamente sottoscritta da tecnico abilitato, professionista iscritto all'Ordine degli Ingegneri od all'Ordine dei Periti Industriali.

In particolare dovranno far parte della documentazione di as-built:

#### **elaborati descrittivi generali**

- Relazione Tecnico Descrittiva e Relazione di Calcolo.

#### **elaborati grafici generali**

- sotto forma di tavole, in scala ammessa o prescritta e comunque non inferiore ad 1:50/1:100

#### **elaborati grafici specifici**

- sotto forma di tavole e/o planimetrie e/o schemi a blocchi, rappresentanti le architetture, le distribuzioni generali, i lay out delle apparecchiature, dei quadri elettrici, ecc. dei diversi impianti

#### **elaborati grafici di dettaglio**

- in scala non inferiore ad 1:10, con le notazioni metriche necessari e relativi lay-out impiantistici, particolari d'installazione.

### **1.18 ETICHETTATURA ED APPOSIZIONE DEI CONTRASSEGNI DI IDENTIFICAZIONE**

---

Tutti i circuiti ed i componenti dovranno essere facilmente identificabili mediante etichettatura che indichi il componente in riferimento ai disegni AS-BUILT. I cavi elettrici dovranno essere tutti identificati in partenza, in arrivo ed in corrispondenza di eventuali cambi di direzione.

Il sistema di identificazione proposto dovrà essere preventivamente sottoposto all'approvazione della D.L.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Gli impianti elettrici ed affini (comprendenti impianti ausiliari quali telefono, citofono, ecc.), di seguito più dettagliatamente descritti, da realizzare al servizio del predetto edificio, saranno realizzati allo scopo di ottenere le migliori condizioni d'utilizzo e sicurezza, nel pieno rispetto delle vigenti leggi, normative, e disposizioni particolari degli Enti competenti per Zona e Settore Impiantistico, di cui di seguito si riportano le principali:

### 2.1.1 NORME PER AMBIENTI DI LAVORO O ASSIMILABILI

D.Lgs.	n° 81	del 9 aprile 2008 - Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
--------	-------	--

### 2.1.2 NORME IMPIANTI PER SUPERAMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE

Legge	n° 13	del 9/01/89 e D.M. 14/6/89, n° 236: Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati;
Legge	n° 13	del 9/01/89 e D.M. 14/6/89, n° 236: Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati;

### 2.1.3 NORME DI CARATTERE GENERALE

Norma	CEI 3-23	Segni grafici per schemi e piani di installazione architettonici e topografici
Norma	CEI 11-1	Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata
Norma	CEI EN 61439-1	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali
Norma	CEI EN 61439	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
Norma	CEI-UNEL 35024/1	Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata ed a 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
Norma	CEI 20-22	Prova dei cavi non propaganti l'incendio
Norma	CEI 23-3	Interruttori automatici di sovracorrente per usi domestici e similari per tensione nominale superiore a 415 V in corrente alternata;
Norma	CEI 23-26	Tubi per installazioni elettriche - Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori
Norma	CEI 23-51	Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;
Norma	CEI 23-58	Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali
Norma	CEI 23-76	Sistemi di canalizzazioni e accessori per cavi - Sistemi di passerelle porta cavi a fondo continuo e a traversini
Norma	CEI 23-80	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali
Norma	CEI 23-81	Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori
Norma	CEI 23-82	Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori
Norma	CEI 23-83	Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori
Norma	CEI 23-90	Sistemi di guaine flessibili a tenuta di liquidi per installazioni elettriche



Norma	CEI 23-93	Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche Parte 2-1: Sistemi di canali e di condotti per montaggio a parete e a soffitto
Norma	CEI 23-104	Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche Parte 2-2: Prescrizioni particolari per sistemi di canali e di condotti per montaggio sottopavimento, a filo pavimento o sopra pavimento
Norma	CEI 23-108	Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche Parte 2-4: Prescrizioni particolari per colonne e torrette
Norma	CEI 34-22	Apparecchi d'illuminazione. Parte 2A: requisiti particolari. Apparecchi per illuminazione di emergenza;
Norme	CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata, e a 1500 V in corrente continua;
Norma	CEI 64-12	Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.
Norma	CEI 64-50	Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici
Norma	CEI 81-10/1	Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali
Norma	CEI 81-10/2	Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio
Norma	CEI 81-10/3	Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
Norma	CEI 81-10/4	Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture
Norma	CEI 81-3	Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei comuni di Italia, in ordine alfabetico- Elenco dei Comuni del 29/05/1963: approvazione del regolamento per gli ascensori ed i montacarichi in servizio privato
D.P.R.	n° 1497	del 01.03.1968 - Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, impianti elettrici a regola d'arte;
Legge	n° 186	del 18.10.1977 - Attuazione delle direttive del Consiglio delle Comunità Europee relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione
Legge	n° 791	del 22 gennaio 2008 - Norme per la sicurezza degli impianti;
D.M.	37	Disposizioni particolari;
Ufficio	VV.F.	Disposizioni particolari;
Ufficio	e-Distribuzione	Disposizioni particolari;
Ufficio	TIM	Disposizioni particolari;

## 2.2 NORME PER IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ORDINARIA

### NORME GENERALI

C.I.E.		Raccomandazioni CIE (Commission Internationale de l'Eclairage)
Norma	CEI 34-21	Apparecchi di illuminazione Parte 1: Prescrizioni generali e prove

### NORME PER IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA

Norma	CEI 64-7	Impianti elettrici di illuminazione pubblica.
L.R.	N°19 del	Misure in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico
Emilia Romagna	29/09/2003	
Norma	10819	Luce e illuminazione Impianti di illuminazione esterne Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso



## **NORME PER IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE INTERNA**

Norma	UNI EN 12464-1	Luce e illuminazione Illuminazione dei posti di lavoro in interno Parte 1: Posti di lavoro in interni
Norma	UNI EN 12464-2	Luce e illuminazione Illuminazione dei posti di lavoro in esterno Parte 2: Posti di lavoro in esterno
Norma	UNI 10530	Principi di ergonomia della visione Sistemi di lavoro e illuminazione
Norma	UNI 12665	Luce e illuminazione Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnici
Norma	UNI 13032-1	Luce e illuminazione Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione Parte 1: Misurazione e formato dei file
Norma	UNI 13032-2	Luce e illuminazione Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione Parte 2: Presentazione dei dati per posti di lavoro in interno e in esterno
Norma	UNI 11142	Luce e illuminazione Fotometri portatili Caratteristiche prestazionali

## **NORME SPECIFICHE**

Norma	UNI 10840	Luce e illuminazione Locali scolastici Criteri generali per l'illuminazione artificiale e naturale
Norma	UNI 11095	Luce e illuminazione Illuminazione delle gallerie
Norma	UNI EN 12193	Luce e illuminazione Illuminazione di installazioni sportive
Norma	UNI 9821	Impianti sportivi Collaudo illuminotecnico
Norma	UNI 9316	Impianti sportivi Illuminazione per le riprese televisive a colori Prestazioni
Norma	UNI 15193	Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione

## **2.3 NORME ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA**

Norma	CEI 34-22	Apparecchi di illuminazione Prescrizioni particolari Apparecchi di emergenza
Norma	UNI EN 1838	Applicazione dell'illuminotecnica illuminazione di emergenza
Norma	CEI EN 50171	Sistemi di alimentazione centralizzati
Norma	EN 50172	Sistemi di illuminazione di emergenza Manutenzione e verifiche
Norma	EN 50272-2	Prescrizioni di sicurezza per batterie di accumulatori e loro installazione Parte 2: Batterie stazionarie
DLgs	493/96	Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro

## 2.4 NORME IMPIANTI ASCENSORE

Norma	UNI EN 81-70 2004	Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione di ascensori - applicazioni particolari per ascensori per passeggeri e merci - accessibilità agli ascensori delle persone, compresi i disabili
-------	-------------------	---

## 2.5 NORME PER IMPIANTI DI CABLAGGIO STRUTTURATO

Standard	TIA/EIA 568-B	Commercial Building Telecommunications Cabling Standard
Standard	TIA/EIA 569-A	Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces.
Standard	TIA/EIA 606	Administration Standard for the telecommunication infrastructure of commercial buildings.
Standard	TIA/EIA 607	Commercial Building Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications.
Standard	TIA/EIA 570-A	Residential Telecommunications Cabling Standard.
Standard	ISO/IEC IS 11801	Information Technology – Generic cabling for customer premises Cabling.
Norma	CEI 50173-1	Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato Parte 1: Prescrizioni generali.
Norma	CEI 50173-2	Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato Parte 2: Locali per ufficio.
Norma	CEI 50173-3	Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato Parte 3: Ambienti industriali.
Norma	CEI 50173-4	Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato Parte 4: Abitazioni.
Norma	CEI 50173-5	Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato Parte 5: Centri dati.
Norma	CEI 50310	Applicazione della connessione equipotenziale e della messa a terra in edifici contenenti apparecchiature per la tecnologia dell'informazione.
Norma	CEI 50174-1	Tecnologia dell'informazione - Installazione del cablaggio – Parte 1: Specifiche ed assicurazione della qualità
Norma	CEI 50174-2	Tecnologia dell'informazione – Installazione del cablaggio – Parte 2: Pianificazione e criteri di installazione all'interno degli edifici.
Guida	CEI 306-2	Guida per il cablaggio per telecomunicazioni e distribuzione multimediale negli edifici residenziali.

## 2.6 NORME IMPIANTI TELEFONICI

Norma Ufficio	CEI 103-1 TIM	Impianti telefonici interni; Prescrizioni particolari.
---------------	------------------	---

## 2.7 NORME IMPIANTI DI TELECONTROLLO

Norma	CEI 57-x	Sistemi di apparecchiature di telecontrollo.
Norma	CEI EN 60870-x	Sistemi ed apparecchiature di telecontrollo.
Norma	CEI EN 61334-4-x	Automazione della distribuzione mediante sistemi di comunicazione su linee elettriche.

## 2.8 IMPIANTO RIVELAZIONE INCENDIO E SONORIZZAZIONE DI SICUREZZA

Norma	UNI 9795	Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme incendio
Norma	UNI 11224	Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di rivelazione incendi
Norma	UNI EN54-1	Sistemi rivelazione incendi – introduzione
Norma	UNI EN54-2	Funzionalità delle centrali di rivelazione
Norma	UNI EN54-3	Dispositivi sonoro di allarme incendio
Norma	UNI EN54-4	Alimentazioni



Norma	UNI EN54-5	Rivelatori di calore
Norma	UNI EN54-7	Rivelatori ottici
Norma	UNI EN54-10	Rivelatori di fiamma
Norma	UNI EN54-11	Avvisatori manuali
Norma	UNI EN54-12	Rilevatori lineari ottici di fumo
Norma	UNI EN54-16	Sistemi di allarme vocale

---

### 3 REQUISITI E DATI DI PROGETTO

---

Per quanto concerne i dati di progetto si rimanda alle relazioni descrittive e di calcolo ed alle schede tecnico-descrittive facenti parte integrante del presente Disciplinare Tecnico.

Le caratteristiche tecniche dei materiali e delle apparecchiature installate, nonché le rispettive modalità di posa in opera, saranno uniformi a quanto contenuto nelle specifiche tecniche di cui al successivo capitolo.

#### 3.1 GARANZIA DELLE OPERE

---

Si garantiranno tutti gli impianti e le opere, sia per la qualità dei materiali e delle apparecchiature, sia per il montaggio, sia, infine, per il regolare funzionamento, per un periodo di tempo di un anno dalla data di approvazione del certificato di collaudo.

Pertanto, fino al termine di tale periodo di garanzia, si provvederà a riparare tempestivamente e gratuitamente, tutti i guasti e le imperfezioni che si verificassero negli impianti per effetto della non buona qualità dei materiali o per difetto di montaggio o di funzionamento, escluse soltanto le riparazioni dei danni che non possono attribuirsi all'ordinario esercizio degli impianti, ma per evidente imperizia o negligenza del personale dell'Ente stesso che ne fa uso, oppure a cattiva qualità dei combustibili impiegati o a normale usura.

Nel caso in cui, durante il periodo di garanzia, venisse richiesta l'eliminazione di difetti o manchevolezze di qualsiasi natura e genere, successivamente agli interventi, saranno nuovamente effettuate le prove preliminari ed il collaudo degli impianti interessati.

#### 3.2 VERIFICHE, PROVE, COLLAUDI

---

Ad impianto ultimato si provvederà alle seguenti verifiche di collaudo:

- rispondenza alle disposizioni di Legge;
- rispondenza alle prescrizioni dei VV.F;
- rispondenza a prescrizioni particolari concordate in sede di offerta;
- rispondenza alle Norme CEI relative al tipo di impianto, come di seguito descritto.

##### 3.2.1 Esame a vista

Sarà eseguita una ispezione visiva per accertarsi che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle Norme generali, delle Norme degli impianti di terra e delle Norme particolari riferitesi all'impianto installato. Detto controllo accerterà che il materiale elettrico, che costituisce l'impianto fisso, sia conforme alle relative Norme, sia scelto correttamente ed installato in modo conforme alle prescrizioni normative e non presenti danni visibili che 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 di protezione,
- fornitura di schemi cartelli ammonitori,
- identificazione di comandi e protezioni,
- collegamenti dei conduttori.

Tali esami avranno inizio durante il corso dei lavori.

##### 3.2.2 Verifica dei componenti

Si verificherà 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 controllerà che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI- UNEL; inoltre si verificherà che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

### **3.2.3 Verifica della sfilabilità dei cavi**

Si estrarranno 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 sarà eseguita su tratti di tubo o condotto per una lunghezza pari complessivamente ad una percentuale tra 1 % ed il 5 % della lunghezza totale.

A questa verifica si aggiungeranno anche quelle relative al rapporto tra il diametro interno del tubo o condotto e quello del cerchio circoscritto al fascio di cavi in questi contenuto, ed al dimensionamento dei tubi o condotti.

### **3.2.4 Misura della resistenza di isolamento**

Si eseguiranno con l'impiego di un ohmmetro la cui tensione continua sia circa 125V nel caso di misura su parti di impianto di categoria O, oppure su parti di impianto alimentate a bassissima tensione di sicurezza; circa 500V in caso di misura su parti di impianto di 1<sup>a</sup> categoria.

La misura si effettuerà fra l' impianto (collegando insieme tutti i conduttori attivi) ed il circuito di terra, e fra ogni coppia di conduttori tra loro. Durante la misura gli apparecchi utilizzatori saranno disinseriti. La misura sarà relativa ad ogni circuito intendendosi per tale la parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione.

I valori minimi ammessi per costruzioni tradizionali sono:

- 500.000 ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V;
- 250.000 ohm per sistemi a tensione nominale inferiore o uguale a 50 V;

I valori minimi ammessi per costruzioni prefabbricate sono:

- 500.000 ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V;
- 250.000 ohm per sistemi a tensione nominale inferiore o uguale a 50 V.

### **3.2.5 Misura delle cadute di tensione**

La misura delle cadute di tensione sarà eseguita tra il punto di inizio dell'impianto ed il punto scelto per la prova; si inseriranno un voltmetro nel punto iniziale ed un altro nel secondo punto (i due strumenti avranno la stessa classe di precisione).

Saranno alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente: nel caso di apparecchiature con assorbimento di corrente istantaneo si farà riferimento al carico convenzionale scelto come base per la determinazione della sezione delle condutture.

Le letture dei due voltmetri sarà eseguita contemporaneamente e si procederà poi alla determinazione della caduta di tensione percentuale che non dovrà mai essere superiore al 4%.

### **3.2.6 Verifica delle protezioni contro i corto circuiti ed i sovraccarichi**

Si controllerà che:

- il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i corto circuiti, sia adeguato alle condizioni dell' impianto e della sua alimentazione;
- la taratura degli apparecchi di protezione contro i sovraccarichi sia correlata alla portata dei conduttori protetti dagli stessi.

### **3.2.7 Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti**

Saranno eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nelle Norme CEI 64-8. Si effettueranno le seguenti verifiche.

Esame a vista dei conduttori di terra e di protezione. Si intende che saranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori stessi che delle giunzioni.

Si controllerà inoltre 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.

Si eseguirà la misura del valore di resistenza di terra dell' impianto, utilizzando un dispersore ausiliario ed una sonda di tensione con appositi strumenti di misura o con il metodo voltamperometrico. La sonda di tensione e il dispersore ausiliario saranno posti ad una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro.

Sarà controllato, in base ai valori misurati, il coordinamento degli stessi con l'intervento nei tempi previsti dei dispositivi di massima corrente o differenziale.

### **3.2.8 Dichiarazione di conformità e stato di fatto**

A lavori ultimati si consegneranno all'Amministrazione tutti i disegni as-built su supporto informatico, generali e particolari, delle opere eseguite. I detti disegni saranno aggiornati in modo da lasciare un'esatta documentazione di come sono state realizzate realmente le opere.

Saranno inoltre forniti i certificati di collaudo, la garanzia delle ditte fornitrici, dichiarazioni di conformità ai sensi del D.M. 37/2008 e le schede tecniche di tutti i materiali ed apparecchiature installati. Tutta la documentazione sarà fornita in cinque copie su supporto cartaceo debitamente sottoscritta da tecnico abilitato per il rilascio di quanto richiesto.

In particolare dovranno far parte della documentazione di AS-BUILT:

elaborati descrittivi generali

- Relazione Tecnico Descrittiva Generale;
- Relazione Tecnica Specialistica: impianti elettrici;
- Relazione Tecnica Specialistica: Impianti affini;
- Relazione di Calcolo.

elaborati grafici generali

- sotto forma di tavole, in scala ammessa o prescritta e comunque non inferiore ad 1:100.

elaborati grafici specifici

- sotto forma di tavole e/o planimetrie e/o schemi a blocchi, in scala ammessa o prescritta 1:100, 1:50 o anche non ammessa, rappresentanti le architetture, le zonizzazioni, le distribuzioni generali ecc. dei diversi impianti;
- schemi quadri elettrici in formato A4 con indicata la numerazione dei fili e dei morsetti.

elaborati grafici di dettaglio

in scala non inferiore ad 1:10, con le notazioni metriche necessari e relativi lay-out impiantistici:

- Particolari d'installazione;

Per quanto concerne i dati di progetto si rimanda alla relazione descrittiva e gli elaborati grafici facenti parte integrante del presente Appalto.

Le caratteristiche tecniche dei materiali e delle apparecchiature installate, nonché le rispettive modalità di posa in opera, saranno uniformi a quanto contenuto nelle specifiche tecniche di elenco voci.

---

## 4 SPECIFICHE TECNICHE DEI MATERIALI

---

### 4.1 QUADRI ELETTRICI LOCALI DI BASSA TENSIONE

---

#### 4.1.1 Caratteristiche generali

La presente specifica definisce le condizioni tecnico ambientali, i requisiti di progettazione e le caratteristiche tecnologiche alle quali ci si atterrà per la realizzazione dei quadri elettrici locali. Il quadro sarà realizzato in conformità alla presente specifica ed allo schema elettrico riportato negli elaborati progettuali.

#### 4.1.2 norme di riferimento

Il quadro e le apparecchiature saranno progettati, costruiti e collaudati in conformità con le norme CEI applicabili in vigore ed in particolare con le seguenti:

- CEI 17/3 Contattori destinati alla manovra di circuiti a tensione non superiore a 1000V in corrente alternata ed a 1200V in corrente continua
- CEI 17-5 Apparecchiatura a bassa tensione parte 2<sup>a</sup> - interruttori automatici -
- CEI 17-11 Apparecchiatura a bassa tensione parte 3<sup>a</sup> - interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra - sezionatori e unità combinate con fusibili
- CEI EN 61439 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
- CEI 17-43 Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS)
- CEI 17-50 Apparecchiature a bassa tensione parte 4<sup>a</sup> - contattori e avviatori, contattori e avviatori elettromeccanici
- CEI 17-52 Metodo per la determinazione della tenuta al cortocircuito delle apparecchiature assiemate non di serie (ANS)
- CEI 32-1 Fusibili a tensione non superiore a 1000 V per corrente alternata e a 1500 V per corrente continua parte 1<sup>a</sup> - prescrizioni generali -
- CEI 32-4 Fusibili a tensione non superiore a 1000 V per corrente alternata e a 1500 V per corrente continua parte 2<sup>a</sup> - prescrizioni supplementari per i fusibili per uso da parte di persone addestrate (fusibili principalmente per applicazioni industriali) -
- CEI 32-5 Fusibili a tensione non superiore a 1000 V per corrente alternata e a 1500 V per corrente continua parte 2<sup>a</sup> - prescrizioni supplementari per i fusibili per uso da parte di persone addestrate (fusibili principalmente per applicazioni domestiche e similari) -

Saranno considerate tutte le norme inerenti i componenti ed ai materiali utilizzati nonché le norme di legge per la prevenzione degli infortuni.

#### 4.1.3 dati e documentazione forniti

- disegni d'assieme e d'installazione;
- disegni fronte quadro con distribuzione utenze e servizi;
- caratteristiche degli organi di manovra e protezione e dispositivi ausiliari;
- schemi elettrici funzionali, unifilari e fogli dati; una copia va inserita in apposita tasca all'interno del quadro;
- dichiarazione di conformità delle apparecchiature fornite con i prototipi che hanno superato le prove di tipo;
- manuali di esercizio e manutenzione;
- certificati delle prove di accettazione.
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio.



#### **4.1.4 Caratteristiche tecniche**

#### **4.1.5 condizioni di installazione**

Il quadro sarà costruito per essere installato all'interno

Temperatura massima	40°C
Temperatura minima	-5°C
Umidità relativa massima	90%
Ambiente	normale

#### **4.1.6 caratteristiche elettriche**

Tensione e frequenza nominali	400/230 V - 50 Hz
Tensione di riferimento	600 V
Tensione di isolamento del quadro	1.000 V
Tensione di prova a frequenza industriale	2.500 V
Corrente ammissibile di breve durata	come da schema
Corrente nominale delle sbarre principali	come da schema
Grado di protezione interno	IP 20
Grado di protezione esterno	IP come da schema

#### **4.1.7 Caratteristiche costruttive**

#### **4.1.8 Carpenteria**

Quadro di tipo protetto, grado di protezione esterna IP40 in lamiera d'acciaio pressopiegata, spessore 20/10, per posa a pavimento o parete (eventualmente incassato se di piccole dimensioni).

Pannello frontale incernierato e apribile solo mediante attrezzo o chiave, su cui saranno riportate le manovre degli interruttori, manipolatori, spie luminose, strumenti di misura. L'apertura di tale pannello deve poter avvenire solo dopo che è stata tolta tensione al quadro. Le parti che rimangono in tensione a pannello aperto devono presentare un grado di protezione pari a quello del quadro a pannello chiuso.

Il quadro sarà completo di:

- avvanportella con cornice metallica e plexiglas trasparente frontale, incernierata, con maniglia e serratura, sovrapposta al pannello frontale del quadro.

La verniciatura sarà realizzata secondo il seguente ciclo di trattamento:

- sgrassatura;
- decapaggio;
- fosfatizzazione;
- passivazione;
- ciclo di verniciatura epossivinilica per superfici interne ed esterne;
- verniciatura con due mani di spessore mm 45 micron;
- essiccazione a forno;
- colore grigio RAL 7030 interno/esterno.

Il quadro sarà realizzato in modo da garantire un'adeguata ventilazione delle apparecchiature in esso contenute in relazione al tipo e all'ambiente di posa.

#### **4.1.9 Caratteristiche elettriche**

Sbarrature generali realizzate con rame elettrolitico isolato in aria o con conduttori isolanti aventi sezione utili ad ancoraggio largamente cautelativo in funzione delle correnti nominali e di guasto verificabili.

Apposito settore predisposto per il riporto a distanza di comandi, segnali e misure attrezzato con relè ausiliari, trasduttori e simili come specificato sugli schemi di progetto, e con morsettiere separate per i collegamenti in ingresso e in uscita.

Sezione minima dei conduttori di connessione interna non inferiore a 2,5 mm<sup>2</sup> per circuiti di potenza ed 1,5mm<sup>2</sup> per i circuiti ausiliari, tensioni nominali di isolamento U<sub>o</sub>/U 450/750 V.

Entrate cavi protette con piastre di copertura in materiale isolante, da forare e attrezzare in opera a garanzia del grado di protezione prescritto.

#### **4.1.10 Accessori**

- morsettiere per l'allacciamento dei cavi di potenza;
- morsettiere antiallentanti per l'allacciamento dei cavi ausiliari;
- numerazione di conduttori, dei morsetti e siglatura degli apparecchi interni al quadro;
- targhe pantografate esterne d'identificazione del quadro, dei pannelli e dei servizi;
- supporti di base per l'ancoraggio a pavimento o a parete;
- chiavi di blocco, leve e utensili per la manutenzione;
- barra di terra e connessioni equipotenziali.

#### **4.1.11 Collaudi**

Da eseguire nello stabilimento di costruzione e consistente nelle prove di accettazione previste dalle norme CEI EN 61439:

- verifica dei limiti di sovratemperatura;
- verifica delle proprietà dielettriche;
- verifica della tenuta al corto circuito;
- verifica dell'efficienza del circuito di protezione;
- verifica della connessione tra le masse e il circuito di protezione
- verifica della tenuta al cortocircuito del circuito di protezione
- verifica delle distanze di isolamento in aria e superficiali;
- verifica del funzionamento meccanico;
- verifica del grado di protezione;
- isolamento - Prove dielettriche;
- verifica dei mezzi di protezione e della continuità elettrica dei circuiti di protezione;
- verifica della resistenza di isolamento.

### **4.2 INTERRUTTORI AUTOMATICI SCATOLATI**

#### **4.2.1 Caratteristiche generali**

La presente specifica definisce le caratteristiche tecniche costruttive e d'impiego che possiederanno gli interruttori automatici di tipo scatolato ed i relativi accessori da installarsi all'interno di quadri elettrici per bassa tensione.

Le apparecchiature saranno conformi alla presente specifica ed allo schema elettrico riportato nella tavola progettuale

#### **4.2.2 norme di riferimento**

Gli interruttori automatici scatolati saranno installati, collegati e collaudati in conformità con le norme CEI applicabili in vigore ed in particolare con le seguenti:

- |              |  |
|--------------|--|
| CEI 17-5     | Apparecchiatura a bassa tensione parte 2 <sup>a</sup> - interruttori automatici -  |
| CEI 17-11    | Apparecchiature a bassa tensione parte 3 <sup>a</sup> - interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra - sezionatori e unità combinate con fusibili |
| CEI EN 61439 | Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).   |

#### **4.2.3 dati e documentazione da fornire**

- Scheda tecnica dell'interruttore, dei dispositivi di protezione, di manovra e dei relativi accessori;
- Manuali di esercizio e manutenzione;
- Elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

#### 4.2.4 Caratteristiche tecniche

#### 4.2.5 condizioni di installazione

L'interruttore sarà installato all'interno di un quadro elettrico per bassa tensione. Le condizioni di installazione sono le seguenti:

- Temperatura ambiente  $-5 \div +40^{\circ}\text{C}$
- Umidità relativa massima 90%

#### 4.2.6 caratteristiche interruttore

caratteristiche elettriche			
numero di poli		4	4
corrente nominale	A	Da 160 A a 250 A	Da 400 A a 2500A
tensione nominale	V	690	690
tensione d'isolamento	V	800	800
tensione nominale di tenuta ad impulso	V	8000	8000
tensione di prova a frequenza industriale	V	3000	3000
potere d'interruzione nominale limite	kA	50-25	60- 40
potere d'interruzione nominale di servizio		100%	100%
categoria di utilizzazione		A	B
corrente di breve durata ammissibile 1s	kA		5 – 10
potere di chiusura nominale	kA	143	143
Frequenza	Hz	50	50
caratteristiche meccaniche			
Versione		fissa	Estraibile
durata meccanica		25000	20000
durata elettrica		8000	5000
Dimensioni	L	140	280
	P	110	110
	H	170	270
Peso	kg	7	15
Sganciatori			
termico regolabile		X	
- magnetico fisso o regolabile		X	
Microprocessore			X
Accessori			
Sganciatori di apertura		X	X
Sganciatori di minima tensione		X	X
contatti ausiliari con scatto interruttore		X	X
contatti di posizione		X	X
comando a motore			X
comando a maniglia rotante		X	X
Sganciatori differenziali		X	
accessori per sganciatori a microproces.			X

Gli interruttori saranno costruiti da una scatola isolante a struttura portante in materiale vetro-poliesterio o equivalente di spessore tale da garantire l'indefornabilità nelle condizioni più gravose di corto circuito.

L'interruttore in esecuzione ESTRAIBILE sarà composto da una parte fissa installata sulla piastra di fondo del cubicolo, una parte mobile ottenuta dall'interruttore con l'aggiunta dei contatti di sezionamento in corrispondenza dei contatti di connessione e da un accessorio da installare sul fronte dell'interruttore in modo tale da realizzare il blocco dell'interruttore in posizione di estratto.

l'inserzione/estrazione della parte mobile sarà eseguita per mezzo dell'apposita leva di manovra.

#### 4.2.7 Sganciatori di massima corrente

#### 4.2.8 sganciatori termomagnetici

Gli sganciatori di massima corrente del tipo elettromagnetico saranno installati per interruttori magnetotermici con corrente nominale fino a 160 A.

La protezione contro il sovraccarico sarà realizzata con dispositivo termico a soglia regolabile realizzato con lamina bimetallica, la protezione contro il corto circuito sarà realizzata con dispositivo magnetico a soglia fissa. lo sganciatore proteggerà anche il neutro.

Caratteristiche elettriche		
Protezione termica	regolabile	0,7 - 1 x I <sub>n</sub>
Protezione magnetica	Fissa o regolabile	8 - 10 x I <sub>th</sub>

#### 4.2.9 sganciatori a microprocessore

Gli interruttori con corrente nominale uguale o superiore a 250A saranno equipaggiati con sganciatori di massima corrente con tecnologia elettronica a microprocessore. L'alimentazione sarà fornita direttamente dai trasformatori di corrente dello sganciatore.

caratteristiche elettriche		
protezione contro il sovraccarico - ritardato a tempo a tempo lungo inverso e caratteristica di intervento a tempo dipendente - protezione neutro	0,4 - 1xI <sub>n</sub> 50% di I <sub>n</sub>	t = 3 - 18s
protezione contro il cortocircuito - intervento istantaneo regolabile	1,5 - 12xI <sub>n</sub>	t = istantaneo

#### 4.2.10 Sganciatori differenziale

##### 4.2.11 sganciatori differenziale montati sugli interruttori

Gli sganciatori differenziali, per interruttori con correnti nominali fino a 250A, saranno montati sugli interruttori automatici in modo tale da abbinare in un unico apparecchio la funzione differenziale e la funzione di protezione contro le sovracorrenti.

Gli sganciatori saranno del tipo con tecnologia elettronica analogica, saranno alimentati direttamente dalla rete e la funzionalità sarà garantita anche con una sola fase in tensione e in presenza di correnti unidirezionali pulsanti con componenti continue.

Si controllerà costantemente le condizioni di funzionamento dell'apparecchio mediante pulsante di prova del circuito elettronico ed indicatore magnetico di intervento differenziale.

Gli sganciatori saranno scelti del tipo realizzati in conformità a :

- IEC 947-2 appendice B;
- IEC 255-4 e IEC 1000 per la protezione contro gli sganci intempestivi;
- IEC 755 per l'insensibilità alle componenti continue.

Caratteristiche elettriche		
tensione primaria di funzionamento	V	50 - 500
soglie di intervento	A	0,03 - 0,1 - 0,3 - 0,5 - 3
tolleranza per I <sub>dn</sub>	%	+0, -20
tempi di intervento	s	0 - 0,1 - 0,25 - 0,5 - 1 - 1,5 - 3
tolleranza sui tempi di intervento	%	± 20
segnalazione di intervento		X
Autoalimentazione		X
ingresso per apertura a distanza		X
Tipo		A corrente alternata e pulsante
Montaggio		Sottoposto

#### 4.2.12 Relè differenziale

I relè differenziali, per interruttori con correnti nominali superiori a 250A, saranno del tipo da quadro con toroide separato.

Il relè sarà del tipo ad azione indiretta agendo sul meccanismo di sgancio dell'interruttore tramite lo sganciatore di apertura.

I relè saranno realizzati in conformità a:

- IEC 947-2;
- IEC 255-4 e IEC 1000 per la protezione contro gli sganci intempestivi;



- IEC 755 per l'insensibilità alle componenti continue.

Caratteristiche elettriche		
tensione di alimentazione	V	80 – 500
regolazione soglia di intervento		
1^ gamma di regolazione	A	0,03 - 0,05 - 0,1 - 0,3 - 0,5
2^ gamma di regolazione	A	1 - 3 - 5 - 10 - 30
regolazione tempi di intervento	s	0 - 0,1 - 0,2 - 0,5 - 0,7 - 1 - 2 - 3 - 5
regolazione soglia di preallarme		25 - 75% xIdn
trasformatore toroidale		Apribile
segnalazione allarme presoglia		led lampeggiante 1 contatto NA 6A 250V
segnalazione di sganciatore intervento differenziale		led lampeggiante 1 contatto NA 6A 250V

#### 4.2.13 Accessori

#### 4.2.14 Sganciatore di minima tensione

Gli interruttori potranno essere equipaggiati con sganciatori di minima tensione.

L'interruttore dovrà aprirsi per mancanza della tensione di alimentazione dello sganciatore o per abbassamenti a valori minori di  $0,7 \times I_n$ , il montaggio dovrà avvenire in un'apposita sede sull'interruttore.

Caratteristiche elettriche		
potenza assorbita	< 400A	6 VA
	> 400A	10 VA
tensione di alimentazione		230V

#### 4.2.15 Sganciatore a lancio di corrente

Gli interruttori potranno essere equipaggiati con sganciatori a lancio di corrente, azionati da pulsante con contatto in chiusura (normalmente aperto). Il contatto del pulsante è normalmente aperto e la bobina non è percorsa da corrente.

Caratteristiche elettriche		
potenza assorbita	< 400A	6 VA
	> 400A	10 VA
tensione di alimentazione		230V

#### 4.2.16 Contatti ausiliari

I contatti ausiliari dovranno realizzare la segnalazione elettrica dello stato di funzionamento dell'interruttore: aperto/chiuso dovrà indicare la posizione dei contatti dell'interruttore; intervento sganciatore dovrà segnalare l'apertura dell'interruttore per intervento di una protezione (massima corrente o differenziale).

Caratteristiche elettriche	
tensione nominale	125V dc - 0,3A 400V ac - 3A

### 4.3 INTERRUITORI AUTOMATICI MODULARI

#### 4.3.1 Descrizione della fornitura

La presente specifica definisce le caratteristiche tecniche costruttive e d'impiego che possiedono gli interruttori automatici modulari ed i relativi accessori da installarsi all'interno di quadri elettrici per bassa tensione.

Le apparecchiature saranno conformi alla presente specifica ed allo schema elettrico riportato nella tavola di progetto.

### 4.3.2 Norme di riferimento

Gli interruttori automatici scatolati saranno installati, collegati e collaudati in conformità con le norme CEI applicabili in vigore ed in particolare con le seguenti:

- CEI 17-5 Apparecchiatura a bassa tensione parte 2<sup>a</sup> - interruttori automatici -
- CEI 17-11 Apparecchiature a bassa tensione parte 3<sup>a</sup> - interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra - sezionatori e unità combinate con fusibili
- CEI EN 61439 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - parte 1<sup>a</sup> - apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)

### 4.3.3 Dati e documentazione forniti

- Scheda tecnica dell'interruttore, dei dispositivi di protezione, di manovra e dei relativi accessori;
- Manuali di esercizio e manutenzione;
- Elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

### 4.3.4 Caratteristiche tecniche

#### 4.3.4.1 condizioni di installazione

L'interruttore sarà installato all'interno di un quadro elettrico per bassa tensione. Le condizioni di installazione sono le seguenti:

- Temperatura ambiente  $-5 \div +40^{\circ}\text{C}$
- Umidità relativa massima 90%

### 4.3.5 caratteristiche interruttore

caratteristiche elettriche				
numero di poli		2-3-4	2-3-4	2-3-4
corrente nominale	A	<b>0,5 - 63A</b>	<b>10 - 40A</b>	<b>80 - 100A</b>
tensione nominale	V	400	400	400
tensione massima di esercizio	V	440	440	440
tensione nominale di tenuta ad impulso	V	5000	5000	5000
tensione di prova a frequenza industriale	V	3000	3000	2500
potere d'interruzione nominale estremo	kA	15	20	15
potere d'interruzione nominale di servizio	kA	10	15	10
caratteristica sganciatore magnetotermico		B - C - D	B - C - D	B - C - D
Frequenza	Hz	50	50	50
caratteristiche meccaniche				
Versione		modulare	Modulare	modulare
durata meccanica		25000	25000	25000
durata elettrica		10000	10000	10000
dimensioni (modulo)	L	17,5	17,5	26,3
	P	68	68	70
	H	90	90	90
Peso	g	125	125	200
Accessori				
bobina di minima tensione		X	X	X
bobina a lancio di corrente		X	X	X
contatti ausiliari		X	X	X
contatti di segnalazione		X	X	X
blocco differenziale accoppiabile		X	X	X

Gli interruttori saranno costruiti da un involucro autoestinguente ed atossico realizzato per stampaggio di resina termoindurente, parte meccanica del tipo autoportante senza vincoli meccanici specifici con l'involucro.

### 4.3.6 caratteristiche di intervento

Secondo l'impiego specifico a cui sono destinati i relé termici ed elettromagnetici avranno caratteristiche d'intervento corrente/tempo appropriate.

Le caratteristiche ammesse sono le seguenti:

- caratteristica B** comando e protezione di circuito ohmici  
(illuminazione, prese di corrente, riscaldamento, piccoli elettrodomestici)
- caratteristica C** comando e protezione di circuiti ohmico induttivi  
(illuminazione, riscaldamento, piccoli motori)
- caratteristica D** comando e protezione di circuiti fortemente induttivi  
(trasformatori, motori, ecc)

Caratteristica	B	C	D
norma di riferimento	CEI 23-3	CEI 23-3	CEI 23-3
corrente nominale	6 - 63A	0,5 - 63A	0,5 - 63A
Intervento termico			
- corrente di non intervento	1,13x I <sub>n</sub>	1,13x I <sub>n</sub>	1,13x I <sub>n</sub>
- corrente d'intervento	1,45x I <sub>n</sub>	1,45x I <sub>n</sub>	1,45x I <sub>n</sub>
- tempo di intervento	>1h --- <1h	>1h --- <1h	>1h --- <1h
Intervento elettromagnetico			
- corrente di non intervento	3x I <sub>n</sub>	5x I <sub>n</sub>	10x I <sub>n</sub>
- corrente d'intervento	5x I <sub>n</sub>	10x I <sub>n</sub>	20x I <sub>n</sub>
- tempo di intervento	>0,1s --- <0,1s	>0,1s --- <0,1s	>0,1s --- <0,1s

### 4.3.7 Accessori

#### 4.3.8 blocchi differenziali

Sarà possibile realizzare interruttori automatici differenziali attraverso l'assemblaggio di un interruttore automatico e di un blocco differenziale in grado di rilevare le correnti differenziali e comandare l'apertura dell'interruttore.

La gamma di blocchi differenziali sarà completa:

- ❶ - blocchi per correnti alternate;
- ❷ - blocchi per correnti alternate pulsanti e componenti continue;
- ❸ - blocchi selettivi per correnti alternate pulsanti e componenti continue.

Tipo		❶	❷	❸
tensione nominale	V	230/400	230/400	230/400
tensione di esercizio	V	440	440	440
tenuta alla tensione ad impulso	V	5000	5000	5000
tenuta alla tensione a freq. industriale	V	3000	3000	3000
campo di intervento				
- corrente alternata		0,5 - 1	0,5 - 1	0,5 - 1
- corrente pulsante			0,11 - 1,4	0,11 - 1,4
tempo d'intervento a I <sub>dn</sub>	ms	< 200	< 200	< 500
durata meccanica		20000	20000	20000
durata elettrica		10000	10000	10000

Saranno, inoltre dotati di dispositivi per la segnalazione di intervento, il ripristino e la prova di funzionamento.

#### 4.3.9 contatti ausiliari

l'interruttore potrà essere equipaggiato con un blocchetto di contatti ausiliari per segnalare la posizione dei contatti dell'interruttore.

Caratteristiche elettriche		
tensione nominale	V	240
tipo di contatto		1 NA + 1 NC
portata	A	6



## 4.4 LIMITATORI DI SOVRATENSIONE

### 4.4.1 Caratteristiche generali

La presente specifica si riferisce alle caratteristiche tecniche dimensionale di installazione dei limitatori di sovratensione.

### 4.4.2 Norme di riferimento

- CEI 37-1 Limitatori di sovratensione a resistenza non lineare (varistore), versione per reti di bassa tensione
- CEI 81-1 Protezione di strutture contro i fulmini
- IEC SC 37-A Limitatori di sovratensione per reti di bassa tensione

### 4.4.3 Dati e documentazione forniti

I dati e la documentazione saranno parte integrante di quelli forniti assieme ai quadri elettrica cui saranno installati i limitatori.

### 4.4.4 Caratteristiche tecniche

### 4.4.5 Limitatore principale

Caratteristiche elettriche		
limitatori di sovratensione quadro generale Tensione nominale	Un	230 V AC
Tensione max di esercizio	Un max	400 V AC
Classe di prova secondo VDE 0675, parte 6 (bozza 11.89) e VDE 0675, parte 6/A1		B
Livello di protezione Usp		≤ 4 kV
Tempo di intervento	tA	< 100 ns
Corrente di prova (10/350) Valore della corrente di picco Carico Energia specifica	ismax Q W/R	60 kA 30 As 900kJ/Ω
Prova di corrente di fulmine (10/350) Con 2, 3 o 4 poli		100 kA
Corrente di prova (8/80)		100 kA
Resistenza al c.c. 25 hAeff , fusibile di protezione		250 A gl
Fusibile non necessario per correnti di c.c con	Umax	3,5 Aeff
Temperatura di esercizio		-40 / +85 °C
Umidità dell'aria		fino a 95%
Grado di protezione		IP20
Sezione di collegamento		2,5 – 35 mm²
Dimensioni secondo DIN 43880		
limitatori di sovratensione quadri secondari Tensione nominale	Un	230 V AC
Tensione nominale	Un	230 V AC
Tensione max di esercizio	Un ~max Un –max	275 V AC 350 V AC
Classe di prova secondo VDE 0675, parte 6 (bozza 11.89) e VDE 0675, parte 6/A1		B
Livello di protezione con 5 kA (8/20) Con correnti di prova-fulmine (8/80)		< 0,75 kV < 2,0 kV
Corrente di prova secondo VDE 0675, parte 6, bozza 11.89 Valore della corrente di picco Carico Energia specifica	ismax Q W/R	100 kA 10 As 500 kJ/Ω
Corrente prova fulmine (10/350) con parametri di corrente di fulmine secondo ENV 61024-1 (01.95) e IEC 1312-1 (02-95) Valore della corrente di picco Carico Energia specifica	ismax Q W/R	25 kA 12,5 As 160 kJ/Ω
Resistenza al c.c. 25 hAeff , fusibile di protezione		160 A gl



Temperatura di esercizio		-40 / +85 °C
Umidità dell'aria		fino a 95%
Grado di protezione		IP20
Sezione di collegamento		2,5 – 35 mm <sup>2</sup>
Dimensioni secondo DIN 43880		

#### 4.4.6 Limitatori sovratensioni protezioni fine

Caratteristiche elettriche		
Tensione nominale	Un	230 V AC
Tensione max di esercizio	Un ~max Un –max	250 V AC
Corrente nominale	In	16 A
Corrente nominale di scarica	iSN	2,5 kA
Corrente max di prova	iSG	7 kA
Tensione residua iSN	URL-N URL/N-PE	≤1,0 Kv ≤1,5 kV
Sezione di collegamento Cavi rigidi o flessibili con capicorda, cavi speciali con bussole filettate o cavi schermati		0,14 – 2,5 mm <sup>2</sup>
Temperatura di esercizio		-40 / +85 °C
Umidità dell'aria		fino a 95%
Grado di protezione		IP20
Dimensioni		17,8 x 62 mm

#### 4.4.7 Caratteristiche costruttive

I limitatori di sovratensione saranno collegati sulle 3 fasi e sul neutro essendo in un sistema TT dovranno essere sempre previsti fusibili di protezione, in particolare prevedere fusibili di protezione quando l'interruttore automatico od i fusibili principali situati a monte dello scaricatore sono con taratura > 63 A.

Inserire sempre fusibili per correnti di cortocircuito presunte >25 kA.

Gli scaricatori saranno tutti dotati di modulo di controllo con contatto in scambio per segnalazione a distanza dello stato dei singoli limitatori e dei fusibili installati a monte.

#### 4.4.8 Collaudi e certificati

- Conformità con le norme applicabili;
- presenza dei marchi e marcature prescritte;
- verifiche dati dimensionali.

## 4.5 STRUMENTI DI MISURA

### 4.5.1 Descrizione della fornitura

La presente specifica definisce le caratteristiche tecniche costruttive e d'impiego che possiederanno gli strumenti di misura di grandezze elettriche ed i relativi accessori da installarsi a bordo dei quadri elettrici di bassa tensione.

Le apparecchiature saranno conformi alla presente specifica ed allo schema elettrico riportato nella tavola di progetto.

### 4.5.2 Norme di riferimento

Gli strumenti di misura saranno installati, collegati e collaudati in conformità con le norme CEI applicabili e dovranno essere rispondenti in particolare alle seguenti:

- CEI 13-6            caratteristiche elettriche
- CEI 13-10        norme di sicurezza
- CEI 38-1        trasformatori di corrente

### 4.5.3 Dati e documentazione da fornire

- Scheda tecnica dello strumento, e dei relativi accessori
- Manuali di esercizio e manutenzione
- Elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

### 4.5.4 Caratteristiche tecniche

#### 4.5.5 Custodie

Le custodie degli strumenti di misura saranno in materiale termoplastico autoestinguente (classificazione V-O secondo U L 94) con grado di protezione IP52. Dovranno essere complete degli accessori di montaggio (staffe, viteria, guarnizioni ecc.)

#### 4.5.6 Temperature

Temperatura di riferimento            20 °C  
 Temperatura di funzionamento       -20/50 °C  
 Variazione dell'indice di classe      $\pm 0,03\%/^{\circ}\text{C}$

#### 4.5.7 Umidità

Umidità relativa dell'ambiente 85% senza condensazione con 35 °C di temperatura per un massimo di 60 giorni/anno. L'umidità media annua fino al 65%.

#### 4.5.8 Vibrazioni

Gli strumenti saranno in grado di sopportare vibrazioni sui tre assi con ampiezza di  $1\div 0,03\text{mm}$  frequenza  $5\div 80\text{ Hz}$  corrispondenti a  $0,1\div 0,7\text{ g}$  (CEI 50-6)

#### 4.5.9 Isolamento

Tensione di isolamento di riferimento 0,6 kV (0,66)  
 Tensione di prova 2 kV/min a 50 Hz  
 Tensione di isolamento tra alimentazione ausiliaria (in c.a.) e misura 2 kV/min 50 Hz

#### 4.5.10 Montaggio su pannello ferromagnetico

Gli strumenti di misura potranno essere installati su pannello ferromagnetico di qualsiasi spessore senza subire variazioni di classe.

#### **4.5.11 Influenza dei campi magnetici esterni**

L'esposizione degli strumenti di misura a campi magnetici esterni con valore fino a 0,5 mT, non deve provocare errori superiori a quelli previsti dalle Norme applicabili.

#### **4.5.12 Precisione ed elongazione**

Classe di precisione	1,5
Elongazione	<20%
Tempo di arresto	≤ 2 secondi

#### **4.5.13 Tipologie di strumenti di misura e accessori**

##### **4.5.14 Amperometri**

Gli amperometri saranno del tipo a quadrante con scala a 90° con attacchi faston, completi di calotta coprimorsetti, quadrante a lettura diretta del tipo analogico, scala normale. Massima corrente ad inserzione diretta 60A, rapporto di conversione con inserzione TA 5A-1A.

##### **4.5.15 Trasformatori amperometrici**

I trasformatori amperometrici saranno del tipo a sbarra passante con custodia in materiale termoplastico autoestinguente (classificazione V-O secondo U L 94), isolamento in classe E, temperatura massima di funzionamento 120°C, grado di protezione IP30, corrente secondaria normale 5A-1A, corrente dinamica di cortocircuito (Idyn) 2,5 lth, fattore di sicurezza (f.s.) ≤ 5, classe 1, prestazioni 8VA, completi di calotta coprimorsetti.

##### **4.5.16 Voltmetro**

I voltmetri saranno del tipo a quadrante con scala a 90° con attacchi faston, completi di calotta coprimorsetti, quadrante a lettura diretta del tipo analogico, scala normale, fondo scala 500 V.

##### **4.5.17 Indicatori digitali**

Gli indicatori digitali (display) universali, saranno del tipo con ingresso 4÷20mA, attacchi faston, virgola programmabile, visualizzatore a 4 cifre (9999), LED altezza 20mm di colore rosso, grado di protezione sul frontale IP52, grado di protezione sui morsetti IP30, sicurezza classe II.

##### **4.5.18 Contatori di energia attiva e/o reattiva**

I contatori di energia attiva e/o reattiva (per letture in MT) saranno del tipo ad induzione, per tensione trifase e collegamento tipo ARON corredato di TA e TV, di arresto di retromarcia, numeratore a cifre, frequenza 50Hz, autoconsumo amperometrico 0,5 VA, autoconsumo voltmetrico 3÷5VA.

I contatori di energia attiva e/o reattiva (per letture in BT) saranno del tipo ad induzione, per tensione trifase e collegamento a quattro fili corredato di TA, di arresto di retromarcia, numeratore a cifre, frequenza 50Hz, autoconsumo amperometrico 0,5 VA, autoconsumo voltmetrico 3÷5VA.

Le morsettiere per i gruppi misura saranno del tipo a barrette, per connessione tipo ARON, complete di calotte in materiale termoindurente trasparente e sigillabile (punzonatura).

### **4.6 CAVI PER ENERGIA IN BASSA TENSIONE**

#### **4.6.1 Descrizione della fornitura**

La presente specifica definisce le caratteristiche tecnologiche e le condizioni di posa alle quali ci si atterrà per la fornitura e posa in opera dei cavi elettrici.

#### **4.6.2 Norme di riferimento**

I materiali saranno progettati, costruiti e collaudati in conformità con le norme CEI applicabili in vigore ed in particolare con le seguenti:

-CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30kV

- CEI 20-14 Cavi isolati con polivinilcloruro di qualità R2 con grado d'isolamento superiore a 3 (per sistemi elettrici con tensione nominale d 1 a 20 kV)
  - CEI 20-20 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750V
  - CEI 20-21 Calcolo delle portate dei cavi elettrici parte 1^ in regime permanente (fattore di carico 100%)
  - CEI 20-22/1 Prove d'incendio su cavi elettrici parte 1^: generalità e scopo
  - CEI 20-22/2 Prove d'incendio su cavi elettrici parte 2^: prova di non propagazione dell'incendio
  - CEI 20-22/3 Prove d'incendio su cavi elettrici parte 3^: prove su fili o cavi disposti a fascio
  - CEI 20-24 Giunzioni e terminazioni per cavi d'energia
  - CEI 20-27 Cavi per energia e per segnalamento - sistema di designazione
  - CEI 20-28 Connettori per cavi di energia
  - CEI 20-29 Conduttori per cavi isolati
  - CEI 20-31 Cavi isolati con polietilene reticolato per linee aeree a corrente alternata con tensione nominale non superiore a 1 kV
  - CEI 20-32 Cavi con neutro concentrico isolati con gomma etilenpropilenica ad altro modulo, per sistemi a corrente alternata con tensione nominale non superiore a 1 kV
  - CEI 20-33 Giunzioni e terminazioni per cavi d'energia a tensione  $U_0/U$  non superiore a 600/1.000 V in corrente alternata e 750 V in corrente continua
  - CEI 20-34 Metodi di prova per isolanti e guaina dei cavi elettrici rigidi e flessibili (mescole elastomeriche e termoplastiche).
  - Regolamento UE N°305/2011    Regolamento europeo UE 305/11 prodotti da costruzione (Cavi CPR)
- Tutte le tabelle UNEL applicabili.

Saranno considerate ed applicate tutte le norme inerenti ai componenti ed ai materiali utilizzati nonché le norme di legge per la prevenzione degli infortuni.

Tutti i cavi saranno marcati, provvisti di marchio IMQ o di contrassegno equivalente.

#### **4.6.3 Dati e documentazione forniti**

Tabelle tecniche dimensionali e di posa, certificazioni di prove.

#### 4.6.4 Caratteristiche tecniche

#### 4.6.5 cavi con isolamento in gomma

##### Cavi B.T.

Tensione nominale (Uo/U)	600/1.000 V
Tipo	FG16OM16 0,6/1 kV
Tipo	FG16M16 0,6/1 kV
Tipo	FG17 450/750V
Portata	Conforme alle tabelle UNEL
Sezioni minime	2,5 mm <sup>2</sup> per l'alimentazione di macchine, utenze motrici, prese e simili 1,5 mm <sup>2</sup> derivazioni circuiti luce, comandi e segnalazioni

#### 4.6.6 Modalità di posa

##### 4.6.7 Generalità

Le linee di alimentazione delle varie utenze saranno costituite da conduttori di rame a treccia nelle sezioni commerciali più idonee al tipo di posa, al tipo di carico pertanto verranno utilizzati:

- per la realizzazione delle dorsali di luce e di F.M. saranno utilizzati cavi multipolari o unipolari del tipo propagante l'incendio, tipo FG16OM16 0,6/1 kV.
- per la realizzazione della distribuzione dai quadri di settore agli utilizzatori cavi unipolari FG17 450/750 V

Conformemente a quanto specificato nelle Norme per i cavi di alimentazione saranno utilizzati i seguenti colori:

- Giallo/Verde Conduttori di Terra
- Azzurro Conduttori di Neutro

Per i restanti conduttori di sistemi ausiliari, di regolazione e sicurezza si utilizzeranno cavi di pari caratteristiche del tipo cavi, o in colorazioni diverse nel rispetto delle prescrizioni delle norme UNEL.

Nella posa si seguiranno le seguenti avvertenze:

- posa senza giunzioni intermedie dirette sull'intero percorso;
- per pezzature superiori a quelle allestibili, utilizzare cassetto di derivazione o giunti diritti sistemati in luoghi accessibili;
- ingresso nelle cassette tramite pressacavi e/o passacavi;
- anelli d'identificazione dei cavi, con sigla di riconoscimento ad ogni punto di giunzione
- rispetto delle raccomandazioni del costruttore curve, tiri, temperature di posa;
- separazione dei cavi con tensione nominale diversa;
- separazione dei cavi appartenenti a servizi di sicurezza.

Tutti i cavi saranno provvisti a ogni estremità di terminazioni composta da un raccordo di fissaggio, un terminale e guaina di protezione per i conduttori.

I materiali da impiegare per i raccordi e i terminali saranno esclusivamente quelli specifici forniti dalla casa produttrice di cavi.

#### 4.6.8 Posa su passerelle portacavi o canaline aperte

I cavi all'interno delle passerelle saranno fissati con legature, disposti in modo ordinato e paralleli fra loro e sufficientemente spazati. Cavi unipolari disposti a trifoglio.

Le legature saranno eseguite con le apposite fascette autobloccanti; la distanza fra le legature saranno:

- 1,5m nei tratti orizzontali;
- 1m nei tratti verticali.

#### 4.6.9 Posa entro tubazioni, cavidotti o canaline chiuse

Non saranno posati conduttori senza guaina nella tubazione di acciaio zincato.

Coefficiente di riempimento delle tubazioni mai superiore al 50%.

## 4.7 CONDOTTI PORTACAVI

### 4.7.1 Descrizione della fornitura

La presente specifica definisce le caratteristiche tecnologiche e le condizioni di posa alle quali ci si atterrà per la fornitura e posa in opera dei condotti portacavi

### 4.7.2 Norme di riferimento

I materiali saranno progettati, costruiti e collaudati in conformità con le norme CEI/UNEL applicabili in vigore ed in particolare con le seguenti:

#### 4.7.2.1 Tubazioni rigide in PVC

- CEI 23-8 Tubi protettivi rigidi in PVC e accessori
- UNEL 37118-72 Tubi di PVC serie pesante

#### 4.7.2.2 Tubazioni flessibili in PVC

- CEI 23-14 Tubi protettivi flessibili in PVC e loro accessori
- UNEL 37121-70

#### 4.7.2.3 Tubazioni pesanti per cavidotti interrati con resistenza allo schiacciamento $\geq 750N$

- NF C68-171

#### 4.7.2.4 Tubazioni in acciaio zincato per impianti in esecuzione protetta

- UNI 8863 Tubi senza saldatura e saldati di acciaio non legato, filettati secondo UNI 150 7/1
- UNI 6125 Filettature gas coniche per tubi portacavi e relativi raccordi per impianti elettrici a sicurezza del tipo a prova di esplosione (AD-PE) infortuni.

### 4.7.3 Dati e documentazione da forniti

Cataloghi, tabelle tecniche dimensionali e di posa, certificati di prova.

### 4.7.4 Caratteristiche tecniche

I cavidotti, necessari per la realizzazione di un impianto elettrico di distribuzione, completamente sfilabile, saranno costituiti, in relazione alle condizioni di posa, come appresso indicato:

- per i percorsi realizzati in vista, principalmente passerelle, canalette metalliche, tubazioni in ferro zincato filettabile o in PVC filettabile, dovranno essere completi delle mensole di sostegno in ferro zincato fissati con tasselli ad espansione o direttamente murate o ancorate stabilmente attraverso morsetti di serraggio alle strutture metalliche;
- per i tratti realizzati incassati si dovranno utilizzare idonee tubazioni flessibili corrugate di PVC del tipo autoestinguente;
- per i tratti realizzati interrati si dovranno utilizzare tubi di PVC pesante, posate in apposito scavo con letto di sabbia e copertura sul tubo con malta di cemento, con il posizionamento di pozzetti rompitratta sulle tirate rettilinee di notevole lunghezza, sulle deviazioni, sulle derivazioni e alla base del sostegno di illuminazione esterna da alimentare dove saranno realizzati i collegamenti.

Sia il tubo, sia le canalette saranno provvisti del marchio IMQ.

Saranno realizzati cavidotti distinti per i vari impianti, in modo da non creare interferenze sia dal punto di vista esecutivo sia da quello funzionale.

Infatti si provvederà al fine di avere cavidotti per energia, luce, telefono, ausiliari, ecc...

Non saranno mai essere realizzati cavidotti comuni per sistemi di tensione diverse.

A tale scopo saranno utilizzati idonei setti divisorii da porre nella canaletta principale, così da creare scomparti fisicamente distinti per i vari impianti a tensione diversa.



#### 4.7.5 Cavidotto corrugato interrato

Marcatura	NF-USE 632-25 NF C 68-171
Colore standard	Rosso
Materiale	Polietilene
Normativa	Norma NF C 68-171
Schiacciamento	750 Newton per 10 minuti $\leq 10\%$
Resistenza all'urto	6 joule a $-25^{\circ}\text{C}$ (M= 1Kg h= 60cm)
Resistenza perforazioni	4,5 joule a $-15^{\circ}\text{C}$ (M= 600g h= 75cm)
Prove di piegatura	Secondo Norma NF C 68-171
Temperatura di posa in opera	Normalmente non inferiore a $-15^{\circ}\text{C}$

#### 4.7.6 Tubo isolante rigido filettabile piegabile a freddo

Materiale	Termoplastico a base di polivinile (PVC) rigido autoestinguente
Normativa	CEI 23-8
Schiacciamento	Superiore a 2000 Newton su 5 cm a $20^{\circ}\text{C}$
Urto a freddo ( $-5^{\circ}\text{C}$ )	Previo condizionamento da $+60^{\circ}\text{C}$ a $-5^{\circ}\text{C}$ con martello di massa variabile con il diametro
Curvatura a freddo ( $-5^{\circ}\text{C}$ )	Eseguita con molla piegatubo in acciaio
Cedimento a caldo	Per 24 ore a $+60^{\circ}\text{C}$ senza alterazioni
Resistenza alla fiamma	Autoestinguente in meno di 30 secondi
Verifica spessore minimo	Rigidità dielettrica superiore a 2.000 V a 50Hz, per 15 minuti
Verifica impermeabilità	Resistenza di isolamento superiore a 100Mohm per 500V di esercizio, per 1 minuto

#### 4.7.7 Passerelle e canali portacavi

Le passerelle ed i canali portacavi saranno conformi alle norme succitate ed inoltre:

- In lamiera di acciaio sendzimir in elementi rettilinei con bordatura continua sui fianchi anche per i pezzi speciali di raccordo,
  - Asole 25x7 mm per la ventilazione dei cavi, sul piano di base, nel caso delle passerelle,
  - Coperchi con bordatura sui fianchi per l'assemblaggio con la passerella o canale, e con i pezzi speciali ad incastro "autoreggente" senza ausilio di clips o viteria, rimovibile con attrezzo,
  - Giunzioni di testa sui pezzi rettilinei e sui raccordi, del tipo ad incastro maschi-femmina, come pure per i coperchi; utilizzo di giunti rettilinei solo nel caso di accoppiamento maschio-maschio,
- Area anulare a rilievo appositamente forata o provvista di nottolino filettato M5 (a seconda se si tratti del giunto maschio o del giunto femmina), sia per passerelle o canali, sia per i coperchi e pezzi speciali, per la corretta connessione elettrica di messa a terra.

Le passerelle saranno disposte in vista a parete od a plafone con percorsi paralleli o complanari. Sono ammessi accessori normalizzati per derivazioni, incroci, riduzioni, curve, staffe, tiges, mensole, ecc.

È ammesso il taglio a misura dei tratti rettilinei con ripristino della zincatura per le passerelle di acciaio.

La disposizione cavi sulle passerelle per la distribuzione principale è prevista in un solo strato con sistemazione ravvicinata.

Il collegamento alla rete di terra sarà realizzato con collegamento equipotenziali, all'inizio e alla fine del tratto di passerella in uscita dai quadri.

Il coperchio va sempre previsto sulle eventuali passerelle riservate ai cavi di Media Tensione.

#### 4.7.8 Caratteristiche costruttive

##### 4.7.9 Tubazioni e canaline

Le tubazioni e canaline impiegate nella realizzazione dell'impianto saranno conformi alle norme richiamate.

È prevista la posa in opera delle seguenti canalizzazioni:

- tubazioni rigide in PVC;
- tubazioni rigide in materiale plastico autoestinguente, esente da sostanze alogene CEI 23-8;
- tubazioni flessibili in PVC;
- tubazioni pesanti per cavidotti interrati, con resistenza allo schiacciamento  $\geq 200$  kg/dm;
- tubazioni in acciaio zincato, per impianti in esecuzione protetta;
- tubazioni flessibili in acciaio zincato a semplice graffiatura con rivestimento esterno di PVC: intestazione metallica continua, con raccorderia filettata;
- canaline, con coperchio ad innesto, in PVC autoestinguente (per posa a parete, a plafone o ad uso battiscopa).

Le canaline destinate a contenere conduttori facenti parte di servizi diversi (energia, telefono, impianti speciali) saranno dotate di setti separatori continui, anche in corrispondenza di cambi di direzione o in presenza di cassette di derivazione o rompitratta.

Tubazioni e canaline saranno posate nel rispetto delle seguenti condizioni:

- incasso sottotraccia: non ammessi accavallamenti e percorsi obliqui;
- incasso in massetto: fissaggio e allettamento per una corretta incorporazione nel sottofondo. Percorsi regolari, eventuali accavallamenti (da evitare come regola) eseguiti con gli appositi flessibili;
- percorsi in vista: fissati con gli appositi supporti ad evitare formazioni di anse; supporto fissato alle strutture con tasselli metallici;
- ingresso nelle cassette: eseguito con appositi raccordi ed adattatori, realizzando il grado di protezione meccanica previsto;
- filo pilota: infilato in ogni tubazione e canalina non utilizzata:

I cavidotti interrati saranno realizzati nel rispetto delle seguenti condizioni:

- profondità di posa:  $\geq$  a 500mm dalla generatrice superiore dei cavidotti;
- rinforzo: in calcestruzzo magro disposto sotto e sull'intorno dei cavidotti;
- giunzioni: sigillate con apposito mastice a garanzia dell'ermeticità.

#### 4.8 CASSETTE DI DERIVAZIONE

##### 4.8.1 Descrizione della fornitura

La presente specifica definisce le caratteristiche tecnologiche alle quali l'installatore ci si atterrà per la fornitura e posa in opera delle cassette di derivazione.

##### 4.8.2 Norme di riferimento

Le cassette saranno costruite e collaudate in conformità con le norme CEI o con le altre norme specifiche applicabili.

I materiali saranno provvisti di marchio IMQ qualora applicabili. Devono altresì essere considerate ed applicate tutte le norme di legge per la prevenzione degli infortuni.

##### 4.8.3 Dati e documentazione forniti

Cataloghi, dati tecnici, dati dimensionali ed eventuale certificazione di prove particolari.

##### 4.8.4 Caratteristiche costruttive

###### 4.8.4.1 Cassette e scatole portafrutto da incasso

- Forma quadrata o rettangolare.
- Stampate in PVC antiurto autoestinguente, con bordi rinforzati.

- Coperchi ciechi, in polycarbonato fissati con viti nei colori a scelta della D.L.
- Possibilità di inserimento di separatori, per ottenere scomparti separati per servizi fra loro non compatibili.
- Imbocchi tondi o rettangolari a frattura.
- Complete di morsetti antiallentanti in numero e sezione adeguati ai cavi o conduttori che vi fanno capo.

#### 4.8.5 Cassette stagne per montaggio sporgente, in PVC

- Forma quadrata o rettangolare.
- Grado di protezione minimo IP55 e comunque in conformità con i dati di progetto.
- Stampante in PVC antiurto, autoestinguente con bordi rinforzati.
- Coperchi ciechi o trasparenti dove richiesto, fissati con viti.
- Imbocchi attuabili con passacavi e gradino facilmente sostituibili con pressatubi, o pressacavi, o raccordi filettati conformemente al tipo di collegamento e la grado di protezione IP richiesto.
- Accessoriabili in relazione alle dimensioni con piastre di fondo fissate con viti.
- Complete di morsetti antiallentanti, in numero e sezione adeguati ai cavi o conduttori che vi fanno capo e (se richiesto) di morsetto esterno/interno di terra.

#### 4.8.6 Cassette stagne per montaggio sporgente, in lega leggera.

- Forma quadrata o rettangolare.
- Grado di protezione minimo IP55 e comunque in conformità con i dati di progetto.
- Costruite in lega leggera pressofusa con imbocchi filettati per il raccordo con tubi di acciaio zincato UNI 3824/4149.
- Coperchi fissati con viti o brugole.
- Complete di morsetti antiallentanti, in numero e sezione adeguati ai cavi o conduttori che vi fanno capo e di morsetto esterno/interno di terra.

#### 4.8.7 Modalità di posa

Utilizzazione delle cassette: ogni volta che sarà eseguita una derivazione o uno smistamento dei conduttori, o che lo richiedano le dimensioni, o la lunghezza di un tratto di tubazione, affinché i conduttori contenuti nella tubazione siano agevolmente sfilabili.

Conduttori all'interno delle cassette: legati e disposti in modo ordinato; se interrotti, essi devono essere collegati alle morsettiere IP20.

Tutte le cassette saranno contrassegnate sul coperchio con apposita sigla per individuare il servizio di appartenenza; non si faranno transitare dalla stessa cassetta conduttori appartenenti ad impianti o servizi diversi, salvo i casi in cui siano presenti i separatori.

### 4.9 APPARECCHI DI COMANDO E PRESE

#### 4.9.1 Descrizione della fornitura

La presente specifica definisce le caratteristiche tecnologiche alle quali ci si atterrà per la fornitura e posa in opera degli apparecchi di comando e prese.

Gli apparecchi di comando e prese da installare nei locali ad uso civile, saranno di tipo Bticino serie livinglight o equivalente, con placca di copertura, fissata a scatto, in metallo nei colori scelti dalla D.L.

La forma ed i colori saranno scelti dalla D.L. a seguito di opportuna campionatura da parte della Ditta esecutrice prima della loro posa in opera.

#### 4.9.2 Norme di riferimento

Gli apparecchi vanno progettati, costruiti e collaudati in conformità con le norme CEI o con altre norme specifiche applicabili in vigore e in particolare con:

- CEI 23.9 "Apparecchi di comando non automatici per installazione fissa per uso domestico e similare"
- CEI 23.12 "Prese a spina per usi industriali"

Tutti gli apparecchi saranno marcati IMQ o con contrassegno equivalente.

#### **4.9.3 Dati e documentazione forniti**

- Cataloghi, dati tecnici, dati dimensionali ed eventuali certificati di prova.

#### **4.9.4 Caratteristiche costruttive**

#### **4.9.5 prese a spina per uso civile**

Di tipo modulare componibile da inserire su apposito supporto, fissato con viti a scatola incassata a parete,

- involucro isolante robusto e autoestinguente
- alveoli schermati ad accoppiamento reversibile
- grado di protezione IP21
- tensione e frequenza nominali 250 V / 50 Hz
- tensione di prova a 50 Hz: 2.000 V per un minuto
- resistenza di isolamento provata a 500 V:  $\geq 4 \text{ M}\Omega$
- tipologia apparecchi modulari:
  - presa 2P+T - 10A
  - presa 2P+T - 16A
  - presa 2P+T - 10A-16A – bipasso
  - presa 2P+T - 10A-16A – schuko
- tipo di placca: a scelta della D.L.
- colore della presa e della placca per servizi diversi

#### **4.9.6 apparecchi di comando per uso civile**

Di tipo modulare componibile, da inserire su apposito supporto, fissato con viti a scatola incassata a parete.

- involucro isolante robusto e autoestinguente
- tensione e frequenza nominali: 250V / 50Hz
- tensione di prova a 50Hz: 2.000V per un minuto
- resistenza di isolamento provata a 500V:  $\geq 500 \text{ Mohm}$
- grado di protezione meccanica del complesso in opera IP 55
- tipologia apparecchi modulari:
  - interruttore unipolare a bilanciere 16A
  - interruttore bipolare a bilanciere 16A
  - interruttore unipolare a tasto luminoso 16A
  - deviatore unipolare a bilanciere 16A
  - invertitore unipolare a bilanciere 16A
  - pulsante a tasto 10A
- placca: a scelta della D.L.

#### **4.9.7 apparecchi di comando per uso industriale**

Apparecchi modulari inseriti in scatole di PVC rinforzato per montaggio sporgente a parete. Le scatole saranno dotate di sportelli di chiusura per ottenere il grado di protezione minimo IP 55.

Gli imbocchi saranno filettati per raccordo a tubi oppure provvisti di pressatubi.

#### **4.9.8 Modalità di posa**

Le basette attrezzate con prese o le singole prese saranno normalmente fissate a parete:

- a quota 20 cm. negli edifici civili
- a quota 150 cm. nella zona industriali

Il collegamento, sia dal basso sia dall'alto sarà eseguito con tubazioni di acciaio zincato o di PVC rigido pesante, entranti direttamente negli apparecchi a mezzo di speciali raccordi filettati.

#### **4.9.9 Collegamenti**

I collegamenti alle prese saranno eseguiti attraverso apposita cassetta di giunzione per le basette con più prese che utilizzano la stessa linea di alimentazione.

Per le prese alimentate singolarmente la connessione avviene direttamente.

Cavi multipolari o conduttori unipolari utilizzati saranno del tipo non propagante l'incendio.

### **4.10 APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE INTERNA ED ESTERNA**

#### **4.10.1 Descrizione della fornitura**

La presente specifica definisce le condizioni tecnico ambientali, i requisiti di progettazione e le caratteristiche tecnologiche alle quali ci si atterrà per la realizzazione dell'impianto di illuminazione interna.

L'illuminazione dei locali sarà correlata sia qualitativamente che dimensionalmente alla destinazione d'uso dei locali stessi, in accordo alle disposizioni della Norma UNI EN 12464-1

Il tipo di apparecchio illuminante sarà scelto in funzione della finitura del soffitto con o senza controsoffitto, e sarà equipaggiato con lampade ad alta efficienza.

#### **4.10.2 Norme di riferimento**

- CEI 34-3 Lampade fluorescenti tubolari per illuminazione generale
- CEI 34-6 Lampade a vapori di mercurio ed alta pressione
- CEI 34-21 Apparecchi di illuminazione Parte I° - Prescrizioni generali e prova
- CEI 34-22 Apparecchi di illuminazione Parte II° prescrizioni particolari - Apparecchi di emergenza
- CEI 34-24 Lampade a vapori di sodio ad alta pressione
- CEI 34-30 Apparecchi di illuminazione Parte II°- Prescrizioni particolari Proiettori
- CEI 34-33 Apparecchi di illuminazione Parte II° - Prescrizioni particolari sezione 3 - Apparecchi per illuminazione stradale
- CEI 34-49 Alimentatori per lampade a scarica (escluse le lampade fluorescenti tubolari)- Prescrizioni di prestazione
- CEI 34-61 Alimentatori elettronici alimentati in corrente alternata per lampade fluorescenti tubolari- Prescrizioni di prestazione
- CEI 34-75 Apparecchiature per illuminazione generale - Prescrizioni di immunità EMC

#### **4.10.3 Dati e documentazione forniti**

Gli apparecchi illuminanti di seguito descritti sono riportati sulle tavole grafiche di progetto.

#### **4.10.4 Caratteristiche costruttive**

Tutti gli apparecchi di illuminazione di fabbricazione standard sono stati identificati con marca e modello, quindi per la definizione delle caratteristiche costruttive degli apparecchi d'appalto e di quelli equivalenti si rimanda alle schede tecniche degli apparecchi stessi nei vari cataloghi di prodotto.

## 4.11 ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA

### 4.11.1 Generalità

L'illuminazione di sicurezza sarà realizzata secondo la norma CEI 64-8 e la norma UNI EN 1838. Gli apparecchi di illuminazione con funzione ordinaria e di sicurezza saranno in numero tale da garantire un illuminamento medio superiore a 5 lux (DM 26/08/98) sulle vie di esodo.

Per la segnaletica di sicurezza saranno previsti idonei dispositivi di segnalazione luminosa provvisti di pittogrammi indicanti il percorso più breve per raggiungere la via di fuga "USCITE di SICUREZZA".

I segnali saranno posti su un piano perpendicolare al percorso di chi ne deve utilizzare il messaggio.

Gli apparecchi illuminanti saranno previsti con alimentazione autonoma provvista di batterie ad inserimento automatico al mancare della corrente di rete in un tempo < 0,5 sec.

Gli apparecchi di emergenza dovranno accendersi anche nella situazione in cui vi sia una mancanza tensione in una sola zona, dovuta all'intervento di un Q.E. secondario.

Sarà di fondamentale importanza che nei locali dotati di Q.E. dedicato, all'intervenire dell'interruttore di protezione dei circuiti luce ordinaria, si accendano solo le lampade di emergenza di quel locale.

### 4.11.2 Norme di riferimento

- CEI 34-3 Lampade fluorescenti a doppio attacco. Specifiche di prestazione
- CEI 34-6 Lampade a vapori di mercurio ed alta pressione. Specifiche di prestazione
- CEI 34-21 Apparecchi di illuminazione Parte I° - Prescrizioni generali e prova
- CEI 34-22 Apparecchi di illuminazione Parte II° Prescrizioni particolari - Apparecchi di emergenza
- CEI 34-24 Lampade a vapori di sodio ad alta pressione
- CEI 34-30 Apparecchi di illuminazione Parte II° - Prescrizioni particolari Proiettori
- CEI 34-33 Apparecchi di illuminazione Parte II° - Prescrizioni particolari sezione 3 - Apparecchi per illuminazione stradale
- CEI 34-49 Alimentatori per lampade a scarica (escluse le lampade fluorescenti tubolari)- Prescrizioni di prestazione
- CEI 34-61 Alimentatori elettronici alimentati in corrente alternata per lampade fluorescenti tubolari- Prescrizioni di prestazione
- CEI 34-75 Apparecchiature per illuminazione generale - Prescrizioni di immunità EMC

### 4.11.3 Dati e documentazione forniti

Cataloghi, dati tecnici, dati dimensionali ed eventuali certificazioni di prove particolari.

### 4.11.4 Descrizione Sistema ad alimentazione

Le luci di sicurezza, previste a mezzo corpi illuminanti con gruppi autonomi autoalimentati, dovranno essere in grado di fornire un illuminamento medio nelle varie zone interessate pari a circa 2 lux ad un metro di altezza dal piano di calpestio, e pari a circa 5 lux in prossimità degli svincoli, cambi di pendenza, vie di esodo ed uscite di sicurezza.

L'intervento di tali apparecchi sarà automatico al mancare della tensione di rete, e la loro autonomia non deve essere inferiore a 1 ora con tempo di ricarica massimo di 12 ore.

Le lampade di emergenza con funzioni di segnalazione delle uscite di emergenza e/o percorsi d'esodo, devono avere pittogramma normalizzato, di dimensioni adeguate, conforme al D.P.R. 542 del 8/6/82.

Il pittogramma dovrà avere dimensioni tali da osservare la seguente formula:

$$A > L^2 / 2000$$

dove:

- A rappresenta la superficie del cartello espressa in m<sup>2</sup>;
- L è la distanza misurata in metri, alla quale il cartello deve essere ancora riconoscibile.

I percorsi e le uscite di sicurezza devono essere segnalati mediante pittogrammi che presentano una segnalazione formata da disegni di colore bianco su sfondo verde ("uomo che corre") aventi formato conforme alle Norme UNI 7546 e direttiva CEE 92/58 del 24/06/98.

La distribuzione delle lampade di sicurezza è rilevabile dalle planimetrie allegate.

L'indicazione delle uscite di sicurezza ci è stata fornita dalla committenza su indicazione del responsabile della sicurezza e/o del piano di evacuazione.

NOTA : Le segnalazioni per le vie ed uscite di sicurezza possono essere sia retro illuminate che illuminate dal fronte.

L'impianto di illuminazione di sicurezza dovrà essere realizzato in conformità alla norma UNI 1838.

È obbligatorio realizzare le verifiche e la manutenzione periodica come previsto dalla norma UNI 11222 al fine di garantirne l'efficienza operativa dell'impianto.

#### **4.11.5 Specifiche Tecniche**

Tutti gli apparecchi di illuminazione di emergenza sono stati identificati con marca e modello, quindi per la definizione delle caratteristiche costruttive degli apparecchi d'appalto e di quelli equivalenti si rimanda alle schede tecniche degli apparecchi stessi nei vari cataloghi di prodotto.

### **4.12 IMPIANTO DATI E FONIA**

#### **4.12.1 Premessa**

L'intento di questo documento è di fornire una serie d'indicazioni che permettano di realizzare presso gli edifici del Cliente un'infrastruttura di cablaggio. Questo scritto contiene le prestazioni che devono avere i componenti e i sottosistemi inclusi in un sistema di cablaggio strutturato che sia in grado di fornire un adeguato supporto alle applicazioni del Proprietario nei prossimi anni. I componenti descritti permettono il supporto delle più recenti tecnologie di comunicazione nell'ottica di una progressiva integrazione delle applicazioni.

Le specifiche di prodotto, le considerazioni generali di progetto, e le indicazioni sull'installazione dei prodotti sono riportate in questo documento. Le quantità dei punti d'utenza, i dettagli d'installazione, i percorsi di distribuzione dei cavi e posizione delle prese per ogni edificio del Cliente sono specificate in un documento allegato al presente. Le specifiche indicate sono prevalenti a qualsiasi offerta proposta. Il vincitore della gara per l'assegnazione dei lavori dovrà ottemperare a tutte le indicazioni riportate in questo documento.



#### **4.12.2 Specifiche tecniche**

##### **4.12.3 Cavo UTP per distribuzione orizzontale**

Fornitura di cavo cat. 6 guaina LSZH.

Il cavo di distribuzione orizzontale sarà costituito da conduttori AWG 23 isolati in schiuma di PE e intrecciati a coppie, singolarmente schermate. Un ulteriore foglio di schermatura deve avvolgere le coppie del cavo (PIMF), e con guaina di colore bianco e stampigliatura con indicazione caratteristica del cavo e indicazione metrica. Il materiale impiegato per l'isolamento dei conduttori e la guaina esterna è di tipo LSFRZH.

#### **4.13 IMPIANTO DI ALLARME INCENDI**

##### **4.13.1 Premessa**

La normativa che regola la realizzazione di impianti automatici di rivelazione incendi e dei sistemi fissi manuali di segnalazione di incendio è la **UNI 9795 edizione 2021**.

La presente norma prescrive i criteri per la realizzazione e l'esercizio dei sistemi fissi automatici di rivelazione, di segnalazione manuale e di allarme incendio. La presente specifica definisce le caratteristiche tecnologiche e le condizioni di posa alle quali ci si atterrà per la fornitura e posa in opera degli elementi in campo.

I componenti d'impianto saranno del tipo omologato, completi della relativa certificazione rilasciata da un Ente Internazionale riconosciuto in ambito Europeo. (VdS, AF, BS).

Essa si applica ai:

- sistemi fissi automatici di rivelazione e di allarme di incendio che hanno la funzione di rilevare automaticamente un principio d'incendio e segnalarlo nel minor tempo possibile.
- sistemi fissi di segnalazione manuale e di allarme di incendio, permettono invece una segnalazione nel caso l'incendio sia rivelato dall'uomo.

Lo scopo del sistema è di:

- favorire un tempestivo esodo delle persone, degli animali nonché lo sgombero di beni;
- attivare i piani di intervento;
- attivare i sistemi di protezione contro l'incendio ed eventuali altre misure di sicurezza.

Le aree interessate dovranno essere coperte dall'intero impianto di allarme incendio, inoltre dovranno essere sorvegliate e tenute sotto controllo dal sistema di rivelazione le seguenti zone:

- vani tecnici;
- condotti di condizionamento dell'aria e condotti di aerazione e di ventilazione;

Nel progetto si sono tenute in considerazione le nuove indicazioni dell'ultima versione della norma.

I componenti dei sistemi fissi automatici di rivelazione d'incendio sono specificati nella UNI EN 54-1.

##### **4.13.2 Specifiche tecniche**

Tutti gli apparecchi che compongono l'impianto di allarme incendio sono stati identificati con marca e modello, quindi per la definizione delle caratteristiche costruttive degli apparecchi d'appalto e di quelli equivalenti si rimanda alle schede tecniche degli apparecchi stessi nei vari cataloghi di prodotto.

**NOTIZIE INTEGRATIVE IN MERITO AI LAVORI**

**Art. 1. SCAVI, RINTERRI, TRASPORTO A RIFIUTO**

Nella esecuzione dell'edificio, per procedere alla impostazione delle fondazioni, i computi metrici prevedono in molti casi l'allargamento degli scavi con pendenza del terreno di 45°, onde evitare il rischio di seppellimento.

Detta particolarità è rilevabile peraltro sulla planimetria del cantiere generale.

Dei materiali provenienti dagli scavi, una parte potrà essere reimpiegata per i rinterri che dovranno essere accuratamente pistonati; una parte, se contenente una buona percentuale di humus, dovrà essere selezionata per realizzare configurazioni delle aree a prato; il resto, inutilizzabile dovrà essere caricato su idonei mezzi e trasportato a rifiuto.

**Art. 18. OPERE IN CEMENTO ARMATO**

I progetti dei singoli edifici sono tutti redatti in forma esecutiva e riportano le dimensioni, le quote di livello, le caratteristiche tecnologiche dei calcestruzzi da impiegare, il posizionamento delle armature metalliche e la loro qualità.

Si rinvia pertanto, per i dettagli, agli elaborati strutturali di ciascun edificio.

**Art. 4. COPERTURE, ISOLAMENTI, IMPERMEABILIZZAZIONI**

I progetti esecutivi riportano i particolari costruttivi relativi alla esecuzione dei dispositivi previsti per le coperture praticabili, (barriere al vapore, coibentazioni, guaine, protezioni etc.).

**Art. 5. MURATURE IN GENERE**

Le quantità, gli spessori, i posizionamenti sono indicati sulle planimetrie dei progetti esecutivi e specificati negli articoli dell'elenco prezzi nonché nei computi metrici.

**Art. 6. PAVIMENTI, RIVESTIMENTI, OPERE IN PIETRA**

Le didascalie riportate sulle tavole di progetto esecutivo, nonché le localizzazioni indicate nei computi metrici e la narrativa degli articoli di elenco prezzi, definiscono in maniera dettagliata la qualità e le modalità di esecuzione di questa categoria dei lavori.

Ove non espressamente indicato sui disegni o nella narrativa degli articoli di elenco prezzi, l'Appaltatore dovrà curare, specie per quanto attiene ai rivestimenti dei locali igienici la preventiva rasatura con malta idraulica dei piani di posa e la sigillatura dei giunti.

**Art. 7. INFISSI IN GENERE**

L'Appaltatore nella fornitura in opera dei vari tipi di infissi previsti dai progetti degli edifici dovrà, anche se non chiaramente riportato sui disegni, predisporre preventiva idonea campionatura in sito con particolare riguardo alla predisposizione delle opere morte in lamiera zincata pressopiegata per gli infissi di alluminio o metallici in genere.

#### **Art. 8. CONTROSOFFITTI, TINTEGGIATURE E VERNICIATURE**

Queste categorie di lavori, anche se nei disegni non risultano alcuni particolari costruttivi, sono da eseguire con particolare accuratezza e sempre previa campionatura da sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori.

In particolare:

a) per le soffittature è prescritto che siano agevolmente smontabili per l'ispezione delle zone mascherate e che i tiranti di sospensione siano di tipo brevettato, idonei ad una perfetta calibratura onde ottenere che i pannelli siano complanari;

b) per le tinteggiature è prescritto che, anche in mancanza di puntualizzazione sui disegni, le strutture da dipingere siano sempre preparate preventivamente e liberate da polveri;

c) per le verniciature delle parti metalliche è prescritto che le strutture vengano preventivamente trattate a lucido prima dell'applicazione dei prodotti antiossidanti. I vari strati di pitturazione vanno eseguiti con tonalità leggermente differenti per garantire l'effettiva esecuzione a più passate.

Per le strutture metalliche zincate è prescritto inoltre che, prima della verniciatura, le superfici vengano trattate con solventi idonei.

#### **Art. 9. IMPIANTI IN GENERE**

Per le prescrizioni relative agli impianti si rimanda ai singoli Capitolati Speciali e Specifiche tecniche.

#### **Art. 10. ELABORATI DI PROGETTO**

Gli elaborati progettuali sono tutti quelli riportati nell'apposito elenco elaborati al Progetto Esecutivo.

### **ACCETTAZIONE DEI MATERIALI IN GENERALE**

#### **Art. 11. Accettazione**

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del presente capitolato speciale ed essere della migliore qualità, e possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del direttore dei lavori; in caso di contestazioni, si procederà ai sensi del regolamento.

L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo l'introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto. In quest'ultimo caso, l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri idonei a sue spese.

Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo tecnico-amministrativo o di emissione del certificato di regolare esecuzione.

#### **Art. 12. Impiego di materiali con caratteristiche superiori a quelle contrattuali**

L'appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi, e la loro contabilizzazione deve essere redatta come se i materiali fossero conformi alle caratteristiche contrattuali.

#### **Art. 13. Impiego di materiali o componenti di minor pregio**

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, all'appaltatore deve essere applicata un'adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio, e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

#### **Art. 14. Impiego di materiali riciclati e di terre e rocce da scavo**

##### *Materiali riciclati*

Per l'impiego di materiali riciclati si applicheranno le disposizioni dei Criteri Ambientali Minimi D.M. del 24 dicembre 2015 affinché coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore a quando stabilito dalle disposizioni contenute nel medesimo decreto.

##### *Riutilizzo della terra di scavo*

In applicazione dell'art. 185, comma 1, lett. c-bis) del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso dell'attività di costruzione, ove sia certo che il materiale sarà utilizzato a fini di costruzione allo stato naturale nello stesso sito in cui è stato scavato, non deve essere considerato rifiuto.

##### *Terre e rocce da scavo*

Fatte salve le prescrizioni del punto precedente, le terre e le rocce da scavo, anche di gallerie, ottenute quali sottoprodotti, possono essere utilizzate per rinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati, purché:

- siano impiegate direttamente nell'ambito di opere o interventi preventivamente individuati e definiti;
- sin dalla fase della produzione vi sia certezza dell'integrale utilizzo;
- l'utilizzo integrale della parte destinata a riutilizzo sia tecnicamente possibile senza necessità di preventivo trattamento o di trasformazioni preliminari per soddisfare i requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego non dia luogo ad emissioni e, più in generale, ad impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli ordinariamente consentiti e autorizzati per il sito dove sono destinate ad essere utilizzate;
- sia garantito un elevato livello di tutela ambientale;
- sia accertato che non provengono da siti contaminati o sottoposti ad interventi di bonifica ai sensi del titolo V della parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006;
- le loro caratteristiche chimiche e chimico-fisiche siano tali che il loro impiego nel sito prescelto non determini rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali interessate, e avvenga nel rispetto delle norme di tutela delle acque superficiali e sotterranee, della flora, della fauna, degli habitat e delle aree naturali protette. In particolare, deve essere dimostrato che il materiale da utilizzare non è contaminato con riferimento alla destinazione d'uso del medesimo, nonché la compatibilità di detto materiale con il sito di destinazione;
- la certezza del loro integrale utilizzo sia dimostrata.

L'impiego di terre da scavo nei processi industriali come sottoprodotti, in sostituzione dei materiali di cava, è consentito nel rispetto delle seguenti condizioni:

- siano originati da un processo non direttamente destinato alla loro produzione;
- il loro impiego sia certo (sin dalla fase della produzione), integrale, e avvenga direttamente nel corso del processo di produzione o di utilizzazione preventivamente individuato e definito;
- soddisfino requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego non dia luogo ad emissioni e ad impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli autorizzati per l'impianto dove sono destinati ad essere utilizzati;
- non debbano essere sottoposti a trattamenti preventivi o a trasformazioni preliminari per soddisfare i requisiti merceologici e di qualità ambientale di cui al punto precedente, ma posseggano tali requisiti sin dalla fase della produzione;
- abbiano un valore economico di mercato.

Ove la produzione di terre e rocce da scavo avvenga nell'ambito della realizzazione di opere o attività sottoposte a valutazione di impatto ambientale o ad autorizzazione ambientale integrata, la sussistenza dei requisiti precedentemente previsti dal presente articolo, nonché i tempi dell'eventuale deposito in attesa di utilizzo, che non possono superare di norma un anno, devono risultare da un apposito progetto approvato dall'autorità titolare del relativo procedimento.

Le terre e le rocce da scavo, qualora non utilizzate nel rispetto delle condizioni di cui al presente articolo, sono sottoposte alle disposizioni in materia di rifiuti di cui alla Parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006.

La caratterizzazione dei siti contaminati e di quelli sottoposti ad interventi di bonifica deve essere effettuata secondo le modalità previste dal Titolo V, Parte quarta, del D.Lgs. n. 152/2006. L'accertamento che le terre e le rocce da scavo non provengano da tali siti deve essere svolto a cura e spese del produttore e accertato dalle autorità competenti nell'ambito delle procedure previste dall'art. 183 del D.Lgs. n. 152/2006.

#### **Art. 15. Norme di riferimento e marcatura CE**

I materiali utilizzati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva sui prodotti da costruzione 89/106/CEE (CPD), recepita in Italia mediante il regolamento di attuazione D.P.R. n. 246/1993. Qualora il materiale da utilizzare sia compreso nei prodotti coperti dalla predetta direttiva, ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle singole norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente.

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali e in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI applicabili, anche se non espressamente richiamate nel presente capitolato speciale d'appalto. In assenza di nuove e aggiornate norme UNI, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. In generale, si applicheranno le prescrizioni del presente capitolato speciale d'appalto. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture provverranno da quelle località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

#### **Art. 16. Provvista dei materiali**

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'appaltatore è libero di scegliere il luogo ove prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

#### **Art. 17. Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto**

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il direttore dei lavori può prescrivere uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.

Nel caso in cui il cambiamento comporterà una differenza in più o in meno del quinto del prezzo contrattuale del materiale, si farà luogo alla determinazione del nuovo prezzo ai sensi del regolamento.

Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del direttore dei lavori, che riporti l'espressa approvazione del responsabile del procedimento.

#### **Art. 18. Accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche**

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal presente capitolato speciale d'appalto, devono essere disposti dalla direzione dei lavori, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico dei lavori in appalto. Per le stesse prove, la direzione dei lavori deve provvedere al prelievo del relativo campione e alla redazione dell'apposito verbale in contraddittorio con l'impresa; la certificazione effettuata dal laboratorio ufficiale prove materiali deve riportare espresso riferimento a tale verbale.

La direzione dei lavori può disporre ulteriori prove e analisi, ancorché non prescritte dal presente capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali, dei componenti o delle lavorazioni. Le relative spese saranno poste a carico dell'appaltatore.

Per le opere e i materiali strutturali, le verifiche tecniche devono essere condotte in applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008 S.M.I.

#### **Art. 19. Indennità per occupazioni temporanee e danni arrecati**

A richiesta della stazione appaltante, l'appaltatore deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, ove contrattualmente siano state poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati a terzi.

#### **Art. 20. Materiali e Prodotti ad uso strutturale**

##### *Identificazione, certificazione e accettazione*

I materiali e i prodotti per uso strutturale, in applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008, devono essere:

- identificati mediante la descrizione a cura del fabbricante del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;

- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nel presente documento;
- accettati dal direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui al punto precedente e mediante le prove sperimentali di accettazione previste dalle nuove norme tecniche per le costruzioni per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche.

#### *1.01 Procedure e prove sperimentali d'accettazione*

Tutte le prove sperimentali che servono a definire le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali strutturali devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, ovvero sotto il loro diretto controllo, sia per ciò che riguarda le prove di certificazione o di qualificazione, che per ciò che riguarda quelle di accettazione.

I laboratori dovranno fare parte dell'albo dei laboratori ufficiali depositato presso il servizio tecnico centrale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Nei casi in cui per materiali e prodotti per uso strutturale è prevista la marcatura CE ai sensi del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246, ovvero la qualificazione secondo le nuove norme tecniche, la relativa attestazione di conformità deve essere consegnata alla direzione dei lavori.

Negli altri casi, l'idoneità all'uso va accertata attraverso le procedure all'uopo stabilite dal servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, che devono essere almeno equivalenti a quelle delle corrispondenti norme europee armonizzate, ovvero a quelle previste nelle nuove norme tecniche.

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

Il direttore dei lavori, per i materiali e i prodotti destinati alla realizzazione di opere strutturali e, in generale, nelle opere di ingegneria civile, ai sensi del paragrafo 2.1 delle nuove norme tecniche approvate dal D.M. 14 gennaio 2008, deve, se necessario, ricorrere a procedure e prove sperimentali d'accettazione, definite su insiemi statistici significativi.

#### *1.02 Procedure di controllo di produzione in fabbrica*

I produttori di materiali, prodotti o componenti disciplinati dalle nuove norme tecniche approvate dal D.M. 14 gennaio 2008, devono dotarsi di adeguate procedure di controllo di produzione in fabbrica. Per *controllo di produzione nella fabbrica* si intende il controllo permanente della produzione effettuato dal fabbricante. Tutte le procedure e le disposizioni adottate dal fabbricante devono essere documentate sistematicamente ed essere a disposizione di qualsiasi soggetto o ente di controllo.

### **Art. 21. Componenti del calcestruzzo**

#### *Leganti per opere strutturali*

Nelle opere strutturali devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità (rilasciato da un organismo europeo notificato) ad una norma armonizzata della serie **UNI EN 197** ovvero ad uno specifico benestare tecnico europeo (ETA), perché idonei all'impiego previsto, nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla legge 26 maggio 1965, n. 595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge n. 595/1965, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Per la realizzazione di dighe e altre simili opere massive dove è richiesto un basso calore di idratazione, devono essere utilizzati i cementi speciali con calore di idratazione molto basso conformi alla norma europea armonizzata **UNI EN 14216**, in possesso di un certificato di conformità rilasciato da un organismo di certificazione europeo notificato.

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive, si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e, fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o ad eventuali altre specifiche azioni aggressive.

### Fornitura

I sacchi per la fornitura dei cementi devono essere sigillati e in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiutato dalla direzione dei lavori, e dovrà essere sostituito con altro idoneo. Se i leganti sono forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità del cemento potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi presso laboratori ufficiali. L'impresa deve disporre in cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento, che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termogigrometriche.

### Marchio di conformità

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

- nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di identificazione;
- ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
- numero dell'attestato di conformità;
- descrizione del cemento;
- estremi del decreto.

Ogni altra dicitura deve essere stata preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

**Tabella - Requisiti meccanici e fisici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Classe	Resistenza alla compressione [N/mm <sup>2</sup> ]			Tempo inizio presa [min]	Espansione [mm]	
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata 28 giorni			
	2 giorni	7 giorni				
32,5	-	> 16	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 60	≤ 10
32,5 R	> 10	-				
4,25	> 10	-	≥ 42,5	≤ 62,5		
4,25 R	> 20	-				
52,5	> 20	-	≥ 52,5	-	≥ 45	
52,5 R	> 30	-				

**Tabella - Requisiti chimici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Proprietà	Prova secondo	Tipo di cemento	Classe resistenza	di	Requisiti <sup>1</sup>
Perdita al fuoco	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi		≤ 5,0%
Residuo insolubile	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi		≤ 5,0%
Solfati come (SO <sub>3</sub> )	EN 196-2	CEM I CEM II <sup>2</sup> CEM IV CEM V	32,5 32,5 R 42,5		≤ 3,5%
			42,5 R 52,5 52,5 R		≤ 4,0%
		CEM III <sup>3</sup>	Tutte le classi		
Cloruri	EN 196-21	Tutti i tipi <sup>4</sup>	Tutte le classi		≤ 0,10%
Pozzolanicità	EN 196-5	CEM IV	Tutte le classi		Esito positivo della prova

<sup>1</sup> I requisiti sono espressi come percentuale in massa.

<sup>2</sup> Questa indicazione comprende i cementi tipo CEM II/A e CEM II/B, ivi compresi i cementi Portland composti contenenti solo un altro componente principale, per esempio II/A-S o II/B-V, salvo il tipo CEM II/B-T, che può contenere fino al 4,5% di SO<sub>3</sub>, per tutte le classi di resistenza.

<sup>3</sup> Il cemento tipo CEM III/C può contenere fino al 4,5% di SO<sub>3</sub>.

<sup>4</sup> Il cemento tipo CEM III può contenere più dello 0,100% di cloruri, ma, in tal caso, si dovrà dichiarare il contenuto effettivo in cloruri.



**Tabella - Valori limite dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Proprietà		Valori limite					
		Classe di resistenza					
		32, 5	32, 5R	42, 5	42, 5R	52, 5	42,5R
Limite inferiore di resistenza [N/mm <sup>2</sup> ]	2 giorni	-	8,0	8,0	18, 0	18, 0	28,0
	7 giorni	14, 0	-	-	-	-	-
	28 giorni	30, 0	30, 0	40, 0	40, 0	50, 0	50,0
Tempo di inizio presa – Limite inferiore [min]		45			40		
Stabilità [mm] – Limite superiore		11					
Contenuto di SO <sub>3</sub> (%) Limite superiore	Tipo I Tipo II <sup>1</sup> Tipo IV Tipo V	4,0			4,5		
	Tipo III/A Tipo III/B	4,5					
	Tipo III/C	5,0					
Contenuto di cloruri (%) – Limite superiore <sup>2</sup>		0,11					
Pozzolanicità		Positiva a 15 giorni					
<sup>1</sup> Il cemento tipo II/B può contenere fino al 5% di SO <sub>3</sub> per tutte le classi di resistenza. <sup>2</sup> Il cemento tipo III può contenere più dello 0,11% di cloruri, ma in tal caso deve essere dichiarato il contenuto reale di cloruri.							

#### Metodi di prova

Ai fini dell'accettazione dei cementi la direzione dei lavori potrà effettuare le seguenti prove:

**UNI EN 196-1** – Metodi di prova dei cementi. Parte 1: Determinazione delle resistenze meccaniche;

**UNI EN 196-2** – Metodi di prova dei cementi. Parte 2: Analisi chimica dei cementi;

**UNI EN 196-3** – Metodi di prova dei cementi. Parte 3: Determinazione del tempo di presa e della stabilità;

**UNI ENV SPERIMENTALE 196-4** – Metodi di prova dei cementi. Parte 4: Determinazione quantitativa dei costituenti;

**UNI EN 196-5** – Metodi di prova dei cementi. Parte 5: Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici;

**UNI EN 196-6** – Metodi di prova dei cementi. Parte 6: Determinazione della finezza;

**UNI EN 196-7** – Metodi di prova dei cementi. Parte 7: Metodi di prelievo e di campionatura del cemento;

**UNI EN 196-8** – Metodi di prova dei cementi. Parte 8: Calore d'idratazione. Metodo per soluzione;

**UNI EN 196-9** – Metodi di prova dei cementi. Parte 9: Calore d'idratazione. Metodo semiadiabatico;

**UNI EN 196-10** – Metodi di prova dei cementi. Parte 10: Determinazione del contenuto di cromo (VI) idrosolubile nel cemento;

**UNI EN 196-21** – Metodi di prova dei cementi. Determinazione del contenuto di cloruri, anidride carbonica e alcali nel cemento;

**UNI EN 197-1** – Cemento. Parte 1: Composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi comuni;

**UNI EN 197-2** – Cemento. Valutazione della conformità;

**UNI EN 197-4** – Cemento. Parte 4: Composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi d'altoforno con bassa resistenza iniziale;

**UNI 10397** – Cementi. Determinazione della calce solubilizzata nei cementi per dilavamento con acqua distillata;

**UNI EN 413-1** – Cemento da muratura. Parte 1: Composizione, specifiche e criteri di conformità;

**UNI EN 413-2** – Cemento da muratura. Metodi di prova;

**UNI EN 413-2** – Cemento da muratura. Parte 2: Metodi di prova.

**UNI 9606** – Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione.

### Aggregati

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata **UNI EN 12620** e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata **UNI EN 13055-1**.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla tabella 15.4, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea armonizzata **UNI EN 12620**, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

**Tabella - Limiti di impiego degli aggregati grossi provenienti da riciclo**

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	Percentuale di impiego
Demolizioni di edifici (macerie)	= C 8/10	fino al 100%
Demolizioni di solo calcestruzzo e calcestruzzo armato	≤ C30/37	≤ 30%
	≤ C20/25	fino al 60%
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati (da qualsiasi classe > C45/55)	≤ C45/55 Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 15% fino al 5%

Si potrà fare utile riferimento alle norme **UNI 8520-1** e **UNI 8520-2** al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo, o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella tabella 15.4.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose e argillose, di gesso, 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 e all'ingombro delle armature, e devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per l'eliminazione di materie nocive.

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

### Sistema di attestazione della conformità

Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993, è indicato nella tabella 15.5. Il sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7, comma 1 lettera B, procedura 1 del D.P.R. n. 246/1993, comprensiva della sorveglianza, giudizio e approvazione permanenti del controllo di produzione in fabbrica.

**Tabella - Sistema di attestazione della conformità degli aggregati**

Specifiche tecniche europee armonizzate di riferimento	Uso previsto	Sistema di attestazione della conformità
Aggregati per calcestruzzo	Calcestruzzo strutturale	2+

### marcatura CE

Gli aggregati che devono riportare obbligatoriamente la marcatura CE sono riportati nella tabella 15.6.

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

**Tabella - Aggregati che devono riportare la marcatura CE**

Impiego aggregato	Norme di riferimento
-------------------	----------------------

Aggregati per calcestruzzo	UNI EN 12620
Aggregati per conglomerati bituminosi e finiture superficiali per strade, aeroporti e altre aree trafficate	UNI EN 13043
Aggregati leggeri. Parte 1: Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta da iniezione/boiaccia	UNI EN 13055-1
Aggregati grossi per opere idrauliche (armourstone). Parte 1	UNI EN 13383-1
Aggregati per malte	UNI EN 13139
Aggregati per miscele non legate e miscele legate utilizzati nelle opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade	UNI EN 13242
Aggregati per massicciate ferroviarie	UNI EN 13450

#### *Controlli d'accettazione*

I controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del direttore dei lavori, come stabilito dalle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 S.M.I., devono essere finalizzati alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella tabella 15.7, insieme ai relativi metodi di prova.

I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle norme europee armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

**Tabella - Controlli di accettazione per aggregati per calcestruzzo strutturale**

<b>Caratteristiche tecniche</b>	<b>Metodo di prova</b>
Descrizione petrografica semplificata	UNI EN 932-3
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)	UNI EN 933-1
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3
Dimensione per il filler	UNI EN 933-10
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)	UNI EN 933-4
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo $R_{ck} \geq C50/60$ )	UNI EN 1097-2

#### *Sabbia*

Ferme restando le considerazioni dei paragrafi precedenti, la sabbia per il confezionamento delle malte o del calcestruzzo deve essere priva di solfati e di sostanze organiche, terrose o argillose, e avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, e di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

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

#### *Verifiche sulla qualità*

La direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia, e dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego.

Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultino da un certificato emesso in seguito ad esami fatti eseguire da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave, e i risultati di tali indagini siano ritenuti idonei dalla direzione dei lavori.

Il prelevamento dei campioni di sabbia deve avvenire normalmente dai cumuli sul luogo di impiego; diversamente, può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai silos. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale, e in particolare la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi di prova possono riguardare l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

#### *Norme per gli aggregati per la confezione di calcestruzzi*

Riguardo all'accettazione degli aggregati impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo, il direttore dei lavori, fermi restando i controlli della tabella 15.7, può fare riferimento anche alle seguenti norme:

**UNI 8520-1** – Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Definizione, classificazione e caratteristiche;

**UNI 8520-2** – Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Requisiti;

**UNI 8520-7** – Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione del passante allo staccio 0,075 UNI 2332;

**UNI 8520-8** – Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione del contenuto di grumi di argilla e particelle friabili;

**UNI 8520-13** – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati fini;*

**UNI 8520-16** – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della massa volumica e dell'assorbimento degli aggregati grossi (metodi della pesata idrostatica e del cilindro);*

**UNI 8520-17** – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della resistenza a compressione degli aggregati grossi;*

**UNI 8520-20** – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della sensibilità al gelo e disgelo degli aggregati grossi;*

**UNI 8520-21** – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note;*

**UNI 8520-22** – *Aggregati per la confezione di calcestruzzi. Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali;*

**UNI EN 1367-2** – *Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Prova al solfato di magnesio;*

**UNI EN 1367-4** – *Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati. Determinazione del ritiro per essiccaamento;*

**UNI EN 12620** – *Aggregati per calcestruzzo;*

**UNI EN 1744-1** – *Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati. Analisi chimica;*

**UNI EN 13139** – *Aggregati per malta.*

#### *Norme di riferimento per gli aggregati leggeri*

Riguardo all'accettazione degli aggregati leggeri impiegati per il confezionamento degli impasti di calcestruzzo, il direttore dei lavori, fermi restando i controlli della tabella 15.7, potrà fare riferimento anche alle seguenti norme:

**UNI EN 13055-1** – *Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione;*

**UNI EN 13055-2** – *Aggregati leggeri per miscele bituminose, trattamenti superficiali e per applicazioni in strati legati e non legati;*

**UNI 11013** – *Aggregati leggeri. Argilla e scisto espanso. Valutazione delle proprietà mediante prove su calcestruzzo convenzionale.*

#### *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.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma **UNI EN 450** e potranno essere impiegate rispettando i criteri stabiliti dalle norme **UNI EN 206-1** e **UNI 11104**.

I fumi di silice devono essere costituiti da silice attiva amorfa presente in quantità maggiore o uguale all'85% del peso totale.

#### *Ceneri volanti*

Le ceneri volanti, costituenti il residuo solido della combustione di carbone, dovranno provenire da centrali termoelettriche in grado di fornire un prodotto di qualità costante nel tempo e documentabile per ogni invio, e non contenere impurezze (lignina, residui oleosi, pentossido di vanadio, ecc.) che possano danneggiare o ritardare la presa e l'indurimento del cemento.

Particolare attenzione dovrà essere prestata alla costanza delle loro caratteristiche, che devono soddisfare i requisiti della norma **UNI EN 450**.

Il dosaggio delle ceneri volanti non deve superare il 25% del peso del cemento. Detta aggiunta non deve essere computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di ceneri praticata non comporti un incremento della richiesta di additivo, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di ceneri maggiore dello 0,2%.

#### **NORME DI RIFERIMENTO**

**UNI EN 450-1** – *Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 1: Definizione, specificazioni e criteri di conformità;*

**UNI EN 450-2** – *Ceneri volanti per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità;*

**UNI EN 451-1** – *Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione del contenuto di ossido di calcio libero;*

**UNI EN 451-2** – *Metodo di prova delle ceneri volanti. Determinazione della finezza mediante stacciatura umida.*

### *Microsilice*

La silice attiva colloidale amorfa è costituita da particelle sferiche isolate di  $\text{SiO}_2$  con diametro compreso tra 0,01 e 0,5 micron, e ottenuta da un processo di tipo metallurgico, durante la produzione di silice metallica o di leghe ferro-silicio, in un forno elettrico ad arco.

La silice fume può essere fornita allo stato naturale, così come può essere ottenuta dai filtri di depurazione sulle ciminiere delle centrali a carbone oppure come sospensione liquida di particelle con contenuto secco di 50% in massa. Si dovrà porre particolare attenzione al controllo in corso d'opera del mantenimento della costanza delle caratteristiche granulometriche e fisicochimiche.

Il dosaggio della silice fume non deve comunque superare il 7% del peso del cemento.

Tale aggiunta non sarà computata in alcun modo nel calcolo del rapporto acqua/cemento.

Se si utilizzano cementi di tipo I, potrà essere computata nel dosaggio di cemento e nel rapporto acqua/cemento una quantità massima di tale aggiunta pari all'11% del peso del cemento.

Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di microsilice praticata non comporti un incremento della richiesta dell'additivo maggiore dello 0,2%, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di silice fume.

### *NORME DI RIFERIMENTO*

**UNI 8981-8** – *Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo. Istruzioni per prevenire la reazione alcali-silice;*

**UNI EN 13263-1** – *Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 1: Definizioni, requisiti e criteri di conformità;*

**UNI EN 13263-2** – *Fumi di silice per calcestruzzo. Parte 2: Valutazione della conformità.*

### *Additivi*

L'impiego di additivi, come per ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nel mix design della miscela di conglomerato cementizio, preventivamente progettata.

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

- fluidificanti;
- aeranti;
- ritardanti;
- acceleranti;
- fluidificanti-aeranti;
- fluidificanti-ritardanti;
- fluidificanti-acceleranti;
- antigelo-superfluidificanti.

Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 934-2.

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

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

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

Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle miscele in conglomerato cementizio, potranno essere impiegati solo dopo una valutazione degli effetti per il particolare conglomerato cementizio da realizzare e nelle condizioni effettive di impiego.

Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del calcestruzzo fresco. Per le modalità di controllo e di accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove o accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

### *Additivi acceleranti*

Gli additivi acceleranti, allo stato solido o liquido hanno la funzione di addensare la miscela umida fresca e portare ad un rapido sviluppo delle resistenze meccaniche.

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. In caso di prodotti che non contengono cloruri tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto, lo si dovrà opportunamente diluire prima dell'uso.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
  - la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**;
- In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma **UNI EN 934-2**.

#### *Additivi ritardanti*

Gli additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della direzione dei lavori, per:

- particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;
- getti in particolari condizioni climatiche;
- singolari opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

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

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

#### *Additivi antigelo*

Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento, che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto, prima dell'uso dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

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

#### *Additivi fluidificanti e superfluidificanti*

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

L'additivo superfluidificante di prima e seconda additivazione dovrà essere di identica marca e tipo. Nel caso in cui il mix design preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione, associato ad additivo superfluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo compatibile e preventivamente sperimentati in fase di progettazione del mix design e di prequalifica della miscela.

Dopo la seconda aggiunta di additivo, sarà comunque necessario assicurare la miscelazione per almeno 10 minuti prima dello scarico del calcestruzzo. La direzione dei lavori potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento.

Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra lo 0,2 e lo 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.

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

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione della consistenza dell'impasto mediante l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla norma **UNI 8020**;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la prova di essudamento prevista dalla norma **UNI 7122**.

#### *Additivi aeranti*

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra lo 0,005 e lo 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- la determinazione del contenuto d'aria secondo la norma **UNI EN 12350-7**;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- prova di resistenza al gelo secondo la norma **UNI 7087**;
- prova di essudamento secondo la norma **UNI 7122**.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

#### *Norme di riferimento*

La direzione dei lavori, per quanto non specificato, per valutare l'efficacia degli additivi potrà disporre l'esecuzione delle seguenti prove:

**UNI 7110** – Additivi per impasti cementizi. Determinazione della solubilità in acqua distillata e in acqua satura di calce;  
**UNI 10765** – Additivi per impasti cementizi. Additivi multifunzionali per calcestruzzo. Definizioni, requisiti e criteri di conformità.

**UNI EN 480** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 4: Determinazione della quantità di acqua essudata del calcestruzzo;

**UNI EN 480-5** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 5: Determinazione dell'assorbimento capillare;

**UNI EN 480-6** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 6: Analisi all'infrarosso;

**UNI EN 480-8** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di sostanza secca convenzionale;

**UNI EN 480-10** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di cloruri solubili in acqua;

**UNI EN 480-11** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 11: Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di aria nel calcestruzzo indurito;

**UNI EN 480-12** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 12: Determinazione del contenuto di alcali negli additivi;

**UNI EN 480-13** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Malta da muratura di riferimento per le prove sugli additivi per malta;

**UNI EN 480-14** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Parte 14: Determinazione dell'effetto sulla tendenza alla corrosione dell'acciaio di armatura mediante prova elettrochimica potenziostatica;

**UNI EN 934-1** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 1: Requisiti comuni;

**UNI EN 934-2** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 2: Additivi per calcestruzzo. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

**UNI EN 934-3** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per malte per opere murarie. Parte 3: Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

**UNI EN 934-4** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per malta per iniezione per cavi di precompressione. Parte 4: Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

**UNI EN 934-5** – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 5: Additivi per calcestruzzo proiettato. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura;

**UNI EN 934-6** Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Parte 6: Campionamento, controllo e valutazione della conformità.

#### *Agenti espansivi*

Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica che indurito, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra il 7 e il 10% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma **UNI 7123**.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

#### NORME DI RIFERIMENTO

**UNI 8146** – Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Idoneità e relativi metodi di controllo;  
**UNI 8147** – Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata della malta contenente l'agente espansivo;  
**UNI 8148** – Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo contenente l'agente espansivo;  
**UNI 8149** – Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi. Determinazione della massa volumica.

#### *Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo*

Gli eventuali prodotti antievaporanti filmogeni devono rispondere alle norme comprese tra **UNI 8656** e **UNI 8660**. L'appaltatore deve preventivamente sottoporre all'approvazione della direzione dei lavori la documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione. Il direttore dei lavori deve accertarsi che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (per esempio, con il primer di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette) e che non interessi le zone di ripresa del getto.

#### NORME DI RIFERIMENTO

**UNI 8656** – Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti;  
**UNI 8657** – Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d'acqua;  
**UNI 8658** – Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento;  
**UNI 8659** – Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco;  
**UNI 8660** – Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.

#### *Prodotti disarmanti*

Come disarmanti per le strutture in cemento armato è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti. Dovranno, invece, essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norma **UNI 8866** (parti 1 e 2), per i quali sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito, specie se a faccia vista.

#### *Acqua di impasto*

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali in percentuali dannose (particolarmente solfati e cloruri), priva di materie terrose e non aggressiva.

L'acqua, a discrezione della direzione dei lavori, in base al tipo di intervento o di uso, potrà essere trattata con speciali additivi, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto.

È vietato l'impiego di acqua di mare.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma **UNI EN 1008**, come stabilito dalle norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

A discrezione della direzione dei lavori, l'acqua potrà essere trattata con speciali additivi, in base al tipo di intervento o di uso, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti d'impasto.

**Tabella - Acqua di impasto**

Caratteristica	Prova	Limiti di accettabilità
Ph	Analisi chimica	da 5,5 a 8,5
Contenuto solfati		SO <sub>4</sub> minore 800 mg/litro
Contenuto cloruri		Cl minore 300 mg/litro
Contenuto acido solfidrico		minore 50 mg/litro
Contenuto totale di sali minerali		minore 3000 mg/litro
Contenuto di sostanze organiche		minore 100 mg/litro
Contenuto di sostanze solide sospese		minore 2000 mg/litro

#### *1.03 Classi di resistenza del conglomerato cementizio*

#### *Classi di resistenza*

Per le classi di resistenza normalizzate per calcestruzzo normale, si può fare utile riferimento a quanto indicato nella norma **UNI EN 206-1** e nella norma **UNI 11104**.

Sulla base della denominazione normalizzata, vengono definite le classi di resistenza della tabella 15.9.



**Tabella - Classi di resistenza**

<b>Classi di resistenza</b>
C8/10
C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C28/35
C32/40
C35/45
C40/50
C45/55
C50/60
C55/67
C60/75
C70/85
C80/95
C90/105

I calcestruzzi delle diverse classi di resistenza trovano impiego secondo quanto riportato nella tabella 16.10, fatti salvi i limiti derivanti dal rispetto della durabilità.

Per classi di resistenza superiore a C70/85 si rinvia al paragrafo 15.9.2 di questo capitolato.

Per le classi di resistenza superiori a C45/55, la resistenza caratteristica e tutte le grandezze meccaniche e fisiche che hanno influenza sulla resistenza e durabilità del conglomerato devono essere accertate prima dell'inizio dei lavori tramite un'apposita sperimentazione preventiva, e la produzione deve seguire specifiche procedure per il controllo di qualità.

**Tabella - Impiego delle diverse classi di resistenza**

<b>Strutture di destinazione</b>	<b>Classe di resistenza minima</b>
Per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura (§ 4.1.11)	C8/10
Per strutture semplicemente armate	C16/20
Per strutture precomprese	C28/35

#### *Costruzioni di altri materiali*

I materiali non tradizionali o non trattati nelle norme tecniche per le costruzioni potranno essere utilizzati per la realizzazione di elementi strutturali o opere, previa autorizzazione del servizio tecnico centrale su parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, autorizzazione che riguarderà l'utilizzo del materiale nelle specifiche tipologie strutturali proposte sulla base di procedure definite dal servizio tecnico centrale.

Si intende qui riferirsi a materiali quali calcestruzzi di classe di resistenza superiore a C70/85, calcestruzzi fibrorinforzati, acciai da costruzione non previsti nel paragrafo 4.2 delle norme tecniche per le costruzioni, leghe di alluminio, leghe di rame, travi tralicciate in acciaio conglobate nel getto di calcestruzzo collaborante, materiali polimerici fibrorinforzati, pannelli con poliuretano o polistirolo collaborante, materiali murari non tradizionali, vetro strutturale, materiali diversi dall'acciaio con funzione di armatura da cemento armato.

#### **Art. 22. Acciaio per cemento armato**

##### *Le forme di controllo obbligatorie*

Le nuove norme tecniche per le costruzioni per tutti gli acciai prevedono tre forme di controllo obbligatorie (paragrafo 11.3.1):

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

- lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere

valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 t;

- forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee;
- lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

#### *La marcatura e la rintracciabilità dei prodotti qualificati*

Ciascun prodotto qualificato deve essere costantemente riconoscibile, per quanto concerne le caratteristiche qualitative, e rintracciabile, per quanto concerne lo stabilimento di produzione.

Il marchio indelebile deve essere depositato presso il servizio tecnico centrale e deve consentire, in maniera inequivocabile, di risalire:

- all'azienda produttrice;
- allo stabilimento;
- al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità.

Per *stabilimento* si intende una unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.

Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti possono essere i sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali, per esempio, l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhetatura, la sigillatura dei fasci e altri. Permane, comunque, l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda le barre e i rotoli.

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche ma fabbricati nello stesso stabilimento, e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che, prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.), il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio, nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

Tenendo presente che gli elementi determinanti della marcatura sono la sua inalterabilità nel tempo e l'impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al servizio tecnico centrale, e deve comunicare tempestivamente le eventuali modifiche apportate.

Il prodotto di acciaio non può essere impiegato in caso di:

- mancata marcatura;
- non corrispondenza a quanto depositato;
- illeggibilità, anche parziale, della marcatura.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal servizio tecnico centrale.

Nella tabella 16.1 si riportano i numeri di identificazione del paese di origine del produttore dell'acciaio previsti dalla norma **UNI EN 10080**<sup>1</sup>, caratterizzanti nervature consecutive. Nel caso specifico dell'Italia si hanno quattro nervature consecutive.

**Tabella - Numeri di identificazione del paese di origine del produttore dell'acciaio previsti dalla norma UNI EN 10080**

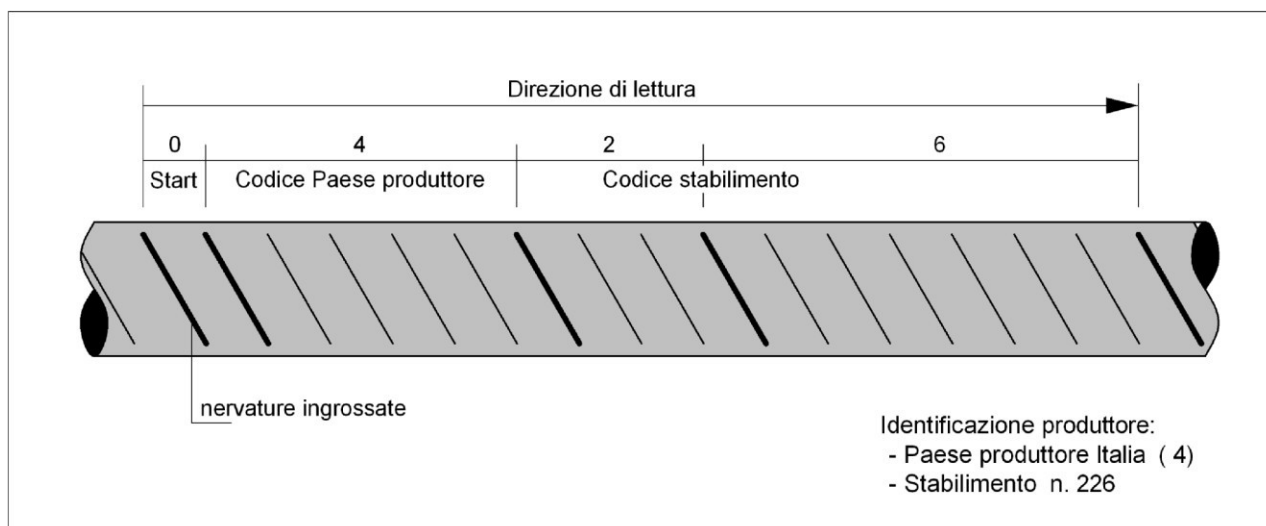
Paese produttore	Numero di nervature trasversali normali tra l'inizio della marcatura e la nervatura rinforzata successiva
Austria, Germania	1
Belgio, Lussemburgo, Paesi Bassi, Svizzera	2
Francia	3
Italia	4

<sup>1</sup> Nella Gazzetta ufficiale dell'Unione europea n. L343 dell'8 dicembre 2006 è stata pubblicata la decisione della Commissione delle Comunità Europee del 5 dicembre 2006 relativa alla cancellazione del riferimento alla norma EN 10080:2005 "Acciaio per cemento armato - Acciaio saldabile - Generalità" conformemente alla direttiva 89/106/CEE del Consiglio.

Irlanda, Islanda, Regno Unito	5
Danimarca, Finlandia, Norvegia, Svezia	6
Portogallo, Spagna	7
Grecia	8
Altri	9

#### IDENTIFICAZIONE DEL PRODUTTORE

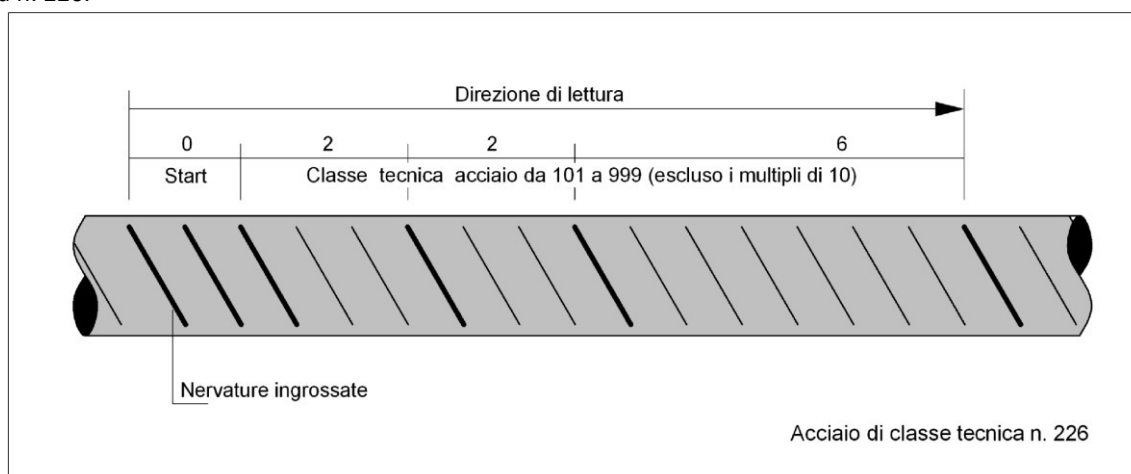
Il criterio di identificazione dell'acciaio prevede che su un lato della barra/rotolo vengano riportati dei simboli che identificano l'inizio di lettura del marchio (start: due nervature ingrossate consecutive), l'identificazione del paese produttore e dello stabilimento.



**Figura - Identificazione del produttore**

#### IDENTIFICAZIONE DELLA CLASSE TECNICA

Sull'altro lato della barra/rotolo, l'identificazione prevede dei simboli che identificano l'inizio della lettura (start: tre nervature ingrossate consecutive) e un numero che identifica la classe tecnica dell'acciaio che deve essere depositata presso il registro europeo dei marchi, da 101 a 999 escludendo i multipli di 10. La figura 16.2 riporta un acciaio di classe tecnica n. 226.



**Figura - Identificazione della classe tecnica**

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio ufficiale non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche per le costruzioni, e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

*Il caso della unità marcata scorporata.* Le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori per le prove di laboratorio Può accadere che durante il processo costruttivo, presso gli utilizzatori, presso i commercianti o presso i trasformatori intermedi, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale

marcatura del prodotto. In questo caso, tanto gli utilizzatori quanto i commercianti e i trasformatori intermedi, oltre a dover predisporre idonee zone di stoccaggio, hanno la responsabilità di documentare la provenienza del prodotto mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il servizio tecnico centrale.

In tal caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal direttore dei lavori.

#### *Conservazione della documentazione d'accompagnamento*

I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno dieci anni, e devono mantenere evidenti le marcature o le etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.

#### *Indicazione del marchio identificativo nei certificati delle prove meccaniche*

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove.

Nel caso i campioni fossero sprovvisti del marchio identificativo, ovvero il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il servizio tecnico centrale, il laboratorio dovrà tempestivamente informare di ciò il servizio tecnico centrale e il direttore dei lavori.

Le certificazioni così emesse non possono assumere valenza ai fini della vigente normativa, il materiale non può essere utilizzato e il direttore dei lavori deve prevedere, a cura e spese dell'impresa, l'allontanamento dal cantiere del materiale non conforme.

#### *Forniture e documentazione di accompagnamento: l'attestato di qualificazione*

Le nuove norme tecniche stabiliscono che tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale (paragrafo 11.3.1.5).

L'attestato di qualificazione può essere utilizzato senza limitazione di tempo, inoltre deve riportare il riferimento al documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio.

Il direttore dei lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

#### *Centri di trasformazione*

Le nuove norme tecniche (paragrafo 11.3.2.6) definiscono *centro di trasformazione*, nell'ambito degli acciai per cemento armato, un impianto esterno al produttore e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in cemento armato quali, per esempio, elementi saldati e/o presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura), pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni.

Il centro di trasformazione deve possedere tutti i requisiti previsti dalle nuove norme tecniche per le costruzioni.

#### *Rintracciabilità dei prodotti*

Il centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

#### *Documentazione di accompagnamento e verifiche del direttore dei lavori*

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il direttore dei lavori lo

richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che deve riportare nel certificato di collaudo statico gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

#### *I tipi d'acciaio per cemento armato*

Le nuove norme tecniche per le costruzioni ammettono esclusivamente l'impiego di acciai saldabili e nervati idoneamente qualificati secondo le procedure previste dalle stesse norme, e controllati con le modalità previste per gli acciai per cemento armato precompresso e per gli acciai per carpenterie metalliche.

I tipi di acciai per cemento armato sono indicati nella tabella 16.2.

**Tabella - Tipi di acciai per cemento armato**

Tipi di acciaio per cemento armato previsti dalle norme precedenti	Tipi di acciaio previsti dal D.M. 14 gennaio 2008 (saldabili e ad aderenza migliorata)
FeB22k e FeB32k (barre tonde lisce) FeB38k e FeB44k (barre tonde nervate)	B450C ( $6 \leq \varnothing \leq 50$ mm) B450A ( $5 \leq \varnothing \leq 12$ mm)

#### *38.1.1 L'acciaio per cemento armato B450C*

L'acciaio per cemento armato B450C (laminato a caldo) è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

-  $f_{y\text{ nom}}$ : 450 N/mm<sup>2</sup>

-  $f_{t\text{ nom}}$ : 540N/mm<sup>2</sup>

E deve rispettare i requisiti indicati nella tabella 16.3.

**Tabella - Acciaio per cemento armato laminato a caldo B450C**

Caratteristiche	Requisiti	Frattile [%]
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y\text{ nom}}$	5,0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t\text{ nom}}$	5,0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$ $\leq 1,35$	10,0
$(f_y/f_{y\text{ nom}})_k$	$\leq 1,25$	10,0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\%$	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:	-	-
..<12mm	4	-
12 ≤ .. ≤ 16 mm	5	-
per 16 < .. ≤ 25 mm	8	-
Per 25 < .. ≤ 50 mm	10	-

#### *L'acciaio per cemento armato B450A*

L'acciaio per cemento armato B450A (trafilato a freddo), caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio B450C, deve rispettare i requisiti indicati nella tabella 16.4.

**Tabella - Acciaio per cemento armato trafilato a freddo B450A**

Caratteristiche	Requisiti	Frattile [%]
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y\text{ nom}}$	5,0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t\text{ nom}}$	5,0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$	10,0
$(f_y/f_{y\text{ nom}})_k$	$\leq 1,25$	10,0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 2,5\%$	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:	4 ..	-

..<10mm		
---------	--	--

#### *L'accertamento delle proprietà meccaniche*

L'accertamento delle proprietà meccaniche degli acciai deve essere condotto secondo le seguenti norme (paragrafo nuove norme tecniche):

**UNI EN ISO 15630-1** – Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato;

**UNI EN ISO 15630-2** – Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 2: Reti saldate.

Per gli acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche devono essere determinate su provette mantenute per 60 minuti a  $100 \pm 10^\circ\text{C}$  e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.

In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si deve sostituire  $f_y$  con  $f_{(0,2)}$ .

#### *La prova di piegamento*

La prova di piegamento e di raddrizzamento deve essere eseguita alla temperatura di  $20 + 5^\circ\text{C}$  piegando la provetta a  $90^\circ$ , mantenendola poi per 30 minuti a  $100 \pm 10^\circ\text{C}$  e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno  $20^\circ$ . Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

#### *La prova di trazione*

La prova a trazione per le barre è prevista dalla norma **UNI EN ISO 15630-1**. I campioni devono essere prelevati in contraddittorio con l'appaltatore al momento della fornitura in cantiere. Gli eventuali trattamenti di invecchiamento dei provini devono essere espressamente indicati nel rapporto di prova.

La lunghezza dei campioni delle barre per poter effettuare sia la prova di trazione, sia la prova di piegamento deve essere di almeno 100 cm (consigliato 150 cm).

Riguardo alla determinazione di  $A_{gt}$ , allungamento percentuale totale alla forza massima di trazione  $F_m$ , bisogna considerare che:

- se  $A_{gt}$  è misurato usando un estensimetro,  $A_{gt}$  deve essere registrato prima che il carico diminuisca più di 0,5% dal relativo valore massimo;
- se  $A_{gt}$  è determinato con il metodo manuale,  $A_{gt}$  deve essere calcolato con la seguente formula:

$$A_{gt} = A_g + R_m / 2000$$

dove

- $A_g$  è l'allungamento percentuale non-proporzionale al carico massimo  $F_m$
- $R_m$  è la resistenza a trazione ( $\text{N/mm}^2$ ).

La misura di  $A_g$  deve essere fatta su una lunghezza della parte calibrata di 100 mm ad una distanza  $r_2$  di almeno 50 mm o  $2d$  (il più grande dei due) lontano dalla frattura. Questa misura può essere considerata come non valida se la distanza  $r_1$  fra le ganasce e la lunghezza della parte calibrata è inferiore a 20 mm o  $d$  (il più grande dei due).

La norma **UNI EN 15630-1** stabilisce che in caso di contestazioni deve applicarsi il metodo manuale.

#### *Le caratteristiche dimensionali e di impiego*

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni (paragrafo 11.3.2.4 nuove norme tecniche).

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi, cioè, una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

La marcatura dei prodotti deve consentirne l'identificazione e la rintracciabilità.

La documentazione di accompagnamento delle forniture deve rispettare le prescrizioni stabilite dalle norme tecniche, in particolare è necessaria per quei prodotti per i quali non sussiste l'obbligo della marcatura CE.

Le barre sono caratterizzate dal diametro  $\phi$  della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a  $7,85 \text{ kg/dm}^3$ .

I diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A, in barre e in rotoli, sono riportati nelle tabelle 16.5 e 16.6.

**Tabella - Diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A in barre**

Acciaio in barre	Diametro ...[mm]
------------------	------------------

B450C	$6 \leq d \leq 40$
B450A	$5 \leq d \leq 10$

**Tabella - Diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A in rotoli**

Acciaio in rotoli	Diametro ...[mm]
B450C	$6 \leq d \leq 16$
B450A	$5 \leq d \leq 10$

#### *La sagomatura e l'impiego*

Le nuove norme tecniche stabiliscono che la sagomatura e/o l'assemblaggio dei prodotti possono avvenire (paragrafo 11.3.2.3 nuove norme tecniche):

- in cantiere, sotto la vigilanza della direzione dei lavori;
- in centri di trasformazione, solo se dotati dei requisiti previsti.

Nel primo caso, per *cantiere* si intende esplicitamente l'area recintata del cantiere, all'interno della quale il costruttore e la direzione dei lavori sono responsabili dell'approvvigionamento e lavorazione dei materiali, secondo le competenze e responsabilità che la legge da sempre attribuisce a ciascuno.

Al di fuori dell'area di cantiere, tutte le lavorazioni di sagomatura e/o assemblaggio devono avvenire esclusivamente in centri di trasformazione provvisti dei requisiti delle indicati dalle nuove norme tecniche.

#### *Le reti e i tralicci elettrosaldati*

Gli acciai delle reti e dei tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare i 330 mm.

I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre e assemblati mediante saldature.

Per le reti e i tralicci in acciaio (B450C o B450A), gli elementi base devono avere diametro  $d_{min}$  come di riportato nella tabella 16.7.

**Tabella– Diametro degli elementi base per le reti e i tralicci in acciaio B450C e B450A**

Acciaio tipo	Diametro ..degli elementi base
B450C	$6 \text{ mm} \leq d \leq 16 \text{ mm}$
B450A	$5 \text{ mm} \leq d \leq 10 \text{ mm}$

Il rapporto tra i diametri delle barre componenti le reti e i tralicci deve essere:  $d_{min}/d_{max} \geq 0,6$ .

I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la norma **UNI EN ISO 15630-2** pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm<sup>2</sup>. Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo deve essere controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualificazione di seguito riportate.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Nel caso dei tralicci è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio B450A oppure B450C saldabili.

La produzione di reti e tralicci elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi possono essere costituiti da acciai provvisti di specifica qualificazione o da elementi semilavorati quando il produttore, nel proprio processo di lavorazione, conferisca al semilavorato le caratteristiche meccaniche finali richieste dalla norma.

In ogni caso, il produttore dovrà procedere alla qualificazione del prodotto finito, rete o traliccio.

#### *La marchiatura di identificazione*

Ogni pannello o traliccio deve essere, inoltre, dotato di apposita marchiatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.

La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marchiatura supplementare indelebile. In ogni caso, la marchiatura deve essere identificabile in modo permanente anche dopo l'annegamento nel calcestruzzo della rete o del traliccio elettrosaldato.

Laddove non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello o traliccio la marchiatura secondo le modalità sopra indicate, dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti o tralicci un'apposita etichettatura, con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del produttore. In questo caso, il direttore dei lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere, deve verificare la presenza della predetta etichettatura.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, ovvero in stabilimenti del medesimo produttore, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con la marchiatura dell'elemento base, alla quale può essere aggiunto un segno di riconoscimento di ogni singolo stabilimento.

#### *La saldabilità*

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito, deve soddisfare le limitazioni riportate nella tabella 16.8, dove il calcolo del carbonio equivalente  $C_{eq}$  è effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

**Tabella - Massimo contenuto di elementi chimici in percentuale (%)**

Elemento	Simbolo	Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,013	0,012
Carbonio equivalente	$C_{eq}$	0,52	0,50

È possibile eccedere il valore massimo di C dello 0,03% in massa, a patto che il valore del  $C_{eq}$  venga ridotto dello 0,02% in massa.

Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementi che fissano l'azoto stesso.

#### *Le tolleranze dimensionali*

La deviazione ammissibile per la massa nominale dei diametri degli elementi d'acciaio deve rispettare le tolleranze riportate nella tabella 16.9.

**Tabella - Deviazione ammissibile per la massa nominale**

Diametro nominale [mm]	5 ≤ .. ≤ 8	8 < .. ≤ 40
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	± 6	± 4,5

#### *Le procedure di controllo per acciai da cemento armato ordinario, barre e rotoli*

##### *I controlli sistematici*

Le prove di qualificazione e di verifica periodica, di cui ai successivi punti, devono essere ripetute per ogni prodotto avente caratteristiche differenti o realizzato con processi produttivi differenti, anche se provenienti dallo stesso stabilimento.

I rotoli devono essere soggetti a qualificazione separata dalla produzione in barre e dotati di marchiatura differenziata.

##### *Le prove di qualificazione*

Il laboratorio ufficiale prove incaricato deve effettuare, senza preavviso, presso lo stabilimento di produzione, il prelievo di una serie di 75 saggi, ricavati da tre diverse colate o lotti di produzione, 25 per ogni colata o lotto di produzione, scelti su tre diversi diametri opportunamente differenziati, nell'ambito della gamma prodotta.

Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica.

Sui campioni devono essere determinati, a cura del laboratorio ufficiale incaricato, i valori delle tensioni di snervamento e rottura  $f_y$  e  $f_t$ , l'allungamento  $A_{gt}$ , ed effettuate le prove di piegamento.

##### *Le prove periodiche di verifica della qualità*

Ai fini della verifica della qualità, il laboratorio incaricato deve effettuare controlli saltuari, ad intervalli non superiori a tre mesi, prelevando tre serie di cinque campioni, costituite ognuna da cinque barre di uno stesso diametro, scelte con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, e provenienti da una stessa colata.



Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica. Su tali serie il laboratorio ufficiale deve effettuare le prove di resistenza e di duttilità. I corrispondenti risultati delle prove di snervamento e di rottura vengono introdotti nelle precedenti espressioni, le quali vengono sempre riferite a cinque serie di cinque saggi, facenti parte dello stesso gruppo di diametri, da aggiornarsi ad ogni prelievo, aggiungendo la nuova serie ed eliminando la prima in ordine di tempo. I nuovi valori delle medie e degli scarti quadratici così ottenuti vengono, quindi, utilizzati per la determinazione delle nuove tensioni caratteristiche, sostitutive delle precedenti (ponendo  $n = 25$ ).

Se i valori caratteristici riscontrati risultano inferiori ai minimi per gli acciai B450C e B450A, il laboratorio incaricato deve darne comunicazione al servizio tecnico centrale e ripetere le prove di qualificazione solo dopo che il produttore ha eliminato le cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prova di verifica della qualità non soddisfi i requisiti di duttilità per gli acciai B450C e B450A, il prelievo relativo al diametro di cui trattasi deve essere ripetuto. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. Un ulteriore risultato negativo comporta la ripetizione della qualificazione.

Le tolleranze dimensionali devono essere riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione.

Su almeno un saggio per colata o lotto di produzione è calcolato il valore dell'area relativa di nervatura o di dentellatura.

**Tabella - Verifica di qualità per ciascuno dei gruppi di diametri**

Intervallo di prelievo	Prelievo	Provenienza
≤ 1 mese	3 serie di 5 campioni 1 serie = 5 barre di uno stesso diametro	Stessa colata

**Tabella - Verifica di qualità non per gruppi di diametri**

Intervallo di prelievo	Prelievo	Provenienza
≤ 1 mese	15 saggi prelevati da 3 diverse colate: - 5 saggi per colata o lotto di produzione indipendentemente dal diametro	Stessa colata o lotto di produzione

*La verifica delle tolleranze dimensionali per colata o lotto di produzione*

Ai fini del controllo di qualità, le tolleranze dimensionali di cui alla tabella 16.9 devono essere riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di produzione.

Qualora la tolleranza sulla sezione superi il  $\pm 2\%$ , il rapporto di prova di verifica deve riportare i diametri medi effettivi.

*La facoltatività dei controlli su singole colate o lotti di produzione*

I produttori già qualificati possono richiedere, di loro iniziativa, di sottoporsi a controlli su singole colate o lotti di produzione, eseguiti a cura di un laboratorio ufficiale prove. Le colate o lotti di produzione sottoposti a controllo devono essere cronologicamente ordinati nel quadro della produzione globale.

I controlli consistono nel prelievo, per ogni colata e lotto di produzione e per ciascun gruppo di diametri da essi ricavato, di un numero  $n$  di saggi, non inferiore a dieci, sui quali si effettuano le prove di verifica di qualità per gli acciai in barre, reti e tralicci elettrosaldati.

Le tensioni caratteristiche di snervamento e rottura devono essere calcolate con le espressioni per i controlli sistematici in stabilimento per gli acciai in barre e rotoli, nelle quali  $n$  è il numero dei saggi prelevati dalla colata.

*I controlli nei centri di trasformazione*

I controlli nei centri di trasformazione sono obbligatori e devono essere effettuati:

- in caso di utilizzo di barre, su ciascuna fornitura, o comunque ogni 90 t;
- in caso di utilizzo di rotoli, ogni dieci rotoli impiegati.

Qualora non si raggiungano le quantità sopra riportate, in ogni caso deve essere effettuato almeno un controllo per ogni giorno di lavorazione.

Ciascun controllo deve essere costituito da tre spezzoni di uno stesso diametro per ciascuna fornitura, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi alle eventuali forniture provenienti da altri stabilimenti. I controlli devono consistere in prove di trazione e piegamento e devono essere eseguiti dopo il raddrizzamento.

In caso di utilizzo di rotoli deve altresì essere effettuata, con frequenza almeno mensile, la verifica dell'area relativa di nervatura o di dentellatura, secondo il metodo geometrico di cui alla norma **UNI EN ISO 15630-1**.

Tutte le prove suddette devono essere eseguite dopo le lavorazioni e le piegature atte a dare ad esse le forme volute per il particolare tipo di impiego previsto.

Le prove di cui sopra devono essere eseguite e certificate dai laboratori ufficiali prove.

Il direttore tecnico di stabilimento curerà la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

#### *I controlli di accettazione in cantiere*

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati dal direttore dei lavori entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, in ragione di tre spezzoni marchiatì e di uno stesso diametro scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario, i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I valori di resistenza e allungamento di ciascun campione da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella

16.12. Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

Nel caso di campionamento e di prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato. Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante, che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio ufficiale.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui dieci ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico, e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo, secondo quanto sopra riportato. In caso contrario, il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al servizio tecnico centrale.

**Tabella - Valori di resistenza e di allungamento accettabili**

Caratteristica	Valore limite	Note
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	(450 – 25) N/mm <sup>2</sup>
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	$[450 \cdot (1,25 + 0,02)]$ N/mm <sup>2</sup>
$A_{gt}$ minimo	$\geq 6,0\%$	per acciai B450C
$A_{gt}$ minimo	$\geq 2,0\%$	per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1,13 \leq f_t/f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
Rottura/snervamento	$f_t/f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti

#### *Il prelievo dei campioni e la domanda al laboratorio prove*

Il prelievo dei campioni di barre d'armatura deve essere effettuato a cura del direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale prove incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati, provenga da un centro di trasformazione, il direttore dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle nuove norme tecniche, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i necessari controlli. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al laboratorio ufficiale autorizzato deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche, e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

#### Art. 23. Acciaio per cemento armato precompresso

##### *Generalità*

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai qualificati secondo le procedure previste dalle norme tecniche per le costruzioni.

##### *Le caratteristiche dimensionali*

L'acciaio per armature da precompressione è generalmente fornito secondo le forme indicate qui di seguito:

- filo: prodotto trafilato di sezione piena che possa fornirsi in rotoli;
- barra: prodotto laminato di sezione piena che possa fornirsi soltanto in forma di elementi rettilinei;
- treccia: due o tre fili avvolti ad elica intorno al loro comune asse longitudinale. Il passo e il senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili della treccia;
- trefolo: fili avvolti ad elica intorno ad un filo rettilineo completamente ricoperto dai fili elicoidali. Il passo e il senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili di uno stesso strato.

I fili possono essere tondi o di altre forme, e vengono individuati mediante il diametro nominale o il diametro nominale equivalente riferito alla sezione circolare equipesante. Non è consentito l'impiego di fili lisci nelle strutture precomprese ad armature pretese.

Le barre possono essere lisce, a filettatura continua o parziale, o con risalti, e vengono individuate mediante il diametro nominale.

I prodotti devono essere dotati di marcatura generalmente costituita da sigillo o etichettatura sulle legature.

Le forniture devono essere accompagnate dalla prescritta documentazione.

Gli acciai per armature da precompressione possono essere forniti in:

- rotoli (fili, trecce, trefoli);
- bobine (trefoli);
- fasci (barre).

I fili devono essere forniti in rotoli di diametro tale che, all'atto dello svolgimento, allungati al suolo su un tratto di 10 m non presentino curvatura con freccia superiore a 400 mm. Il produttore deve indicare il diametro minimo di avvolgimento.

Ciascun rotolo di filo liscio, ondulato o con impronte, deve essere esente da saldature.

Sono ammesse le saldature di fili destinati alla produzione di trecce e di trefoli se effettuate prima della trafilatura; per i trefoli sono ammesse saldature anche durante l'operazione di cordatura, purché tali saldature siano opportunamente distanziate e sfalsate.

All'atto della posa in opera, gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione, difetti superficiali visibili, pieghe.

È tollerata un'ossidazione che scompaia totalmente mediante sfregamento con un panno asciutto.

Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento.

##### *I controlli*

Le nuove norme tecniche per l'acciaio per cemento armato precompresso prevedono tre forme di controllo obbligatorie:

- controlli in stabilimento;
- controlli negli stabilimenti permanenti di prefabbricazione e nel luogo di formazione dei cavi;
- accettazione in cantiere.

I controlli eseguiti in stabilimento si riferiscono a lotti di produzione (massimo 120 t).

I controlli eseguiti negli stabilimenti permanenti di prefabbricazione e nel luogo di formazione dei cavi si riferiscono a forniture (massimo 90 t).

L'accettazione eseguita in cantiere si riferisce a lotti di spedizione (massimo 30 t).

A tale riguardo si definiscono:

- lotti di produzione;
- forniture;
- lotti di spedizione.

I lotti di produzione si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (numero di rotolo finito, della bobina di trefolo e del fascio di barre). Un lotto di produzione deve avere grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) ed essere compreso tra 30 e 120 tonnellate.

Le forniture sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

I lotti di spedizione, infine, sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

I controlli in cantiere possono essere omessi quando il prodotto utilizzato in cantiere proviene da uno stabilimento di prefabbricazione o da un luogo di formazione dei cavi nel quale sono stati effettuati i controlli di cui al punto precedente. In quest'ultimo caso, la fornitura del materiale deve essere accompagnata da idonea documentazione attestante l'esecuzione delle prove di cui sopra con l'indicazione del cantiere di destinazione.

Resta comunque nella discrezionalità del direttore dei lavori la facoltà di effettuare tutti gli eventuali controlli ritenuti opportuni.

#### *Le prescrizioni comuni. Le modalità di prelievo*

I saggi sugli acciai da cemento armato precompresso destinati ai controlli:

- non devono essere avvolti con diametro inferiore a quello della bobina o del rotolo di provenienza;
- devono essere prelevati con le lunghezze richieste dal laboratorio incaricato delle prove e in numero sufficiente per eseguire eventuali prove di controllo successive;
- devono essere adeguatamente protetti nel trasporto.

#### *I controlli nei centri di trasformazione*

I controlli nei centri di trasformazione sono obbligatori e devono essere effettuati a cura del direttore tecnico dello stabilimento. I controlli devono essere eseguiti secondo le modalità di seguito indicate.

Effettuato un prelievo di tre saggi provenienti da una stessa fornitura, intesa come lotto formato da 90 t al massimo, e appartenenti ad una stessa categoria, si determinano, mediante prove eseguite presso un laboratorio ufficiale, i corrispondenti valori minimi di  $f_{pt}$ ,  $f_{py}$ ,  $f_{p(1)}$ ,  $f_{p(0,1)}$ .

I risultati delle prove sono considerati compatibili con quelli ottenuti in stabilimento se nessuno dei valori minimi sopra indicati è inferiore ai corrispondenti valori caratteristici garantiti dal produttore. Nel caso in cui anche uno solo dei valori minimi suddetti non rispetti la corrispondente condizione, verranno eseguite prove supplementari soggette a valutazioni statistiche, come di seguito indicato.

Il campione da sottoporre a prove supplementari è costituito da almeno dieci saggi prelevati da altrettanti rotoli, bobine o fasci. Se il numero dei rotoli, bobine o fasci costituenti il lotto è inferiore a dieci, da alcuni rotoli o bobine verranno prelevati due saggi, uno da ciascuna estremità. Per le barre vengono prelevati due saggi da due barre diverse dello stesso fascio.

Ogni saggio deve recare contrassegni atti ad individuare il lotto e il rotolo, la bobina o il fascio di provenienza.

Effettuato il prelievo supplementare si determinano, mediante prove effettuate presso un laboratorio ufficiale, i corrispondenti valori medi  $g_{mn}$  e le deviazioni standard  $s_n$  di  $f_{pt}$ ,  $f_{py}$ ,  $f_{p(1)}$ ,  $f_{p(0,1)}$ .

I risultati delle prove vengono considerati compatibili con quelli ottenuti in stabilimento se:

- per le tensioni di rottura  $f_{pt}$ :

$$\begin{aligned} g_{mn} &\geq 1,03 f_{ptk} \\ s_n &\leq 0,05 f_{ptk} \end{aligned}$$

- per le grandezze  $f_{pt}$ ,  $f_{p(1)}$ ,  $f_{p(0,1)}$ :

$$\begin{aligned} g_{mn} &\geq 1,04 (f_{pyk}, f_{p(1)k}, f_{p(0,1)k}) \\ s_n &\leq 0,07 (f_{pyk}, f_{p(1)k}, f_{p(0,1)k}) \end{aligned}$$

- i valori del modulo di elasticità longitudinale  $E_p$  sono conformi al valore garantito dal produttore, con una tolleranza del  $\pm 5\%$ .

Se tali disuguaglianze non sono verificate, o se non sono rispettate le prescrizioni riguardanti le proprietà e le tolleranze, si ripeteranno le prove su altri dieci saggi, previo avviso al produttore.

L'ulteriore risultato negativo comporta l'inidoneità della partita e la trasmissione dei risultati al produttore, che è tenuto a farli inserire tra i risultati dei controlli statistici della sua produzione.

In tal caso, il direttore tecnico del centro di trasformazione deve comunicare il risultato anomalo sia al laboratorio incaricato del controllo che al servizio tecnico centrale.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del direttore tecnico del centro di trasformazione che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Per le caratteristiche dei certificati emessi dal laboratori, è fatta eccezione per il marchio di qualificazione, normalmente non presente sugli acciai da cemento armato precompresso, per il quale si potrà fare riferimento ad eventuali cartellini identificativi ovvero ai dati dichiarati del richiedente.

Il direttore tecnico del centro di trasformazione deve curare la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

Tutte le forniture provenienti da un centro di trasformazione devono essere accompagnate dalla documentazione prevista.

#### *I controlli di accettazione in cantiere e gli obblighi del direttore dei lavori*

I controlli in cantiere, demandati al direttore dei lavori, sono obbligatori, e devono essere eseguiti secondo le medesime indicazioni di cui al precedente paragrafo, con l'avvertenza che il prelievo preliminare dei tre saggi deve essere effettuato per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.

Qualora la fornitura di cavi preformati provenga da un centro di trasformazione, il direttore dei lavori, esaminata preliminarmente la documentazione attestante il possesso di tutti i requisiti previsti dalle nuove norme tecniche, che il suddetto centro di trasformazione è tenuto a trasmettergli, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli previsti. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati valgono le medesime disposizioni di cui al precedente paragrafo.

### **Art. 24. Acciaio per strutture metalliche**

#### *Generalità*

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte, si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie **UNI EN 10025** (per i laminati), **UNI EN 10210** (per i tubi senza saldatura) e **UNI EN 10219-1** (per i tubi saldati), recanti la marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+, e per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla GUUE. Al termine del periodo di coesistenza, il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della marcatura CE, prevista dalla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione (CPD), recepita in Italia dal D.P.R. n. 246/1993, così come modificato dal D.P.R. n. 499/1997.

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

Per i prodotti per cui non sia applicabile la marcatura CE e non sia disponibile una norma armonizzata, ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle norme tecniche per le costruzioni. È fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il produttore abbia volontariamente optato per la marcatura CE. Si applicano anche le procedure di controllo per gli acciai da carpenteria.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova, devono rispondere alle prescrizioni delle norme **UNI EN ISO 377**, **UNI 552**, **UNI EN 10002-1** e **UNI EN 10045-1**.

Gli spessori nominali dei laminati, per gli acciai di cui alle norme europee **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210** e **UNI EN 10219-1**, sono riportati nelle tabelle 18.1 e 18.2.

**Tabella - Laminati a caldo con profili a sezione aperta**

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$

UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

**Tabella - Laminati a caldo con profili a sezione cava**

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

*L'acciaio per getti*

Per l'esecuzione di parti in getti si devono impiegare acciai conformi alla norma **UNI EN 10293**.

Quando tali acciai debbano essere saldati, valgono le stesse limitazioni di composizione chimica previste per gli acciai laminati di resistenza simile.

*L'acciaio per strutture saldate*

*La composizione chimica degli acciai*

Gli acciai per strutture saldate, oltre a soddisfare le condizioni generali, devono avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili previste dalle nuove norme tecniche.

### *Il processo di saldatura. La qualificazione dei saldatori*

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma **UNI EN ISO 4063**. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma **UNI EN 287-1** da parte di un ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma **UNI EN 287-1**, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma **UNI EN 1418**. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma **UNI EN ISO 15614-1**.

Le durezza eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta), si applica la norma **UNI EN ISO 14555**. Valgono, perciò, i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 dell'appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un ente terzo. In assenza di prescrizioni in proposito, l'ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza. Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno, inoltre, essere rispettate le norme **UNI EN 1011** (parti 1 e 2) per gli acciai ferritici, e **UNI EN 1011** (parte 3) per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma **UNI EN ISO 9692-1**.

Oltre alle prescrizioni applicabili per i centri di trasformazione, il costruttore deve corrispondere a particolari requisiti. In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma **UNI EN ISO 3834** (parti 2 e 4). Il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità. Tali requisiti sono riassunti nella tabella 18.3.

La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un ente terzo scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore secondo criteri di indipendenza e di competenza.

**Tabella - Tipi di azione sulle strutture soggette a fatica in modo più o meno significativo**

Tipo di azione sulle strutture	Strutture soggette a fatica in modo non significativo			Strutture soggette a fatica in modo significativo
	A	B	C	
Riferimento				D
Materiale base: spessore minimo delle membrane	S235, $s \leq 30$ mm S275, $s \leq 30$ mm	S355, $s \leq 30$ mm S235 S275	S235 S275 S355 S460, $s \leq 30$ mm	S235 S275 S355 S460 Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati <sup>1</sup>
Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834	Elementare EN ISO 3834-4	Medio EN ISO 3834-3	Medio UNI EN ISO 3834-3	Completo EN ISO 3834-2
Livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma UNI EN 719	Di base	Specifico	Completo	Completo

<sup>1</sup> Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo.

### *I bulloni e i chiodi*

#### *I bulloni*

I bulloni sono organi di collegamento tra elementi metallici, introdotti in fori opportunamente predisposti, composti dalle seguenti parti:

- gambo, completamente o parzialmente filettato con testa esagonale (vite);
- dado di forma esagonale, avvitato nella parte filettata della vite;

- rondella (o rosetta) del tipo elastico o rigido.



In presenza di vibrazioni dovute a carichi dinamici, per evitare lo svitamento del dado, vengono applicate rondelle elastiche oppure dei controdadi.

I bulloni – conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme **UNI EN ISO 4016** e **UNI 5592** – devono appartenere alle sottoindicate classi della norma **UNI EN ISO 898-1**, associate nel modo indicato nelle tabelle 18.4 e 18.5.

**Tabella - Classi di appartenenza di viti e dadi**

-	Normali			Ad alta resistenza	
<b>Vite</b>	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
<b>Dado</b>	4	5	6	8	10

Le tensioni di snervamento  $f_{yb}$  e di rottura  $f_{tb}$  delle viti appartenenti alle classi indicate nella tabella 18.4 sono riportate nella tabella 18.5.

**Tabella - Tensioni di snervamento  $f_{yb}$  e di rottura  $f_{tb}$  delle viti**

Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
$f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	240	300	480	649	900
$f_{tb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	400	500	600	800	1000

#### *I bulloni per giunzioni ad attrito*

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della tabella 18.6 (viti e dadi), e devono essere associati come indicato nelle tabelle 18.4 e 18.5.

**Tabella - Bulloni per giunzioni ad attrito**

Elemento	Materiale	Riferimento
<b>Viti</b>	8.8-10.9 secondo UNI EN ISO 898-1	UNI EN 14399 (parti 3 e 4)
<b>Dadi</b>	8-10 secondo UNI EN 20898-2	
<b>Rosette</b>	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: temperato e rinvenuto HRC 32-40	UNI EN 14399 (parti 5 e 6)
<b>Piastrine</b>	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32-40	

Gli elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico devono soddisfare i requisiti di cui alla norma europea armonizzata **UNI EN 14399-1**, e recare la relativa marcatura CE, con le specificazioni per i materiali e i prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla GUUE. Al termine del periodo di coesistenza, il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della marcatura CE, prevista dalla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione (CPD), recepita in Italia dal D.P.R. n. 246/1993, così come modificato dal D.P.R. n. 499/1997.

#### *I chiodi*

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla norma **UNI 7356**.

Le unioni con i chiodi sono rare perché di difficile esecuzione (foratura del pezzo, montaggio di bulloni provvisori, riscaldamento dei chiodi e successivo alloggiamento e ribaditura), a differenza delle unioni con bulloni più facili e veloci da eseguire. Tuttavia, non è escluso che le chiodature possano essere impiegate in particolari condizioni, come ad esempio negli interventi di restauro di strutture metalliche del passato.

#### *I connettori a piolo*

Nel caso in cui si utilizzino connettori a piolo, l'acciaio deve essere idoneo al processo di formazione dello stesso e compatibile per saldatura con il materiale costituente l'elemento strutturale interessato dai pioli stessi. Esso deve avere le seguenti caratteristiche meccaniche:

- allungamento percentuale a rottura (valutato su base  $L_0 = 5,65 \sqrt{A_0}$ , dove  $A_0$  è l'area della sezione trasversale del saggio)  $\geq 12$ ;
- rapporto  $f_t/f_y \geq 1,2$ .

Quando i connettori vengono uniti alle strutture con procedimenti di saldatura speciali, senza metallo d'apporto, essi devono essere fabbricati con acciai la cui composizione chimica soddisfi le limitazioni seguenti: C  $\leq 0,18\%$ , Mn  $\leq 0,9\%$ , S  $\leq 0,04\%$ , P  $\leq 0,05\%$ .

### *L'impiego di acciai inossidabili*

Nell'ambito delle indicazioni generali per gli acciai di cui alle norme armonizzate **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210** e **UNI EN 10219-1**, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità, e in favore di sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  – da utilizzare nei calcoli – si assumono i valori nominali  $f_y = R_{eH}$  e  $f_t = R_m$  riportati nelle relative norme di prodotto, ed è consentito l'impiego di acciaio inossidabile per la realizzazione di strutture metalliche.

In particolare, per i prodotti laminati la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione per tutte le tipologie di acciaio e al controllo nei centri di trasformazione nell'ambito degli acciai per carpenteria metallica.

### *Le specifiche per gli acciai da carpenteria in zona sismica*

L'acciaio costituente le membrature, le saldature e i bulloni, deve essere conforme ai requisiti riportati nelle norme sulle costruzioni in acciaio.

Per le zone dissipative si devono applicare le seguenti regole aggiuntive:

- per gli acciai da carpenteria il rapporto fra i valori caratteristici della tensione di rottura  $f_{tk}$  (nominale) e la tensione di snervamento  $f_{yk}$  (nominale) deve essere maggiore di 1,20 e l'allungamento a rottura A5, misurato su provino standard, deve essere non inferiore al 20%;
- la tensione di snervamento massima  $f_{y,max}$  deve risultare  $f_{y,max} \leq 1,2 f_{yk}$ ;
- i collegamenti bullonati devono essere realizzati con bulloni ad alta resistenza di classe 8.8 o 10.9.

### *Le procedure di controllo su acciai da carpenteria*

#### *I controlli in stabilimento di produzione*

#### *La suddivisione dei prodotti*

Sono prodotti qualificabili sia quelli raggruppabili per colata che quelli per lotti di produzione.

Ai fini delle prove di qualificazione e di controllo, i prodotti nell'ambito di ciascuna gamma merceologica per gli acciai laminati sono raggruppabili per gamme di spessori, così come definito nelle norme europee armonizzate **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1**.

Agli stessi fini, sono raggruppabili anche i diversi gradi di acciai (JR, JO, J2, K2), sempre che siano garantite per tutti le caratteristiche del grado superiore del raggruppamento.

Un lotto di produzione è costituito da un quantitativo compreso fra 30 e 120 t, o frazione residua, per ogni profilo, qualità e gamma di spessore, senza alcun riferimento alle colate che sono state utilizzate per la loro produzione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione corrisponde all'unità di collaudo come definita dalle norme europee armonizzate **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** in base al numero dei pezzi.

#### *Le prove di qualificazione*

Ai fini della qualificazione, con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata, ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle nuove norme tecniche, è fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il produttore abbia volontariamente optato per la marcatura CE, il produttore deve predisporre una idonea documentazione sulle caratteristiche chimiche, ove pertinenti, e meccaniche, riscontrate per quelle qualità e per quei prodotti che intende qualificare.

La documentazione deve essere riferita ad una produzione consecutiva relativa ad un periodo di tempo di almeno sei mesi e ad un quantitativo di prodotti tale da fornire un quadro statisticamente significativo della produzione stessa e comunque  $\geq 2000$  t oppure ad un numero di colate o di lotti  $\geq 25$ .

Tale documentazione di prova deve basarsi sui dati sperimentali rilevati dal produttore, integrati dai risultati delle prove di qualificazione effettuate a cura di un laboratorio ufficiale incaricato dal produttore stesso.

Le prove di qualificazione devono riferirsi a ciascun tipo di prodotto, inteso individuato da gamma merceologica, classe di spessore e qualità di acciaio, ed essere relative al rilievo dei valori caratteristici; per ciascun tipo verranno eseguite almeno trenta prove su saggi appositamente prelevati.

La documentazione del complesso delle prove meccaniche deve essere elaborata in forma statistica calcolando, per lo snervamento e la resistenza a rottura, il valore medio, lo scarto quadratico medio e il relativo valore caratteristico delle corrispondenti distribuzioni di frequenza.

#### *Il controllo continuo della qualità della produzione*

Con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le

procedure indicate nelle nuove norme tecniche, il servizio di controllo interno della qualità dello stabilimento produttore deve predisporre un'accurata procedura atta a mantenere sotto controllo con continuità tutto il ciclo produttivo.

Per ogni colata, o per ogni lotto di produzione, contraddistinti dal proprio numero di riferimento, viene prelevato dal prodotto finito un saggio per colata, e, comunque, un saggio ogni 80 t oppure un saggio per lotto e, comunque, un saggio ogni 40 t o frazione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione è definito dalle relative norme UNI di prodotto, in base al numero dei pezzi.

Dai saggi di cui sopra, verranno ricavati i provini per la determinazione delle caratteristiche chimiche e meccaniche previste dalle norme europee armonizzate **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1**, rilevando il quantitativo in tonnellate di prodotto finito cui la prova si riferisce.

Per quanto concerne  $f_y$  e  $f_t$ , i dati singoli raccolti, suddivisi per qualità e prodotti (secondo le gamme dimensionali) vengono riportati su idonei diagrammi per consentire di valutare statisticamente nel tempo i risultati della produzione rispetto alle prescrizioni delle presenti norme tecniche.

I restanti dati relativi alle caratteristiche chimiche, di resilienza e di allungamento vengono raccolti in tabelle e conservati, dopo averne verificato la rispondenza alle norme **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** per quanto concerne le caratteristiche chimiche e, per quanto concerne resilienza e allungamento, alle prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie **UNI EN 10025**, ovvero alle tabelle di cui alle norme europee **UNI EN 10210** e **UNI EN 10219** per i profilati cavi.

È cura e responsabilità del produttore individuare, a livello di colata o di lotto di produzione, gli eventuali risultati anomali che portano fuori limite la produzione e di provvedere ad ovviarne le cause. I diagrammi sopraindicati devono riportare gli eventuali dati anomali.

I prodotti non conformi devono essere deviati ad altri impieghi, previa punzonatura di annullamento, e tenendone esplicita nota nei registri.

La documentazione raccolta presso il controllo interno di qualità dello stabilimento produttore deve essere conservata a cura del produttore.

#### *La verifica periodica della qualità*

Con riferimento ai materiali e ai 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 con le modalità e le procedure indicate nelle nuove norme tecniche, il laboratorio incaricato deve effettuare periodicamente a sua discrezione e senza preavviso, almeno ogni sei mesi, una visita presso lo stabilimento produttore, nel corso della quale su tre tipi di prodotto, scelti di volta in volta tra qualità di acciaio, gamma merceologica e classe di spessore, effettuerà per ciascun tipo non meno di trenta prove a trazione su provette ricavate sia da saggi prelevati direttamente dai prodotti sia da saggi appositamente accantonati dal produttore in numero di almeno due per colata o lotto di produzione, relativa alla produzione intercorsa dalla visita precedente.

Inoltre, il laboratorio incaricato effettua le altre prove previste (resilienza e analisi chimiche) sperimentando su provini ricavati da tre campioni per ciascun tipo sopradetto.

Infine, si controlla che siano rispettati i valori minimi prescritti per la resilienza e quelli massimi per le analisi chimiche. Nel caso in cui i risultati delle prove siano tali per cui viene accertato che i limiti prescritti non sono rispettati, vengono prelevati altri saggi (nello stesso numero) e ripetute le prove.

Ove i risultati delle prove, dopo ripetizione, fossero ancora insoddisfacenti, il laboratorio incaricato sospende le verifiche della qualità dandone comunicazione al servizio tecnico centrale, e ripete la qualificazione dopo che il produttore ha avviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Per quanto concerne le prove di verifica periodica della qualità per gli acciai, con caratteristiche comprese tra i tipi S235 e S355, si utilizza un coefficiente di variazione pari all'8%.

Per gli acciai con snervamento o rottura superiore al tipo S355 si utilizza un coefficiente di variazione pari al 6%.

Per tali acciai la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua nell'ultimo semestre e anche nei casi in cui i quantitativi minimi previsti non siano rispettati, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

#### *I controlli su singole colate*

Negli stabilimenti soggetti a controlli sistematici, i produttori possono richiedere di loro iniziativa di sottoporsi a controlli, eseguiti a cura di un laboratorio ufficiale, su singole colate di quei prodotti che, per ragioni produttive, non possono ancora rispettare le condizioni quantitative minime per qualificarsi.

Le prove da effettuare sono quelle relative alle norme europee armonizzate **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1**, e i valori da rispettare sono quelli di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie **UNI EN 10025**, ovvero delle tabelle di cui alle norme europee **UNI EN 10210** e **UNI EN 10219** per i profilati cavi.

### *I controlli nei centri di trasformazione*

#### *I centri di produzione di lamiere grecate e profilati formati a freddo. Le verifiche del direttore dei lavori*

Si definiscono *centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiere grecate* tutti quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio nastri o lamiere in acciaio e realizzano profilati formati a freddo, lamiere grecate e pannelli composti profilati, ivi compresi quelli saldati, che, però, non siano sottoposti a successive modifiche o trattamenti termici. Per quanto riguarda i materiali soggetti a lavorazione, può farsi utile riferimento, oltre alle norme delle tabelle 18.1 e 18.2, anche alle norme **UNI EN 10326** e **UNI EN 10149** (parti 1, 2 e 3).

Oltre alle prescrizioni applicabili per tutti gli acciai, i centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiere grecate devono rispettare le seguenti prescrizioni. Per le lamiere grecate da impiegare in solette composte, il produttore deve effettuare una specifica sperimentazione al fine di determinare la resistenza a taglio longitudinale di progetto <sup>u.Rd</sup> della lamiera grecata. La sperimentazione e la elaborazione dei risultati sperimentali devono essere conformi alle prescrizioni dell'appendice B3 alla norma **UNI EN 1994-1**. Questa sperimentazione e l'elaborazione dei risultati sperimentali devono essere eseguite da laboratorio indipendente di riconosciuta competenza. Il rapporto di prova deve essere trasmesso in copia al servizio tecnico centrale e deve essere riprodotto integralmente nel catalogo dei prodotti.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, il centro di produzione deve dichiarare, nelle forme e con le limitazioni previste, le caratteristiche tecniche previste nelle norme armonizzate applicabili.

I centri di produzione possono, in questo caso, derogare agli adempimenti previsti per tutti i tipi d'acciaio, relativamente ai controlli sui loro prodotti (sia quelli interni che quelli da parte del laboratorio incaricato), ma devono fare riferimento alla documentazione di accompagnamento dei materiali di base, soggetti a marcatura CE o qualificati come previsto nelle presenti norme. Tale documentazione sarà trasmessa insieme con la specifica fornitura e farà parte della documentazione finale relativa alle trasformazioni successive.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di trasformazione, e, inoltre, ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata.

Gli utilizzatori dei prodotti e/o il direttore dei lavori sono tenuti a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

#### *I centri di prelavorazione di componenti strutturali*

Le nuove norme tecniche definiscono *centri di prelavorazione o di servizio* quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio elementi base (prodotti lunghi e/o piani) e realizzano elementi singoli prelavorati che vengono successivamente utilizzati dalle officine di produzione che realizzano strutture complesse nell'ambito delle costruzioni. I centri di prelavorazione devono rispettare le prescrizioni applicabili, di cui ai centri di trasformazione valevoli per tutti i tipi d'acciaio.

#### *Le officine per la produzione di carpenterie metalliche. Le verifiche del direttore dei lavori*

I controlli nelle officine per la produzione di carpenterie metalliche sono obbligatori e devono essere effettuati a cura del direttore tecnico dell'officina.

Con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale, e per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle nuove norme tecniche, i controlli devono essere eseguiti secondo le modalità di seguito indicate.

Devono essere effettuate per ogni fornitura minimo tre prove, di cui almeno una sullo spessore massimo ed una sullo spessore minimo.

I dati sperimentali ottenuti devono soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee armonizzate della serie **UNI EN 10025**, ovvero le prescrizioni delle tabelle 18.1 e 18.2 per i profilati cavi per quanto concerne l'allungamento e la resilienza, nonché delle norme europee armonizzate della serie **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** per le caratteristiche chimiche.

Ogni singolo valore della tensione di snervamento e di rottura non deve risultare inferiore ai limiti tabellari.

Deve, inoltre, essere controllato che le tolleranze di fabbricazione rispettino i limiti indicati nelle norme europee applicabili sopra richiamate, e che quelle di montaggio siano entro i limiti indicati dal progettista. In mancanza, deve essere verificata la sicurezza con riferimento alla nuova geometria.

Il prelievo dei campioni deve essere effettuato a cura del direttore tecnico dell'officina, che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Per le caratteristiche dei certificati emessi dal laboratorio è fatta eccezione per il marchio di qualificazione, non sempre presente sugli acciai da carpenteria, per il quale si potrà fare riferimento ad eventuali cartellini identificativi ovvero ai dati dichiarati dal produttore.

Il direttore tecnico dell'officina deve curare la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

Tutte le forniture provenienti da un'officina devono essere accompagnate dalla seguente documentazione:

- dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che riporterà, nel certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

Per quanto riguarda le specifiche dei controlli, le procedure di qualificazione e i documenti di accompagnamento dei manufatti in acciaio prefabbricati in serie, si rimanda agli equivalenti paragrafi del § 11.8. delle nuove norme tecniche, ove applicabili.

#### *Le officine per la produzione di bulloni e di chiodi. Le verifiche del direttore dei lavori*

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo produttivo per assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma **UNI EN ISO 9001**, e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI CEI EN ISO/IEC 17021**.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di bulloni o chiodi da carpenteria devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità.

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica sono tenuti a dichiarare al servizio tecnico centrale la loro attività, con specifico riferimento al processo produttivo e al controllo di produzione in fabbrica, fornendo copia della certificazione del sistema di gestione della qualità.

La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al servizio tecnico centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto alla precedente dichiarazione, ovvero nella quale siano descritte le avvenute variazioni.

Il servizio tecnico centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione.

Ogni fornitura di bulloni o chiodi in cantiere o nell'officina di formazione delle carpenterie metalliche, deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata e della relativa attestazione da parte del servizio tecnico centrale.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

#### *I controlli di accettazione in cantiere da parte del direttore dei lavori*

I controlli in cantiere, demandati al direttore dei lavori, sono obbligatori e devono essere eseguiti secondo le medesime indicazioni valevoli per i centri di trasformazione, effettuando un prelievo di almeno tre saggi per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.

Qualora la fornitura, di elementi lavorati, provenga da un centro di trasformazione, il direttore dei lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle nuove norme tecniche, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati valgono le medesime disposizioni per i centri di trasformazione.

#### *Norme di riferimento*

#### *Esecuzione*

- UNI 552** – Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni;
- UNI 3158** – Acciai non legati di qualità in getti per costruzioni meccaniche di impiego generale. Qualità, prescrizioni e prove;
- UNI ENV 1090-1** – Esecuzione di strutture di acciaio. Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI ENV 1090-2** – Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per componenti e lamiere di spessore sottile formati a freddo;
- UNI ENV 1090-3** – Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per gli acciai ad alta resistenza allo snervamento;
- UNI ENV 1090-4** – Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per strutture reticolari realizzate con profilati cavi;
- UNI ENV 1090-6** – Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per l'acciaio inossidabile;
- UNI EN ISO 377** – Acciaio e prodotti di acciaio. Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche;
- UNI EN 10002-1** – Materiali metallici. Prova di trazione. Metodo di prova (a temperatura ambiente);
- UNI EN 10045-1** – Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova.

#### *Elementi di collegamento*

- UNI EN ISO 898-1** – Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio. Viti e viti prigioniere;
- UNI EN 20898-2** – Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso;
- UNI EN 20898-7** – Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Prova di torsione e coppia minima di rottura per viti con diametro nominale da 1 mm a 10 mm;
- UNI 5592** – Dadi esagonali normali. Filettatura metrica ISO a passo grosso e a passo fine. Categoria C;
- UNI EN ISO 4016** – Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato. Categoria C.

#### *Profilati cavi*

- UNI EN 10210-1** – Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura;
- UNI EN 10210-2** – Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo;
- UNI EN 10219-1** – Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura;
- UNI EN 10219-2** – Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate - Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo;

#### *Prodotti laminati a caldo*

- UNI EN 10025-1** – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura;
- UNI EN 10025-2** – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali;
- UNI EN 10025-3** – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato;
- UNI EN 10025-4** – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica;
- UNI EN 10025-5** – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica;
- UNI EN 10025-6** – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati.

### **Art. 25. Muratura portante**

#### *Elementi per muratura*

Gli elementi per muratura portante devono essere conformi alle norme europee armonizzate della serie **UNI EN 771** e, secondo quanto specificato al punto A del paragrafo 11.1 delle nuove norme tecniche, recare la marcatura CE.

#### *Gli elementi resistenti*

### Gli elementi artificiali

Per gli elementi resistenti artificiali (laterizio o calcestruzzo) da impiegare con funzione resistente si applicano le prescrizioni per le norme d'accettazione previste dalle nuove norme tecniche.

Gli elementi resistenti artificiali possono essere dotati di fori in direzione normale al piano di posa (foratura verticale) oppure in direzione parallela (foratura orizzontale). Gli elementi possono essere rettificati sulla superficie di posa.

Gli elementi sono classificati in base alla percentuale di foratura  $\square$  e all'area media della sezione normale di ogni singolo foro  $f$ . I fori devono essere distribuiti pressoché uniformemente sulla faccia dell'elemento. La percentuale di foratura è espressa dalla relazione  $\square 100 F/A$  dove:

$F$  = area complessiva dei fori passanti e profondi non passanti;

$A$  = area lorda della faccia dell'elemento di muratura delimitata dal suo perimetro.

Nel caso dei blocchi in laterizio estrusi, la percentuale di foratura  $\square$  coincide con la percentuale in volume dei vuoti, come definita dalla norma **UNI EN 772-9**.

Gli elementi possono avere incavi di limitata profondità destinati ad essere riempiti dal letto di malta.

Elementi di laterizio di area lorda  $A$  maggiore di 300 cm<sup>2</sup> possono essere dotati di un foro di presa di area massima pari a 35 cm<sup>2</sup>, da computare nella percentuale complessiva della foratura, avente lo scopo di agevolare la presa manuale. Per  $A$  superiore a 580 cm<sup>2</sup> sono ammessi due fori, ciascuno di area massima pari a 35 cm<sup>2</sup>, oppure un foro di presa o per l'eventuale alloggiamento dell'armatura la cui area non superi 70 cm<sup>2</sup>.

Le tabelle 19.1 e 19.2 riportano la classificazione per gli elementi in laterizio e calcestruzzo.

**Tabella - Classificazione di elementi in laterizio**

Elementi	Percentuale di foratura	Area $f$ della sezione normale del foro
Pieni	$\leq 15\%$	$f \leq 9 \text{ cm}^2$
Semipieni	$15\% < \leq 45\%$	$f \leq 12 \text{ cm}^2$
Forati	$45\% < \leq 55\%$	$f \leq 15 \text{ cm}^2$

**Tabella - Classificazione di elementi in calcestruzzo**

Elementi	Percentuale di foratura	Area $f$ della sezione normale del foro	
		$A \leq 900 \text{ cm}^2$	$A > 900 \text{ cm}^2$
Pieni	$\leq 15\%$	$f \leq 0,10 A$	$f \leq 0,15 A$
Semipieni	$15\% < \leq 45\%$	$f \leq 0,10 A$	$f \leq 0,15 A$
Forati	$45\% < \leq 55\%$	$f \leq 0,10 A$	$f \leq 0,15 A$



**Figura - Esempio di mattone pieno  $\leq 15\%$  in laterizio per murature portanti<sup>2</sup>**



**Figura - Esempio di mattone semipieno  $15\% < \leq 45\%$  in laterizio per murature portanti<sup>3</sup>**

<sup>2</sup> <http://www.fornacetrezzo.it>.

<sup>3</sup> <http://www.fornacetrezzo.it>.



Figura - Esempi di blocchi semipieni  $15\% < \dots \leq 45\%$  in laterizio per murature portanti

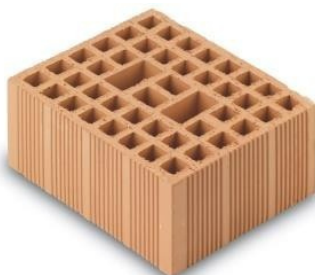


Figura - Esempi di blocchi forati  $45\% < \dots \leq 55\%$  in laterizio per murature portanti

#### *Gli elementi naturali*

Gli elementi naturali sono ricavati da materiale lapideo che deve essere non friabile o sfaldabile, e resistente al gelo. Non devono contenere in misura sensibile sostanze solubili, o residui organici. Gli elementi murari devono essere integri, e non devono presentare zone alterate o removibili.

Gli elementi devono possedere i requisiti di resistenza meccanica e adesività alle malte determinati, secondo le modalità descritte nel paragrafo 11.10 delle nuove norme tecniche per le costruzioni.

#### *L'attestazione di conformità*

Gli elementi per muratura portante devono essere conformi alle norme europee armonizzate della serie **UNI EN 771** e, secondo quanto specificato al punto A del paragrafo 11.1 delle nuove norme tecniche, recare la marcatura CE, secondo il sistema di attestazione della conformità indicato nella tabella 19.3.

Gli elementi di categoria I hanno un controllo statistico eseguito in conformità con le citate norme armonizzate, che fornisce resistenza caratteristica "a compressione" riferita al frattile 5%. Gli elementi di categoria II non soddisfano questi requisiti.

L'uso di elementi per muratura portante di categoria I e II è subordinato all'adozione, nella valutazione della resistenza di progetto, del corrispondente coefficiente di sicurezza.

**Tabella - Sistema di attestazione della conformità**

Specifiche tecniche europee di riferimento	Categoria	Sistema di attestazione della conformità
Specifiche per elementi per muratura: elementi per muratura di laterizio, silicato di calcio, in calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri), in calcestruzzo aerato autoclavato, pietra agglomerata, pietra naturale UNI EN 771-1, 771-2, 771-3, 771-4, 771-5, 771-6	Categoria I	2+
	Categoria II	4



#### *Le prove di accettazione*

Oltre a quanto previsto al punto A del paragrafo 11.1 delle nuove norme tecniche, il direttore dei lavori è tenuto a far eseguire ulteriori prove di accettazione sugli elementi per muratura portante pervenuti in cantiere e sui collegamenti, secondo le metodologie di prova indicate nelle citate norme armonizzate.

Le prove di accettazione su materiali di cui al presente paragrafo sono obbligatorie, e devono essere eseguite e certificate presso un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

#### *La resistenza a compressione degli elementi resistenti artificiali o naturali.*

Il controllo di accettazione in cantiere ha lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

Tale controllo sarà effettuato su almeno tre campioni, costituiti ognuno da tre elementi da sottoporre a prova di compressione. Per ogni campione siano  $f_1, f_2, f_3$  la resistenza a compressione dei tre elementi con

$$f_1 < f_2 < f_3.$$

Il controllo si considera positivo se risultino verificate entrambe le disuguaglianze:

$$(f_1 + f_2 + f_3)/3 \geq 1,20 f_{bk} \quad f_1 \geq 0,90 f_{bk}$$

dove  $f_{bk}$  è la resistenza caratteristica a compressione dichiarata dal produttore.

Al direttore dei lavori spetta comunque l'obbligo di provare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove ai laboratori siano effettivamente quelli prelevati in cantiere, con indicazioni precise sulla fornitura e sulla posizione che nella muratura occupa la fornitura medesima.

Le modalità di prova sono riportate nella norma **UNI EN 772-1**.

#### *41.2.1 Norme di riferimento*

Per la terminologia, il sistema di classificazione, i limiti di accettazione e i metodi di prova si farà riferimento alle seguenti norme:

**UNI EN 771-1** – Specifica per elementi per muratura. Parte 1: Elementi per muratura di laterizio;

**UNI EN 771-2** – Specifica per elementi di muratura. Parte 2: Elementi di muratura di silicato di calcio;

**UNI EN 771-3** – Specifica per elementi di muratura. Parte 3: Elementi per muratura di calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri);

**UNI EN 771-4** – Specifica per elementi di muratura. Parte 4: Elementi di muratura di calcestruzzo aerato autoclavato;

**UNI EN 771-5** – Specifica per elementi di muratura. Parte 5: Elementi per muratura di pietra agglomerata;

**UNI EN 771-6** – Specifica per elementi di muratura. Elementi di muratura di pietra naturale;

**UNI EN 772-1** – Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione della resistenza a compressione;

**UNI EN 772-2** – Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione dell'area percentuale dei vuoti in elementi di muratura in calcestruzzo (metodo dell'impronta su carta);

**UNI EN 772-3** – Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione del volume netto e della percentuale dei vuoti degli elementi di muratura di laterizio mediante pesatura idrostatica;

**UNI EN 772-4** – Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione della massa volumica reale ed apparente e della porosità aperta e totale degli elementi di muratura in pietra naturale;

**UNI EN 772-5** – Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione del tenore di sali solubili attivi degli elementi di muratura di laterizio;

**UNI EN 772-6** – Metodi di prova per elementi di muratura - Determinazione della resistenza a trazione per flessione degli elementi di muratura di calcestruzzo;

**UNI EN 772-7** – Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione dell'assorbimento d'acqua di strati impermeabili all'umidità di elementi di muratura di laterizio mediante bollitura in acqua;

**UNI EN 772-9** – Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione del volume e della percentuale dei vuoti e del volume netto degli elementi di muratura in silicato di calcio mediante riempimento con sabbia;

**UNI EN 772-10** – Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione del contenuto di umidità in elementi di muratura in silicato di calcio e in calcestruzzo aerato autoclavato;

**UNI EN 772-11** – Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione dell'assorbimento d'acqua degli elementi di muratura di calcestruzzo, di materiale lapideo agglomerato e naturale dovuta alla capillarità e al tasso iniziale di assorbimento d'acqua degli elementi di muratura di laterizio;

**UNI EN 772-14** – Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione della variazione di umidità di elementi di muratura di calcestruzzo e di materiale lapideo agglomerato;

**UNI EN 772-15** – Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione della permeabilità al vapore acqueo di elementi di muratura di calcestruzzo aerato autoclavato;

**UNI EN 772-16** – Metodi di prova per elementi di muratura. Parte 16: Determinazione delle dimensioni;

**UNI EN 772-18** – Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione della resistenza al gelo/disgelo degli elementi di muratura di silicato di calcio;

**UNI EN 772-19** – Metodi di prova per elementi di muratura. Determinazione della dilatazione all'umidità di grandi elementi da muratura in laterizio con fori orizzontali;

**UNI EN 772-20** – Metodi di prova per elementi di muratura. Parte 20: Determinazione della planarità delle facce degli elementi di muratura.

Malte per muratura e ripristini di strutture in cemento armato

#### *Le malte a prestazione garantita*

La malta per muratura portante deve garantire prestazioni adeguate al suo impiego in termini di durabilità e di prestazioni meccaniche, e deve essere conforme alla norma armonizzata **UNI EN 998-2** e, per i materiali e prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla GUUE, recare la marcatura CE, secondo il sistema di attestazione della conformità indicato nella tabella 19.4.

Per garantire durabilità è necessario che i componenti la miscela non contengano sostanze organiche, grasse, terrose o argillose. Le calce aeree e le pozzolane devono possedere le caratteristiche tecniche e i requisiti previsti dalle norme vigenti.

Le prestazioni meccaniche di una malta sono definite mediante la sua resistenza media a compressione  $f_m$ . La categoria di una malta è definita da una sigla costituita dalla lettera M seguita da un numero che indica la resistenza  $f_m$  espressa in N/mm<sup>2</sup> secondo la tabella 19.5. Per l'impiego in muratura portante non è ammesso l'impiego di malte con resistenza  $f_m < 2,5$  N/mm<sup>2</sup>.

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nella norma **UNI EN 1015-11**.

**Tabella - Sistema di attestazione della conformità delle malte per muratura portante**

Specifica tecnica europea di riferimento	Uso previsto	Sistema di attestazione della conformità
Malta per murature UNI EN 998-2	Usi strutturali	2+

**Tabella - Classi di malte a prestazione garantita**

Classe	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	M d <sup>1</sup>
Resistenza a compressione [N/mm <sup>2</sup> ]	2,5	5	10	15	20	d
<sup>1</sup> d è una resistenza a compressione maggiore di 25 N/mm <sup>2</sup> dichiarata dal produttore.						

#### *Le malte a composizione prescritta*

Le classi di malte a composizione prescritta sono definite in rapporto alla composizione in volume, secondo la tabella 19.7.

Malte di diverse proporzioni nella composizione, preventivamente sperimentate con le modalità riportate nella norma **UNI EN 1015-11**, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione non risulti inferiore a quanto previsto in tabella 19.6.

**Tabella - Classi di malte a composizione prescritta**

Classe	Tipo di malta	Composizione				
		Cemento	Calce aerea	Calce idraulica	Sabbia	Pozzolana
M 2,5	Idraulica	-	-	1	3	-
M 2,5	Pozzolonica	-	1	-	-	3
M 2,5	Bastarda	1	-	2	9	-
M 5	Bastarda	1	-	1	5	-
M 8	Cementizia	2	-	1	8	-
M 12	Cementizia	1	-	-	3	-

**Tabella - Rapporti di miscela delle malte (AITEC)**

Tipo di malta	Rapporti in volume	Quantità per 1 m <sup>3</sup> di malta [kg]
Calce idrata, sabbia	1: 3,5	142-1300
	1: 4,5	110-1300

Calce idraulica, sabbia	1:3	270-1300
	1:4	200-1300
Calce eminentemente idraulica, sabbia	1:3	330-1300
	1:4	250-1300
Calce idrata, cemento, sabbia	2:1:8	125-150-1300
	2:1:9	110-130-1300
Cemento, sabbia	1:3	400-1300
	1:4	300-1300

#### *Malte premiscelate*

L'impiego di malte premiscelate e pronte per l'uso è consentito purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Ove il tipo di malta non rientri tra quelli appresso indicati il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

#### *Malte speciali*

Le malte speciali a base cementizia (espansive, autoportanti, antiritiro, ecc.) composte da cementi ad alta resistenza, inerti, silice, additivi, da impiegarsi nei ripristini di elementi strutturali in cemento armato, impermeabilizzazioni, iniezioni armate, devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto esecutivo. In caso di applicazione di prodotti equivalenti, gli stessi devono essere accettati e autorizzati dalla direzione dei lavori.

#### NORME DI RIFERIMENTO

**UNI 8993** – *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Definizione e classificazione* (ritirata senza sostituzione);

**UNI 8994** – *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Controllo dell'idoneità* (ritirata senza sostituzione);

**UNI 8995** – *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della massa volumica della malta fresca* (ritirata senza sostituzione);

**UNI 8996** – *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione dell'espansione libera in fase plastica* (ritirata senza sostituzione);

**UNI 8997** – *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Malte superfluide. Determinazione della consistenza mediante cabaletta* (ritirata senza sostituzione);

**UNI 8998** – *Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata* (ritirata senza sostituzione);

**UNI EN 12190** – *Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Metodi di prova. Determinazione della resistenza a compressione delle malte da riparazione.*

#### *i. Metodi di prova delle malte cementizie*

Sulle malte cementizie la direzione dei lavori può fare eseguire le seguenti prove:

**UNI 7044** – *Determinazione della consistenza delle malte cementizie mediante l'impiego di tavola a scosse;*

**UNI EN 1015-1** – *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della distribuzione granulometrica (mediante staccatura);*

**UNI EN 1015-2** – *Metodi di prova per malte per opere murarie. Campionamento globale e preparazione delle malte di prova;*

**UNI EN 1015-3** – *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della consistenza della malta fresca (mediante tavola a scosse);*

**UNI EN 1015-4** – *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della consistenza della malta fresca (mediante penetrazione della sonda);*

**UNI EN 1015-6** – *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della massa volumica apparente della malta fresca;*

**UNI EN 1015-7** – *Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione del contenuto d'aria della malta fresca;*

**UNI EN 1015-9** – *Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 9: Determinazione del tempo di lavorabilità e del tempo di correzione della malta fresca;*

**UNI EN 1015-10** – *Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 10: Determinazione della massa volumica apparente della malta indurita essiccata;*

**UNI EN 1015-17** – *Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 17: Determinazione del contenuto di cloruro solubile in acqua delle malte fresche;*

**UNI EN 1015-18** – Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione del coefficiente di assorbimento d'acqua per capillarità della malta indurita;

**UNI EN 1015-19** – Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della permeabilità al vapore d'acqua delle malte da intonaco indurite;

**UNI EN 1170-8** – Malte e paste di cemento rinforzate con fibre di vetro (GRC). Prova mediante cicli climatici.

#### *Verifica sperimentale dei parametri meccanici della muratura*

Le proprietà fondamentali in base alle quali si classifica una muratura sono le seguenti:

- la resistenza caratteristica a compressione  $f_k$ ;
- la resistenza caratteristica a taglio in assenza di azione assiale  $f_{vko}$ ;
- il modulo di elasticità normale secante  $E$ ;
- il modulo di elasticità tangenziale secante  $G$ .

La resistenze caratteristiche  $f_k$  e  $f_{vko}$  devono essere determinate o per via sperimentale su campioni di muro o, con alcune limitazioni, in funzione delle proprietà dei componenti.

In ogni caso, i valori delle caratteristiche meccaniche utilizzati per le verifiche devono essere indicati nel progetto delle opere.

Per progetti nei quali la verifica di stabilità richieda un valore di  $f_k$  maggiore o uguale a  $8 \text{ N/mm}^2$ , la direzione dei lavori deve procedere al controllo del valore di  $f_k$ , mediante prove sperimentali.

#### *La resistenza a compressione*

##### *La determinazione sperimentale della resistenza a compressione*

La resistenza caratteristica sperimentale a compressione si determina su  $n$  muretti ( $n \geq 6$ ), seguendo sia per la confezione che per la prova le modalità indicate qui di seguito.

I provini (muretti) devono avere le stesse caratteristiche della muratura in esame e ognuno di essi deve essere costituito almeno da tre corsi di elementi resistenti e deve rispettare le seguenti limitazioni:

- lunghezza ( $b$ ) pari ad almeno due lunghezze di blocco;
- rapporto altezza/spessore ( $l/t$ ) variabile tra 2,4 e 5.

La confezione è eseguita su di un letto di malta alla base e la faccia superiore è finita con uno strato di malta. Dopo una stagionatura di 28 giorni a  $20^\circ\text{C}$  e al 70% di umidità relativa, prima di effettuare la prova, la faccia superiore di ogni provino viene eventualmente livellata con gesso. Il muretto può anche essere contenuto fra due piastre metalliche rettificata, utili per gli spostamenti e il suo posizionamento nella pressa.

Il provino viene posto fra i piatti della macchina di prova (uno dei quali articolato) e si effettua, quindi, la centratura del carico. In proposito è consigliabile procedere anche ad un controllo estensimetrico. Il carico deve essere applicato con una velocità di circa  $0,5 \text{ MPa}$  ogni 20 secondi.

La resistenza caratteristica  $f_k$  è data dalla relazione:

$$f_k = f_m - ks$$

dove

$f_m$  = resistenza media;

$s$  = stima dello scarto;

$k$  = coefficiente riportato nel prospetto seguente:

n	6	8	10	12	20
k	2,33	2,19	2,1	2,05	1,93

La determinazione della resistenza caratteristica deve essere completata con la verifica dei materiali, da condursi come segue:

- malta: n. 3 provini prismatici  $40 \cdot 40 \cdot 160 \text{ mm}$  da sottoporre a flessione, e, quindi, a compressione sulle sei metà risultanti, secondo la norma **UNI EN 998-2**;
- elementi resistenti: n. 10 elementi da sottoporre a compressione con direzione del carico normale al letto di posa.

#### **NORMA DI RIFERIMENTO**

**UNI EN 998-2** – Specifiche per malte per opere murarie. Malte da muratura.

##### *La stima della resistenza a compressione*

In sede di progetto, per le murature formate da elementi artificiali pieni o semipieni il valore di  $f_k$  può essere dedotto dalla resistenza a compressione degli elementi e dalla classe di appartenenza della malta tramite i dati della

tabella 19.8. La validità di tale tabella è limitata a quelle murature aventi giunti orizzontali e verticali riempiti di malta e di spessore compreso tra 5 e 15 mm.

Per valori non contemplati nella tabella 19.8, è ammessa l'interpolazione lineare. In nessun caso sono ammesse estrapolazioni.

**Tabella - Valori della  $f_k$  per murature in elementi artificiali pieni e semipieni**

Resistenza caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento [N/mm <sup>2</sup> ]	Tipo di malta			
	M15	M10	M5	M2.5
2.0	1.2	1.2	1.2	1.2
3.0	2.2	2.2	2.2	2.0
5.0	3.5	3.4	3.3	3.0
7.5	5.0	4.5	4.1	3.5
10.0	6.2	5.3	4.7	4.1
15.0	8.2	6.7	6.0	5.1
20.0	9.7	8.0	7.0	6.1
30.0	12.0	10.0	8.6	7.2
40.0	14.3	12.0	10.4	-

Nel caso di murature costituite da elementi naturali si assume convenzionalmente la resistenza caratteristica a compressione dell'elemento  $f_{bk}$  pari a:

$$f_{bk} = 0,75 f_{bm}$$

dove  $f_{bm}$  rappresenta la resistenza media a compressione degli elementi in pietra squadrata.

Il valore della resistenza caratteristica a compressione della muratura  $f_k$  può essere dedotto dalla resistenza caratteristica a compressione degli elementi  $f_{bk}$  e dalla classe di appartenenza della malta tramite la tabella 19.9. Per valori non contemplati in tabella è ammessa l'interpolazione lineare. In nessun caso sono ammesse estrapolazioni.

**Tabella - Valori della  $f_k$  per murature in elementi naturali di pietra squadrata (valori in N/mm<sup>2</sup>)**

Resistenza caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento	Tipo di malta			
	M15	M10	M5	M2.5
2.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3.0	2.2	2.2	2.2	2.0
5.0	3.5	3.4	3.3	3.0
7.5	5.0	4.5	4.1	3.5
10.0	6.2	5.3	4.7	4.1
15.0	8.2	6.7	6.0	5.1
20.0	9.7	8.0	7.0	6.1
30.0	12.0	10.0	8.6	7.2
≥ 40.0	14.3	12.0	10.4	-

*La resistenza caratteristica a taglio in assenza di tensioni normali*

*La determinazione sperimentale della resistenza a taglio*

La resistenza caratteristica sperimentale a taglio si determina su  $n$  campioni ( $n \geq 6$ ) seguendo, sia per la confezione che per la prova, le modalità indicate nella norma **UNI EN 1052-3** e, per quanto applicabile, la norma **UNI EN 1052-4**. I provini, distinti nelle classi tipo A (se  $b \leq 200$  mm) e tipo B (se  $b > 200$  mm), secondo la norma **UNI EN 1052-3**, devono avere le dimensioni riportate nella tabella 19.10.

**Tabella - Dimensioni dei provini**

Dimensioni elemento		Tipo e dimensioni dei provini	
h [mm]	b [mm]	Tipo	Dimensioni [mm]
≤ 300	≤ 200	A	$h = l_u$
> 300	≤ 200	A	$h = 300$
≤ 300	> 200	B	$c = 300$ $h = l_u$
> 300	> 200	B	$c = 200$

			$h = 300$
<sup>1</sup> La lunghezza ( $l_u$ ) degli elementi è in conformità alla norma EN 772-16.			

Per ogni provino deve essere determinata la resistenza a taglio  $f_{voi}$  più vicina a  $0,01 \text{ N/mm}^2$ , mediante le seguenti relazioni:

$$f_{voi} = \frac{F_{i,max}}{2 \times A_i} \quad (\text{N/mm}^2)$$

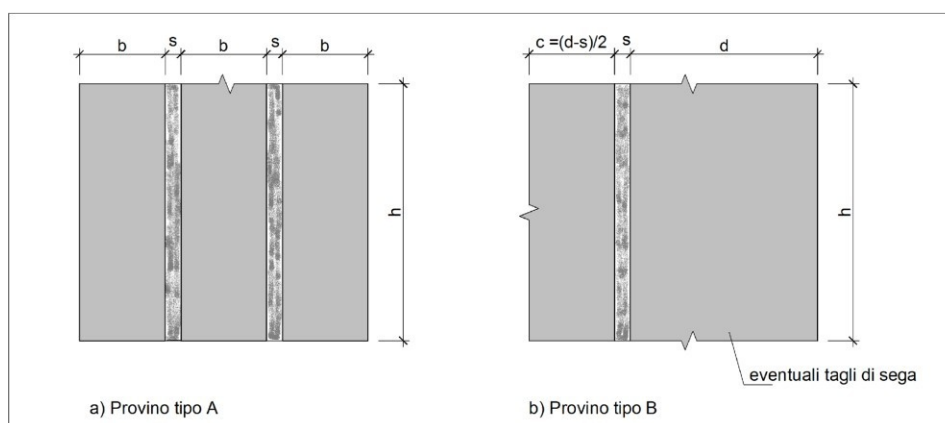
dove

$F_{i,max}$  = carico di taglio massimo (N);

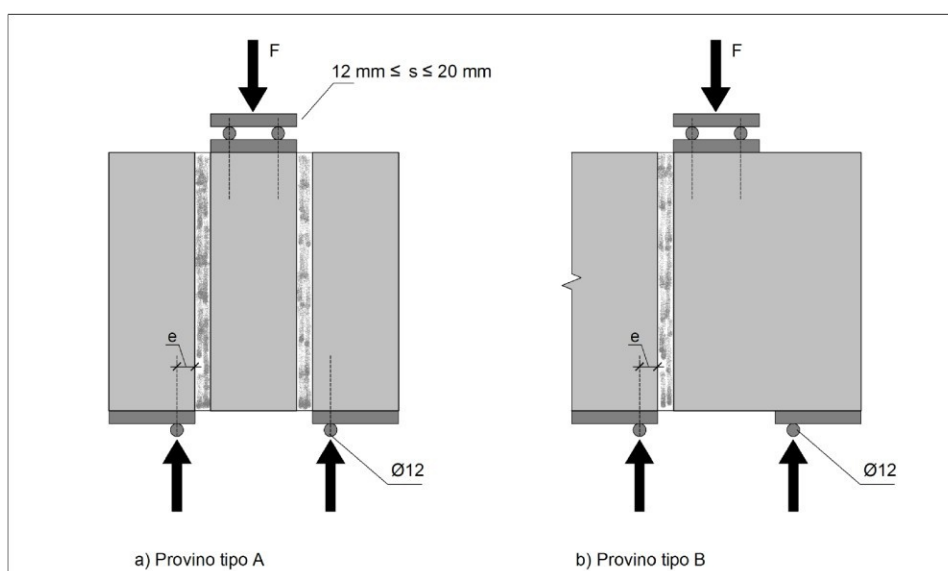
$A_i$  = area della sezione trasversale del provino parallela ai giunti orizzontali ( $\text{mm}^2$ ).

La resistenza caratteristica  $f_{vko}$  sarà dedotta dalla resistenza media  $f_{vm}$ , ottenuta dai risultati delle prove, mediante la relazione:

$$f_{vko} = 0,7 \cdot f_{vm}$$



**Figura - Dimensioni dei provini di muratura per prova, per la determinazione sperimentale della resistenza a taglio (UNI EN 1052-3)**



**Figura - Carico di prova per la determinazione sperimentale della resistenza a taglio (UNI EN 1052-3)**

#### *La stima della resistenza a taglio*

In sede di progetto, per le murature formate da elementi artificiali pieni o semipieni ovvero in pietra naturale squadrata, il valore di  $f_{vko}$  può essere dedotto dalla resistenza a compressione degli elementi, tramite la tabella 19.11. La validità di tale tabella è limitata a quelle murature aventi giunti orizzontali e verticali riempiti di malta, le cui

dimensioni sono comprese tra 5 e 15 mm. Per valori non contemplati in tabella è ammessa l'interpolazione lineare. In nessun caso sono ammesse estrapolazioni.

**Tabella - Resistenza caratteristica a taglio in assenza di tensioni normali  $f_{vko}$  (valori in N/mm<sup>2</sup>)**

Tipo di elemento resistente	Resistenza caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento	Classe di malta	$f_{vko}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Laterizio pieno e semipieno	$f_{bk} > 15$	M10 ≤ M ≤ M20	0,30
	$7,5 < f_{bk} \leq 15$	M5 ≤ M ≤ M10	0,20
	$f_{bk} \leq 7,5$	M2,5 ≤ M ≤ M5	0,10
Calcestruzzo; silicato di calcio; elemento autoclavato; pietra naturale squadrata	$f_{bk} > 15$	M10 ≤ M ≤ M20	0,20
	$7,5 < f_{bk} \leq 15$	M5 ≤ M ≤ M10	0,15
	$f_{bk} \leq 7,5$	M2,5 ≤ M ≤ M5	0,10

*La resistenza caratteristica a taglio in presenza di tensioni di compressione*

In presenza di tensioni di compressione, la resistenza caratteristica a taglio della muratura  $f_{vk}$  è definita come resistenza all'effetto combinato delle forze orizzontali e dei carichi verticali agenti nel piano del muro e può essere ricavata tramite la relazione:

$$f_{vk} = f_{vko} + 0,4 \cdot n$$

dove

$f_{vko}$  è la resistenza caratteristica a taglio in assenza di carichi verticali;

$n$  è la tensione normale media dovuta ai carichi verticali agenti nella sezione di verifica.

Per elementi resistenti artificiali semipieni o forati deve risultare soddisfatta la relazione:

$$f_{vk} \leq f_{vk,lim} = 1,4 \cdot \bar{f}_{bk}$$

dove

$f_{vk,lim}$  è il valore massimo della resistenza caratteristica a taglio che può essere impiegata nel calcolo;

$\bar{f}_{bk}$  è il valore caratteristico della resistenza degli elementi in direzione orizzontale e nel piano del muro, da ricavare secondo le modalità descritte nella relativa norma della serie **UNI EN 771**.

*I moduli di elasticità secanti*

Il modulo di elasticità normale secante della muratura deve essere valutato sperimentalmente su  $n$  muretti ( $n \geq 6$ ), seguendo sia per la confezione che per la prova le modalità indicate nella norma **UNI EN 1052-1**. Per ogni provino deve essere calcolata la resistenza a compressione arrotondata a 0,1 N/mm<sup>2</sup> con la relazione:

$$f_i = \frac{F_{i,max}}{A} \quad (\text{N/mm}^2)$$

Il valore del modulo elastico secante è dato dalla media delle deformazioni dei quattro punti di misura che si sono verificati in uno sforzo pari ad 1/3 dello sforzo massimo ottenuto:

$$E_i = \frac{F_{i,max}}{3 \times \varepsilon_i \times A_i} \quad (\text{N/mm}^2)$$

Il calcolo del valore modulo di elasticità medio deve essere arrotondato a 100 N/mm<sup>2</sup>.

**Art. 26. Elementi costruttivi prefabbricati**

*Generalità*

Gli elementi costruttivi prefabbricati devono essere prodotti attraverso un processo industrializzato che si avvale di idonei impianti, nonché di strutture e tecniche opportunamente organizzate.

In particolare, deve essere presente e operante un sistema permanente di controllo della produzione in stabilimento, che deve assicurare il mantenimento di un adeguato livello di affidabilità nella produzione del conglomerato cementizio, nell'impiego dei singoli materiali costituenti e nella conformità del prodotto finito.

Gli elementi costruttivi di produzione occasionale devono essere comunque realizzati attraverso processi sottoposti ad un sistema di controllo della produzione, secondo quanto indicato nel presente articolo.

#### *Requisiti minimi degli stabilimenti e degli impianti di produzione*

Il processo di produzione degli elementi costruttivi prefabbricati, oggetto delle norme tecniche per le costruzioni approvate con D.M. 14 gennaio 2008, deve essere caratterizzato almeno da:

- impianti in cui le materie costituenti siano conservate in sili, tramogge e contenitori che ne evitino ogni possibilità di confusione, dispersione o travaso;
- dosaggio a peso dei componenti solidi e dosaggio a volume, o a peso, dei soli componenti liquidi, mediante utilizzo di strumenti rispondenti alla normativa vigente;
- organizzazione mediante una sequenza completa di operazioni essenziali in termini di produzione e controllo;
- organizzazione di un sistema permanente di controllo documentato della produzione;
- rispetto delle norme di protezione dei lavoratori e dell'ambiente.

#### *Controllo di produzione*

Gli impianti per la produzione del calcestruzzo destinato alla realizzazione di elementi costruttivi prefabbricati, disciplinati dalle norme tecniche per le costruzioni, devono essere idonei ad una produzione continua, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e correggere la qualità del prodotto.

Il produttore di elementi prefabbricati deve dotarsi di un sistema di controllo della produzione, allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

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 un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con la norma **UNI CEI EN ISO/TEC 17021**.

Ai fini della certificazione del sistema di garanzia della qualità il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme europee o internazionali applicabili.

#### *Controllo sui materiali per elementi di serie*

I controlli sui materiali dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni di legge vigenti.

Per il calcestruzzo impiegato con fini strutturali nei centri di produzione dei componenti prefabbricati di serie, il direttore tecnico di stabilimento dovrà effettuare il controllo continuo del conglomerato secondo le prescrizioni contenute nelle norme tecniche per le costruzioni, operando con attrezzature tarate annualmente da uno dei laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Il tecnico suddetto provvederà alla trascrizione giornaliera dei risultati su appositi registri di produzione con data certa, da conservare per dieci anni da parte del produttore.

Detti registri devono essere disponibili per i competenti organi del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (servizio tecnico centrale), per i direttori dei lavori e per tutti gli aventi causa nella costruzione.

Le prove di stabilimento dovranno essere eseguite a 28 giorni di stagionatura e ai tempi significativi nelle varie fasi del ciclo tecnologico, secondo le modalità delle norme vigenti e su provini maturati in condizioni termoisometriche di stagionatura conformi a quelle dei manufatti prefabbricati prodotti.

La resistenza caratteristica dovrà essere determinata secondo il metodo di controllo di tipo B, e immediatamente registrata.

Inoltre, dovranno eseguirsi controlli del calcestruzzo a 28 giorni di stagionatura, presso un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, per non meno di un prelievo ogni cinque giorni di produzione effettiva per ogni tipo di calcestruzzo omogeneo. Tali risultati dovranno soddisfare il controllo di tipo A, operando su tre prelievi consecutivi, indipendentemente dal quantitativo di calcestruzzo prodotto.

Sarà cura del direttore tecnico dello stabilimento annotare sullo stesso registro i risultati delle prove di stabilimento e quelli del laboratorio esterno.

Infine, il tecnico abilitato dovrà predisporre periodicamente, almeno su base annua, una verifica della conformità statistica dei risultati dei controlli interni e di quelli effettuati da laboratorio esterno, tra loro e con le prescrizioni contenute nelle vigenti norme tecniche per le costruzioni.

#### *Controllo di produzione di serie controllata*

Per le produzioni per le quali è prevista la serie controllata, è richiesto il rilascio preventivo dell'autorizzazione alla produzione da parte del servizio tecnico centrale, secondo le procedure della qualificazione della produzione controllata.



#### *Prove di tipo iniziali per elementi di serie controllata*

La produzione in serie controllata di componenti strutturali deve essere preceduta da verifiche sperimentali su prototipi eseguite da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, appositamente incaricato dal produttore.

#### *Marcatura*

Ogni elemento prefabbricato prodotto in serie deve essere appositamente contrassegnato da marcatura fissa, indelebile o comunque non rimovibile, in modo da garantire la rintracciabilità del produttore e dello stabilimento di produzione, nonché individuare la serie di origine dell'elemento.

Inoltre, per manufatti di peso superiore a 8 kN, dovrà essere indicato in modo visibile, per lo meno fino all'eventuale getto di completamento, anche il peso dell'elemento.

#### *Procedure di qualificazione*

La valutazione dell'idoneità del processo produttivo e del controllo di produzione in stabilimento, nonché della conformità del prodotto finito, è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata.

I produttori di elementi prefabbricati di serie devono procedere alla qualificazione dello stabilimento e degli elementi costruttivi prodotti trasmettendo, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001, idonea documentazione al servizio tecnico centrale della presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il servizio tecnico centrale ha facoltà, anche attraverso sopralluoghi, di accertare la validità e la rispondenza della documentazione, come pure il rispetto delle prescrizioni contenute nelle norme tecniche per le costruzioni.

#### *Qualificazione dello stabilimento*

Il riconoscimento dello stabilimento è il presupposto per ogni successivo riconoscimento di tipologie produttive.

La qualificazione del sistema organizzativo dello stabilimento e del processo produttivo deve essere dimostrata attraverso la presentazione di idonea documentazione, relativa alla struttura organizzativa della produzione e al sistema di controllo in stabilimento.

Nel caso in cui gli elementi costruttivi siano prodotti in più stabilimenti, la qualificazione deve essere riferita a ciascun centro di produzione.

#### *Qualificazione della produzione in serie dichiarata*

Tutte le ditte che procedono in stabilimento alla costruzione di manufatti prefabbricati in serie dichiarata, prima dell'inizio di una nuova produzione devono presentare apposita domanda al servizio tecnico centrale della presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Tale domanda deve essere corredata da idonea documentazione, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001 e di quanto indicato per la qualificazione dello stabilimento.

Sulla base della documentazione tecnica presentata, il servizio tecnico centrale rilascerà apposito attestato di qualificazione, avente validità triennale.

Tale attestato, necessario per la produzione degli elementi, sottintende anche la qualificazione del singolo stabilimento di produzione.

L'attestato è rinnovabile su richiesta, previa presentazione di idonei elaborati relativi all'attività svolta e ai controlli eseguiti nel triennio di validità.

#### *Qualificazione della produzione in serie controllata*

Oltre a quanto specificato per la produzione in serie dichiarata, la documentazione necessaria per la qualificazione della produzione in serie controllata dovrà comprendere la documentazione relativa alle prove a rottura su prototipo e una relazione interpretativa dei risultati delle prove stesse.

Sulla base della documentazione tecnica presentata, il servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, rilascerà apposita autorizzazione alla produzione, avente validità triennale.

Tale attestato, necessario per la produzione degli elementi, sottintende anche la qualificazione del singolo stabilimento di produzione.

L'autorizzazione è rinnovabile su richiesta, previa presentazione di idonei elaborati, relativi all'attività svolta e ai controlli eseguiti nel triennio di validità.

### *Sospensioni e revoche*

È prevista la sospensione o, nei casi più gravi o di recidiva, la revoca degli attestati di qualificazione in serie dichiarata o controllata, ove il servizio tecnico centrale accerti, in qualsiasi momento, difformità tra i documenti depositati e la produzione effettiva, ovvero la mancata ottemperanza alle prescrizioni contenute nella vigente normativa tecnica.

I provvedimenti di sospensione e di revoca vengono adottati dal servizio tecnico centrale, sentito il parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, e sono atti definitivi.

### *Documenti di accompagnamento della fornitura. Verifiche del direttore dei lavori*

Ogni fornitura in cantiere di manufatti prefabbricati prodotti in serie dovrà essere accompagnata da una specifica documentazione, la cui conservazione è a cura del direttore dei lavori dell'opera in cui detti manufatti vengono inseriti. Tale documentazione comprende:

- apposite istruzioni nelle quali vengono indicate le procedure relative alle operazioni di trasporto e montaggio degli elementi prefabbricati, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001.

Tali istruzioni dovranno almeno comprendere, di regola:

- i disegni d'assieme che indichino la posizione e le connessioni degli elementi nel complesso dell'opera;
  - apposita relazione sulle caratteristiche dei materiali richiesti per le unioni e le eventuali opere di completamento;
  - le istruzioni di montaggio con i necessari dati per la movimentazione, la posa e la regolazione dei manufatti.
- elaborati contenenti istruzioni per il corretto impiego dei manufatti, che dovranno essere consegnati dal direttore dei lavori al committente, a conclusione dell'opera;
- certificato di origine firmato dal direttore tecnico responsabile della produzione e dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore. Il certificato, che deve garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata presso il servizio tecnico centrale, deve riportare l'indicazione degli estremi dell'attestato di qualificazione, nonché il nominativo del progettista;
- attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale e copia della certificazione del sistema di garanzia della qualità del processo di produzione in fabbrica;
- documentazione, fornita quando disponibile, attestante i risultati delle prove a compressione effettuate in stabilimento su cubi di calcestruzzo (ovvero estratto del registro di produzione) e copia dei certificati relativi alle prove effettuate da un laboratorio ufficiale incaricato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. Tali documenti devono essere relativi al periodo di produzione dei manufatti.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'art. 65 del D.P.R. n. 380/2001.

Il direttore dei lavori non può accettare in cantiere elementi prefabbricati in serie che non siano accompagnati da tutti i documenti predetti.

Inoltre, prima di procedere all'accettazione dei manufatti stessi, il direttore dei lavori deve verificare che essi siano effettivamente contrassegnati con la marcatura prevista.

Il produttore di elementi prefabbricati deve, altresì, fornire al direttore dei lavori gli elaborati (disegni, particolari costruttivi, ecc.) firmati dal progettista e dal direttore tecnico della produzione, secondo le rispettive competenze, contenenti istruzioni per il corretto impiego dei singoli manufatti, esplicitando in particolare:

- destinazione del prodotto;
- requisiti fisici rilevanti in relazione alla destinazione;
- prestazioni statiche per manufatti di tipo strutturale;
- prescrizioni per le operazioni integrative o di manutenzione, necessarie per conferire o mantenere nel tempo le prestazioni e i requisiti dichiarati;
- tolleranze dimensionali nel caso di fornitura di componenti.

### *Norme complementari relative alle strutture prefabbricate*

Per *manufatti o elementi prefabbricati di serie* devono intendersi unicamente quelli prodotti in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati, in tipologie predefinite per campi dimensionali e tipi di armature.

Per *manufatti di produzione occasionale* si intendono i componenti prodotti senza il presupposto della ripetitività tipologica.

Il componente deve garantire i livelli di sicurezza e di prestazione sia come componente singolo, nelle fasi transitorie di sformatura, movimentazione, stoccaggio, trasporto e montaggio, sia come elemento di un più complesso organismo strutturale una volta installato in opera.

#### *Prodotti prefabbricati non soggetti a marcatura CE*

Per gli elementi strutturali prefabbricati, quando non soggetti ad attestato di conformità secondo una specifica tecnica elaborata ai sensi della direttiva 89/106/CEE (marcatura CE) e i cui riferimenti sono pubblicati sulla GUUE, sono previste due categorie di produzione:

- serie dichiarata;
- serie controllata.

I componenti per i quali non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993 di recepimento della direttiva 89/106/CEE, devono essere realizzati attraverso processi sottoposti ad un sistema di controllo della produzione, e i produttori di componenti occasionali – in serie dichiarata e in serie controllata – devono, altresì, provvedere alla preventiva qualificazione del sistema di produzione, con le modalità indicate nelle nuove norme tecniche per le costruzioni.

#### *Prodotti prefabbricati in serie*

Rientrano tra i prodotti prefabbricati in serie:

- i componenti di serie per i quali è stato effettuato il deposito ai sensi dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n. 1086;
- i componenti per i quali è stata rilasciata la certificazione di idoneità ai sensi degli artt. 1 e 7 della legge 2 febbraio 74, n. 64;
- ogni altro componente prodotto in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati, in tipologie predefinite per campi dimensionali e tipi di armature.

#### *Prodotti prefabbricati in serie dichiarata*

Rientrano in serie dichiarata i componenti di serie che, pur appartenendo ad una tipologia predefinita, vengono progettati di volta in volta su commessa per dimensioni e armature (serie tipologica).

Per le tipologie predefinite il produttore dovrà provvedere, nell'ambito delle modalità di qualificazione della produzione di cui al paragrafo 11.8 delle nuove norme tecniche per le costruzioni, al deposito della documentazione tecnica relativa al processo produttivo e al progetto tipo presso il servizio tecnico centrale del Ministero delle Infrastrutture.

Per ogni singolo impiego delle serie tipologiche, la specifica documentazione tecnica dei componenti prodotti in serie dovrà essere allegata alla documentazione progettuale depositata presso l'ufficio regionale competente, ai sensi della vigente legislazione in materia.

Rientrano, altresì, in serie dichiarata i componenti di serie costituiti da un tipo compiutamente determinato, predefinito in dimensioni e armature sulla base di un progetto depositato (serie ripetitiva).

Per ogni tipo di componente, o per ogni famiglia omogenea di tipi, il produttore dovrà provvedere, nell'ambito delle modalità di qualificazione della produzione secondo le nuove norme tecniche per le costruzioni, al deposito della documentazione tecnica relativa al processo produttivo e al progetto specifico presso il servizio tecnico centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Per ogni singolo impiego delle serie ripetitive, sarà sufficiente allegare alla documentazione progettuale depositata presso l'ufficio regionale competente, ai sensi della vigente legislazione in materia, gli estremi del deposito presso il servizio tecnico centrale.

#### *Prodotti prefabbricati in serie controllata*

Per *serie controllata* si intende la produzione di serie che, oltre ad avere i requisiti specificati per la serie dichiarata, sia eseguita con procedure che prevedono verifiche sperimentali su prototipo e controllo permanente della produzione.

Devono essere prodotti in serie controllata:

- i componenti costituiti da assetti strutturali non consueti;
- i componenti realizzati con l'impiego di calcestruzzi speciali o di classe > C45/55;
- i componenti armati o precompressi con spessori, anche locali, inferiori a 40 mm;
- i componenti il cui progetto sia redatto su modelli di calcolo non previsti dalle norme tecniche per le costruzioni.

Per i componenti ricadenti in uno dei casi sopra elencati, è obbligatorio il rilascio preventivo dell'autorizzazione alla produzione, secondo le procedure delle nuove norme tecniche per le costruzioni.

#### *Responsabilità e competenze*

Il progettista e il direttore tecnico dello stabilimento di prefabbricazione, ciascuno per le proprie competenze, sono responsabili della capacità portante e della sicurezza del componente, sia incorporato nell'opera, sia durante le fasi di trasporto fino a piè d'opera.

È responsabilità del progettista e del direttore dei lavori del complesso strutturale di cui l'elemento fa parte, ciascuno per le proprie competenze, la verifica del componente durante il montaggio, la messa in opera e l'uso dell'insieme strutturale realizzato.

I componenti prodotti negli stabilimenti permanenti devono essere realizzati sotto la responsabilità di un direttore tecnico dello stabilimento, dotato di adeguata abilitazione professionale, che assume le responsabilità proprie del direttore dei lavori.

I componenti di produzione occasionale devono, inoltre, essere realizzati sotto la vigilanza del direttore dei lavori dell'opera di destinazione.

I funzionari del servizio tecnico centrale potranno accedere anche senza preavviso agli stabilimenti di produzione dei componenti prefabbricati per l'accertamento del rispetto delle nuove norme tecniche per le costruzioni.

#### *Prove su componenti*

Per verificare le prestazioni di un nuovo prodotto o di una nuova tecnologia produttiva e accertare l'affidabilità dei modelli di calcolo impiegati nelle verifiche di resistenza, prima di dare inizio alla produzione corrente è necessario eseguire delle prove di carico su un adeguato numero di prototipi al vero, portati fino a rottura.

Tali prove sono obbligatorie, in aggiunta alle prove correnti sui materiali di cui alla normativa sulle nuove norme tecniche per le costruzioni, per le produzioni in serie controllata (DM 14/01/2008).

#### *Norme complementari*

Le verifiche del componente devono essere fatte con riferimento al livello di maturazione e di resistenza raggiunto, controllato mediante prove sui materiali di cui al capitolo 11 delle nuove norme tecniche per le costruzioni ed eventuali prove su prototipo prima della movimentazione del componente e del cemento statico dello stesso.

I dispositivi di sollevamento e movimentazione devono essere esplicitamente previsti nel progetto del componente strutturale e realizzati con materiali appropriati e dimensionati per le sollecitazioni previste.

Il copriferro degli elementi prefabbricati deve rispettare le regole generali dell'art. 60 del presente capitolato speciale.

#### *Appoggi*

Per i componenti appoggiati in via definitiva, particolare attenzione va posta alla posizione e dimensione dell'apparecchio d'appoggio, sia rispetto alla geometria dell'elemento di sostegno, sia rispetto alla sezione terminale dell'elemento portato, tenendo nel dovuto conto le tolleranze dimensionali e di montaggio e le deformazioni per fenomeni reologici e/o termici.

I vincoli provvisori o definitivi devono essere, se necessario, validati attraverso prove sperimentali.

Gli appoggi scorrevoli devono consentire gli spostamenti relativi previsti senza perdita della capacità portante.

#### *Realizzazione delle unioni*

Le unioni devono avere resistenza e deformabilità coerenti con le ipotesi progettuali.

#### *Tolleranze*

Le tolleranze minime di produzione che dovrà rispettare il componente sono quelle indicate dal produttore. Il componente che non rispetta tali tolleranze deve essere giudicato non conforme e, quindi, potrà essere consegnato in cantiere per l'utilizzo nella costruzione solo dopo preventiva accettazione da parte del direttore dei lavori.

Il montaggio dei componenti e il completamento dell'opera devono essere conformi alle previsioni di progetto esecutivo. Nel caso si verificassero delle non conformità, queste devono essere analizzate dal direttore dei lavori nei riguardi delle eventuali necessarie misure correttive.

### **Art. 27. Elementi per solai misti in cemento armato**

#### *Generalità*

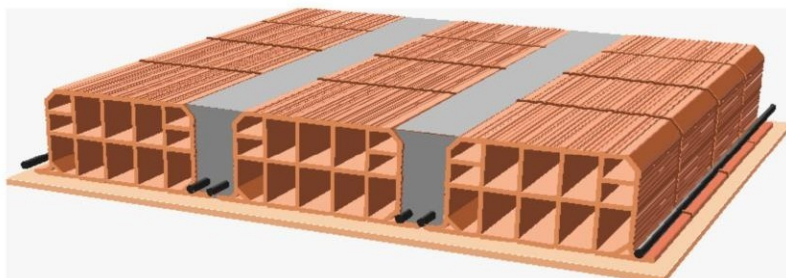
Si definiscono *solai* le strutture bidimensionali piane caricate ortogonalmente al proprio piano, con prevalente comportamento monodirezionale.

#### *Solai misti di cemento armato e cemento armato precompresso e blocchi forati in laterizio*

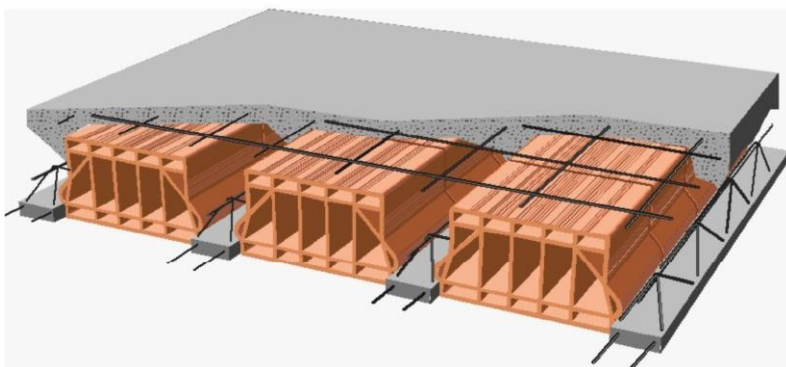
Nei solai misti in conglomerato cementizio armato normale e precompresso e blocchi forati in laterizio, i laterizi in blocchi hanno funzione di alleggerimento e di aumento della rigidità flessionale del solaio.

Per i solai misti in cemento armato normale e precompresso e blocchi forati in laterizio si possono distinguere le seguenti categorie di blocchi:

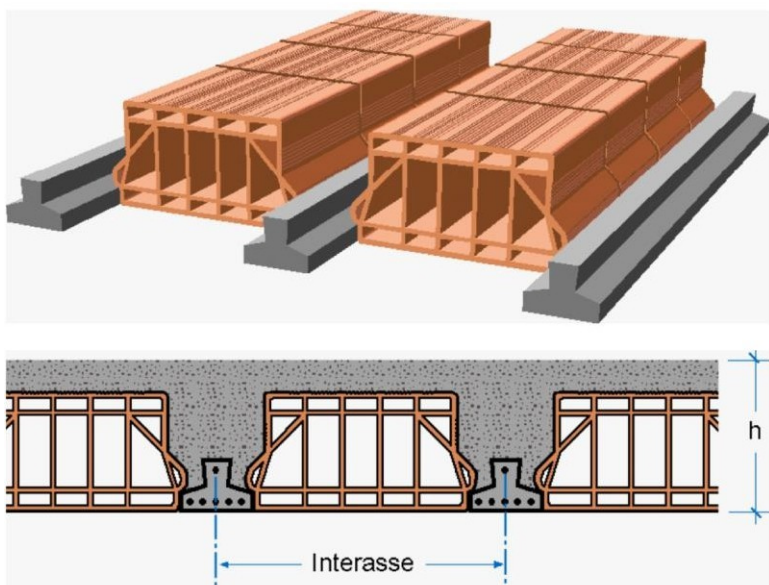
- blocchi non collaboranti aventi prevalente funzione di alleggerimento. In unione con il calcestruzzo di completamento le pareti laterali dei blocchi e la parete orizzontale superiore possono, se è garantita una perfetta aderenza con il calcestruzzo, partecipare rispettivamente alla resistenza alle forze di taglio e all'aumento della rigidità flessionale;
- blocchi collaboranti aventi funzione statica in collaborazione con il conglomerato. Essi partecipano alla definizione della sezione resistente ai fini delle verifiche agli stati limite di esercizio e ultimi, nonché alla definizione delle deformazioni.



**Figura 1 - Esempio di solaio in cemento armato gettato in opera<sup>4</sup>**



**Figura 2 - Esempio di solaio in cemento armato a travetti tralicciati e blocchi interposti<sup>5</sup>**



**Figura 3 - Esempio di solaio in cemento armato a travetti in cemento armato e blocchi interposti<sup>6</sup>**

<sup>4</sup> fonte: Laterificio Pugliese s.p.a.

<sup>5</sup> fonte: Laterificio Pugliese s.p.a.

#### *Caratteristiche minime dei blocchi forati di laterizio*

I blocchi forati di laterizio, sia collaboranti che non collaboranti, devono possedere determinate caratteristiche minime. Il profilo delle pareti delimitanti le nervature di conglomerato da gettarsi in opera non deve presentare risvolti che ostacolino il deflusso del calcestruzzo e restringano la sezione delle nervature stesse sotto i limiti minimi stabiliti. Nel caso si richieda ai blocchi il concorso alla resistenza agli sforzi tangenziali, si devono impiegare elementi monoblocco disposti in modo che nelle file adiacenti, comprendenti una nervatura di conglomerato, i giunti risultino sfalsati tra loro. Si devono adottare forme semplici, caratterizzate da setti rettilinei allineati, per lo più continui, particolarmente nella direzione orizzontale, con rapporto spessore/lunghezza il più possibile uniforme. Speciale cura deve essere rivolta al controllo della integrità dei blocchi, con particolare riferimento all'eventuale presenza di fessurazioni.

Le pareti esterne, sia orizzontali che verticali, devono avere uno spessore minimo di 8 mm. Le pareti interne sia orizzontali che verticali, invece, devono avere uno spessore minimo di 7 mm. Tutte le intersezioni dovranno essere raccordate con raggio di curvatura, al netto delle tolleranze, maggiore di 3 mm. Il rapporto tra l'area complessiva dei fori e l'area lorda delimitata dal perimetro della sezione dei blocchi non deve risultare superiore a  $0,6 + 0,625 \cdot h$  (dove  $h$  è l'altezza del blocco in cm,  $h \leq 32$  cm).



**Figura 4 - Esempio di blocco per solaio a travetti<sup>7</sup>**



**Figura 5 - Esempio di blocco per solaio gettato in opera<sup>8</sup>**

#### *Limiti d'accettazione dei blocchi di laterizio*

Ogni fornitura di elementi in laterizio per solai deve essere accompagnata da una dichiarazione di conformità attestante la rispondenza della fornitura ai limiti d'accettazione (fessure, scagliature, incisioni, ecc.) stabiliti dalla tabella A della norma UNI 9730-2.

I difetti visibili come le protuberanze, le scagliature, le incisioni o le sbavature sono ammessi dalla norma UNI 9730-2, a condizione che non influiscano sulle caratteristiche meccaniche. In caso contrario deve essere eseguita la prova a punzonamento o di resistenza a compressione nella direzione dei fori.

**UNI 9730-1** – Elementi di laterizio per solai. Terminologia e classificazione.

**UNI 9730-2** – Elementi di laterizio per solai. Limiti di accettazione;

---

<sup>6</sup> fonte: Laterificio Pugliese s.p.a.

<sup>7</sup> <http://www.wienerberger.it>.

<sup>8</sup> <http://www.wienerberger.it>.

### **UNI 9730-3 – Elementi di laterizio per solai. Metodi di prova.**

#### *Caratteristiche fisico-meccaniche*

I blocchi di entrambe le categorie (collaboranti e non collaboranti) devono garantire una resistenza a punzonamento o punzonamento-flessione (nel caso in cui siano del tipo interposto) per carico concentrato non minore di 1,50 kN. Il carico deve essere applicato su un'impronta quadrata di 50 mm di lato nel punto della superficie orizzontale superiore a cui corrisponde minore resistenza del blocco.

Per i blocchi collaboranti (categoria B), la resistenza caratteristica a compressione, riferita alla sezione netta delle pareti e delle costolature, deve risultare non minore di 30 N/mm<sup>2</sup>, nella direzione dei fori, e di 15 N/mm<sup>2</sup> nella direzione trasversale ai fori, nel piano del solaio. La resistenza caratteristica a trazione per flessione, determinata su campioni ricavati dai blocchi mediante opportuno taglio di listelli di dimensioni minime di 30 mm · 120 mm · spessore, deve essere non minore di 10 N/mm<sup>2</sup>.

Per i blocchi non collaboranti (categoria A), la resistenza caratteristica a compressione, riferita alla sezione netta delle pareti e delle costolature, deve risultare non minore di 15 N/mm<sup>2</sup>, nella direzione dei fori, e di 7 N/mm<sup>2</sup> nella direzione trasversale ai fori, nel piano del solaio. La resistenza caratteristica a trazione per flessione, determinata su campioni ricavati dai blocchi mediante opportuno taglio di listelli di dimensioni minime di 30 mm · 120 mm · spessore, deve essere non minore di 7 N/mm<sup>2</sup>.

Il modulo elastico del laterizio non deve essere superiore a 25 kN/mm<sup>2</sup>.

Il coefficiente di dilatazione termica lineare del laterizio deve essere  $\geq 6 - 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ .

Il valore della dilatazione per umidità misurata secondo quanto stabilito nel capitolo 11 delle norme tecniche per le costruzioni, deve essere minore di  $4 - 10^{-4}$ .

#### *Solai misti di calcestruzzo armato, calcestruzzo armato precompresso e blocchi diversi dal laterizio*

Possono utilizzarsi per realizzare i solai misti di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso anche blocchi diversi dal laterizio, con sola funzione di alleggerimento.

I blocchi in calcestruzzo leggero di argilla espansa, calcestruzzo normale sagomato, polistirolo, materie plastiche, elementi organici mineralizzati, ecc., devono essere dimensionalmente stabili e non fragili, e capaci di seguire le deformazioni del solaio.

#### *Solai realizzati con l'associazione di componenti prefabbricati in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso*

I componenti dei solai realizzati con l'associazione di componenti prefabbricati in calcestruzzo armato e 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. In assenza di soletta collaborante armata o in difformità rispetto alle prescrizioni delle specifiche norme tecniche europee, l'efficacia di tali dispositivi deve essere certificata mediante prove sperimentali.

Quando si voglia realizzare una ridistribuzione trasversale dei carichi, è necessario che il solaio così composto abbia dei componenti strutturali ortogonali alla direzione dell'elemento resistente principale.

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;*

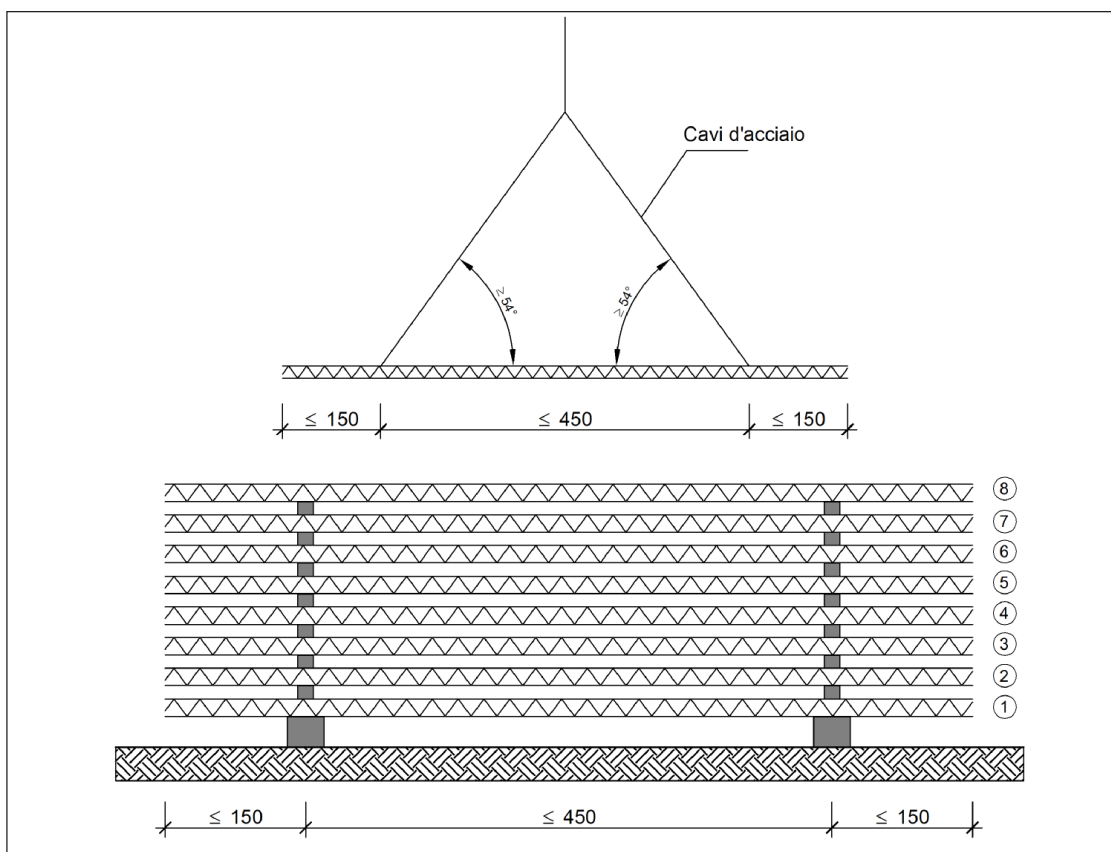
**UNI EN 13747** – *Prodotti prefabbricati di calcestruzzo. Lastre per solai;*

**UNI EN 15037-1** – *Prodotti prefabbricati di calcestruzzo. Solai a travetti e blocchi. Parte 1: Travetti.*

#### *Lo stoccaggio dei travetti*

Il sollevamento dei travetti deve avvenire con cavi di acciaio o dispositivi a bilancia, provvisti di ganci di sicurezza, in grado di sopportare le sollecitazioni indotte dal peso dei manufatti, nel rispetto del PSC e/o del POS.

Lo stoccaggio dei travetti deve essere eseguito disponendoli in cataste costituite da strati successivi poggianti su listelli di legno collocati sulla stessa verticale e in corrispondenza del vertice delle staffe del traliccio. Il piano di posa delle cataste deve essere ben livellato e compattato.



**Figura 6 - Esempio di stoccaggio di travetti tralicciati**

## Art. 28. Elementi strutturali composti di acciaio e calcestruzzo

### *Generalità*

Le strutture composte sono costituite da parti realizzate in acciaio per carpenteria e da parti realizzate in calcestruzzo armato (normale o precompresso) rese collaboranti fra loro con un sistema di connessione appropriatamente dimensionato.

### *Acciaio*

Per le caratteristiche degli acciai (strutturali, da lamiera grecata e da armatura) utilizzati nelle strutture composte di acciaio e calcestruzzo si deve fare riferimento al paragrafo 11.3 delle nuove norme tecniche per le costruzioni.

Le prescrizioni generali relative alle saldature, di cui al suddetto paragrafo 11.3 delle norme tecniche per le costruzioni, si applicano integralmente. Particolari cautele dovranno adottarsi nella messa a punto dei procedimenti di saldatura degli acciai con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica (per i quali può farsi utile riferimento alla norma **UNI EN 10025-5**).

Per le procedure di saldatura dei connettori e il relativo controllo si può fare riferimento a normative consolidate.

Nel caso si utilizzino connettori a piolo, l'acciaio deve rispettare le prescrizioni di cui al paragrafo 11.3.4.7 delle nuove norme tecniche per le costruzioni.

### *Calcestruzzo*

Le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo devono risultare da prove eseguite in conformità alle indicazioni delle presenti norme sulle strutture di cemento armato ordinario o precompresso.

Nei calcoli statici non può essere considerata né una classe di resistenza del calcestruzzo inferiore a C20/25 né una classe di resistenza superiore a C60/75. Per i calcestruzzi con aggregati leggeri, la cui densità non può essere inferiore a 1800 kg/m<sup>3</sup>, le classi limite sono LC20/22 e LC55/60.

Per classi di resistenza del calcestruzzo superiori a C45/55 e LC40/44 si richiede che prima dell'inizio dei lavori venga eseguito uno studio adeguato e che la produzione segua specifiche procedure per il controllo qualità.



Qualora si preveda l'utilizzo di calcestruzzi con aggregati leggeri, bisogna considerare che i valori del modulo di elasticità e dei coefficienti di viscosità, ritiro e dilatazione termica, dipendono dalle proprietà degli aggregati utilizzati. Pertanto, i valori da utilizzare sono scelti in base alle proprietà del materiale specifico.

Nel caso si utilizzino elementi prefabbricati, si rinvia alle indicazioni specifiche delle presenti norme.

#### **Art. 29. Giunti di dilatazione**

A seconda della luce degli elementi strutturali soggetti a dilatazione, verranno impiegati particolari dispositivi intesi ad assicurare la protezione dei giunti all'uopo predisposti e tali da garantire il perfetto spostegno ai carichi gravanti sulla fascia di giunto e, se del caso, la tenuta all'acqua.

Qualora i giunti possano rappresentare una zona di passaggio di fumi o fiamme fra diversi compartimenti di resistenza al fuoco, dovranno essere integrati con appositi elementi atti a garantire le necessarie prestazioni REI.

L'Impresa sarà tenuta a fornire, insieme col progetto esecutivo dell'opera d'arte all'esame della Direzione Lavori, i dati tecnici occorrenti per determinare le caratteristiche del giunto.

I giunti dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. del Ministero dei LL.PP. in data 14 gennaio 2008.

Restano a carico dell'Impresa gli oneri di assistenza alla posa in opera

L'Impresa dovrà tener conto, nei propri programmi di lavori, dei tempi necessari per le operazioni di fornitura e montaggio degli apparecchi di giunto oltre che per tutte le predisposizioni sopraindicate.

#### **Art. 30. Confezionamento e posa in opera del calcestruzzo**

##### *Calcestruzzo per calcestruzzo semplice e armato*

##### *Studio e accettazione della composizione del calcestruzzo*

L'impresa, a seguito dello studio di composizione del calcestruzzo effettuato in laboratorio ufficiale sulla base delle prescrizioni progettuali, indicherà alla direzione dei lavori i risultati delle prove fisiche e di resistenza meccanica realizzate su una o più combinazioni di materiali granulari lapidei utilizzabili per il lavoro in questione, specificando in modo preciso la provenienza e granulometria di ogni singola pezzatura.

Per ogni combinazione provata, verrà indicata dall'impresa la granulometria, la quantità d'acqua utilizzata, il rapporto acqua/cemento (a/c) in condizioni sature superficie asciutta, il tipo e dosaggio del cemento, il contenuto percentuale di aria inclusa, la lavorabilità e la relativa perdita nel tempo della medesima (almeno fino a due ore dal confezionamento), nonché le resistenze meccaniche alle scadenze prescritte.

Una volta definita la formulazione della miscela, le prove di accettazione della miscela stessa dovranno essere eseguite presso un laboratorio ufficiale con i materiali componenti effettivamente usati in cantiere, tenendo conto dei procedimenti di impasto e di vibrazione adottati nello studio, i quali, a loro volta, avranno preso in considerazione le procedure di impasto e posa in opera adottati in cantiere. Per motivi di rapidità, le verifiche potranno essere svolte dalla direzione dei lavori direttamente in cantiere. In questo caso, dovrà essere assicurata da parte dell'impresa la massima collaborazione. L'accettazione della miscela stessa avvenuta sulla base dei valori delle resistenze meccaniche a 2, 3 e 28 giorni di maturazione, determinate su provini di forma cubica, prismatica (travetti e spezzoni) e cilindrica, dovrà essere convalidata dalle prove allo stato fresco e indurito eseguite, sempre da un laboratorio ufficiale, sul calcestruzzo prelevato durante la prova di impianto, nonché su carote prelevate dall'eventuale getto di prova.

A giudizio della direzione dei lavori, qualora l'impianto di confezionamento e l'attrezzatura di posa in opera siano stati già utilizzati con risultati soddisfacenti in altri lavori dello stesso committente, l'accettazione della miscela potrà avvenire sulla base dei risultati del solo studio di laboratorio.

Nel caso in cui le prove sul prodotto finito diano risultato negativo, fatto salvo il buon funzionamento dell'impianto di confezionamento e delle apparecchiature di posa in opera e della loro rispondenza alle caratteristiche e ai limiti di tolleranza imposti, l'impresa provvederà a suo carico a studiare una nuova miscela e a modificarla fino a che il prodotto finito non risponda alle caratteristiche prescritte. La direzione dei lavori dovrà controllare attraverso il laboratorio ufficiale i risultati presentati.

Non appena confermata, con controlli eseguiti sul prodotto finito, la validità delle prove di laboratorio eseguite in fase di studio della miscela, la composizione del calcestruzzo diverrà definitiva.

Qualora per cause impreviste si debba variare la composizione della miscela, l'impresa, previa autorizzazione della direzione dei lavori, dovrà effettuare un nuovo studio da sottoporre all'approvazione della direzione dei lavori stessa, seguendo le modalità sopraindicate.

L'impresa dovrà, in seguito, assicurare i necessari controlli sul calcestruzzo allo stato fresco e indurito, affinché venga rispettata la composizione accettata e le caratteristiche fisiche e di resistenza meccanica. Le prove e i controlli saranno completamente a carico dell'impresa, la quale dovrà provvedere anche all'attrezzatura di un laboratorio idoneo ad eseguire le prove ritenute necessarie dalla direzione dei lavori.

Qui di seguito verranno indicate le caratteristiche del calcestruzzo, in modo che l'impresa appaltatrice possa assumerle come riferimento nello studio della relativa miscela.

#### *Composizione granulometrica*

La composizione dovrà essere realizzata con non meno di quattro distinte pezzature di aggregati in presenza di due tipologie di sabbia. La composizione granulometrica risultante di queste ultime potrà essere composta dalla miscela di due o più sabbie, nel caso non fosse possibile reperire un'unica sabbia di composizione idonea, senza che ciò possa dar luogo a richieste di compenso addizionale.

L'assortimento granulometrico risultante sarà ottenuto variando le percentuali di utilizzo delle frazioni granulometriche componenti, in modo da ottenere un combinato contenuto tra la curva Bolomey e quella di Fuller, calcolate tra l'altro in funzione del diametro massimo che non dovrà superare i ..... mm per i condizionamenti delle dimensioni dei tralicci di armatura.

Una volta accettata dalla direzione dei lavori una determinata composizione granulometrica, l'impresa dovrà attenersi rigorosamente ad essa per tutta la durata del lavoro.

Non saranno ammesse variazioni di composizione granulometrica eccedenti in più o in meno il 5% in massa dei valori della curva granulometrica prescelta per l'aggregato grosso, e variazioni eccedenti in più o in meno il 3% per l'aggregato fine.

Si precisa che le formule di composizione dovranno sempre riferirsi, come già detto, ad aggregati saturi a superficie asciutta. Pertanto, si dovranno apportare, nelle dosature previste dalla formulazione della miscela e riferentesi ad aggregati saturi a superficie asciutta, le correzioni richieste dal grado di umidità attuale degli aggregati stessi, funzione dell'acqua assorbita per saturarli e assorbita per bagnarli.

#### *Contenuto di cemento*

Il contenuto minimo del cemento sarà di ..... kg/m<sup>3</sup> di calcestruzzo vibrato in opera e dovrà essere controllato con la frequenza di ..... con le modalità di cui alla norma **UNI 6393**. Una volta stabilito attraverso lo studio della miscela il contenuto da adottare, questo dovrà mantenersi nel campo di tolleranza del  $\pm 3\%$  della quantità prevista.

#### *Contenuto di acqua di impasto*

Il contenuto di acqua di impasto del calcestruzzo verrà definito, in maniera sia ponderale sia volumetrica, con la tolleranza del  $\pm 10\%$  (intervallo riferito al contenuto medio di acqua in l/m<sup>3</sup>). Il valore del contenuto da rispettare sarà quello determinato in laboratorio al momento dello studio di formulazione e approvato dalla direzione dei lavori.

L'impresa fisserà in conseguenza le quantità d'acqua da aggiungere alla miscela secca nel mescolatore, tenuto conto dell'acqua inclusa assorbita ed adsorbita nei materiali granulari e delle perdite per evaporazione durante il trasporto.

Il contenuto di acqua di impasto, tenendo anche conto dell'eventuale aggiunta di additivi fluidificanti, superfluidificanti e di nuova generazione, dovrà essere il minimo sufficiente a conferire all'impasto la lavorabilità specificata compatibilmente con il raggiungimento delle resistenze prescritte, in modo da realizzare un calcestruzzo compatto, evitando al tempo stesso la formazione di uno strato d'acqua libera o di malta liquida sulla superficie degli impasti dopo la vibrazione.

Per realizzare le esigenze sopra citate, il rapporto acqua/cemento, che non dovrà superare il valore di ....., potrà ridursi, pur evitando di scendere al di sotto di ....., con taluni additivi superfluidificanti e di nuova generazione (entrambi i valori tengono conto dell'acqua adsorbita dagli inerti oltre all'acqua di impasto).

Il valore ottimo della consistenza, a cui attenersi durante la produzione del calcestruzzo, verrà scelto in funzione delle caratteristiche della macchina a casseforme scorrevoli, eventualmente, dopo aver eseguito una strisciata di prova. I singoli valori dell'abbassamento alla prova del cono (slump test), dovranno risultare all'impianto comunque non superiori a ..... mm, e i valori di lavorabilità, determinati con la prova Vebè su calcestruzzo prelevato immediatamente prima dello scarico dal ribaltabile di approvvigionamento, dovranno risultare compresi fra 6 e 10 secondi.

#### *Contenuto d'aria inglobata*

La percentuale di additivo aerante necessaria ad ottenere nel calcestruzzo la giusta percentuale di aria inglobata sarà fissata durante lo studio dell'impasto ed eventualmente modificata dopo la stesa di prova; l'aria intrappolata deve essere:..... + %.

La misura della quantità d'aria inglobata verrà effettuata volumetricamente secondo le modalità della norma **UNI EN 12350-7**.

#### *Resistenze meccaniche*

La formulazione prescelta per il calcestruzzo dovrà essere tale da garantire i valori minimi di resistenza meccanica illustrati nella tabella 58.1, rispettivamente su provini cubici o cilindrici confezionati e maturati con le modalità di cui alle norme **UNI EN 12390-1**, **UNI EN 12390-2** e **UNI EN 12390-3**.

**Tabella - Valori minimi di resistenza meccanica**

Stagionatura	A 3 giorni <sup>(1)</sup>	A 28 giorni
Compressione	$\geq \dots\dots \text{ N/mm}^2$	$\geq \dots\dots \text{ N/mm}^2$
Trazione per flessione	$\geq \dots\dots \text{ N/mm}^2$	$\geq \dots\dots \text{ N/mm}^2$
Trazione indiretta	$\geq \dots\dots \text{ N/mm}^2$	$\geq \dots\dots \text{ N/mm}^2$

<sup>(1)</sup> Potranno essere richieste, in progetto o all'inizio del cantiere, le stesse resistenze indicate, ma a due giorni.

La resistenza a trazione per flessione verrà determinata con prove eseguite su provini di forma prismatica con le modalità di cui alla norma **UNI EN 12390-5**. Nella fase di studio della formulazione del calcestruzzo, i valori di resistenza da confrontare con quelli minimi richiesti dovranno risultare dalla media di non meno di tre provini distinti, i cui singoli valori non dovranno scostarsi dalla media di più del 10%. Tale media verrà calcolata ponderalmente attribuendo il coefficiente 2 al risultato intermedio.

La resistenza a trazione indiretta verrà determinata su provini di forma cilindrica con prove eseguite con modalità di cui alla norma **UNI EN 12390-6**. I valori della resistenza a rottura determinati sui tre tipi di provini anzidetti saranno considerati validi se non inferiori ai valori richiesti.

#### *Confezione, trasporto e posa in opera del calcestruzzo per strutture in calcestruzzo semplice e armato*

##### *Attrezzatura di cantiere*

Prima dell'inizio del lavoro, l'impresa dovrà sottoporre alla direzione dei lavori l'elenco e la descrizione dettagliata delle attrezzature che intende impiegare per il confezionamento del calcestruzzo; queste dovranno essere di potenzialità proporzionata all'entità e alla durata del lavoro, e dovranno essere armonicamente proporzionate in tutti i loro componenti in modo da assicurare la continuità del ciclo lavorativo.

L'impianto di confezionamento del calcestruzzo dovrà essere fisso e di tipo approvato dalla direzione dei lavori. L'organizzazione preposta a detti impianti dovrà comprendere tutte le persone e le professionalità necessarie per assicurare la costanza di qualità dei prodotti confezionati.

I predosatori dovranno essere in numero sufficiente a permettere le selezioni di pezzature necessarie.

Il mescolatore dovrà essere di tipo e capacità approvate dalla direzione dei lavori, e dovrà essere atto a produrre calcestruzzo uniforme e a scaricarlo senza che avvenga segregazione apprezzabile. In particolare, dovrà essere controllata l'usura delle lame, che verranno sostituite allorché quest'ultima superi il valore di 2 cm. All'interno del mescolatore si dovrà anche controllare giornalmente, prima dell'inizio del lavoro, che non siano presenti incrostazioni di calcestruzzo indurito.

##### *Confezione del calcestruzzo*

La dosatura dei materiali per il confezionamento del calcestruzzo nei rapporti definiti con lo studio di progetto e la sua accettazione da parte della direzione dei lavori, dovrà essere fatta con impianti interamente automatici, esclusivamente a massa, con bilance del tipo a quadrante, di agevole lettura e con registrazione delle masse di ogni bilancia. A spese dell'impresa andrà effettuata la verifica della taratura prima dell'inizio dei lavori e con cadenza settimanale, nonché ogni qualvolta risulti necessario, fornendo alla direzione dei lavori la documentazione relativa.

La direzione dei lavori, allo scopo di controllare la potenza assorbita dai mescolatori, si riserverà il diritto di fare installare nell'impianto di confezionamento dei registratori di assorbimento elettrico, alla cui installazione e spesa dovrà provvedere l'impresa appaltatrice. La direzione dei lavori potrà richiedere all'impresa l'installazione sulle attrezzature di dispositivi e metodi di controllo per verificarne in permanenza il buon funzionamento. In particolare, la dosatura degli aggregati lapidei, del cemento, dell'acqua e degli additivi dovrà soddisfare alle condizioni seguenti:

- degli aggregati potrà essere determinata la massa cumulativa sulla medesima bilancia, purché le diverse frazioni granulometriche (o pezzature) vengano misurate con determinazioni distinte;
- la massa del cemento dovrà essere determinata su una bilancia separata;
- l'acqua dovrà essere misurata in apposito recipiente tarato, provvisto di dispositivo che consenta automaticamente l'erogazione effettiva con la sensibilità del 2%;
- gli additivi dovranno essere aggiunti agli impasti direttamente nel miscelatore a mezzo di dispositivi di distribuzione dotati di misuratori.

Il ciclo di dosaggio dovrà essere automaticamente interrotto qualora non siano realizzati i ritorni a zero delle bilance, qualora la massa di ogni componente scarti dal valore prescritto oltre le tolleranze fissate di seguito, e infine, qualora la sequenza del ciclo di dosaggio non si svolga correttamente.

L'interruzione del sistema automatico di dosaggio e la sua sostituzione con regolazione a mano potrà essere effettuata solo previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Nella composizione del calcestruzzo, a dosatura eseguita e immediatamente prima dell'introduzione nel mescolatore, saranno ammesse le seguenti tolleranze:

- 2% sulla massa di ogni pezzatura dell'aggregato;
- 3% sulla massa totale dei materiali granulari;
- 2% sulla massa del cemento.

Vanno rispettate le tolleranze ammesse sulla composizione granulometrica di progetto. Tali tolleranze devono essere verificate giornalmente tramite lettura delle determinazioni della massa per almeno dieci impasti consecutivi.

#### *Tempo di mescolamento*

Il tempo di mescolamento deve essere quello raccomandato dalla ditta costruttrice l'impianto di confezionamento del calcestruzzo, e, in ogni caso, non potrà essere inferiore ad un minuto. L'uniformità della miscela deve essere controllata dalla direzione dei lavori prelevando campioni di calcestruzzo all'inizio, alla metà e alla fine dello scarico di un impasto, e controllando che i tre prelievi non presentino abbassamenti al cono che differiscono tra di loro di più di 20 mm, né composizione sensibilmente diversa.

La direzione dei lavori potrà rifiutare gli impasti non conformi a questa prescrizione. Inoltre, qualora le differenze in questione riguardino più del 5% delle misure effettuate nel corso di una medesima giornata di produzione, le attrezzature di confezionamento saranno completamente verificate, e il cantiere non potrà riprendere che su ordine esplicito della direzione dei lavori, e dopo che l'impresa abbia prodotto la prova di una modifica o di una messa a punto degli impianti tale da migliorare la regolarità della produzione del calcestruzzo.

#### *Trasporto del calcestruzzo*

Il trasporto del calcestruzzo dall'impianto di confezionamento al cantiere di posa in opera, e tutte le operazioni di posa in opera, dovranno comunque essere eseguite in modo da non alterare gli impasti, evitando in particolare ogni forma di segregazione, la formazione di grumi e altri fenomeni connessi all'inizio della presa.

Se durante il trasporto si manifesterà una segregazione, dovrà essere modificata in accordo con la direzione dei lavori la composizione dell'impasto, soprattutto se persiste dopo variazione del rapporto acqua/cemento. Se ciò malgrado la segregazione non dovesse essere eliminata, dovrà essere studiato nuovamente il sistema di produzione e trasporto del calcestruzzo.

#### *Documenti di consegna*

L'appaltatore dovrà fornire alla direzione dei lavori, prima o durante l'esecuzione del getto, il documento di consegna del produttore del calcestruzzo, contenente almeno i seguenti dati:

- impianto di produzione;
- quantità in metri cubi del calcestruzzo trasportato;
- dichiarazione di conformità alle disposizioni della norma **UNI EN 206-1**;
- denominazione o marchio dell'ente di certificazione;
- ora di carico;
- ore di inizio e fine scarico;
- dati dell'appaltatore;
- cantiere di destinazione.

Per il calcestruzzo a prestazione garantita, la direzione dei lavori potrà chiedere le seguenti informazioni:

- tipo e classe di resistenza del cemento;
- tipo di aggregato;
- tipo di additivi eventualmente aggiunti;
- rapporto acqua/cemento;
- prove di controllo di produzione del calcestruzzo;
- sviluppo della resistenza;
- provenienza dei materiali componenti.

Per i calcestruzzi di particolare composizione dovranno essere fornite informazioni circa la composizione, il rapporto acqua/cemento e la dimensione massima dell'aggregato.

Il direttore dei lavori potrà rifiutare il calcestruzzo qualora non rispetti le prescrizioni di legge e contrattuali, espresse almeno in termini di resistenza contrattualistica e classe di consistenza.

Le considerazioni su esposte valgono anche per il calcestruzzo confezionato in cantiere.

#### **NORMA DI RIFERIMENTO**

---

**UNI EN 206-1 – Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.**

## *Esecuzione del getto del calcestruzzo per calcestruzzo semplice e armato*

### *Programma dei getti*

L'impresa esecutrice è tenuta a comunicare con dovuto anticipo al direttore dei lavori il programma dei getti del calcestruzzo indicando:

- il luogo di getto;
- la struttura interessata dal getto;
- la classe di resistenza e di consistenza del calcestruzzo.

I getti dovrebbero avere inizio solo dopo che il direttore dei lavori ha verificato:

- la preparazione e rettifica dei piani di posa;
- la pulizia delle casseforme;
- la posizione e corrispondenza al progetto delle armature e del copriferro;
- la posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione;
- la posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.);
- l'umidificazione a rifiuto delle superfici assorbenti o la stesura del disarmante.

Nel caso di getti contro terra è bene controllare che siano eseguite, in conformità alle disposizioni di progetto, le seguenti operazioni:

- la pulizia del sottofondo;
- la posizione di eventuali drenaggi;
- la stesa di materiale isolante e/o di collegamento.

### *Modalità esecutive e verifica della corretta posizione delle armature*

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

Prima dell'esecuzione del getto la direzione dei lavori dovrà verificare:

- la corretta posizione delle armature metalliche;
- la rimozione di polvere, terra, ecc., dentro le casseformi;
- i giunti di ripresa delle armature;
- la bagnatura dei casseri;
- le giunzioni tra i casseri;
- la pulitura dell'armatura da ossidazioni metalliche superficiali;
- la stabilità delle casseformi, ecc.

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni alle armature, guaine, ancoraggi, ecc.

Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore a 10-15 cm. Inoltre, l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo della pompa.

Le pompe a rotore o a pistone devono essere impiegate per calcestruzzo avente diametro massimo dell'aggregato non inferiore a 15 mm. In caso di uso di pompe a pistone devono adoperarsi le necessarie riduzioni del diametro del tubo in relazione al diametro massimo dell'inerte che non deve essere superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo di distribuzione.

Le pompe pneumatiche devono adoperarsi per i betoncini e le malte o pasta di cemento.

La direzione dei lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profondità degli strati e la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione, e gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gettate.

L'appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per proteggere le strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme, quali pioggia, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno 15 giorni, e comunque fino a 28 giorni dall'esecuzione, in climi caldi esecchi.

Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0°C, salvo il ricorso ad opportune cautele autorizzate dalla direzione dei lavori.

### *Realizzazione delle gabbie delle armature per cemento armato*

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera. In ogni caso, in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

Nel caso di gabbie assemblate con parziale saldatura l'acciaio dovrà essere del tipo saldabile.

La posizione delle armature metalliche entro i casseri dovrà essere garantita utilizzando esclusivamente opportuni distanziatori in materiale plastico non deformabile oppure di malta o pasta cementizia, in modo da rispettare il copriferro prescritto.

### *Ancoraggio delle barre e loro giunzioni*

Le armature longitudinali devono essere interrotte, ovvero sovrapposte, preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione.

La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

- sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso, la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di venti volte il diametro della barra. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare quattro volte il diametro;
- saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature. Devono essere accertate la saldabilità degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto, nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
- giunzioni meccaniche per barre di armatura. Tali tipi di giunzioni devono essere preventivamente validati mediante prove sperimentali.

Per le barre di diametro  $\geq 32$  mm occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e nelle sovrapposizioni.

L'appaltatore dovrà consegnare preventivamente al direttore dei lavori le schede tecniche dei prodotti da utilizzare per le giunzioni.

### *Getto del calcestruzzo ordinario*

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si deve effettuare applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

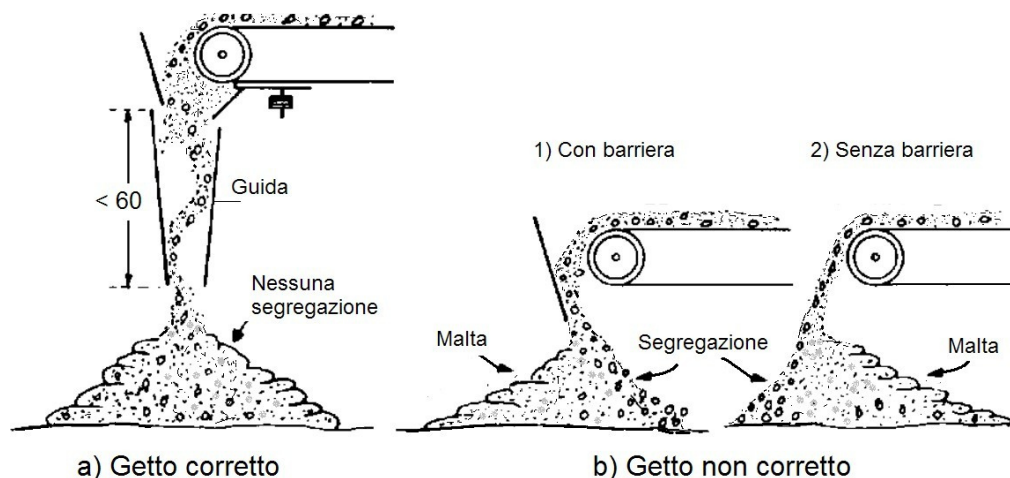
È opportuno che l'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non ecceda 50-80 cm, e che lo spessore degli strati orizzontali di calcestruzzo, misurato dopo la vibrazione, non sia maggiore di 30 cm.

Si deve evitare di scaricare il calcestruzzo in cumuli da stendere poi successivamente con l'impiego dei vibratori, in quanto questo procedimento può provocare l'affioramento della pasta cementizia e la segregazione. Per limitare l'altezza di caduta libera del calcestruzzo, è opportuno utilizzare un tubo di getto che consenta al calcestruzzo di fluire all'interno di quello precedentemente messo in opera.

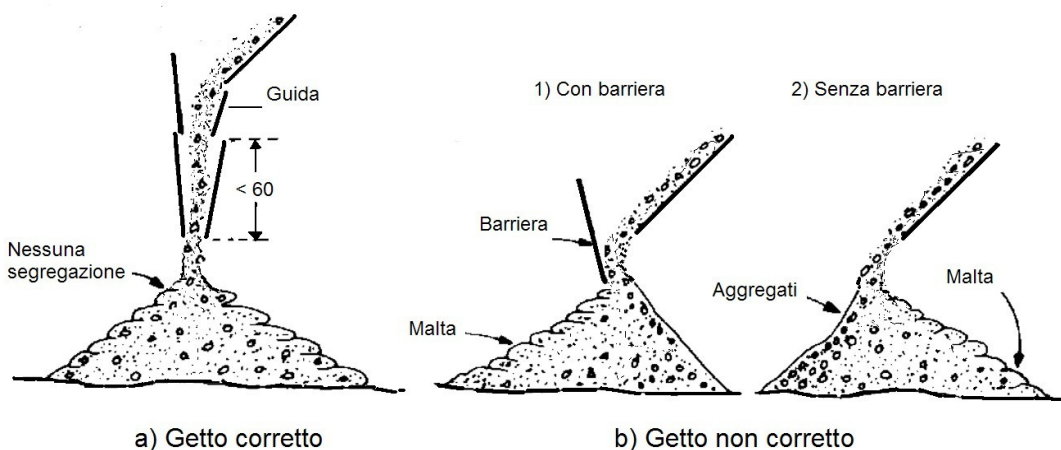
Nei getti in pendenza è opportuno predisporre dei cordolini d'arresto atti ad evitare la formazione di lingue di calcestruzzo tanto sottili da non poter essere compattate in modo efficace.

Nel caso di getti in presenza d'acqua è opportuno:

- adottare gli accorgimenti atti ad impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione;
- provvedere, con i mezzi più adeguati, alla deviazione dell'acqua e adottare miscele di calcestruzzo, coesive, con caratteristiche antidilavamento, preventivamente provate ed autorizzate dal direttore dei lavori;
- utilizzare una tecnica di messa in opera che permetta di gettare il calcestruzzo fresco dentro il calcestruzzo fresco precedentemente gettato, in modo da far rifluire il calcestruzzo verso l'alto, limitando così il contatto diretto tra l'acqua e il calcestruzzo fresco in movimento.



**Esempi di getto di calcestruzzo con nastro trasportatore: a) getto corretto e b) getto non corretto. Nel caso b) si ha la separazione degli aggregati dalla malta cementizia. La barriera comporta soltanto il cambiamento di direzione della segregazione.**



**Esempi di getto di calcestruzzo da piano inclinato: a) getto corretto e b) getto non corretto. Nel caso b) si ha separazione degli aggregati dalla malta cementizia. La barriera comporta soltanto il cambiamento di direzione della segregazione.**

#### *Getto del calcestruzzo autocompattante*

Il calcestruzzo autocompattante deve essere versato nelle casseforme in modo da evitare la segregazione e favorire il flusso attraverso le armature e le parti più difficili da raggiungere nelle casseforme. L'immissione per mezzo di una tubazione flessibile può facilitare la distribuzione del calcestruzzo. Se si usa una pompa, una tramoggia o se si fa uso della benna, il terminale di gomma deve essere predisposto in modo che il calcestruzzo possa distribuirsi omogeneamente entro la cassaforma. Per limitare il tenore d'aria occlusa è opportuno che il tubo di scarico rimanga sempre immerso nel calcestruzzo.

Nel caso di getti verticali e impiego di pompa, qualora le condizioni operative lo permettano, si suggerisce di immettere il calcestruzzo dal fondo. Questo accorgimento favorisce la fuoriuscita dell'aria e limita la presenza di bolle d'aria sulla superficie. L'obiettivo è raggiunto fissando al fondo della cassaforma un raccordo di tubazione per pompa, munito di saracinesca, collegato al terminale della tubazione della pompa. Indicativamente un calcestruzzo autocompattante ben formulato ha una distanza di scorrimento orizzontale di circa 10 m. Tale distanza dipende, comunque, anche dalla densità delle armature.

#### *Getti in climi freddi*

Si definisce *clima freddo* una condizione climatica in cui, per tre giorni consecutivi, si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- la temperatura media dell'aria è inferiore a 5°C;
- la temperatura dell'aria non supera 10°C per più di 12 ore.

Prima del getto si deve verificare che tutte le superfici a contatto con il calcestruzzo siano a temperatura  $\geq +5^\circ\text{C}$ . La neve e il ghiaccio, se presenti, devono essere rimossi immediatamente prima del getto dalle casseforme, dalle armature e dal fondo. I getti all'esterno devono essere sospesi se la temperatura dell'aria è  $0^\circ \leq C$ . Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o qualora siano predisposti opportuni accorgimenti approvati dalla direzione dei lavori (per esempio, riscaldamento dei costituenti il calcestruzzo, riscaldamento dell'ambiente, ecc.).

Il calcestruzzo deve essere protetto dagli effetti del clima freddo durante tutte le fasi di preparazione, movimentazione, messa in opera, maturazione.

L'appaltatore deve eventualmente coibentare la cassaforma fino al raggiungimento della resistenza prescritta. In fase di stagionatura, si consiglia di ricorrere all'uso di agenti anti-evaporanti nel caso di superfici piane, o alla copertura negli altri casi, e di evitare ogni apporto d'acqua sulla superficie.

Gli elementi a sezione sottile messi in opera in casseforme non coibentate, esposti sin dall'inizio a basse temperature ambientali, richiedono un'attenta e sorvegliata stagionatura.

Nel caso in cui le condizioni climatiche portino al congelamento dell'acqua prima che il calcestruzzo abbia raggiunto una sufficiente resistenza alla compressione (5 N/mm<sup>2</sup>), il conglomerato può danneggiarsi in modo irreversibile.

Il valore limite (5 N/mm<sup>2</sup>) corrisponde ad un grado d'idratazione sufficiente a ridurre il contenuto in acqua libera e a formare un volume d'idrati in grado di ridurre gli effetti negativi dovuti al gelo.

Durante le stagioni intermedie e/o in condizioni climatiche particolari (alta montagna) nel corso delle quali c'è comunque possibilità di gelo, tutte le superfici del calcestruzzo vanno protette, dopo la messa in opera, per almeno 24

ore. La protezione nei riguardi del gelo durante le prime 24 ore non impedisce comunque un ritardo, anche sensibile, nell'acquisizione delle resistenze nel tempo.

Nella tabella 58.2 sono riportate le temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche ed alle dimensioni del getto.

**Tabella - Temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche e alle dimensioni del getto**

Dimensione minima della sezione [mm <sup>2</sup> ]			
< 300	300 ÷ 900	900 ÷ 1800	> 1800
Temperatura minima del calcestruzzo al momento della messa in opera			
13°C	10°C	7°C	5°C
Massima velocità di raffreddamento per le superfici del calcestruzzo al termine del periodo di protezione			
1,15°C/h	0,90°C/h	0,70°C/h	0,45°C/h

Durante il periodo freddo la temperatura del calcestruzzo fresco messo in opera nelle casseforme non dovrebbe essere inferiore ai valori riportati nel prospetto precedente. In relazione alla temperatura ambiente e ai tempi di attesa e di trasporto, si deve prevedere un raffreddamento di 2-5°C tra il termine della miscelazione e la messa in opera. Durante il periodo freddo è rilevante l'effetto protettivo delle casseforme. Quelle metalliche, per esempio, offrono una protezione efficace solo se sono opportunamente coibentate.

Al termine del periodo di protezione, necessario alla maturazione, il calcestruzzo deve essere raffreddato gradatamente per evitare il rischio di fessure provocate dalla differenza di temperatura tra parte interna ed esterna. La diminuzione di temperatura sulla superficie del calcestruzzo, durante le prime 24 ore, non dovrebbe superare i valori riportati in tabella. Si consiglia di allontanare gradatamente le protezioni, facendo in modo che il calcestruzzo raggiunga gradatamente l'equilibrio termico con l'ambiente.

#### *Getti in climi caldi*

Il clima caldo influenza la qualità sia del calcestruzzo fresco che di quello indurito. Infatti, provoca una troppo rapida evaporazione dell'acqua di impasto e una velocità di idratazione del cemento eccessivamente elevata. Le condizioni che caratterizzano il clima caldo sono:

- temperatura ambiente elevata;
- bassa umidità relativa;
- forte ventilazione (non necessariamente nella sola stagione calda);
- forte irraggiamento solare;
- temperatura elevata del calcestruzzo.

I potenziali problemi per il calcestruzzo fresco riguardano:

- aumento del fabbisogno d'acqua;
- veloce perdita di lavorabilità e conseguente tendenza a rapprendere nel corso della messa in opera;
- riduzione del tempo di presa con connessi problemi di messa in opera, di compattazione, di finitura e rischio di formazione di giunti freddi;
- tendenza alla formazione di fessure per ritiro plastico;
- difficoltà nel controllo dell'aria inglobata.

I potenziali problemi per il calcestruzzo indurito riguardano:

- riduzione della resistenza a 28 giorni e penalizzazione nello sviluppo delle resistenze a scadenze più lunghe, sia per la maggior richiesta di acqua, sia per effetto del prematuro indurimento del calcestruzzo;
- maggior ritiro per perdita di acqua;
- probabili fessure per effetto dei gradienti termici (picco di temperatura interno e gradiente termico versol'esterno);
- ridotta durabilità per effetto della diffusa micro-fessurazione;
- forte variabilità nella qualità della superficie dovuta alle differenti velocità di idratazione;
- maggior permeabilità.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non deve superare 35°C; tale limite dovrà essere convenientemente ridotto nel caso di getti di grandi dimensioni. Esistono diversi metodi per raffreddare il calcestruzzo; il più semplice consiste nell'utilizzo d'acqua molto fredda o di ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua d'impasto. Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo, si possono aggiungere additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, preventivamente autorizzati dalla direzione dei lavori.

I getti di calcestruzzo in climi caldi devono essere eseguiti di mattina, di sera o di notte, ovvero quando la temperatura risulta più bassa.



I calcestruzzi da impiegare nei climi caldi dovranno essere confezionati preferibilmente con cementi a basso calore di idratazione, oppure aggiungendo additivi ritardanti all'impasto.

Il getto successivamente deve essere trattato con acqua nebulizzata e con barriere frangivento per ridurre l'evaporazione dell'acqua di impasto.

Nei casi estremi il calcestruzzo potrà essere confezionato raffreddando i componenti, per esempio tenendo all'ombra gli inerti e aggiungendo ghiaccio all'acqua. In tal caso, prima dell'esecuzione del getto entro le casseforme, la direzione dei lavori dovrà accertarsi che il ghiaccio risulti completamente disciolto.

#### *Riprese di getto. Riprese di getto su calcestruzzo fresco e su calcestruzzo indurito*

Le interruzioni del getto devono essere autorizzate dalla direzione dei lavori. Per quanto possibile, i getti devono essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare le riprese e conseguire la necessaria continuità strutturale. Per ottenere ciò, è opportuno ridurre al minimo il tempo di ricopertura tra gli strati successivi, in modo che, mediante vibrazione, si ottenga la monoliticità del calcestruzzo.

Qualora siano inevitabili le riprese di getto, è necessario che la superficie del getto su cui si prevede la ripresa, sia lasciata quanto più possibile corrugata. Alternativamente, la superficie deve essere scalfita e pulita dai detriti, in modo da migliorare l'adesione con il getto successivo. L'adesione può essere migliorata con specifici adesivi per ripresa di getto (resine), o con tecniche diverse che prevedono l'utilizzo di additivi ritardanti o ritardanti superficiali da aggiungere al calcestruzzo o da applicare sulla superficie.

In sintesi:

- le riprese del getto su calcestruzzo fresco possono essere eseguite mediante l'impiego di additivi ritardanti nel dosaggio necessario in relazione alla composizione del calcestruzzo;
- le riprese dei getti su calcestruzzo indurito devono prevedere superfici di ripresa del getto precedente molto rugose, che devono essere accuratamente pulite e superficialmente trattate per assicurare la massima adesione tra i due getti di calcestruzzo.

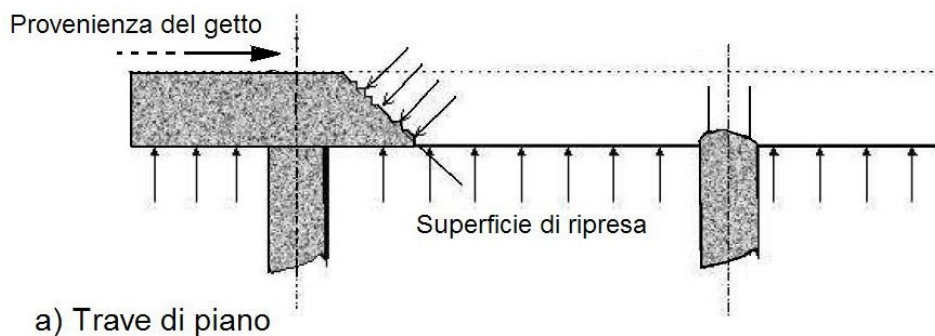
La superficie di ripresa del getto di calcestruzzo può essere ottenuta con:

- scarificazione della superficie del calcestruzzo già gettato;
- spruzzando sulla superficie del getto una dose di additivo ritardante la presa;
- collegando i due getti con malta di collegamento a ritiro compensato.

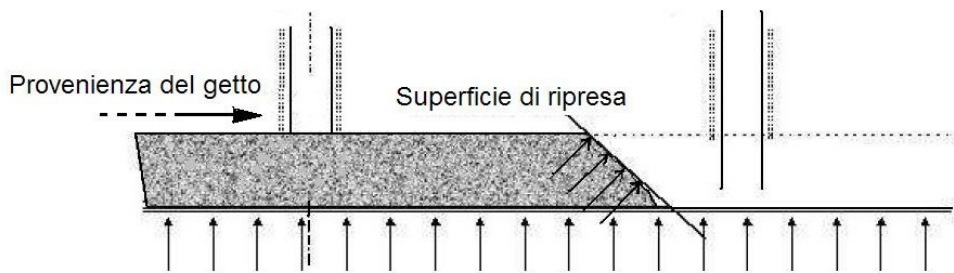
Quando sono presenti armature metalliche (barre) attraversanti le superfici di ripresa, occorre fare sì che tali barre, in grado per la loro natura di resistere al taglio, possano funzionare più efficacemente come elementi tesi in tralicci resistenti agli scorrimenti, essendo gli elementi compressi costituiti da aste virtuali di calcestruzzo che, come si è detto in precedenza, abbiano a trovare una buona imposta ortogonale rispetto al loro asse (questo è, per esempio, il caso delle travi gettate in più riprese sulla loro altezza).

Tra le riprese di getto sono da evitare i distacchi, le discontinuità o le differenze d'aspetto e colore.

Nel caso di ripresa di getti di calcestruzzo a vista devono eseguirsi le ulteriori disposizioni del direttore dei lavori.

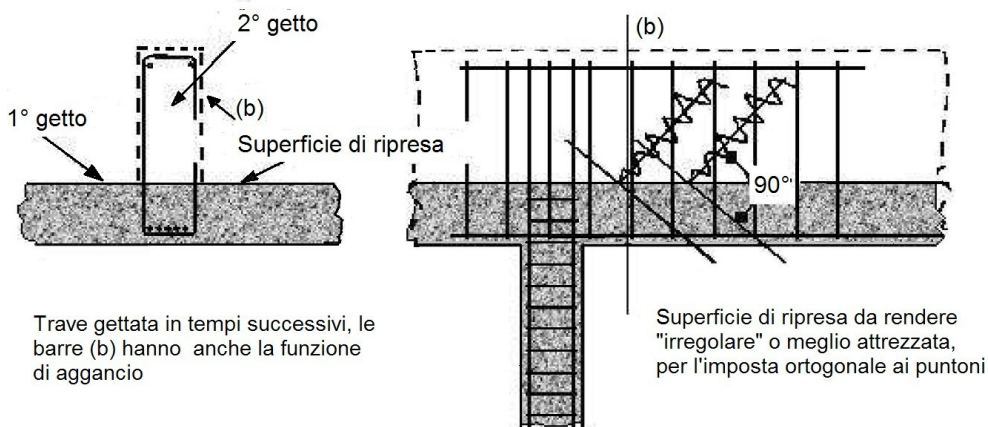


a) Trave di piano



b) Trave di fondazione

#### Modalità di ripresa del getto in travi di piano e di fondazione



#### Modalità di ripresa del getto su travi di spessore elevato

##### *Compattazione del calcestruzzo*

Quando il calcestruzzo fresco è versato nella cassaforma, contiene molti vuoti e tasche d'aria racchiusa tra gli aggregati grossolani rivestiti parzialmente da malta. Il volume di tale aria, che si aggira tra il 5 e il 20%, dipende dalla consistenza del calcestruzzo, dalla dimensione della cassaforma, dalla distribuzione e dall'addensamento delle barre d'armatura e dal modo con cui il calcestruzzo è stato versato nella cassaforma.

La compattazione è il processo mediante il quale le particelle solide del calcestruzzo fresco si serrano tra loro riducendo i vuoti. Tale processo può essere effettuato mediante vibrazione, centrifugazione, battitura e assestamento.

I calcestruzzi con classi di consistenza S1 e S2, che allo stato fresco sono generalmente rigidi, richiedono una compattazione più energica dei calcestruzzi di classe S3 o S4, aventi consistenza plastica o plastica fluida.

La lavorabilità di un calcestruzzo formulato originariamente con poca acqua non può essere migliorata aggiungendo acqua. Tale aggiunta penalizza la resistenza e dà luogo alla formazione di una miscela instabile che tende a segregare durante la messa in opera. Quando necessario possono essere utilizzati degli additivi fluidificanti o, talvolta, superfluidificanti.

Nel predisporre il sistema di compattazione, si deve prendere in considerazione la consistenza effettiva del calcestruzzo al momento della messa in opera che, per effetto della temperatura e della durata di trasporto, può essere inferiore a quella rilevata al termine dell'impasto.

La compattazione del calcestruzzo deve evitare la formazione di vuoti, soprattutto nelle zone di copriferro.

#### Compattazione mediante vibrazione

La vibrazione consiste nell'imporre al calcestruzzo fresco rapide vibrazioni che fluidificano la malta e drasticamente riducono l'attrito interno esistente tra gli aggregati. In questa condizione, il calcestruzzo si assesta per effetto della forza di gravità, fluisce nelle casseforme, avvolge le armature ed espelle l'aria intrappolata. Al termine della vibrazione l'attrito interno ristabilisce lo stato di quiete e il calcestruzzo risulta denso e compatto. I vibratori possono essere interni ed esterni.

I vibratori interni, detti anche *ad immersione* o *ad ago*, sono i più usati nei cantieri. Essi sono costituiti da una sonda o ago, contenente un albero eccentrico azionato da un motore tramite una trasmissione flessibile. Il loro raggio d'azione, in relazione al diametro, varia tra 0,2 e 0,6 m, mentre la frequenza di vibrazione, quando il vibratore è immerso nel calcestruzzo, è compresa tra 90 e 250 Hz.

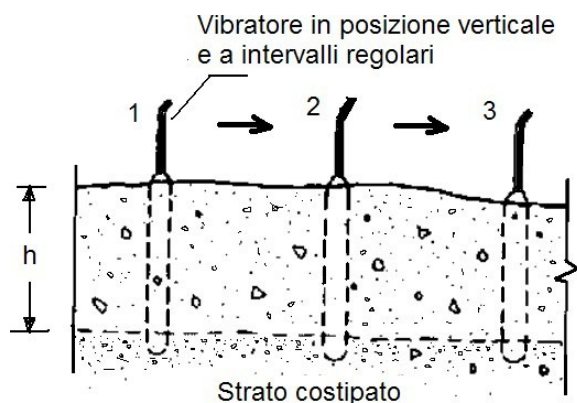
L'uso dei vibratori non deve essere prolungato, per non provocare la separazione dei componenti il calcestruzzo per effetto della differenza del peso specifico e il rifluimento verso l'alto dell'acqua di impasto con conseguente trasporto di cemento.

Per effettuare la compattazione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato da punto a punto nel calcestruzzo, con tempi di permanenza che vanno dai 5 ai 30 secondi. L'effettivo completamento della compattazione può essere valutato dall'aspetto della superficie, che non deve essere né porosa né eccessivamente ricca di malta. L'estrazione dell'ago deve essere graduale ed effettuata in modo da permettere la chiusura dei fori da esso lasciati.

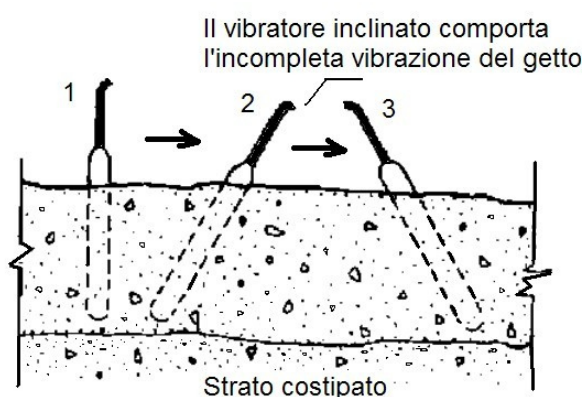
L'ago deve essere introdotto per l'intero spessore del getto fresco, e per 5-10 cm in quello sottostante, se questo è ancora lavorabile. In tal modo, si ottiene un adeguato legame tra gli strati e si impedisce la formazione di un giunto freddo tra due strati di getti sovrapposti. I cumuli che inevitabilmente si formano quando il calcestruzzo è versato nei casseri devono essere livellati inserendo il vibratore entro la loro sommità. Per evitare la segregazione, il calcestruzzo non deve essere spostato lateralmente con i vibratori mantenuti in posizione orizzontale, operazione che comporterebbe un forte affioramento di pasta cementizia con contestuale sedimentazione degli aggregati grossi. La vibrazione ottenuta affiancando il vibratore alle barre d'armatura è tollerata solo se l'addensamento tra le barre impedisce l'ingresso del vibratore e a condizione che non ci siano sottostanti strati di calcestruzzo in fase d'indurimento. Qualora il getto comporti la messa in opera di più strati, si dovrà programmare la consegna del calcestruzzo in modo che ogni strato sia disposto sul precedente quando questo è ancora allo stato plastico, così da evitare i giunti freddi.

I vibratori esterni sono utilizzati generalmente negli impianti di prefabbricazione ma possono, comunque, essere utilizzati anche nei cantieri quando la struttura è complessa o l'addensamento delle barre d'armatura limita o impedisce l'inserimento di un vibratore ad immersione.

I vibratori superficiali applicano la vibrazione tramite una sezione piana appoggiata alla superficie del getto; in questo modo il calcestruzzo è sollecitato in tutte le direzioni e la tendenza a segregare è minima. Un martello elettrico può essere usato come vibratore superficiale se combinato con una piastra d'idonea sezione. Per consolidare sezioni sottili è utile l'impiego di rulli vibranti.



a) Vibrazione corretta



b) Vibrazione errata

Esecuzione del getto e modalità di costipazione mediante vibrazione interna

## *Stagionatura*

### *Prescrizioni per una corretta stagionatura*

Per una corretta stagionatura del calcestruzzo è necessario seguire le seguenti disposizioni:

- prima della messa in opera:
  - saturare a rifiuto il sottofondo e le casseforme di legno, oppure isolare il sottofondo con fogli di plastica e impermeabilizzare le casseforme con disarmante;
  - la temperatura del calcestruzzo al momento della messa in opera deve essere  $\leq 0^{\circ}\text{C}$ , raffreddando, se necessario, gli aggregati e l'acqua di miscela.
- durante la messa in opera:
  - erigere temporanee barriere frangivento per ridurre la velocità sulla superficie del calcestruzzo;
  - erigere protezioni temporanee contro l'irraggiamento diretto del sole;
  - proteggere il calcestruzzo con coperture temporanee, quali fogli di polietilene, nell'intervallo fra la messa in opera e la finitura;
  - ridurre il tempo fra la messa in opera e l'inizio della stagionatura protetta.
- dopo la messa in opera:
  - minimizzare l'evaporazione proteggendo il calcestruzzo immediatamente dopo la finitura con membrane impermeabili, umidificazione a nebbia o copertura;
  - la massima temperatura ammissibile all'interno delle sezioni è di  $70^{\circ}\text{C}$ ;
  - la differenza massima di temperatura fra l'interno e l'esterno è di  $20^{\circ}\text{C}$ ;
  - la massima differenza di temperatura fra il calcestruzzo messo in opera e le parti già indurite o altri elementi della struttura è di  $15^{\circ}\text{C}$ .

È compito della direzione dei lavori specificare le modalità di ispezione e di controllo.

### *Protezione in generale*

La protezione consiste nell'impedire, durante la fase iniziale del processo di indurimento:

- l'essiccazione della superficie del calcestruzzo, perché l'acqua è necessaria per l'idratazione del cemento e, nel caso in cui si impieghino cementi di miscela, per il progredire delle reazioni pozzolaniche. Inoltre, ancora, per evitare che gli strati superficiali del manufatto indurito risultino porosi. L'essiccazione prematura rende il copriferro permeabile e, quindi, scarsamente resistente alla penetrazione delle sostanze aggressive presenti nell'ambiente di esposizione;
- il congelamento dell'acqua d'impasto prima che il calcestruzzo abbia raggiunto un grado adeguato di indurimento;
- che i movimenti differenziali, dovuti a differenze di temperatura attraverso la sezione del manufatto, siano di entità tale da generare fessure.

I metodi di stagionatura proposti dall'appaltatore dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del direttore dei lavori, che potrà richiedere le opportune verifiche sperimentali.

Durante il periodo di stagionatura protetta, si dovrà evitare che i getti di calcestruzzo subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, da misurare con serie di termocoppie, non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero nella posizione indicata dal progettista.

L'appaltatore dovrà evitare congelamenti superficiali o totali di strutture in cemento armato sottili, oppure innalzamenti di temperatura troppo elevati con conseguente abbattimento delle proprietà del calcestruzzo indurito nel caso di strutture massive.

### *Protezione termica durante la stagionatura*

A titolo esemplificativo, di seguito si indicano i più comuni sistemi di protezione termica per le strutture in calcestruzzo adottabili nei getti di cantiere, ovvero:

- cassaforma isolante;
- sabbia e foglio di polietilene;
- immersione in leggero strato d'acqua;
- coibentazione con teli flessibili.

#### **CASSAFORMA ISOLANTE**

Il  $T \leq 20^{\circ}\text{C}$  può essere rispettato se si usa una cassaforma isolante, ad esempio legno compensato con spessore  $\geq 2$  cm, o se il getto si trova contro terra.

#### SABBIA E FOGLIO DI POLIETILENE

La parte superiore del getto si può proteggere con un foglio di polietilene coperto con 7-8 cm di sabbia. Il foglio di polietilene ha anche la funzione di mantenere la superficie pulita e satura d'umidità.

#### IMMERSIONE IN LEGGERO STRATO D'ACQUA

La corretta stagionatura è assicurata mantenendo costantemente umida la struttura messa in opera. Nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, si suggerisce di creare un cordolo perimetrale che permette di mantenere la superficie costantemente ricoperta da alcuni centimetri d'acqua.

Occorre porre attenzione, in condizioni di forte ventilazione, alla rapida escursione della temperatura sulla superficie per effetto dell'evaporazione.

#### COIBENTAZIONE CON TELI FLESSIBILI

Sono ideali nelle condizioni invernali, in quanto permettono di trattenere il calore nel getto, evitando la dispersione naturale. Si deve tener conto, tuttavia, che nella movimentazione le coperte possono essere facilmente danneggiate. Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, occorre prevedere ed eseguire in cantiere una serie di verifiche che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

#### *Durata della stagionatura*

Con il termine *durata di stagionatura* si intende il periodo che intercorre tra la messa in opera e il tempo in cui il calcestruzzo ha raggiunto le caratteristiche essenziali desiderate. Per l'intera durata della stagionatura, il calcestruzzo necessita d'attenzioni e cure affinché la sua maturazione possa avvenire in maniera corretta. La durata di stagionatura deve essere prescritta in relazione alle proprietà richieste per la superficie del calcestruzzo (resistenza meccanica e compattezza) e per la classe d'esposizione. Se la classe di esposizione prevista è limitata alle classi X0 e XC1, il tempo minimo di protezione non deve essere inferiore a 12 ore, a condizione che il tempo di presa sia inferiore a cinque ore, e che la temperatura della superficie del calcestruzzo sia superiore a 5°C. Se il calcestruzzo è esposto a classi d'esposizione diverse da X0 o XC1, la durata di stagionatura deve essere estesa fino a quando il calcestruzzo ha raggiunto, sulla sua superficie, almeno il 50% della resistenza media, o il 70% della resistenza caratteristica, previste dal progetto. Nella tabella 58.3 sono riportati, in funzione dello sviluppo della resistenza e della temperatura del calcestruzzo, la durata di stagionatura minima per calcestruzzi esposti a classi d'esposizione diverse da X0 e XC1.

**Tabella - Durata di stagionatura minima per calcestruzzi esposti a classi d'esposizione diverse (da X0 a XC1)**

Temperatura $t$ della superficie del calcestruzzo [°C]	Durata minima della stagionatura (giorni)			
	Sviluppo della resistenza in base al rapporto $r = (f_{cm2}/f_{cm28})^1$			
	Rapido $r \geq 0,50$	Medio $0,50 < r \leq 0,30$	Lento $0,30 < r \leq 0,15$	Molto lento $r < 0,15$
$t \geq 25$	1,0	1,5	2,0	3
$25 > t \geq 15$	1,0	2,0	3,0	5
$15 > t \geq 10$	2,0	4,0	7,0	10
$10 > t \geq 5$	3,0	6,0	10	15

<sup>1</sup> La velocità di sviluppo della resistenza  $r$  è calcolata in base al rapporto sperimentale della resistenza meccanica  $f_{cm}$  alla compressione determinata alla scadenza di 2 e 28 giorni. Al tempo di maturazione specificato deve essere aggiunto l'eventuale tempo di presa eccedente le cinque ore. Il tempo durante il quale il calcestruzzo rimane a temperatura < 5°C non deve essere computato come tempo di maturazione.

L'indicazione circa la durata di stagionatura, necessaria ad ottenere la durabilità e impermeabilità dello strato superficiale, non deve essere confusa con il tempo necessario al raggiungimento della resistenza prescritta per la rimozione delle casseforme, e i conseguenti aspetti di sicurezza strutturale. Per limitare la perdita d'acqua per evaporazione si adottano i seguenti metodi:

- mantenere il getto nelle casseforme per un tempo adeguato (3-7 giorni);
- coprire la superficie del calcestruzzo con fogli di plastica, a tenuta di vapore, assicurati ai bordi e nei punti di giunzione;
- mettere in opera coperture umide sulla superficie in grado di proteggere dall'essiccazione;
- mantenere umida la superficie del calcestruzzo con l'apporto di acqua;
- applicare prodotti specifici (filmogeni antievaporanti) per la protezione delle superfici.

I prodotti filmogeni di protezione curing non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali, a meno che il prodotto non venga completamente rimosso prima delle operazioni o che si sia verificato che non ci siano effetti negativi nei riguardi dei trattamenti successivi, salvo specifica deroga da parte della direzione dei lavori. Per eliminare il film dello strato protettivo dalla superficie del calcestruzzo, si può utilizzare la sabbiatura o l'idropulitura con acqua in pressione. La colorazione del prodotto di curing serve a rendere visibili le superfici trattate. Si devono evitare, nel corso della stagionatura, i ristagni d'acqua sulle superfici che rimarranno a vista.

Nel caso in cui siano richieste particolari caratteristiche per la superficie del calcestruzzo, quali la resistenza all'abrasione o durabilità, è opportuno aumentare il tempo di protezione e maturazione.

#### *Norme di riferimento per i prodotti filmogeni*

**UNI EN 206-1** – Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità;

**UNI 8656** – Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti;

**UNI 8657** – Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione della ritenzione d'acqua;

**UNI 8658** – Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del tempo di essiccamento;

**UNI 8659** – Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione del fattore di riflessione dei prodotti filmogeni pigmentati di bianco;

**UNI 8660** – Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Determinazione dell'influenza esercitata dai prodotti filmogeni sulla resistenza all'abrasione del calcestruzzo.

#### *Controllo della fessurazione superficiale*

Per le strutture in cemento armato in cui non sono ammesse fessurazioni dovranno essere predisposti i necessari accorgimenti previsti dal progetto esecutivo o impartite dalla direzione dei lavori.

Le fessurazioni superficiali dovute al calore che si genera nel calcestruzzo devono essere controllate mantenendo la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto intorno ai 20°C.

#### *Maturazione accelerata con getti di vapore saturo*

In cantiere la maturazione accelerata a vapore del calcestruzzo gettato può ottenersi con vapore alla temperatura di 55-80°C alla pressione atmosferica. La temperatura massima raggiunta dal calcestruzzo non deve superare i 60°C, e il successivo raffreddamento deve avvenire con gradienti non superiori a 10°C/h.

A titolo orientativo potranno essere eseguite le raccomandazioni del documento ACI 517.2R-80 (Accelerated Curing of Concrete at Atmospheric Pressure).

#### *Casseforme e puntelli per le strutture in calcestruzzo semplice e armato*

##### *Caratteristiche delle casseforme*

Le casseforme e le relative strutture di supporto devono essere realizzate in modo da sopportare le azioni alle quali sono sottoposte nel corso della messa in opera del calcestruzzo, e in modo da essere abbastanza rigide per garantire il rispetto delle dimensioni geometriche e delle tolleranze previste.

In base alla loro configurazione le casseforme possono essere classificate in:

- casseforme smontabili;
- casseforme a tunnel, idonee a realizzare contemporaneamente elementi edilizi orizzontali e verticali;
- casseforme rampanti, atte a realizzare strutture verticali mediante il loro progressivo innalzamento, ancorate al calcestruzzo precedentemente messo in opera;
- casseforme scorrevoli, predisposte per realizzare in modo continuo opere che si sviluppano in altezza o lunghezza.

Per rispettare le quote e le tolleranze geometriche progettuali, le casseforme devono essere praticamente indeformabili quando, nel corso della messa in opera, sono assoggettate alla pressione del calcestruzzo e alla vibrazione. È opportuno che eventuali prescrizioni relative al grado di finitura della superficie a vista siano riportate nelle specifiche progettuali.

La superficie interna delle casseforme rappresenta il negativo dell'opera da realizzare; tutti i suoi pregi e difetti si ritrovano sulla superficie del getto.

Generalmente, una cassaforma è ottenuta mediante l'accostamento di pannelli. Se tale operazione non è eseguita correttamente e/o non sono predisposti i giunti a tenuta, la fase liquida del calcestruzzo, o boiaccia, fuoriesce provocando difetti estetici sulla superficie del getto, eterogeneità nella tessitura e nella colorazione, nonché nidi di ghiaia.

La tenuta delle casseforme deve essere curata in modo particolare nelle strutture con superfici di calcestruzzo a vista, e può essere migliorata utilizzando giunti preformati riutilizzabili, oppure con mastice e con guarnizioni monouso. Alla difficoltà di ottenere connessioni perfette si può porre rimedio facendo in modo che le giunture siano in corrispondenza di modanature o di altri punti d'arresto del getto.

Tutti i tipi di casseforme (con la sola esclusione di quelle che rimangono inglobate nell'opera finita), prima della messa in opera del calcestruzzo, richiedono il trattamento con un agente (prodotto) disarmante.

I prodotti disarmanti sono applicati ai manti delle casseforme per agevolare il distacco del calcestruzzo, ma svolgono anche altre funzioni, quali la protezione della superficie delle casseforme metalliche dall'ossidazione e della corrosione, l'impermeabilizzazione dei pannelli di legno e il miglioramento della qualità della superficie del calcestruzzo. La scelta del prodotto e la sua corretta applicazione influenzano la qualità delle superfici del calcestruzzo, in particolare l'omogeneità di colore e l'assenza di bolle.

Le casseforme assorbenti, costituite da tavole o pannelli di legno non trattato o altri materiali assorbenti, calcestruzzo compreso, prima della messa in opera del calcestruzzo richiedono la saturazione con acqua. Si deve aver cura di eliminare ogni significativa traccia di ruggine nelle casseforme metalliche.

Nel caso in cui i ferri d'armatura non siano vincolati alle casseforme, per rispettare le tolleranze dello spessore del copriferro si dovranno predisporre opportune guide o riscontri che contrastano l'effetto della pressione esercitata dal calcestruzzo.

Nella tabella 58.4 sono indicati i principali difetti delle casseforme, le conseguenze e le possibili precauzioni per evitare, o almeno contenere, i difetti stessi.

**Difetti delle casseforme, conseguenze e precauzioni**

<b>Difetti</b>	<b>Conseguenze</b>	<b>Precauzioni</b>
<b>Per le casseforme</b>		
Deformabilità eccessiva	Sulle tolleranze dimensionali	Utilizzare casseforme poco deformabili, casseforme non deformate, pannelli di spessore omogeneo
Tenuta insufficiente	Perdita di boiacca e/o fuoriuscita d'acqua d'impasto. Formazione di nidi di ghiaia	Connettere correttamente le casseforme e sigillare i giunti con materiali idonei o guarnizioni
<b>Per i pannelli</b>		
Superficie troppo assorbente	Superficie del calcestruzzo omogenea e di colore chiaro	Saturare le casseforme con acqua. Usare un idoneo prodotto disarmante e/o impermeabilizzante
Superficie non assorbente	Presenza di bolle superficiali	Distribuire correttamente il disarmante. Far rifluire il calcestruzzo dal basso
Superficie ossidata	Tracce di macchie e di ruggine	Pulire accuratamente le casseforme metalliche. Utilizzare un prodotto disarmante anticorrosivo
<b>Per i prodotti disarmanti</b>		
Distribuzione in eccesso	Macchie sul calcestruzzo Presenza di bolle d'aria	Utilizzare un sistema idoneo a distribuire in modo omogeneo un film sottile di disarmante Pulire accuratamente le casseforme dai residui dei precedenti impieghi
Distribuzione insufficiente	Disomogeneità nel distacco	Curare l'applicazione del prodotto disarmante

#### *Casseforme speciali*

Le casseforme speciali più frequentemente utilizzate sono quelle rampanti e quelle scorrevoli orizzontali e verticali.

Le casseforme rampanti si sorreggono sul calcestruzzo indurito dei getti sottostanti precedentemente messi in opera. Il loro fissaggio è realizzato mediante bulloni o barre inserite nel calcestruzzo. L'avanzamento nei getti è vincolato al raggiungimento, da parte del calcestruzzo, di una resistenza sufficiente a sostenere il carico delle armature, del calcestruzzo del successivo getto, degli uomini e delle attrezzature.

Questa tecnica è finalizzata alla realizzazione di strutture di notevole altezza, quali pile di ponte, ciminiere, pareti di sbarramento (dighe), strutture industriali a sviluppo verticale.

La tecnica delle casseforme scorrevoli consente di mettere in opera il calcestruzzo in modo continuo. La velocità di avanzamento della cassaforma è regolata in modo che il calcestruzzo formato sia sufficientemente rigido da mantenere la propria forma, sostenere il proprio peso e le eventuali sollecitazioni indotte dalle attrezzature e, nel caso di casseforme scorrevoli verticali, anche il calcestruzzo del getto successivo.

Le casseforme scorrevoli orizzontali scivolano conferendo al calcestruzzo la sezione voluta. Inoltre, avanzano su rotaie, e la direzione e l'allineamento sono mantenuti facendo riferimento ad un filo di guida. Sono utilizzate, ad esempio, per rivestimenti di gallerie, condotte d'acqua, rivestimenti di canali, pavimentazioni stradali, barriere spartitraffico.

Le casseforme scorrevoli verticali, invece, sono utilizzate per realizzare strutture, quali sili, edifici a torre, ciminiere.

L'utilizzo delle casseforme scorrevoli comporta dei vincoli per le proprietà del calcestruzzo fresco. Nel caso delle casseforme scorrevoli orizzontali, è richiesta una consistenza quasi asciutta (S1-S2). Il calcestruzzo deve rendersi plastico sotto l'effetto dei vibratori, ma al rilascio dello stampo deve essere sufficientemente rigido per autosostenersi. Con le casseforme scorrevoli verticali, invece, il tempo d'indurimento e la scorrevolezza del calcestruzzo sono parametri vincolanti e devono essere costantemente controllati.

Nel caso di casserratura a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

#### *Casseforme in legno*

Nel caso di utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso, l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti. Le parti componenti i casseri devono essere a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiacca cementizia.

#### **Legname per carpenteria**

<b>Tavolame</b>	tavole (o sottomisure)	spessore 2,5 cm larghezza 8-16 cm lunghezza 4 m
	tavoloni (da ponteggio)	spessore 5 cm larghezza 30-40 cm lunghezza 4 m
<b>Legname segato</b>	travi (sostacchine)	sezione quadrata da 12 · 12 a 20 · 20 cm lunghezza 4 m
<b>Legname tondo</b>	antenne, candeie	diametro min 12 cm lunghezza > 10-12 cm
	pali, ritti	diametro 10-12 cm lunghezza > 6-12 cm
<b>Residui di lavorazioni precedenti</b>	da tavole (mascelle) da travi (mozzature)	lunghezza > 20 cm

Fonte: AITEC, *Il cemento armato: carpenteria*.

#### *Pulizia e trattamento*

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

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

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

Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.



#### *Legature delle casseforme e distanziatori delle armature*

Gli inserti destinati a mantenere le armature in posizione, quali distanziali, tiranti, barre o altri elementi incorporati o annegati nella sezione come placche e perni di ancoraggio, devono:

- essere fissati solidamente in modo tale che la loro posizione rimanga quella prescritta anche dopo la messa in opera e la compattazione del calcestruzzo;
- non indebolire la struttura;
- non indurre effetti dannosi al calcestruzzo, agli acciai di armatura e ai tiranti di precompressione;
- non provocare macchie inaccettabili;
- non nuocere alla funzionalità o alla durabilità dell'elemento strutturale;
- non ostacolare la messa in opera e la compattazione del calcestruzzo.

Ogni elemento annegato deve avere una rigidità tale da mantenere la sua forma durante le operazioni di messa in opera del calcestruzzo.

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

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

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

#### *Strutture di supporto*

Le strutture di supporto devono prendere in considerazione l'effetto combinato:

- del peso proprio delle casseforme, dei ferri d'armatura e del calcestruzzo;
- della pressione esercitata sulle casseforme dal calcestruzzo in relazione ai suoi gradi di consistenza più elevati, particolarmente nel caso di calcestruzzo autocompattante (scc);
- delle sollecitazioni esercitate da personale, materiali, attrezzature, ecc., compresi gli effetti statici e dinamici provocati dalla messa in opera del calcestruzzo, dai suoi eventuali accumuli in fase di getto e dalla sua compattazione;
- dei possibili sovraccarichi dovuti al vento e alla neve.

Alle casseforme non devono essere connessi carichi e/o azioni dinamiche dovute a fattori esterni quali, ad esempio, le tubazioni delle pompe per calcestruzzo. La deformazione totale delle casseforme, e la somma di quelle relative ai pannelli e alle strutture di supporto, non deve superare le tolleranze geometriche previste per il getto.

Per evitare la deformazione del calcestruzzo non ancora completamente indurito e le possibili fessurazioni, le strutture di supporto devono prevedere l'effetto della spinta verticale e orizzontale del calcestruzzo durante la messa in opera e, nel caso in cui la struttura di supporto poggi, anche parzialmente, al suolo, occorrerà assumere i provvedimenti necessari per compensare gli eventuali assestamenti.

Nel caso del calcestruzzo autocompattante (scc) non è prudente tener conto della riduzione di pressione laterale, che deve essere considerata di tipo idrostatico agente su tutta l'altezza di getto, computata a partire dalla quota d'inizio o di ripresa di getto. Per evitare la marcatura delle riprese di getto, compatibilmente con la capacità delle casseforme a resistere alla spinta idrostatica esercitata dal materiale fluido, il calcestruzzo autocompattante deve essere messo in opera in modo continuo, programmando le riprese di getto lungo le linee di demarcazione architettoniche (modanature, segna-piano, ecc.).

#### *Giunti tra gli elementi di cassaforma*

I giunti tra gli elementi di cassaforma saranno realizzati con ogni cura, al fine di evitare fuoriuscite di boiaccia e creare irregolarità o sbavature. Potrà essere prescritto che tali giunti debbano essere evidenziati in modo da divenire elementi architettonici.

#### *Predisposizione di fori, tracce, cavità*

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni progettuali esecutivi, per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, ecc.

#### *Linee generali per il disarmo delle strutture in cemento armato*

Il disarmo comprende le fasi che riguardano la rimozione delle casseforme e delle strutture di supporto. Queste non possono essere rimosse prima che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza sufficiente a:

- sopportare le azioni applicate;
- evitare che le deformazioni superino le tolleranze specificate;
- resistere ai deterioramenti di superficie dovuti al disarmo.

Durante il disarmo è necessario evitare che la struttura subisca colpi, sovraccarichi e deterioramenti.

I carichi sopportati da ogni centina devono essere rilasciati gradatamente, in modo tale che gli elementi di supporto contigui non siano sottoposti a sollecitazioni brusche ed eccessive.

La stabilità degli elementi di supporto e delle casseforme deve essere assicurata e mantenuta durante l'annullamento delle reazioni in gioco e lo smontaggio. L'appaltatore non può effettuare il disarmo delle strutture entro i giorni indicati nella relazione strutturale riferiti alla data di esecuzione del getto.

Il disarmo deve avvenire gradatamente adottando i provvedimenti necessari ad evitare brusche sollecitazioni e azioni dinamiche. Infatti, l'eliminazione di un supporto dà luogo, nel punto di applicazione, ad una repentina forza uguale e contraria a quella esercitata dal supporto (per carichi verticali, si tratta di forze orientate verso il basso, che danno luogo ad impropri aumenti di sollecitazione delle strutture). Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive.

Si può procedere alla rimozione delle casseforme dai getti solo quando è stata raggiunta la resistenza indicata dal progettista, e comunque non prima dei tempi prescritti nei decreti attuativi della legge n. 1086/1971. In ogni caso, il disarmo deve essere autorizzato e concordato con la direzione dei lavori.

Si deve porre attenzione ai periodi freddi, quando le condizioni climatiche rallentano lo sviluppo delle resistenze del calcestruzzo, come pure al disarmo e alla rimozione delle strutture di sostegno delle solette e delle travi. In caso di dubbio, è opportuno verificare la resistenza meccanica reale del calcestruzzo.

Le operazioni di disarmo delle strutture devono essere eseguite da personale specializzato, dopo l'autorizzazione del direttore dei lavori. Si dovrà tenere conto e prestare attenzione che sulle strutture da disarmare non vi siano carichi accidentali e temporanei, e verificare i tempi di maturazione dei getti in calcestruzzo.

È vietato disarmare le armature di sostegno se sulle strutture insistono carichi accidentali e temporanei.

#### ***Tempi minimi per del disarmo delle strutture in cemento armato dalla data del getto***

<b>Strutture</b>	<b>Calcestruzzo normale [giorni]</b>	<b>Calcestruzzo ad alta resistenza [giorni]</b>
Sponde dei casseri di travi e pilastri	3	2
Solette di luce modesta	10	4
Puntelli e centine di travi, archi e volte	24	12
Strutture a sbalzo	28	14

#### ***Disarmanti***

L'impiego di disarmanti per facilitare il distacco delle casseforme non deve pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo e la permeabilità, né influenzarne la presa, o causare la formazione di bolle e macchie.

La direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di disarmanti sulla base di prove sperimentali per valutarne gli effetti finali. In generale, le quantità di disarmante non devono superare i dosaggi indicati dal produttore. La stessa cosa vale per l'applicazione del prodotto.

#### **NORME DI RIFERIMENTO**

**UNI 8866-1** – *Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Definizione e classificazione;*

**UNI 8866-2** – *Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Prova dell'effetto disarmante, alle temperature di 20 e 80°C, su superficie di acciaio o di legno trattato.*

#### ***Ripristini e stuccature***

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dall'appaltatore dopo il disarmo delle strutture in calcestruzzo senza il preventivo controllo del direttore dei lavori.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 1 cm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti dovranno essere accuratamente sigillati con malta fine di cemento ad alta adesione.

Gli eventuali fori e/o nicchie formate nel calcestruzzo dalle strutture di supporto dei casseri, devono essere riempiti e trattati in superficie con un materiale di qualità simile a quella del calcestruzzo circostante.

A seguito di tali interventi, la direzione dei lavori potrà richiedere, per motivi estetici, la ripulitura o la verniciatura delle superfici del getto con idonei prodotti.

#### *Caricamento delle strutture disarmate*

Il caricamento delle strutture in cemento armato disarmate deve essere autorizzato dalla direzione dei lavori, che deve valutarne l'idoneità statica o in relazione alla maturazione del calcestruzzo e ai carichi sopportabili.

La direzione dei lavori potrà procedere alla misura delle deformazioni delle strutture dopo il disarmo, considerando l'azione del solo peso proprio.

#### *Prescrizioni specifiche per il calcestruzzo a faccia vista*

Affinché il colore superficiale del calcestruzzo, determinato dalla sottile pellicola di malta che si forma nel getto a contatto con la cassaforma, risulti il più possibile uniforme, il cemento utilizzato in ciascuna opera dovrà provenire dallo stesso cementificio ed essere sempre dello stesso tipo e classe. La sabbia, invece, dovrà provenire dalla stessa cava ed avere granulometria e composizione costante.

Le opere o i costituenti delle opere a faccia a vista, che dovranno avere lo stesso aspetto esteriore, dovranno ricevere lo stesso trattamento di stagionatura. In particolare, si dovrà curare che l'essiccamento della massa del calcestruzzo sia lento e uniforme.

Si dovranno evitare condizioni per le quali si possano formare efflorescenze sul calcestruzzo. Qualora queste apparissero, sarà onere dell'appaltatore eliminarle tempestivamente mediante spazzolatura, senza impiego di acidi.

Le superfici finite e curate – come indicato ai punti precedenti – dovranno essere adeguatamente protette, se le condizioni ambientali e di lavoro saranno tali da poter essere causa di danno in qualsiasi modo alle superfici stesse.

Si dovrà evitare che vengano prodotte sulla superficie finita scalfitture, macchie o altri elementi che ne pregiudichino la durabilità o l'estetica.

Si dovranno evitare, inoltre, macchie di ruggine dovute alla presenza temporanea dei ferri di ripresa. In tali casi, occorrerà prendere i dovuti provvedimenti, evitando che l'acqua piovana scorra sui ferri e, successivamente, sulle superfici finite del getto.

Qualsiasi danno o difetto della superficie finita del calcestruzzo dovrà essere eliminato a cura dell'appaltatore, con i provvedimenti preventivamente autorizzati dal direttore dei lavori.

Tutti gli elementi, metallici e non, utilizzati per la legatura e il sostegno dei casseri dovranno essere rimossi dopo la scasseratura.

#### *Difetti superficiali delle strutture, cause e rimedi*

I difetti superficiali del calcestruzzo influenzano non solo le sue caratteristiche estetiche, ma anche quelle di durabilità.

I più frequenti difetti superficiali sono riportati nelle tabelle che seguono, con le indicazioni relative alle cause e ai rimedi che devono essere adottati.

**Tabella - Nidi di ghiaia**

<b>Nidi di ghiaia (presenza di aggregato grosso non ricoperto da malta cementizia)</b>		
	<b>Cause</b>	<b>Rimedi</b>
<b>Progettuali</b>	Sezione con forte congestione dei ferri di armatura e mancanza di spazio per l'introduzione dei vibrator	Adeguare la disposizione delle armature
<b>Casseforme</b>	Giunti non a tenuta, che permettono la fuoriuscita di acqua, boiaccia o malta	Adeguare le casseforme
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Carenza di fini, scarsa lavorabilità o eccesso d'acqua, indurimento anticipato, diametro massimo degli aggregati in relazione alle dimensioni del getto	Correggere la miscela
<b>Messa in opera</b>	Calcestruzzo lasciato cadere da un'altezza eccessiva, carico eccessivo di calcestruzzo nelle casseforme, tramogge di carico inesistenti o inefficaci, spostamento orizzontale del calcestruzzo	Correggere la messa in opera
<b>Compattazione</b>	Vibratori sottodimensionati per potenza, frequenza o ampiezza, tempo di vibrazione troppo breve o eccessivo, distanza eccessiva tra i punti di vibrazione, numero di vibrator insufficiente	Correggere l'uso dei vibrator

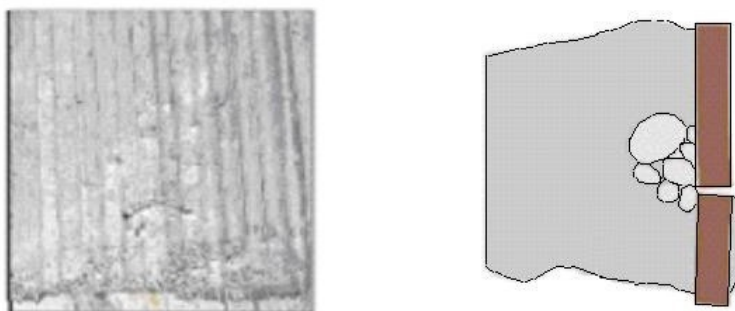


Fig. Nidi di ghiaia

#### Vuoti sulla superficie del getto contro cassaforma

Cavità singole sulla superficie di forma irregolare e dimensione fino a 20 mm		
Cause		Rimedi
<b>Progettuali</b>	Superfici di getto in contropendenza o con interferenze	-
<b>Casseforme</b>	Superfici delle casseforme impermeabili, poco bagnabili, troppo flessibili, e con agente disarmante inadeguato	Adeguare il disarmante
<b>Condizioni operative</b>	Agente disarmante applicato in misura eccessiva o non nebulizzato, temperatura del calcestruzzo troppo elevata	Correggere l'applicazione del disarmante
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Sabbia troppo ricca in fini, lavorabilità inadeguata, dosaggio eccessivo in cemento o materiale pozzolanico, contenuto d'aria troppo alto, calcestruzzo troppo viscoso	Correggere la miscela
<b>Messa in opera</b>	Messa in opera del calcestruzzo discontinua o troppo lenta, portata della pompa o delle tubazioni inadeguata	Assicurare la continuità del getto
<b>Compattazione</b>	Ampiezza di vibrazione eccessiva, vibratore mantenuto fermo e/o parzialmente immerso, vibrazione esterna inadeguata	Correggere il metodo di vibrazione

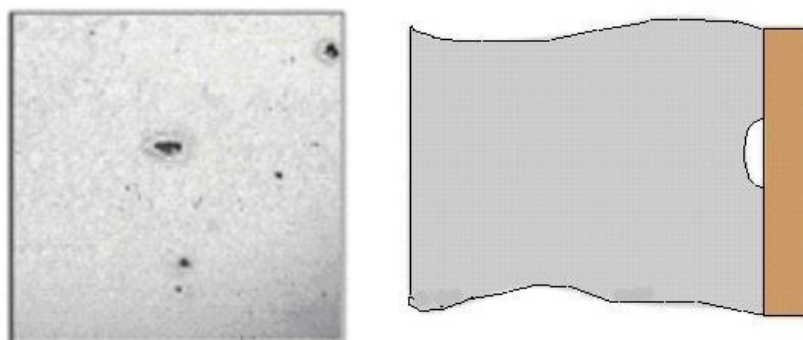


Fig. Vuoti sulla superficie del getto contro cassaforma

#### Tabella - Giunti delle casseforme in evidenza

Superfici dei giunti con evidenza di aggregati fini o grossi carenti in cemento, generalmente delimitati da superfici scure		
Cause		Rimedi
<b>Casseforme</b>	Manca di tenuta nei giunti delle casseforme o nei raccordi di fissaggio, con sigillatura inadeguata	Adeguare le casseforme

<b>Condizioni operative</b>	Spostamento laterale del calcestruzzo	Correggere il metodo di messa in opera
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Eccesso di acqua, calcestruzzo troppo fluido, e/o carenti in pasta cementizia	Correggere l'applicazione del disarmante e adeguare la miscela
<b>Messa in opera</b>	Tempo di attesa eccessivo tra la posa del calcestruzzo e la compattazione	Assicurare la continuità del getto
<b>Compattazione</b>	Eccessiva ampiezza o frequenza della vibrazione in relazione alla dimensione delle casseforme	Correggere la vibrazione

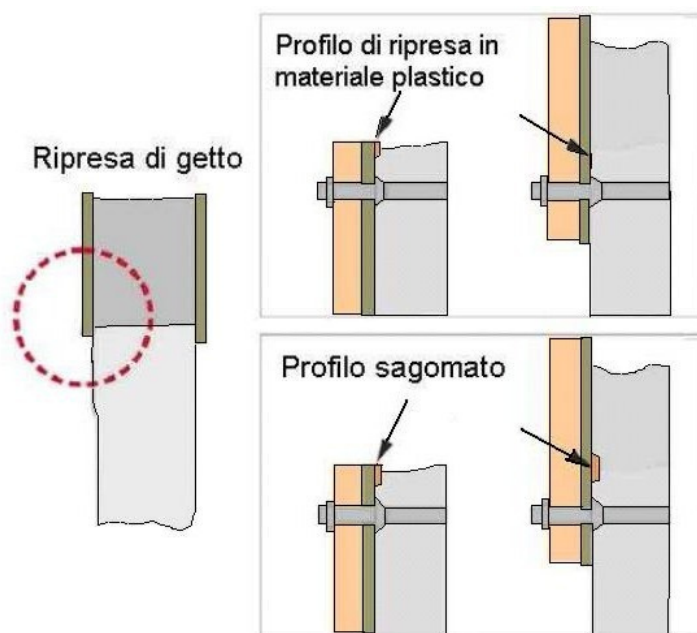


Fig. Giunti delle casseforme in evidenza

Tabella - Aggregati affioranti sulla superficie del calcestruzzo a vista

Aggregati affioranti sulla superficie del calcestruzzo a vista (superfici chiazze di chiaro o di scuro, presenza di macchie aventi dimensioni simili a quelle dell'aggregato)		
Cause		Rimedi
<b>Casseforme</b>	Troppo flessibili	Adeguare le casseforme
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Aggregati carenti nel contenuto in fini, granulometria non corretta, aggregato leggero con calcestruzzo troppo fluido	Adeguare la miscela
<b>Compattazione</b>	Vibrazione esterna eccessiva, o vibrazione eccessiva di calcestruzzo leggero	Correggere il sistema di vibrazione

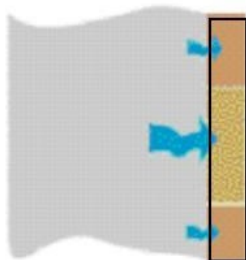
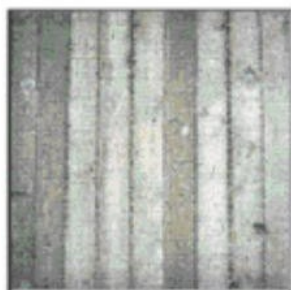
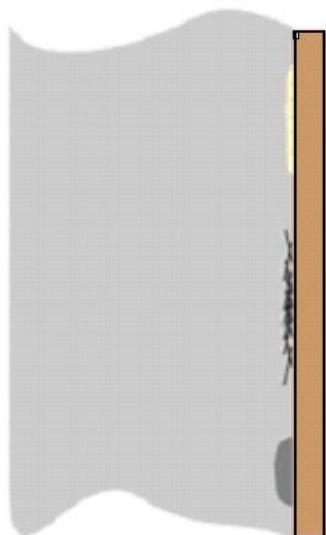
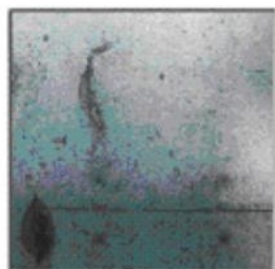
Tabella - Fessure di assestamento

Fessure di assestamento (anche corte, di ampiezza variabile e disposte orizzontalmente)		
Cause		Rimedi
<b>Progettuali</b>	Elementi sottili e complessi con difficoltà di accesso per il calcestruzzo e vibrator, spessore del copriferro inadeguato	Adeguare/verificare la geometria
<b>Casseforme</b>	Casseforme inadeguate e dalle superfici ruvide	Adeguare le casseforme
<b>Condizioni operative</b>	Discontinuità nelle operazioni di getto con tempi eccessivi durante la messa in opera del calcestruzzo (ad esempio, tra le colonne e i solai o le travi)	Assicurare la continuità del getto
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Composizione granulometrica inadeguata, calcestruzzo troppo fluido, cemento con presa troppo rapida	Verificare la miscela

<b>Messa in opera</b>	Discontinua	Assicurare la continuità del getto
<b>Compattazione</b>	Vibrazione ad immersione troppo prossima alle casseforme, vibrazione a cassaforma eccessiva	Adeguare la vibrazione

**Tabella - Variazioni di colore**

<b>Variazioni di colore</b> (variazioni di colore sulla superficie in evidenza poche ore dopo la rimozione delle casseforme)		
<b>Cause</b>		<b>Rimedi</b>
<b>Progettuali</b>	Ferri di armatura molto vicini alle casseforme	Adeguare il copriferro
<b>Casseforme</b>	Variazioni nelle proprietà di assorbimento superficiale, reazione fra il calcestruzzo e la superficie della cassaforma, reazione con l'agente disarmante, perdita di boiacca in corrispondenza dei giunti	Correggere le casseforme
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Granulometria inadeguata degli aggregati, miscelazione non completa, calcestruzzo troppo scorrevole, vibrazione eccessiva	Adeguare la miscela
<b>Messa in opera</b>	Segregazione dei costituenti, consistenza troppo fluida	Aggiustare la consistenza
<b>Compattazione</b>	Vibrazione ad immersione troppo prossima alle casseforme, vibrazione a cassaforma eccessiva	Correggere la vibrazione



**Figura- Variazioni di colore sulla superficie in evidenza poche ore dopo la rimozione delle casseforme**

**Tabella - Striature di sabbia e acqua**

<b>Striature di sabbia e acqua</b> (variazioni di colore o di ombre dovute alla separazione di particelle fini)		
<b>Cause</b>		<b>Rimedi</b>
<b>Casseforme</b>	Mancanza di tenuta delle casseforme, acqua in eccesso sul fondo della cassaforma risalente durante il getto	Adeguare le casseforme, drenare e asciugare l'acqua
<b>Condizioni operative</b>	Temperatura bassa, calcestruzzo con eccesso di acqua	Adottare una protezione per le casseforme

<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Scarso o eccessivamente ricco di fini, miscela arida, con insufficiente contenuto di pasta	Adeguare la miscela
<b>Messa in opera</b>	Troppo veloce	Correggere la messa in opera
<b>Compattazione</b>	Vibrazione e/o ampiezza di vibrazione eccessive	Adeguare la vibrazione

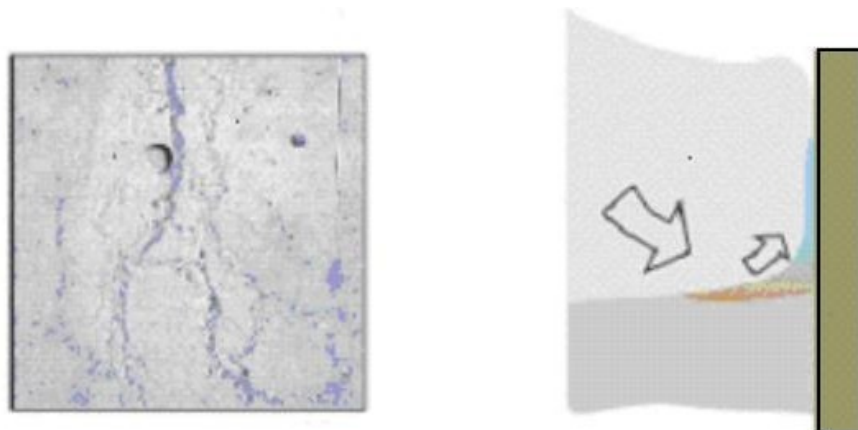


Figura - Striature di sabbia e acqua

Tabella - Delimitazione degli strati

Delimitazione degli strati (zone di colore scuro tra gli strati nel calcestruzzo)		
Cause		Rimedi
<b>Casseforme</b>	Troppo deformabili	Irrigidire le casseforme
<b>Condizioni operative</b>	Temperatura troppo elevata, mancanza di continuità nella posa del calcestruzzo e riprese di getto a freddo	Adeguare il mantenimento della lavorabilità
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Troppo bagnato con tendenza all'essudamento, presa rapida	Adeguare la miscela
<b>Messa in opera</b>	Troppo lenta, attrezzature o mano d'opera inadeguate	Correggere la messa in opera
<b>Compattazione</b>	Carenze nella vibrazione, difetto di penetrazione dei vibratori attraverso gli strati	Adeguare la vibrazione

Tabella - Giunti freddi

Giunti freddi (vuoti, nidi di ghiaia, variazioni di colore ai bordi delle riprese, bordo superiore del calcestruzzo non connesso allo strato inferiore)		
Cause		Rimedi
<b>Progettuali</b>	Spazio insufficiente per inserire il vibratore	Adeguare i sistemi di vibrazione
<b>Condizioni operative</b>	Mancanza di coordinamento fra la messa in opera e la compattazione o sistema di vibrazione inadeguato, messa in opera nel momento in cui lo strato inferiore del calcestruzzo ha già iniziato ad indurire	Continuità della messa in opera e della vibrazione
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Elevata perdita di lavorabilità e indurimento troppo rapido	Migliorare la miscela
<b>Messa in opera</b>	Strati troppo profondi, tempi di attesa eccessivi nella messa in opera dei vari strati	Adeguare le procedure di esecuzione
<b>Compattazione</b>	Vibrazione insufficiente, impossibilità di conferire continuità al getto inserendo il vibratore negli strati contigui, mancato inserimento dei vibratori nello strato sottostante	Adeguare la vibrazione

Tabella - Marcatura delle casseforme

Marcatura delle casseforme
----------------------------

(irregolarità sulla superficie in corrispondenza delle giunzioni delle casseforme, o come conseguenza di difetti delle casseforme)		
Cause		Rimedi
<b>Progettuali</b>	Giunti di costruzione in corrispondenza di una variazione nella direzione delle casseforme	-
<b>Casseforme</b>	Inadeguate al tipo di getto (dimensioni del getto, pressione sulle casseforme) e di messa in opera, facilmente deformabili	Adeguate le casseforme
<b>Condizioni operative</b>	Sistema di ancoraggio delle casseforme inadeguato, eccessivo accumulo di calcestruzzo prima della sua distribuzione	Correggere il sistema di ancoraggio e le procedure di getto
<b>Proprietà del calcestruzzo fresco</b>	Eccessivo ritardo nell'indurimento del calcestruzzo	Migliorare la miscela
<b>Messa in opera</b>	Troppo lenta	Accelerare la messa in opera
<b>Compattazione</b>	Ampiezza di vibrazione eccessiva, disomogenea distribuzione dei punti di immersione dei vibratori	Adeguate la vibrazione



**Figura - Marcatura delle casseforme**

#### *Tolleranze dimensionali*

##### *Pilastrì*

LUNGHEZZA  $\pm 1$  cm  
 DIMENSIONE ESTERNA  $\pm 0,5$  cm  
 FUORI PIOMBO PER METRO DI ALTEZZA 1/500  
 INCAVO PER ALLOGGIAMENTO TRAVI  $\pm 0,5$  cm

##### *Travi*

LUNGHEZZA  $\pm 2$  cm  
 LARGHEZZA  $\pm 0,5$  cm  
 ALTEZZA  $\pm 1$  cm  
 SVERGOLATURE PER METRO DI LUNGHEZZA 1/1000

#### **Art. 31. Armature minime e limitazioni geometriche delle sezioni degli elementi strutturali in cemento armato**

##### *Generalità*

Le armature di elementi strutturali in cemento armato devono rispettare le dimensioni minime stabilite dal punto 4.1.6.1.1 delle norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.



### Armatura minima delle travi

L'area dell'armatura longitudinale  $A_{s,min}$  in zona tesa non deve essere inferiore a:

$$A_{s,min} = 0,0013 \cdot b_t \cdot d$$

dove

$b_t$  rappresenta la larghezza media della zona tesa (per una trave a T con piattabanda compressa, nel calcolare il valore di  $b_t$  si considera solo la larghezza dell'anima);

$d$  è l'altezza utile della sezione.

Negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura efficacemente ancorata, calcolata per uno sforzo di trazione pari al taglio.

Al di fuori delle zone di sovrapposizione, l'area di armatura tesa o compressa non deve superare individualmente  $A_{s,max} = 0,04 A_c$ , essendo  $A_c$  l'area della sezione trasversale di calcestruzzo.

Le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore ad  $A_{st} = 1,5 b \text{ mm}^2/\text{m}$ , essendo  $b$  lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione.

In ogni caso, almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.

### Armatura minima dei pilastri

Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono avere diametro maggiore o uguale a 12 mm, e non potranno avere interassi maggiori di 300 mm. Inoltre, la loro area non deve essere inferiore a:  $A_{s,min} = 0,003 A_c$ , dove  $A_c$  è l'area di calcestruzzo.

Le armature trasversali devono essere poste ad interasse non maggiore di dodici volte il diametro minimo delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, con un massimo di 250 mm. Il diametro delle staffe non deve essere minore di 6 mm e di 1/4 del diametro massimo delle barre longitudinali.

Al di fuori delle zone di sovrapposizione, l'area di armatura non deve superare  $A_{s,max} = 0,04 A_c$ , essendo  $A_c$  l'area della sezione trasversale di calcestruzzo.

### Copriferro e interferro

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo non inferiore a 15 mm.

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature.

Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.

Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

Il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato in tabella 60.1, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di tabella 4.1.IV delle norme tecniche per le costruzioni. I valori sono espressi in mm e sono distinti in funzione dell'armatura, barre da cemento armato o cavi aderenti da cemento armato precompresso (fili, trecce e trefoli), e del tipo di elemento, a piastra (solette, pareti, ecc.) o monodimensionale (travi, pilastri, ecc.).

Ai valori della tabella 60.1 devono essere aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

I valori della tabella 60.1 si riferiscono a costruzioni con vita nominale di 50 anni (tipo 2 secondo la tabella 2.4.I delle norme tecniche per le costruzioni). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (tipo 3 secondo la citata tabella 2.4.I) i valori della tabella 60.1 vanno aumentati di 10 mm. Per classi di resistenza inferiori a  $C_{min}$ , i valori della tabella sono da aumentare di 5 mm. Per produzioni di elementi sottoposte a controllo di qualità che preveda anche la verifica dei copriferri, i valori della tabella possono essere ridotti di 5 mm.

Per acciai inossidabili, o in caso di adozione di altre misure protettive contro la corrosione e verso i vani interni chiusi di solai alleggeriti (alveolari, predalles, ecc.), i copriferri potranno essere ridotti in base a documentazioni di comprovata validità.

**Tabella - Valori minimi di copriferro**

Barre da cemento armato	Barre da cemento armato	Cavi da cemento armato precompresso	Cavi da cemento armato precompresso
elementi a piastra	altri elementi	elementi a piastra	altri elementi

$C_{min}$	$C_o$	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto aggressivo	35	40	40	45	45	50	50	50

#### Dettagli costruttivi

Le indicazioni fornite nel seguito in merito ai dettagli costruttivi si applicano sia alle strutture in cemento armato gettate in opera che alle strutture in cemento armato prefabbricate. I dettagli costruttivi sono articolati in termini di:

- limitazioni geometriche;
- limitazioni di armatura.

#### Limitazioni geometriche

##### Travi

La larghezza  $b$  della trave deve essere  $\geq 20$  cm e, per le travi basse comunemente denominate *a spessore*, deve essere non maggiore della larghezza del pilastro, aumentata da ogni lato di metà dell'altezza della sezione trasversale della trave stessa, risultando, comunque, non maggiore di due volte  $bc$ , essendo  $bc$  la larghezza del pilastro ortogonale all'asse della trave.

Il rapporto  $b/h$  tra larghezza e altezza della trave deve essere  $\geq 0,25$ .

Non deve esserci eccentricità tra l'asse delle travi che sostengono pilastri in falso e l'asse dei pilastri che le sostengono. Esse devono avere almeno due supporti, costituiti da pilastri o pareti. Le pareti non possono appoggiarsi in falso su travi o solette.

Le zone critiche si estendono, per CD"B" e CD"A", per una lunghezza pari rispettivamente a 1 e 1,5 volte l'altezza della sezione della trave, misurata a partire dalla faccia del nodo trave-pilastro o da entrambi i lati a partire dalla sezione di prima plasticizzazione. Per travi che sostengono un pilastro in falso, si assume una lunghezza pari a due volte l'altezza della sezione misurata da entrambe le facce del pilastro.

##### Pilastri

La dimensione minima della sezione trasversale non deve essere inferiore a 250 mm.

Se  $q$ , quale definito nel paragrafo 7.3.1 delle norme tecniche per le costruzioni, risulta  $> 0,1$ , l'altezza della sezione non deve essere inferiore ad un decimo della maggiore tra le distanze tra il punto in cui si annulla il momento flettente e le estremità del pilastro.

In assenza di analisi più accurate, si può assumere che la lunghezza della zona critica sia la maggiore tra l'altezza della sezione, 1/6 dell'altezza libera del pilastro, 45 cm, l'altezza libera del pilastro se questa è inferiore a tre volte l'altezza della sezione.

##### Nodi trave-pilastro

Sono da evitare, per quanto possibile, eccentricità tra l'asse della trave e l'asse del pilastro concorrenti in un nodo. Nel caso che tale eccentricità superi 1/4 della larghezza del pilastro, la trasmissione degli sforzi deve essere assicurata da armature adeguatamente dimensionate allo scopo.

##### Pareti

Lo spessore delle pareti deve essere non inferiore al valore massimo tra 150 mm (200 mm nel caso in cui nelle travi di collegamento siano da prevedersi, ai sensi del paragrafo 7.4.4.6 (armature inclinate) delle norme tecniche per le costruzioni, e 1/20 dell'altezza libera di interpiano.

Possono derogare da tale limite, su motivata indicazione del progettista, le strutture a funzionamento scatolare ad un solo piano non destinate ad uso abitativo.

Devono essere evitate aperture distribuite irregolarmente, a meno che la loro presenza non venga specificamente considerata nell'analisi, nel dimensionamento e nella disposizione delle armature.

In assenza di analisi più accurate, si può assumere che l'altezza delle zone critiche sia la maggiore tra la larghezza della parete e 1/6 della sua altezza.

#### Limitazioni di armatura

##### Travi Armature

##### longitudinali

Almeno due barre di diametro non inferiore a 14 mm devono essere presenti superiormente e inferiormente per tutta la lunghezza della trave.

Le armature longitudinali delle travi, sia superiori che inferiori, devono attraversare, di regola, i nodi, senza ancorarsi o giuntarsi per sovrapposizione in essi. Quando ciò non risulti possibile, sono da rispettare le seguenti prescrizioni:

- le barre vanno ancorate oltre la faccia opposta a quella di intersezione con il nodo, oppure rivolte verticalmente in corrispondenza di tale faccia, a contenimento del nodo;
- la lunghezza di ancoraggio delle armature tese va calcolata in modo da sviluppare una tensione nelle barre pari a  $1,25 f_{yk}$ , e misurata a partire da una distanza pari a 6 diametri dalla faccia del pilastro verso l'interno.

La parte dell'armatura longitudinale della trave che si ancora oltre il nodo non può terminare all'interno di una zona critica, ma deve ancorarsi oltre di essa.

La parte dell'armatura longitudinale della trave che si ancora nel nodo, invece, deve essere collocata all'interno delle staffe del pilastro.

Per nodi esterni si può prolungare la trave oltre il pilastro, si possono usare piastre saldate alla fine delle barre, si possono piegare le barre per una lunghezza minima pari a dieci volte il loro diametro, disponendo un'apposita armatura trasversale dietro la piegatura.

#### *Armature trasversali*

Nelle zone critiche devono essere previste staffe di contenimento. La prima staffa di contenimento deve distare non più di 5 cm dalla sezione a filo pilastro; le successive, invece, devono essere disposte ad un passo non superiore alla minore tra le grandezze seguenti:

- 1/4 dell'altezza utile della sezione trasversale;
- 175 mm e 225 mm, rispettivamente per CD "A" e CD "B";
- sei volte e otto volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche, rispettivamente per CD "A" e CD "B";
- ventiquattro volte il diametro delle armature trasversali.

Per staffa di contenimento si intende una staffa rettangolare, circolare o a spirale, di diametro minimo 6 mm, con ganci a 135° prolungati per almeno 10 diametri alle due estremità. I ganci devono essere assicurati alle barre longitudinali.

#### *Pilastri*

Nel caso in cui i tamponamenti non si estendano per l'intera altezza dei pilastri adiacenti, l'armatura risultante deve essere estesa per una distanza pari alla profondità del pilastro oltre la zona priva di tamponamento. Nel caso in cui l'altezza della zona priva di tamponamento fosse inferiore a 1,5 volte la profondità del pilastro, devono essere utilizzate armature bi-diagonali.

Nel caso precedente, qualora il tamponamento sia presente su un solo lato di un pilastro, l'armatura trasversale da disporre alle estremità del pilastro deve essere estesa all'intera altezza del pilastro.

#### *Armature longitudinali*

Per tutta la lunghezza del pilastro l'interasse tra le barre non deve essere superiore a 25 cm.

Nella sezione corrente del pilastro, la percentuale geometrica  $\rho$  di armatura longitudinale, con  $\rho$  rapporto tra l'area dell'armatura longitudinale e l'area della sezione del pilastro, deve essere compresa entro i seguenti limiti: 1% . . . 4%.

Se sotto l'azione del sisma la forza assiale su un pilastro è di trazione, la lunghezza di ancoraggio delle barre longitudinali deve essere incrementata del 50%.

#### *Armature trasversali*

Nelle zone critiche devono essere rispettate le condizioni seguenti:

- le barre disposte sugli angoli della sezione devono essere contenute dalle staffe;
- almeno una barra ogni due, di quelle disposte sui lati, deve essere trattenuta da staffe interne o da legature;
- le barre non fissate devono trovarsi a meno di 15 cm e 20 cm da una barra fissata, rispettivamente per CD "A" e CD "B".

Il diametro delle staffe di contenimento e legature deve essere non inferiore a 6 mm, e il loro passo deve essere non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:

- 1/3 e 1/2 del lato minore della sezione trasversale, rispettivamente per CD "A" e CD "B";
- 125 mm e 175 mm, rispettivamente per CD "A" e CD "B";
- sei e otto volte il diametro delle barre longitudinali che collegano, rispettivamente per CD "A" e CD "B".

#### *Nodi trave-pilastro*

Lungo le armature longitudinali del pilastro che attraversano i nodi non confinati devono essere disposte staffe di contenimento in quantità almeno pari alla maggiore prevista nelle zone del pilastro inferiore e superiore adiacenti al nodo. Questa regola può non essere osservata nel caso di nodi interamente confinati.

#### *Pareti*

Le armature, sia orizzontali che verticali, devono avere diametro non superiore ad  $1/10$  dello spessore della parete, devono essere disposte su entrambe le facce della parete, ad un passo non superiore a 30 cm, e devono essere collegate con legature, in ragione di almeno nove ogni metro quadrato. Nella zona critica si individuano alle estremità della parete due zone confinate aventi per lati lo spessore della parete e una lunghezza confinata  $l_c$  pari al 20% della lunghezza in pianta  $l$  della parete stessa e comunque non inferiore a 1,5 volte lo spessore della parete. In tale zona il rapporto geometrico .. dell'armatura totale verticale, riferito all'area confinata, deve essere compreso entro i seguenti limiti: 1% ... 4%. Nelle zone confinate l'armatura trasversale deve essere costituita da barre di diametro non inferiore a 6 mm, disposti in modo da fermare una barra verticale ogni due, con un passo non superiore a otto volte il diametro della barra o a 10 cm. Le barre non fissate devono trovarsi a meno di 15 cm da una barra fissata. Le armature inclinate che attraversano potenziali superfici di scorrimento devono essere efficacemente ancorate al di sopra e al di sotto della superficie di scorrimento, e attraversare tutte le sezioni della parete poste al di sopra di essa e distanti da essa meno della minore tra  $1/2$  altezza e  $1/2$  larghezza della parete. Nella rimanente parte della parete, in pianta ed in altezza, vanno seguite le regole delle condizioni non sismiche, con un'armatura minima orizzontale e verticale pari allo 0,2%, per controllare la fessurazione da taglio.

#### *Travi di accoppiamento*

Nel caso di armatura ad X, ciascuno dei due fasci di armatura deve essere racchiuso da armatura a spirale o da staffe di contenimento con passo non superiore a 100 mm. In questo caso, in aggiunta all'armatura diagonale, deve essere disposta nella trave un'armatura di almeno 10 cm di diametro, distribuita a passo 10 cm in direzione sia longitudinale che trasversale, e un'armatura corrente di due barre da 16 mm ai bordi superiore e inferiore. Gli ancoraggi delle armature nelle pareti devono essere del 50% più lunghi di quanto previsto per il dimensionamento in condizioni non sismiche.

### **Art. 32. Esecuzione di strutture prefabbricate**

#### *Programma di montaggio*

I montaggi degli elementi strutturali dovranno seguire il programma generale dei lavori, e l'inizio degli stessi dovrà essere comunicato alla direzione dei lavori con almeno sette giorni di preavviso. Prima dell'inizio del montaggio l'appaltatore deve approntare il progetto degli schemi di montaggio e protezione da sottoporre alla direzione dei lavori, nonché dare comunicazione dei tempi globali di montaggio esplicitando le varie fasi di lavoro con le relative durate.

#### *Identificazione degli elementi*

Ogni elemento prefabbricato componente la fornitura dovrà essere individuabile a mezzo di piastrina incorporata nel getto, riportante la numerazione caratteristica prevista sui disegni costruttivi e quanto altro necessario per consentire il controllo da parte della direzione dei lavori.

#### *Stoccaggio*

Nella fase di stoccaggio, gli elementi prefabbricati devono essere vincolati in maniera tale che, tenuto conto del grado di maturazione del calcestruzzo, non si producano deformazioni pregiudizievoli per la stabilità dell'edificio.

#### *Verifiche preliminari*

Prima di effettuare il posizionamento strutturale degli elementi, si deve controllare che gli elementi stessi, nonché le sedi che dovranno riceverli, siano conformi al progetto esecutivo, nel rispetto delle relative tolleranze.

#### *Giunti e unioni*

##### **a) posa e regolazione**

Nella fase di posa e regolazione degli elementi prefabbricati, si devono prendere tutte le precauzioni necessarie per ridurre le sollecitazioni dinamiche, conseguenti ai movimenti per il posizionamento degli elementi, e per evitare eccessive concentrazioni di sforzi. I dispositivi di regolazione devono consentire il rispetto di tutte le tolleranze

stabilite dal progetto esecutivo. Gli eventuali vincoli impiegati in fase di posa e lasciati in sito devono risultare più deformabili dell'eventuale materiale di riempimento dell'unione, per evitare concentrazioni di sforzi.

b) dispositivi provvisori di vincoli

Gli elementi prefabbricati, dopo essere stati posati e regolati, non devono subire spostamenti durante il prosieguo dei lavori.

c) esecuzione dei giunti e delle unioni

Gli elementi prefabbricati devono essere collegati fra loro e con le strutture già esistenti in modo da realizzare la trasmissione delle sollecitazioni e permettere i movimenti conformemente a quanto stabilito dal progetto esecutivo, senza che si producano lesioni nelle parti a contatto. In particolare, per l'appoggio di elementi inflessi, è vietato il contatto diretto tra due o più elementi in calcestruzzo. I materiali impiegati nelle unioni devono avere una durabilità almeno pari a quella degli elementi da collegare e, inoltre, devono avere scarsa sensibilità alle variazioni di temperatura, in particolare al fuoco.

c1) giunti

I giunti devono garantire l'assenza di trasmissione di sforzi. In particolare, per quelli aventi superfici affacciate si deve garantire un adeguato distanziamento delle superfici stesse per consentire i movimenti degli elementi conformemente a quanto stabilito dal progetto esecutivo. Le opere di finitura non devono compromettere la funzionalità del giunto.

c2) unioni

La trasmissione degli sforzi tramite le unioni deve essere immediatamente mobilitata, senza che avvengano assestamenti preventivi non espressamente previsti nel progetto esecutivo. Il calcestruzzo destinato a realizzare le unioni deve avere le stesse caratteristiche meccaniche e di confezionamento del calcestruzzo degli elementi prefabbricati. In particolare, per le unioni impieganti malta è richiesto un forte dosaggio di cemento. Prima dell'esecuzione dei getti di calcestruzzo, si deve curare la pulizia e la umidificazione delle parti che verranno a contatto con il getto, per evitare in questo un eccessivo impoverimento d'acqua. Tutti i getti devono essere ben compattati, preferibilmente con dispositivi meccanici, evitando fughe incontrollate di materiale. L'impasto deve avere una consistenza tale da facilitare il getto, consentire il perfetto riempimento dell'unione e la successiva compattazione. Nelle unioni che impiegano elementi metallici, è necessario garantire che questi provochino lesioni locali nel calcestruzzo adiacente. In quelle che impiegano elementi da saldare *in situ*, oltre ad assicurare la mutua corrispondenza di tali elementi, occorre prendere le necessarie precauzioni per proteggere il calcestruzzo adiacente da un eccessivo riscaldamento. Nelle unioni che impiegano adesivi, le superfici degli elementi prefabbricati da collegare devono essere consistenti, pulite, lisce e ravvicinate, in maniera che lo strato adesivo abbia uno spessore piccolo e uniforme, secondo le indicazioni della ditta produttrice. Per tutte le unioni che impiegano adesivi, sono obbligatorie prove preventive di resistenza e di durabilità, tenendo presente che gli adesivi sono più o meno sensibili alle variazioni di temperatura.

*Posa in opera dei pannelli*

Il trasporto di tutti i materiali dal cantiere di prefabbricazione al luogo di impiego verrà effettuato con opportuni mezzi, al fine di evitare sollecitazioni anormali, nonché possibili sbrecciature, fessurazioni e cavillature ai vari elementi. Analoghe cautele devono essere prese durante le operazioni di scarico e posa in opera. Eventuali spessoramenti, cunei, puntellature, ecc. devono essere rimossi ad avvenuto bloccaggio dei pannelli. Il montaggio deve essere iniziato dopo un controllo delle strutture portanti da parte del direttore dei lavori in contraddittorio con l'appaltatore. Tutte le superfici che formano giunti nei pannelli devono essere pulite da polvere, sporco e sostanze estranee. Ciascun pannello dovrà essere collocato nella posizione prevista dai disegni esecutivi. I pannelli danneggiati, macchiati, graffiati, ecc. devono essere rimossi e sostituiti con altri idonei.

Dopo che i pannelli siano stati montati e le giunzioni opportunamente sigillate, le superfici in vista saranno pulite accuratamente, con una soluzione di tipo approvato, per rimuovere qualsiasi macchia o materiale estraneo.

*Sigillature dei giunti dei pannelli*

Le sigillature saranno previste sempre sulle due facce esposte del giunto per i pannelli di tamponamento. Il sigillante deve essere applicato secondo le raccomandazioni del produttore, sotto pressione, per mezzo di una pistola equipaggiata di un effusore di adeguata misura in modo da riempire tutti i vuoti. I giunti dovranno risultare lisci e continui, in particolare all'interno, dove i pannelli potranno restare a vista. La sigillatura deve essere realizzata con materiale di tipo sovraverniciabile.

### *Tolleranze dimensionali*

#### *Pilastrì*

ALTEZZA TRA BASE PILASTRO ED ESTRADOSSO	$\pm 0,5$ cm
FUORI PIOMBO PER METRO DI ALTEZZA	$\pm 0,5$ cm

#### *Travi*

SCOSTAMENTO ASSE DI APPOGGIO	-
DIREZIONE LONGITUDINALE	$\pm 0,5$ cm
DIREZIONE TRASVERSALE	$\pm 0,5$ cm

#### *Pannelli di tamponamento*

SCOSTAMENTO AMMESSO DALLE LINEE DIVERTICALITÀ TEORICA	minore di 0,5 cm
SCOSTAMENTO DELLE MISURE DI LARGHEZZA TEORICHE	compensato campata per campata

### **Art. 33. Esecuzione di strutture in acciaio**

#### *Composizione degli elementi strutturali*

##### *Spessori limite*

È vietato l'uso di profilati con spessore  $t < 4$  mm.

Una deroga può essere consentita fino ad uno spessore  $t = 3$  mm per opere sicuramente protette contro la corrosione, quali, per esempio, tubi chiusi alle estremità e profili zincati, oppure opere non esposte agli agenti atmosferici.

Le limitazioni di cui sopra non riguardano gli elementi e i profili sagomati a freddo.

##### *Problematiche specifiche*

Si può far riferimento a normative di comprovata validità, in relazione ai seguenti aspetti specifici:

- preparazione del materiale;
- tolleranze degli elementi strutturali di fabbricazione e di montaggio;
- impiego dei ferri piatti;
- variazioni di sezione;
- intersezioni;
- collegamenti a taglio con bulloni normali e chiodi;
- tolleranze foro-bullone;
- interassi dei bulloni e dei chiodi;
- distanze dai margini;
- collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza;
- collegamenti saldati;
- collegamenti per contatto.

##### *Giunti di tipo misto*

In uno stesso giunto è vietato l'impiego di differenti metodi di collegamento di forza (per esempio, saldatura e bullonatura o chiodatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo.

##### *Unioni ad attrito con bulloni ad alta resistenza*

##### *Serraggio dei bulloni*

Per il serraggio dei bulloni si devono usare chiavi dinamometriche a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata. Tutte, peraltro, devono essere tali da garantire una precisione non minore di  $\pm 5\%$ .

Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere effettuato in uno dei seguenti modi:

- si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per far ruotare ulteriormente di  $10^\circ$  il dado;
- dopo aver marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, il dado deve essere prima allentato con una rotazione almeno pari a  $60^\circ$  e poi riserrato, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati.

La taratura delle chiavi dinamometriche deve essere certificata prima dell'inizio lavori da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 e con frequenza trimestrale durante i lavori.

#### *Prescrizioni particolari*

Quando le superfici comprendenti lo spessore da bullonare per una giunzione di forza non abbiano giacitura ortogonale agli assi dei fori, i bulloni devono essere piazzati con interposte rosette cuneiformi, tali da garantire un assetto corretto della testa e del dado e da consentire un serraggio normale.

#### *Unioni saldate*

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma **UNI EN ISO 4063**. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori, nei procedimenti semiautomatici e manuali, dovranno essere qualificati secondo la norma **UNI EN 287-1** da parte di un ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma **UNI EN 287-1**, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma **UNI EN 1418**. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma **UNI EN ISO 15614-1**.

Le durezza eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta) si applica la norma **UNI EN ISO 14555**. Valgono, perciò, i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 dell'appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un ente terzo. In assenza di prescrizioni in proposito, l'ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza. Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovrà, inoltre, essere rispettata la norma **UNI EN 1011** (parti 1 e 2) per gli acciai ferritici e la norma **UNI EN 1011** (parte 3) per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma **UNI EN ISO 9692-1**.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione.

In assenza di tali dati, per strutture non soggette a fatica si adotterà il livello C della norma **UNI EN ISO 5817**. Per strutture soggette a fatica, invece, si adotterà il livello B della stessa norma.

L'entità e il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta al controllo visivo al 100%, saranno definiti dal collaudatore e dal direttore dei lavori. Per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione, si useranno metodi di superficie (per esempio, liquidi penetranti o polveri magnetiche). Per i giunti a piena penetrazione, invece, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici, e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa, e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.

Per le modalità di esecuzione dei controlli e i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma **UNI EN 12062**.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati, secondo la norma **UNI EN 473**, almeno di secondo livello.

Il costruttore deve corrispondere a determinati requisiti. In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma **UNI EN ISO 3834** (parti 2 e 4). Il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità, riassunti nella tabella 65.1. La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un ente terzo, scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore, secondo criteri di indipendenza e di competenza.

**Tabella - Tipi di azione sulle strutture soggette a fatica in modo più o meno significativo**

Tipo di azione sulle strutture	Strutture soggette a fatica in modo non significativo			Strutture soggette a fatica in modo significativo
	A	B	C	
Riferimento				D
Materiale base: spessore minimo delle membrature	S235, $s \leq 30\text{mm}$	S355, $s \leq 30\text{mm}$	S235	S235
	S275, $s \leq 30\text{mm}$	S235	S275	S275
		S275	S355	S355
			S460, $s < 30\text{mm}$	S460
				Acciai inossidabili e altri

				acciai non esplicitamente menzionati <sup>1</sup>
<b>Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834</b>	Elementare EN ISO 3834-4	Medio EN ISO 3834-3	Medio EN ISO 3834-3	Completo EN ISO 3834-2
<b>Livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma UNI EN 719</b>	Di base	Specifico	Completo	Completo
<sup>1</sup> Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo.				

#### *Raccomandazioni e procedure*

**UNI EN 288-3** – Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici. Prove di qualificazione della procedura di saldatura per la saldatura ad arco di acciai;

**UNI EN ISO 4063** – Saldatura, brasatura forte, brasatura dolce e saldobrasatura dei metalli. Nomenclatura dei procedimenti e relativa codificazione numerica per la rappresentazione simbolica sui disegni;

**UNI EN 1011-1** – Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Guida generale per la saldatura ad arco;

**UNI EN 1011-2** – Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco per acciai ferritici;

**UNI EN 1011-3** – Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco di acciai inossidabili;

**UNI EN 1011-4** – Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Parte 4: Saldatura ad arco dell'alluminio e delle leghe di alluminio;

**UNI EN 1011-5** – Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Parte 5: Saldatura degli acciai placcati.

#### *Preparazione dei giunti*

**UNI EN 29692** – Saldatura ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco in gas protettivo e saldatura a gas. Preparazione dei giunti per l'acciaio.

#### *Qualificazione dei saldatori*

**UNI EN 287-1** – Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Parte1: Acciai;

**UNI EN 1418** – Personale di saldatura. Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata e automatica di materiali metallici.

#### *Apparecchi di appoggio*

La concezione strutturale deve prevedere facilità di sostituzione degli apparecchi di appoggio, nel caso in cui questi abbiano vita nominale più breve di quella della costruzione alla quale sono connessi.

#### *Verniciatura e zincatura*

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, devono essere adeguatamente protetti mediante verniciatura o zincatura, tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato. Devono essere particolarmente protetti i collegamenti bullonati (precaricati e non precaricati), in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del collegamento.

Anche per gli acciai con resistenza alla corrosione migliorata (per i quali può farsi utile riferimento alla norma UNI EN 10025-5) devono prevedersi, ove necessario, protezioni mediante verniciatura.

Nel caso di parti inaccessibili, o profili a sezione chiusa non ermeticamente chiusi alle estremità, dovranno prevedersi adeguati sovrappessori.

Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di calcestruzzo non devono essere verniciati, ma possono essere, invece, zincati a caldo.

#### *Norme di riferimento*

I rivestimenti a protezione dei materiali metallici contro la corrosione devono rispettare le prescrizioni delle seguenti norme:

**UNI EN 12329** – Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di zinco con trattamento supplementare su materiali ferrosi o acciaio;



**UNI EN 12330** – Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di cadmio su ferro o acciaio;

**UNI EN 12487** – Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti di conversione cromati per immersione e senza immersione su alluminio e leghe di alluminio;

**UNI EN 12540** – Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrodepositati di nichel, nichel più cromo, rame più nichel e rame più nichel più cromo;

**UNI EN 1403** – Protezione dalla corrosione dei metalli. Rivestimenti elettrolitici. Metodo per la definizione dei requisiti generali;

**UNI EN ISO 12944-1** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale;

**UNI EN ISO 12944-2** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti;

**UNI EN ISO 12944-3** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Considerazioni sulla progettazione;

**UNI EN ISO 12944-4** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Tipi di superficie e loro preparazione;

**UNI EN ISO 12944-6** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Prove di laboratorio per le prestazioni;

**UNI EN ISO 12944-7** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura.

#### Art. 34. Esecuzione di strutture composte di acciaio e calcestruzzo

##### *Dettagli costruttivi della zona di connessione a taglio*

Il copriferro al di sopra dei connettori a piolo deve essere almeno 20 mm. Lo spessore del piatto a cui il connettore è saldato deve essere sufficiente per l'esecuzione della saldatura e per una efficace trasmissione delle azioni di taglio. La distanza minima tra il connettore e il bordo della piattabanda cui è collegato deve essere almeno 20 mm.

L'altezza complessiva del piolo dopo la saldatura deve essere almeno tre volte il diametro del gambo del piolo,  $d$ . La testa del piolo deve avere diametro pari ad almeno  $1,5 d$  e spessore pari ad almeno  $0,4 d$ . Quando i connettori a taglio sono soggetti ad azioni che inducono sollecitazioni di fatica, il diametro del piolo non deve eccedere 1,5 volte lo spessore del piatto a cui è collegato. Quando i connettori a piolo sono saldati sull'ala, in corrispondenza dell'anima del profilo in acciaio, il loro diametro non deve essere superiore a 2,5 volte lo spessore dell'ala.

Quando i connettori sono utilizzati con le lamiere grecate per la realizzazione degli impalcati negli edifici, l'altezza nominale del connettore deve sporgere non meno di due volte il diametro del gambo al di sopra della lamiera grecata. L'altezza minima della greca che può essere utilizzata negli edifici è di 50 mm.

##### *Spessori minimi*

Nelle travi composte da profilati metallici e soletta in cemento armato lo spessore della soletta collaborante non deve essere inferiore a 50 mm e lo spessore della piattabanda della trave di acciaio cui è collegata la soletta non deve essere inferiore a 5 mm.

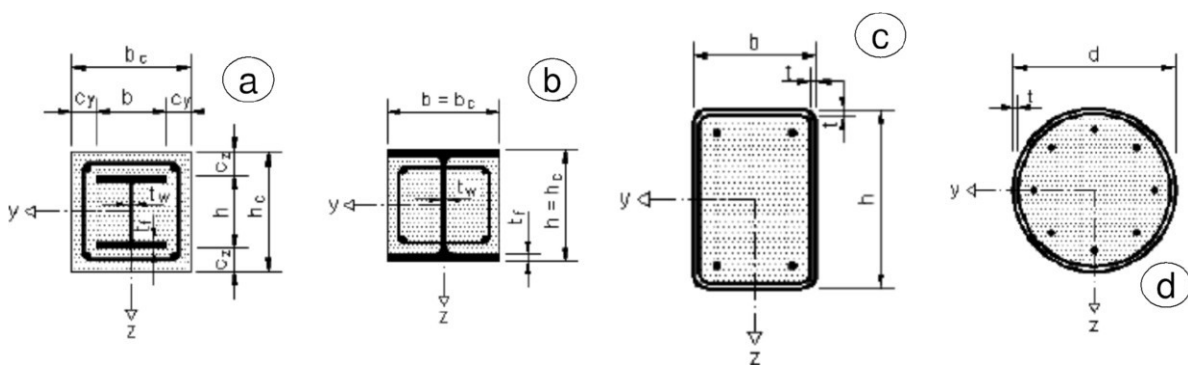
##### *Colonne composte*

###### *50.3.1 Generalità e tipologie*

Si considerano colonne composte soggette a compressione centrata, presso-flessione e taglio, costituite dall'unione di profili metallici, armature metalliche e calcestruzzo, con sezione costante:

- (a) sezioni completamente rivestite di calcestruzzo;
- (b) sezioni parzialmente rivestite di calcestruzzo;
- (c) sezioni scatolari rettangolari riempite di calcestruzzo;
- (d) sezioni circolari cave riempite di calcestruzzo.

Si veda la figura 66.1.



**Figura - Tipi di sezioni per colonne composte**

#### *Copriferro e minimi di armatura*

Si devono rispettare le seguenti limitazioni:

- il copriferro dell'ala deve essere non minore di 40 mm, né minore di 1/6 della larghezza dell'ala;
- il copriferro delle armature deve essere in accordo con le disposizioni relative alle strutture in cemento armato ordinario.

Le armature devono essere realizzate rispettando le seguenti indicazioni:

- l'armatura longitudinale, nel caso che venga considerata nel calcolo, non deve essere inferiore allo 0,3% della sezione in calcestruzzo;
- l'armatura trasversale deve essere progettata seguendo le regole delle strutture in cemento armato ordinario;
- la distanza tra le barre e il profilo può essere inferiore a quella tra le barre oppure nulla; in questi casi il perimetro efficace per l'aderenza acciaio-calcestruzzo deve essere ridotto alla metà o a un quarto, rispettivamente;
- le reti elettrosaldate possono essere utilizzate come staffe nelle colonne rivestite ma non possono sostituire l'armatura longitudinale.

Nelle sezioni riempite di calcestruzzo generalmente l'armatura non è necessaria.

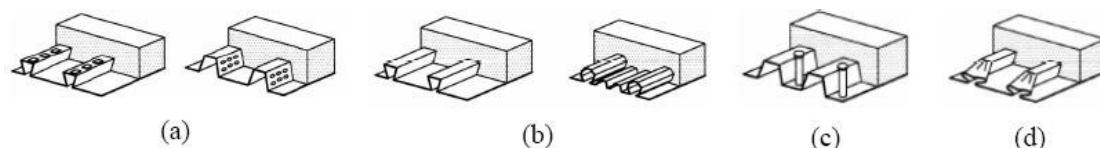
#### *Solette composte con lamiera grecata*

Si definisce *composta* una soletta in calcestruzzo gettata su una lamiera grecata, in cui quest'ultima, ad avvenuto indurimento del calcestruzzo, partecipa alla resistenza dell'insieme, costituendo interamente o in parte l'armatura inferiore.

La trasmissione delle forze di scorrimento all'interfaccia fra lamiera e calcestruzzo non può essere affidata alla sola aderenza, ma si devono adottare sistemi specifici, che possono essere:

- a ingranamento meccanico fornito dalla deformazione del profilo metallico o a ingranamento ad attrito nel caso di profili sagomati con forme rientranti (figura 66.2 (a) e (b));
- con ancoraggi di estremità costituiti da pioli saldati o altri tipi di connettori, purché combinati a sistemi ad ingranamento (figura 66.2 (c));
- con ancoraggi di estremità ottenuti con deformazione della lamiera, purché combinati con sistemi a ingranamento per attrito (figura 66.2 (d)).

Occorre, in ogni caso, verificare l'efficacia e la sicurezza del collegamento tra lamiera grecata e calcestruzzo.



**Figura - Tipiche forme di connessione per ingranamento delle solette composte**

#### *Spessore minimo delle lamiere grecate*

Lo spessore delle lamiere grecate impiegate nelle solette composte non deve essere inferiore a 0,8 mm. Lo spessore della lamiera potrà essere ridotto a 0,7 mm quando in fase costruttiva vengano studiati idonei provvedimenti atti a consentire il transito in sicurezza dei mezzi d'opera e del personale.

#### *Spessore minimo della soletta*

L'altezza complessiva  $h$  del solaio composto non deve essere minore di 80 mm. Lo spessore del calcestruzzo  $h_c$  al di sopra dell'estradosso delle nervature della lamiera non deve essere minore di 40 mm.

Se la soletta realizza con la trave una membratura composta, oppure è utilizzata come diaframma orizzontale, l'altezza complessiva non deve essere minore di 90 mm e  $h_c$  non deve essere minore di 50 mm.

#### *Dimensione nominale degli inerti*

La dimensione nominale dell'inerte dipende dalla più piccola dimensione dell'elemento strutturale nel quale il calcestruzzo deve essere gettato.

#### *Appoggi*

Le solette composte sostenute da elementi di acciaio o calcestruzzo devono avere una larghezza di appoggio minima di 75 mm, con una dimensione di appoggio del bordo della lamiera grecata di almeno 50 mm.

Nel caso di solette composte sostenute da elementi in diverso materiale, tali valori devono essere portati rispettivamente a 100 mm e 70 mm.

Nel caso di lamiere sovrapposte o continue che poggiano su elementi di acciaio o calcestruzzo, l'appoggio minimo deve essere 75 mm e, per elementi in altro materiale, 100 mm.

I valori minimi delle larghezze di appoggio riportati in precedenza possono essere ridotti, in presenza di adeguate specifiche di progetto circa tolleranze, carichi, campate, altezza dell'appoggio e requisiti di continuità per le armature.

### **Art. 34. Esecuzione delle coperture continue (piane)**

#### *Definizioni*

Si definiscono *coperture continue* quelle in cui la tenuta all'acqua è assicurata indipendentemente dalla pendenza della superficie di copertura.

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- copertura senza elemento termoisolante con strato di ventilazione oppure senza;
- copertura con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza.

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dagli strati funzionali definiti secondo la norma **UNI 8178** e di seguito descritti.

#### *Copertura non termoisolata non ventilata*

La copertura non termoisolata non ventilata avrà come strati di elementi fondamentali:

- l'elemento portante, con funzioni strutturali;
- lo strato di pendenza, con funzione di portare la pendenza della copertura al valore richiesto;
- l'elemento di tenuta all'acqua, con funzione di realizzare la prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle sollecitazioni dovute all'ambiente esterno;
- lo strato di protezione, con funzione di limitare le alterazioni dovute ad azioni meccaniche, fisiche, chimiche e/o con funzione decorativa.

#### *Copertura ventilata ma non termoisolata*

La copertura ventilata ma non termoisolata avrà come strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante;
- lo strato di ventilazione, con funzione di contribuire al controllo del comportamento igrotermico delle coperture attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
- lo strato di pendenza (se necessario);
- l'elemento di tenuta all'acqua;
- lo strato di protezione.

#### *Copertura termoisolata e ventilata*

La copertura termoisolata e ventilata avrà come strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante con funzioni strutturali;
- l'elemento termoisolante;
- lo strato di irrigidimento o supporto, con funzione di permettere allo strato sottostante di sopportare i carichi previsti;
- lo strato di ventilazione;
- l'elemento di tenuta all'acqua;

- lo strato filtrante, con funzione di trattenere il materiale trasportato dalle acque meteoriche;
- lo strato di protezione.

La presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta, dovrà essere coerente con le indicazioni della norma **UNI 8178**, sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione rispetto agli altri strati nel sistema di copertura.

#### *Realizzazione degli strati*

Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto.

Ove non sia specificato in dettaglio nel progetto o a suo complemento, si rispetteranno le prescrizioni di seguito descritte.

Per l'elemento portante, a seconda della tecnologia costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già fornite nel presente capitolato sui calcestruzzi, strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio- calcestruzzo, sulle strutture o prodotti di legno, ecc.

Per l'elemento termoisolante si farà riferimento all'articolo sui materiali per isolamento termico e, inoltre, si curerà che nella posa in opera siano realizzate correttamente le giunzioni, siano curati i punti particolari, siano assicurati adeguati punti di fissaggio e/o garantita una mobilità termoigrometrica rispetto allo strato contiguo.

Per lo strato di irrigidimento (o supporto), a seconda della soluzione costruttiva impiegata e del materiale, si verificherà la sua capacità di ripartire i carichi, la sua resistenza alle sollecitazioni meccaniche che deve trasmettere e la durabilità nel tempo.

Lo strato di ventilazione sarà costituito da una intercapedine d'aria avente aperture di collegamento con l'ambiente esterno, munite di griglie, aeratori, ecc., capaci di garantire adeguato ricambio di aria, ma limitare il passaggio di piccoli animali e/o grossi insetti.

Lo strato di tenuta all'acqua sarà realizzato a seconda della soluzione costruttiva prescelta con membrane in fogli o prodotti fluidi da stendere in sito fino a realizzare uno strato continuo. Le caratteristiche delle membrane sono quelle indicate nell'articolo sui prodotti per coperture. In fase di posa si dovranno curare la corretta realizzazione dei giunti, utilizzando eventualmente i materiali ausiliari (adesivi, ecc.), e le modalità di realizzazione previste dal progetto e/o consigliate dal produttore nella sua documentazione tecnica, ivi incluse le prescrizioni sulle condizioni ambientali (umidità, temperature, ecc.) e di sicurezza. Attenzione particolare sarà data all'esecuzione dei bordi, punti particolari, risvolti, ecc., ove possono verificarsi infiltrazioni sotto lo strato. Le caratteristiche dei prodotti fluidi e/o in pasta sono quelle indicate nell'articolo sui prodotti per coperture. In fase di posa si dovrà porre cura nel seguire le indicazioni del progetto e/o del fabbricante, allo scopo di ottenere strati uniformi e dello spessore previsto che garantiscano continuità anche nei punti particolari, quali risvolti, asperità, elementi verticali (camini, aeratori, ecc.).

Sarà curato, inoltre, che le condizioni ambientali (temperatura, umidità, ecc.) o altre situazioni (presenza di polvere, tempi di maturazione, ecc.) siano rispettate per favorire un'esatta rispondenza del risultato finale alle ipotesi di progetto.

Lo strato filtrante, quando previsto, sarà realizzato a seconda della soluzione costruttiva prescelta con fogli di nontessuto sintetico o altro prodotto adatto accettato dalla direzione dei lavori. Sarà curata la sua corretta collocazione nel sistema di copertura e la sua congruenza rispetto all'ipotesi di funzionamento, con particolare attenzione rispetto a possibili punti difficili.

Lo strato di protezione sarà realizzato secondo la soluzione costruttiva indicata dal progetto. I materiali (verniciature, granigliature, lamine, ghiaietto, ecc.) risponderanno alle prescrizioni previste nell'articolo loro applicabile. Nel caso di protezione costituita da pavimentazione, quest'ultima sarà eseguita secondo le indicazioni del progetto e/o secondo le prescrizioni previste per le pavimentazioni, curando che non si formino incompatibilità meccaniche, chimiche, ecc., tra la copertura e la pavimentazione sovrastante.

Lo strato di pendenza è solitamente integrato in altri strati, pertanto, si rinviano i materiali allo strato funzionale che lo ingloba. Per quanto riguarda la realizzazione, si curerà che il piano (o i piani) inclinato che lo concretizza abbia corretto orientamento verso eventuali punti di confluenza, e che nel piano non si formino avvallamenti più o meno estesi che ostacolano il deflusso dell'acqua. Si cureranno, inoltre, le zone raccordate all'incontro con camini, aeratori, ecc.

Lo strato di barriera o schermo al vapore sarà realizzato con membrane di adeguate caratteristiche (si veda l'articolo sui prodotti per coperture continue).

Nella fase di posa sarà curata la continuità dello strato fino alle zone di sfogo (bordi, aeratori, ecc.), e, inoltre, saranno seguiti gli accorgimenti già descritti per lo strato di tenuta all'acqua.

Per gli altri strati complementari riportati nella norma **UNI 8178**, si dovranno adottare soluzioni costruttive che impieghino uno dei materiali ammessi dalla norma stessa. Il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste nell'articolo di questo capitolato ad esso applicabile.

## ESECUZIONE DI PROVE E VERIFICHE SULLE OPERE E SUI MATERIALI

### Art. 35. Controlli regolamentari sul conglomerato cementizio

#### *Resistenza caratteristica*

Agli effetti delle nuove norme tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008, un calcestruzzo viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione. Si definisce *resistenza caratteristica* la resistenza a compressione al di sotto della quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

#### *Controlli di qualità del conglomerato*

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

Il controllo deve articolarsi nelle seguenti fasi:

- valutazione preliminare di qualificazione;
- controllo di accettazione;
- prove complementari.

#### VALUTAZIONE PRELIMINARE DI QUALIFICAZIONE

Consiste nella verifica della qualità dei componenti il conglomerato cementizio (ovvero aggregati, cementi, acque e additivi), e si esplica attraverso il confezionamento di miscele sperimentali che permettono di accertare la possibilità di produrre conglomerati conformi alle prescrizioni di progetto (classe di resistenza e classe di consistenza conformi alla norma **UNI EN 206-1**).

Tutti i materiali forniti, se finalizzati all'esecuzione di elementi strutturali, devono essere forniti di un'attestazione di conformità di livello 2+. Tali controlli sono da considerarsi cogenti e inderogabili.

#### CONTROLLO DI ACCETTAZIONE

Si riferisce all'attività di controllo esercitata dalla direzione dei lavori durante l'esecuzione delle opere, e si esplica attraverso la determinazione di parametri convenzionali, quali la misura della resistenza a compressione di provini cubici, la misura della lavorabilità mediante l'abbassamento al cono di Abrams del calcestruzzo fresco, ecc. Tali controlli sono da considerarsi cogenti e inderogabili.

#### PROVE COMPLEMENTARI

Comprendono tutta l'attività sperimentale che la direzione dei lavori può avviare in presenza di procedure particolari di produzione e/o ove necessario, ad integrazione delle precedenti prove.

#### *Valutazione preliminare della resistenza caratteristica*

L'appaltatore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve garantire, attraverso idonee prove preliminari, la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera. Tale garanzia si estende anche al calcestruzzo fornito da terzi.

L'appaltatore resta, comunque, responsabile della garanzia sulla qualità del conglomerato, che sarà controllata dal direttore dei lavori, secondo le procedure di cui al punto seguente.

#### *Controllo di accettazione*

Il direttore dei lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera, per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si articola, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, nelle seguenti due tipologie:

- controllo tipo A;
- controllo tipo B.

Il controllo di accettazione è positivo, e il quantitativo di calcestruzzo accettato, se risultano verificate le due disuguaglianze riportate nella tabella 124.1.

**Tabella 1 - Controlli di accettazione**

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_l \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_m \geq R_{ck} + 3,5$	$R_m \geq R_{ck} + 1,4 s$

(numero prelievi 3)	(numero prelievi $\geq 15$ )
$R_m$ = resistenza media dei prelievi (N/mm <sup>2</sup> ); $R_i$ = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm <sup>2</sup> ); $s$ = scarto quadratico medio.	

Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,3.

#### *Prelievo ed esecuzione della prova a compressione*

##### *Prelievo di campioni*

Il prelievo di campioni di calcestruzzo deve essere eseguito dalla direzione dei lavori, che deve provvedere ad identificare i provini mediante sigle ed etichette, e a custodirli in un locale idoneo prima della formatura e durante la stagionatura. Un prelievo consiste nel prelevare da una carica di calcestruzzo, per ogni giorno di getto e per un massimo di 100 m<sup>3</sup> forniti, al momento della posa in opera nei casseri, la quantità di conglomerato necessaria per la confezione di un gruppo di due provini.

La campionatura minima per ciascun controllo di accettazione è di tre prelievi di due cubetti ciascuno.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la cosiddetta *resistenza di prelievo*, che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del calcestruzzo.

È obbligo del direttore dei lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo, tutte le volte che variazioni di qualità dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso.

##### *Dimensioni dei provini*

La forma e le dimensioni dei provini di calcestruzzo per le prove di resistenza meccanica sono previste dalla norma **UNI EN 12390-3**. In generale, il lato dei cubetti deve essere proporzionato alla dimensione massima dell'inerte.

La norma **UNI EN 12390-1** indica, come dimensione del lato del provino, quella pari ad almeno tre volte la dimensione nominale dell'aggregato con cui è stato confezionato il calcestruzzo.

In generale, ora devono confezionarsi provini con le seguenti dimensioni nominali:

– cubetti di calcestruzzo:

- lato  $b$  (cm) = 10-15-20-25 e 30;
- tolleranza lunghezza lato:  $\pm 0,5\%$ .

– provini cilindrici:

- diametro  $d$  (cm) = 10-11,30-15-20-25-30;
- altezza pari a due volte il diametro;
- tolleranza altezza cilindro:  $\pm 5\%$ ;
- tolleranza perpendicolarità generatrice rispetto alla base del cilindro del provino:  $\pm 0,5$  mm.

– provini prismatici:

- lato di base  $b$  (cm) = 10-15-20-25 e 30;
- lunghezza maggiore o uguale a  $3,5 b$ ;
- tolleranza lato di base:  $\pm 0,5\%$ ;
- tolleranza perpendicolarità spigoli del provino:  $\pm 5$  mm.

La tolleranza sulla planarità dei provini è di  $\pm 0,000 \cdot 6 d(b)$ .

##### *Confezionamento dei provini*

Il calcestruzzo entro le forme o cubiere deve essere opportunamente assestato e compattato per strati, secondo le prescrizioni della norma **UNI 12390-2**, utilizzando uno dei seguenti metodi:

- barra d'acciaio a sezione quadra (25 mm  $\cdot$  25 mm) e lunghezza di almeno 38 cm;
- barra di acciaio a sezione circolare con  $\varnothing$  16 mm e lunghezza di almeno 60 cm;
- tavola vibrante, con diametro in funzione della dimensione più piccola dell'inerte con cui è stato confezionato il calcestruzzo;
- vibratore interno.

Il calcestruzzo, prima di essere collocato nelle casseforme, deve essere opportunamente rimiscelato in apposito recipiente. Il riempimento delle casseforme deve avvenire per strati. La norma **UNI 12390-2** indica almeno due strati con spessore non superiore a 10 cm.

Il calcestruzzo a consistenza umida o a basso tenore d'acqua, invece, dovrà essere vibrato nella cubiera mediante tavola vibrante o vibratore ad immersione di dimensioni e caratteristiche rapportate alle dimensioni del provino.

Dopo la costipazione, la superficie di calcestruzzo nella parte superiore della casseforma deve essere rasata con righello metallico e lisciata con idonea cazzuola o con fratazzo. La superficie esterna del provino deve essere opportunamente protetta, dall'evaporazione fino alla sformatura.

La sformatura, che consiste nella rimozione delle casseforme, potrà essere eseguita dopo 24 ore dalla preparazione e in maniera da non danneggiare il provino.

#### *Caratteristiche delle casseformi calibrate per provini*

Le casseformi calibrate per il confezionamento dei provini di calcestruzzo cubici, cilindrici e prismatici, secondo la norma **UNI EN 12390-1**, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

Preferibilmente devono impiegarsi casseforme in acciaio o in ghisa, e le giunture devono essere trattate con specifici prodotti (oli, grasso, ecc.) per assicurare la perfetta tenuta stagna.

Sulle dimensioni (lati e diametro) è ammessa una tolleranza dello  $\pm 0,25\%$ . Le tolleranze sulla planarità delle facce laterali e della superficie della piastra di base variano a seconda che si tratti di casseforme nuove o usate. Per le casseforme per provini cubici o prismatici è ammessa una tolleranza sulla perpendicolarità tra gli spigoli di  $\pm 0,5$  mm. Le modalità di misurazione delle tolleranze geometriche (planarità, perpendicolarità e rettilineità) e dei provini di calcestruzzo e delle casseforme sono illustrate nell'appendice A e B della norma **UNI EN 12390-1**.

Le caratteristiche costruttive delle casseformi devono essere idonee a prevenire eventuali deformazioni durante il confezionamento dei provini. Le casseformi in commercio sono realizzate in:

- materiale composito (di tipo compatto o scomponibile nel fondo e nelle quattro pareti laterali);
- polistirolo espanso (la sformatura del provino da tali casseforme ne comporta la distruzione);
- acciaio (scomponibili e dotate di separatori ad incastro nel caso di casseforme a più posti).

L'impiego di tali prodotti verrà autorizzato dal direttore dei lavori solo in presenza del certificato di qualità attestante che i requisiti prestazionali corrispondano a quelli previsti dalla norma **UNI EN 12390-1**.

#### *Marcatura dei provini*

Il direttore dei lavori deve contrassegnare i provini di calcestruzzo mediante sigle, etichettature indelebili, ecc. Tali dati devono essere annotati nel verbale di prelievo ai fini dell'individuazione dei campioni, e per avere la conferma che essi siano effettivamente quelli prelevati in cantiere in contraddittorio con l'appaltatore.

Dopo la marcatura, i provini devono essere inviati per l'esecuzione delle prove ai laboratori ufficiali. Il certificato di prova dovrà contenere tutti i dati dichiarati dal direttore dei lavori, compreso il riferimento al verbale di prelievo.

#### *Verbale di prelievo di campioni di calcestruzzo in cantiere*

Il verbale di prelievo dei cubetti di calcestruzzo, che deve essere eseguito in cantiere dal direttore dei lavori in contraddittorio con l'impresa per l'esecuzione di prove presso laboratori ufficiali, deve contenere le seguenti indicazioni:

- località e denominazione del cantiere;
- requisiti di progetto del calcestruzzo;
- modalità di posa in opera;
- identificazione della betoniera;
- data e ora del prelevamento;
- posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;
- marcatura dei provini;
- modalità di compattazione nelle casseforme (barra d'acciaio a sezione quadrata o a sezione circolare e relativo numero dei colpi necessari per l'assestamento, tavola vibrante, vibratore interno);
- modalità di conservazione dei provini prima della scasseratura;
- modalità di conservazione dei provini dopo la scasseratura.
- dichiarazione, del direttore dei lavori o dell'assistente, delle modalità di preparazione dei provini, in conformità alle prescrizioni della norma **UNI 12390-2**;
- eventuali osservazioni sulla preparazione e sulla conservazione dei provini di calcestruzzo.

Il verbale di prelievo deve essere firmato dal direttore dei lavori e da un rappresentante qualificato dell'impresa esecutrice.

#### *Domanda di prova al laboratorio ufficiale*

La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Le prove non richieste dal direttore dei lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

#### *Conservazione e maturazione*

La conservazione e la maturazione dei provini di calcestruzzo deve avvenire presso il laboratorio ufficiale prescelto, a cui devono essere inviati i provini non prima di 24 ore dopo il confezionamento in cantiere.

Le diverse condizioni di stagionatura rispetto a quelle prescritte dalla norma **UNI EN 12390-2** devono essere opportunamente annotate sul verbale.

I provini di calcestruzzo devono essere prelevati dall'ambiente di stagionatura almeno due ore prima dell'inizio della prova. I provini durante il trasporto devono essere opportunamente protetti da danni o essiccamenti. In alcuni particolari casi come nelle prove a tre e sette giorni o minori, è necessario l'imballaggio dei provini in segatura o sabbia umida.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la cosiddetta *resistenza di prelievo*, che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.

#### *Resoconto della prova di compressione*

I certificati emessi dai laboratori ufficiali prove, come previsto dalle norme tecniche, devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- un'identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente i lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del direttore dei lavori che richiede la prova e il riferimento al verbale di prova;
- la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica;
- le modalità di rottura dei campioni;
- la massa volumica del campione;
- i valori di resistenza misurati.

#### **Art. 36. Controlli sul calcestruzzo fresco**

##### *Prove per la misura della consistenza*

La consistenza, intesa come lavorabilità, non è suscettibile di definizione quantitativa, ma soltanto di valutazione relativa del comportamento dell'impasto di calcestruzzo fresco secondo specifiche modalità di prova.

I metodi sottoelencati non risultano pienamente convergenti, tanto che le proprietà del calcestruzzo risultano diverse al variare del metodo impiegato. In sostanza, il tipo di metodo andrà riferito al tipo di opera strutturale e alle condizioni di getto. Il metodo maggiormente impiegato nella pratica è quello della misura dell'abbassamento al cono. Le prove che possono essere eseguite sul calcestruzzo fresco per la misura della consistenza sono:

- prova di abbassamento al cono (slump test);
- misura dell'indice di compattabilità;
- prova Vebè;
- misura dello spandimento.

La **UNI EN 206-1** raccomanda di interpretare con cautela i risultati delle misure quando i valori misurati cadono al di fuori dei seguenti limiti:

- abbassamento al cono:  $\geq 10$  mm e  $\leq 210$  mm;
- tempo Vebè:  $\leq 30$  secondi e  $> 5$  secondi;
- indice di compattabilità:  $\geq 1,04$  e  $< 1,46$ ;
- spandimento:  $> 340$  mm e  $\leq 620$  mm.

Nelle tabelle seguenti sono indicati le classi di consistenza e i relativi valori delle prove secondo le linee guida sul calcestruzzo strutturale.

**Tabella - Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dell'abbassamento al cono (*Linee guida sul calcestruzzo strutturale*, 1996)**

Classe di consistenza	Abbassamento [mm]	Denominazione corrente
S1	da 10 a 40	Umida
S2	da 50 a 90	Plastica
S3	da 100 a 150	Semifluida
S4	da 160 a 210	Fluida



S5	> 210	-
----	-------	---

**Tabella - Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante il metodo Vebè (*Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996*)**

Classe di consistenza	Tempo Vebè [s]
V0	≥ 31
V1	da 30 a 21
V2	da 20 a 11
V3	da 10 a 6
V4	da 5 a 3

**Tabella - Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante la misura dello spandimento (*Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996*)**

Classe di consistenza	Spandimento [mm]
FB1	≤ 340
FB2	da 350 a 410
FB3	da 420 a 480
FB4	da 490 a 550
FB5	da 560 a 620
FB6	≥ 630

**Tabella - Classi di consistenza del calcestruzzo fresco mediante dell'indice di compattabilità (*Linee guida sul calcestruzzo strutturale, 1996*)**

Classe di consistenza	Indice di compattabilità
C0	≥ 1,46
C1	da 1,45 a 1,26
C2	da 1,25 a 1,11
C3	da 1,10 a 1,04

#### *Controllo della composizione del calcestruzzo fresco*

La prova prevista dalla norma **UNI 6393** (ritirata senza sostituzione), è impiegata per la determinazione del dosaggio dell'acqua e del legante e per l'analisi granulometrica del residuo secco, al fine di controllare la composizione del calcestruzzo fresco rispetto alla composizione e alle caratteristiche contrattuali per le specifiche opere.

La prova potrà essere chiesta dal direttore dei lavori in caso di resistenza a compressione non soddisfacente o per verificare la composizione del calcestruzzo rispetto alle prescrizioni contrattuali.

Il metodo non è applicabile per i calcestruzzi nei quali la dimensione massima dell'aggregato superi 31,5 mm e per il calcestruzzo indurito prelevato da getti in opera.

Per l'esecuzione della prova dovranno essere prelevati tre campioni di quantità variabile da 3 a 10 kg di calcestruzzo fresco, in funzione della dimensione dell'inerte. Il prelevamento dei campioni da autobetoniera deve essere eseguito entro 30 minuti dall'introduzione dell'acqua. Il campionamento deve essere eseguito secondo le modalità prescritte dalla norma **UNI EN 12350-1**.

Al metodo di controllo della composizione del calcestruzzo fresco è attribuita una precisione di circa il 3%.

#### *Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (Bleeding)*

La determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (**UNI 7122**) ha lo scopo di determinare nel tempo la percentuale d'acqua d'impasto presente nel campione (oppure come volume d'acqua essudata per unità di superficie: cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup>) che affiora progressivamente sulla superficie del getto di calcestruzzo subito dopo la sua compattazione.

La prova non è attendibile per calcestruzzo confezionato con aggregato con dimensione massima maggiore di 40 mm. L'esecuzione di opere di finitura e lisciatura delle superfici di calcestruzzo devono essere eseguite dopo i risultati della determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata.

### **Art. 37. Controlli sul calcestruzzo in corso d'opera**

#### *Le finalità*

Le nuove norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008) prevedono esplicitamente (paragrafo 11.2.5) l'effettuazione di un controllo di accettazione del calcestruzzo in relazione alla resistenza caratteristica a compressione prescritta. Qualora i valori di resistenza a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di

accettazione della classe di resistenza caratteristica prevista nel progetto, o qualora sorgano dubbi sulla qualità del calcestruzzo, è facoltà del direttore dei lavori richiedere l'effettuazione di prove direttamente sulle strutture. In questi casi, si dovrà tenere nel debito conto gli effetti che sui prelievi in opera hanno avuto la posa in opera e la stagionatura del calcestruzzo. Per tale ragione, la verifica o il prelievo del calcestruzzo indurito non possono essere sostitutivi dei controlli d'accettazione da eseguirsi su provini prelevati e stagionati in conformità alle relative norme UNI.

La conformità della resistenza non implica necessariamente la conformità nei riguardi della durabilità o di altre caratteristiche specifiche del calcestruzzo messo in opera. Analogamente, la non conformità della resistenza valutata in una posizione non implica la non conformità di tutto il calcestruzzo messo in opera.

La stima della resistenza *in situ* dalla struttura può essere richiesta anche ai fini della valutazione della sicurezza di edifici esistenti, per esempio quando ricorra uno dei seguenti casi:

- riduzione evidente della capacità resistente di elementi strutturali;
- azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura) che abbiano compromesso la capacità resistente della struttura;
- degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali (in relazione alla durabilità dei materiali stessi);
- verificarsi di azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni) significative e di situazioni di funzionamento e uso anomalo;
- distorsioni significative imposte da deformazioni del terreno di fondazione;
- provati errori di progetto o esecuzione;
- cambio della destinazione d'uso della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa dei carichi variabili;
- interventi non dichiaratamente strutturali (impiantistici, di redistribuzione degli spazi, ecc.) qualora essi interagiscano, anche solo in parte, con elementi aventi funzione strutturale.

Le modalità d'indagine, ovviamente, sanno diversificate a seconda che sia necessario:

- stimare la stabilità di un'intera struttura;
- determinare la qualità di singoli elementi;

In ogni caso, il numero di campioni prelevati dipende:

- dal grado di fiducia che si intende affidare alla stima della resistenza;
- dalla variabilità dei dati o risultati che si presume di ottenere.

#### *Pianificazione delle prove in opera*

Le regioni di prova, da cui devono essere estratti i campioni o sulle quali saranno eseguite le prove sul calcestruzzo in opera, devono essere scelte in modo da permettere la valutazione della resistenza meccanica della struttura o di una sua parte interessata all'indagine, secondo i criteri previsti dalla norma **UNI EN 13791**.

Le aree e i punti di prova devono essere preventivamente identificati e selezionati in relazione agli obiettivi. La dimensione e la localizzazione dei punti di prova dipendono dal metodo prescelto, mentre il numero di prove da effettuare dipende dall'affidabilità desiderata nei risultati. La definizione e la divisione in regioni di prova di una struttura, presuppongono che i prelievi o i risultati di una regione appartengano statisticamente e qualitativamente ad una medesima popolazione di calcestruzzo.

Nella scelta delle aree di prova si deve tener conto che, in ogni elemento strutturale eseguito con getto continuo, la resistenza del calcestruzzo in opera diminuisce progressivamente dal basso verso l'alto. Nel caso in cui si voglia valutare la capacità portante di una struttura, le regioni di prova devono essere concentrate nelle zone più sollecitate dell'edificio. Nel caso in cui si voglia valutare il tipo o l'entità di un danno, invece, le regioni di prova devono essere concentrate nelle zone dove si è verificato il danno o si suppone sia avvenuto. In quest'ultimo caso, per poter effettuare un confronto, è opportuno saggiare anche una zona non danneggiata.

#### *Predisposizione delle aree di prova*

Le aree e le superfici di prova vanno predisposte in relazione al tipo di prova che s'intende eseguire, facendo riferimento al fine cui le prove sono destinate, alle specifiche norme UNI, e alle indicazioni del produttore dello strumento di prova. In linea di massima e salvo quanto sopra indicato, le aree di prova devono essere prive di evidenti difetti che possano inficiare il risultato e la significatività delle prove stesse (vespai, vuoti, occlusioni, ecc.), di materiali estranei al calcestruzzo (intonaci, collanti, impregnanti, ecc.), nonché di polvere e impurità in genere.

L'eventuale presenza di materiale estraneo e/o di anomalie sulla superficie deve essere registrata sul verbale di prelievo e/o di prova.

In relazione alla finalità dell'indagine, i punti di prelievo o di prova possono essere localizzati in modo puntuale, per valutare le proprietà di un elemento oggetto d'indagine, o casuale, per valutare una partita di calcestruzzo indipendentemente dalla posizione.

In quest'ultimo caso, il campionamento dovrebbe essere organizzato in modo da stimare tutta la popolazione del calcestruzzo costituente il lotto.

Dal numero di carote estratte o di misure non distruttive effettuate, dipende la significatività della stima della resistenza. La tabella 126.1 riporta, in maniera sintetica e a scopo esemplificativo, i vantaggi e gli svantaggi dei metodi d'indagine più comuni.

**Tabella - Vantaggi e svantaggi dei metodi di indagine più comuni**

Metodo di prova	Costo	Velocità di esecuzione	Danno apportato alla struttura	Rappresentatività dei dati ottenuti	Qualità della correlazione fra la grandezza misurata e la resistenza
<b>Carotaggio</b>	Elevato	Lenta	Moderato	Moderata	Ottima
<b>Indice di rimbalzo</b>	Molto basso	Veloce	Nessuno	Interessa solo la superficie <sup>1</sup>	Debole
<b>Velocità di propagazione di ultrasuoni</b>	Basso	Veloce	Nessuno	Buona (riguarda tutto lo spessore)	Moderata <sup>2</sup>
<b>Estrazione di inserti</b>	Moderato	Veloce	Limitato	Interessa solo la superficie	Buona
<b>Resistenza alla penetrazione</b>	Moderato	Veloce	Limitato	Interessa solo la superficie	Moderata

<sup>1</sup> La singola determinazione è influenzata anche dallo stato della superficie dell'area di prova (umidità, carbonatazione, ecc.).

<sup>2</sup> La misura si correla bene con il modulo elastico del materiale. La bontà della correlazione tra modulo elastico e resistenza meccanica può dipendere dalle caratteristiche del conglomerato.

I metodi più semplici e che arrecano il minor danno alle superfici delle strutture, quali l'indice di rimbalzo e la velocità di propagazione, richiedono, per la predizione della resistenza, calibrazioni complesse. L'indagine mediante carotaggio, invece, non richiede (quasi) correlazione per l'interpretazione dei dati ma, per contro, provoca un danno elevato e risulta lenta e costosa. Il carotaggio è, comunque, il metodo di riferimento per la calibrazione (taratura) di tutti i metodi non distruttivi o parzialmente distruttivi. Nella scelta della metodologia si deve tener conto delle specifiche capacità e caratteristiche.

L'indice di rimbalzo permette di valutare le caratteristiche anche dopo breve periodo di maturazione, ma il risultato riguarda solo la superficie esterna.

La velocità di propagazione, generalmente, operando per trasparenza, richiede l'accessibilità di due superfici opposte e fornisce indicazioni sulla qualità del conglomerato all'interno della struttura.

La misura della resistenza alla penetrazione e della forza di estrazione caratterizzano la superficie esterna (più in profondità dell'indice di rimbalzo). La prima è più idonea a saggiare elementi di grosse dimensioni, la seconda è più adatta anche ad elementi di ridotte dimensioni. La numerosità dei punti di prova è un compromesso tra accuratezza desiderata, tempo d'esecuzione, costo e danno apportato alla struttura.

A titolo esemplificativo, la tabella 126.2 riporta alcune indicazioni circa i valori tipici di riferimento per la variabilità e i limiti di confidenza nella stima della resistenza ottenibili con diversi metodi di prova. La stessa tabella riporta un'indicazione di massima riguardante il numero minimo di prove da effettuare in una specifica area di prova.

**Tabella - Valori tipici di riferimento per la variabilità e i limiti di confidenza nella stima della resistenza ottenibili con diversi metodi di prova**

Metodo di prova	Coefficiente di variazione dei valori ottenuti su un elemento strutturale di buona qualità [%]	Limiti di confidenza [±%] al 95% nella stima della resistenza	Numero di prove o di campioni relativo ad un'area di prova
Carotaggio	10	10	3
Indice di rimbalzo	4	25	12
Velocità di propagazione	2,5	20	1
Resistenza alla penetrazione	4	20	3
Forza d'estrazione	15	15	9

### *Elaborazione dei risultati*

Un'indagine mirata alla stima della resistenza in opera comporta genericamente l'esame di risultati provenienti da prove di resistenza meccanica su carote e/o di dati ottenuti da metodi non distruttivi. Se la numerosità (complessiva) dei risultati relativi ad un'area di prova è pari a tre, numero minimo accettabile, si può stimare solamente la resistenza media.

Si ribadisce che per stimare la resistenza caratteristica del calcestruzzo in opera bisogna fare riferimento al procedimento previsto dalla norma **UNI EN 13791**, paragrafi 7.3.2 e 7.3.3. nel caso di utilizzo di metodo diretto (carotaggio) o paragrafo 8.2.4. nel caso di utilizzo di metodo indiretto.

### *Carotaggio*

La valutazione della resistenza meccanica del calcestruzzo *in situ* può essere formulata sulla scorta dei risultati ottenuti in laboratorio da prove di compressione eseguite su campioni cilindrici (carote) prelevati dalle strutture in numero non inferiore a tre. L'ubicazione dei prelievi o carotaggi deve essere effettuata in maniera tale da non arrecare danno alla stabilità della struttura. I fori devono essere ripristinati con malte espansive e a ritiro compensato. Il carotaggio può risultare improprio per verificare le caratteristiche di calcestruzzi di bassa resistenza ( $R_c \leq 20 \text{ N/mm}^2$ ) o alle brevi scadenze, poiché sia il carotaggio sia la lavorazione delle superfici possono sgretolare e compromettere l'integrità del conglomerato di resistenza ridotta.

Ai fini della determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo *in situ*, è necessario applicare i fattori di correzione necessari, poiché i risultati forniti dalla prova a compressione delle carote non corrispondono esattamente a quelli che si otterrebbero con le prove a compressione condotte su cubi confezionati durante il getto, a causa della diversità dell'ambiente di maturazione, della direzione del getto rispetto a quella di carotaggio, dei danni prodotti dall'estrazione, ecc. I fattori di influenza sono quelli descritti dall'allegato A alla norma **UNI EN 13791**.

### *Linee generali*

Si devono prendere in considerazione le seguenti avvertenze:

- il diametro delle carote deve essere almeno superiore a tre volte il diametro massimo degli aggregati (i diametri consigliati sono compresi tra 75 e 150 mm);
- le carote destinate alla valutazione della resistenza non dovrebbero contenere ferri d'armatura (si devono scartare i provini contenenti barre d'armatura inclinate o parallele all'asse);
- per ottenere la stima attendibile della resistenza di un'area di prova devono essere prelevate e provate almeno tre carote;
- il rapporto lunghezza/diametro delle carote deve essere uguale a 1 e il diametro deve essere uguale a 100 mm. Occorre evitare che i provini abbiano snellezza inferiore a uno o superiore a due;
- i campioni estratti (e i provini) devono essere protetti nelle fasi di lavorazione e di deposito rispetto all'essiccazione all'aria. Salvo diversa prescrizione, le prove di compressione devono essere eseguite su provini umidi;
- nel programmare l'estrazione dei campioni si deve tener conto che la resistenza del calcestruzzo dipende dalla posizione o giacitura del getto;
- è necessario verificare accuratamente, prima di sottoporre i campioni alla prova di compressione, la planarità e l'ortogonalità delle superfici d'appoggio. La lavorazione o preparazione inadeguata dei provini porta, infatti, a risultati erranei. Il semplice taglio e la molatura delle superfici di prova può non soddisfare i requisiti di parallelismo e planarità richiesti dalle norme.

### *Area di prova o di prelievo*

Le carote devono essere prelevate nell'individuata regione di prova e, in particolare, in corrispondenza degli elementi strutturali nei quali è stato posto in opera il calcestruzzo non conforme ai controlli di accettazione o laddove il direttore dei lavori ritiene che ci sia un problema di scadente o inefficace compattazione e maturazione dei getti.

Nell'individuazione delle aree di carotaggio devono essere rispettati determinati accorgimenti, oltre a quelli indicati dalla norma **UNI EN 12504-1**.

Le aree di carotaggio devono:

- essere lontane dagli spigoli e dai giunti in cui è presente poca o nessuna armatura;
  - riguardare zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilire l'esatta disposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive);
  - essere lontane dalle parti sommitali dei getti;
- Devono, inoltre, essere evitati i nodi strutturali.

L'estrazione dei provini di calcestruzzo indurito deve avvenire almeno dopo 28 giorni di stagionatura

In occasione dell'estrazione dovranno essere scartati tutti quei provini danneggiati o che contengano corpi estranei e parti di armature che potrebbero pregiudicare il risultato finale.

### *Norme di riferimento*

Le procedure per l'estrazione, la lavorazione dei campioni estratti per ottenere i provini e le relative modalità di prova a compressione sono quelle descritte nelle seguenti norme:

**UNI EN 12504-1** – *Prelievo sul calcestruzzo nelle strutture. Carote. Prelievo, esame e prova di compressione;*

**UNI EN 12390-1** – *Prova sul calcestruzzo indurito. Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e per casseforme;*

**UNI EN 12390-2** – *Prova sul calcestruzzo indurito. Confezionamento e stagionatura dei provini per prove di resistenza;*

**UNI EN 12390-3** – *Prova sul calcestruzzo indurito. Resistenza alla compressione dei provini;*

**UNI EN 13791** - *Valutazione della resistenza a compressione in sito nelle strutture e nei componenti prefabbricati di calcestruzzo.*

### *Verbale di prelevamento dei campioni di calcestruzzo indurito*

Il verbale di prelievo dei campioni di calcestruzzo indurito, redatto secondo la norma UNI EN 12504-1, deve contenere almeno le seguenti indicazioni:

- località e denominazione del cantiere;
- posizione in opera del calcestruzzo da cui è stato fatto il prelievo;
- forma e dimensione dei provini;
- numero e sigla di ciascun campione;
- data del getto;
- data del prelievo delle carote;
- modalità di estrazione e utensile impiegato.

### *Metodi indiretti per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo in opera*

Come metodi indiretti devono essere presi in considerazione i metodi più consolidati nella pratica dei controlli non distruttivi, ovvero indice di rimbalzo, pull-out e misura della velocità di propagazione.

I metodi indiretti (indice di rimbalzo, velocità di propagazione degli impulsi e forza di estrazione) dovranno rispettare le linee guida della norma **UNI EN 1379**, mediante la correlazione tra i risultati dei metodi di prova indiretti e la resistenza a compressione su carote prelevate dalla struttura in esame. Il carotaggio è il metodo di riferimento per la calibrazione (taratura) di tutti i metodi non distruttivi o parzialmente distruttivi.

La legge di correlazione deve essere determinata utilizzando un adeguato numero di campioni, ottenuti mediante carotaggio dalla struttura in esame e sottoposti ad indagine non distruttiva prima della loro rottura.

Il direttore dei lavori deve condurre una preliminare campagna di analisi con metodi indiretti, al fine di programmare le posizioni di prelievo delle carote, anche sulla base del grado di omogeneità del volume di calcestruzzo in esame, ed eventualmente di suddividere l'area in esame in lotti entro i quali sia possibile definire statisticamente l'omogeneità del calcestruzzo.

I fattori di influenza dei risultati dei metodi indiretti sono quelli descritti dall'allegato B alla norma **UNI EN 13791**.

### *Calibratura delle curve di correlazione tra risultati di prove non distruttive e la resistenza a compressione del calcestruzzo in opera*

La stima della resistenza a compressione del calcestruzzo in opera, mediante metodi non distruttivi, deve basarsi sull'impiego di correlazioni tra il parametro non distruttivo proprio del metodo impiegato e la resistenza a compressione del calcestruzzo in esame mediante prove su carote, come prescritto dalla norma **UNI EN 13791**. I metodi indiretti, dopo la calibrazione mediante prove su carote, possono essere impiegati:

- singolarmente;
- in combinazione con altri metodi indiretti;
- in combinazione con altri metodi indiretti e diretti (carote).

Le curve di correlazione fornite a corredo delle apparecchiature di prova non risultano, nella generalità dei casi, del tutto adeguate, poiché il loro sviluppo è basato sull'uso di determinati tipi di calcestruzzo e su prefissate condizioni di prova. L'andamento della legge di correlazione può essere assunto predefinito per ciascun metodo di indagine, a meno di costanti che possono essere determinate utilizzando un campione di carote di adeguata numerosità, sottoposte ad indagine non distruttiva prima della loro rottura. È, perciò, essenziale predisporre tavole di calibrazione per il tipo specifico di calcestruzzo da sottoporre a prova, utilizzando i risultati delle prove su carote portate a rottura dopo l'esecuzione sulle stesse di prove indirette, oltre a quelle eseguite in opera nello stesso punto di estrazione della carota stessa.

È opportuno che le carote utilizzate per la calibrazione siano non meno di tre. I valori numerici delle costanti che precisano l'andamento delle leggi di correlazione possono essere ottenuti applicando tecniche di minimizzazione degli errori.

### *Determinazione di altre proprietà del calcestruzzo in opera: dimensioni e posizione delle armature e stima dello*

### *spessore del copriferro*

La misurazione dello spessore del copriferro delle armature e l'individuazione delle barre di armatura possono essere effettuate utilizzando dispositivi denominati *misuratori di ricoprimento* o *pacometri*.

### *Stima della resistenza del calcestruzzo in opera*

La resistenza dei provini estratti per carotaggio generalmente è inferiore a quella dei provini prelevati e preparati nel corso della messa in opera del calcestruzzo e stagionati in condizioni standard.

Le nuove norme tecniche per le costruzioni hanno quantificato l'entità di tale differenza, riconducibile alle caratteristiche del materiale, alle modalità di posa in opera, di stagionatura e di esposizione, ritenendo accettabile un calcestruzzo il cui valore medio di resistenza a compressione ( $R_{opera,m}$ ), determinato con tecniche opportune (carotaggi e/o controlli non distruttivi), sia almeno superiore all'85% del valore medio della resistenza di progetto  $R_{progetto,cm}$ :

$$R_{opera,m} \geq 0,85 R_{progetto,cm} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Alla necessità di effettuare correttamente la stima delle condizioni al contorno, caratteristiche di ciascuna opera, e di garantire adeguatamente la normalizzazione delle procedure di prova, indispensabili per la riproducibilità e la ripetibilità dei risultati sperimentali, si aggiunge l'esigenza di definire correttamente il valore, indicato dalle norme tecniche, da assumere per la resistenza media di progetto  $R_{progetto,cm}$ .

Il controllo della resistenza del calcestruzzo in opera deve essere eseguito in conformità alla norma **UNI EN 13791**, che stabilisce il passaggio dalla resistenza caratteristica cubica di progetto  $R_{ck}$  alla resistenza caratteristica cilindrica di progetto  $f_{ck}$  con la seguente relazione:

$$f_{ck} = 0,85 R_{ck} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Al punto 6, tabella 1, della stessa norma, sono riportati per ciascuna classe di resistenza i valori caratteristici minimi accettabili. La  $R_{opera,ck}$  deve essere determinata secondo il punto 7 della stessa norma **UNI EN 13791**, che prevede un controllo di tipo statistico nel caso in cui la numerosità dei prelievi sia maggiore di 15 (Approccio A, p. 7.3.2), e un controllo alternativo nel caso di una minore numerosità dei prelievi (Approccio B, p. 7.3.3.). In sintesi, si dovrà confrontare:

$$R_{opera,ck} \geq 0,85 R_{progetto,ck} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Il rapporto di valutazione della resistenza calcestruzzo in opera deve essere conforme al punto 10 della norma **UNI EN 13791**.

### *La non conformità dei controlli d'accettazione*

Le indagini per la valutazione del calcestruzzo in opera, in caso di non conformità dei controlli d'accettazione, dovranno rispettare i criteri previsti dal paragrafo 9 della norma **UNI EN 13791**.

1) In una regione di prova comprendente diversi lotti di calcestruzzo con 15 o più risultati di prove su carote, se  $f_{opera,m} \geq 0,85 (f_{progetto,ck} + 1,48 s)$  e  $f_{opera,min} \geq 0,85 (f_{progetto,ck} - 4)$

dove

$f_{progetto,ck}$  = resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo prevista in progetto

$f_{opera,m}$  = valore medio delle resistenza a compressione delle carote

$f_{opera,min}$  = valore minimo di resistenza a compressione delle carote

$s$  = scarto quadratico medio dei risultati sperimentali (se il valore di  $s$  è minore di 2 N/mm<sup>2</sup> si assume pari a 2 N/mm<sup>2</sup>), il calcestruzzo della regione di prova può essere considerato di resistenza sufficiente e conforme alla norma EN 206-1.

2) In alternativa, previo accordo tra le parti, qualora fossero disponibili 15 o più risultati di prove indirette e i risultati di almeno due carote prelevate da elementi strutturali, per i quali i risultati sui campioni convenzionali avevano fornito valori di resistenza più bassi, se  $f_{opera,min} \geq 0,85 (f_{progetto,ck} - 4)$ , il calcestruzzo della regione di prova può essere considerato di adeguata resistenza.

3) In una piccola regione di prova contenente pochi lotti di calcestruzzo, al limite uno, il direttore dei lavori deve ricorrere all'esperienza per selezionare l'ubicazione dei due punti di prelievo delle carote, e se  $f_{opera,min} \geq 0,85 (f_{progetto,ck} - 4)$ , il calcestruzzo della regione di prova può essere considerato di adeguata resistenza.

Se la regione di prova è ritenuta contenente calcestruzzo di resistenza adeguata, è conforme anche la popolazione calcestruzzo al quale è riferito il controllo.

#### **Art. 38. Prove di carico sui pali di fondazione**

##### *Prove di verifica in corso d'opera*

Sui pali di fondazione devono essere eseguite prove di carico statiche di verifica per:

- accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno;
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno.

Tali prove devono essere spinte ad un carico assiale pari a 1,5 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.

In presenza di pali strumentati per il rilievo separato delle curve di mobilitazione delle resistenze lungo la superficie e alla base, il massimo carico assiale di prova può essere posto pari a 1,2 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.

Il numero e l'ubicazione delle prove di verifica devono essere stabiliti in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del terreno di fondazione. In ogni caso, il numero di prove non deve essere inferiore a:

- 1, se il numero di pali è inferiore o uguale a 20;
- 2, se il numero di pali è compreso tra 21 e 50;
- 3, se il numero di pali è compreso tra 51 e 100;
- 4, se il numero di pali è compreso tra 101 e 200;
- 5, se il numero di pali è compreso tra 201 e 500;
- il numero intero più prossimo al valore  $5 + n/500$ , se il numero  $n$  di pali è superiore a 500.

Il numero di prove di carico di verifica può essere ridotto se sono eseguite prove di carico dinamiche, da tarare con quelle statiche di progetto, e siano effettuati controlli non distruttivi su almeno il 50% dei pali.

Le prove di carico dovranno essere eseguite da un laboratorio ufficiale, in contraddittorio con l'impresa esecutrice.

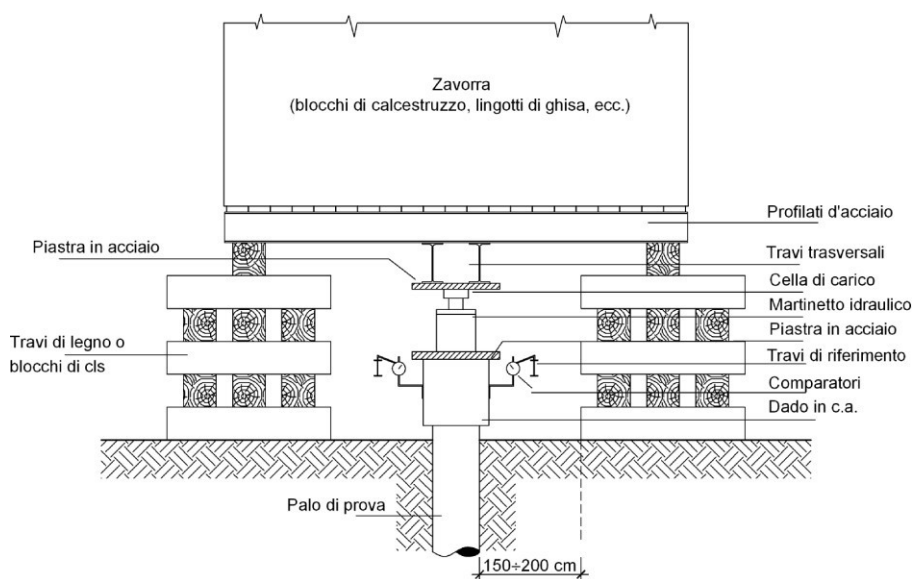
La direzione dei lavori dovrà, in contraddittorio con l'impresa, stabilire in anticipo su quali pali operare la prova di carico, ai fini dei controlli esecutivi. Per nessun motivo il palo potrà essere caricato prima dell'inizio della prova, che potrà essere effettuata solo quando sia trascorso il tempo sufficiente perché il palo abbia raggiunto la stagionatura prescritta per il calcestruzzo.

##### *Preparazione dei pali da sottoporre a prova*

L'appaltatore ha l'onere della preparazione dei pali da sottoporre a prova di carico mediante la regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del calcestruzzo e messa a nudo del fusto per un tratto di  $\approx 50$  cm. Successivamente, sul palo deve essere realizzato un dado di calcestruzzo armato, di sezione maggiore di quella del palo, per l'appoggio del martinetto. L'esecuzione della prova deve avere inizio dopo la stagionatura del calcestruzzo, per evitare eventuali deformazioni plastiche durante l'applicazione del carico.

L'appaltatore ha anche l'onere di predisporre la struttura di contrasto per l'esecuzione della prova di carico, secondo le indicazioni del laboratorio ufficiale incaricato.

Per la prova di carico verticale, la struttura di contrasto per il martinetto idraulico e il palo deve essere costituita preferibilmente da un cassone zavorrato. Le basi di appoggio del cassone devono essere sufficientemente distanti dal palo di prova (preferibilmente 2 m) per evitare spinte passive sul palo da parte del terreno caricato dagli appoggi.



**Figura - Schema di applicazione del carico di prova su palo di fondazione con cassone zavorrato**

#### *Prove di carico verticali*

Le prove di carico verticali permettono di misurare gli abbassamenti prodotti dall'applicazione di un carico verticale sulla testa del palo. I risultati ottenuti si riferiscono, nella gran parte dei casi, ai cedimenti istantanei della testa del palo, pertanto la prova deve essere limitata nel tempo dallo stabilizzarsi dei valori rilevati.

La direzione dei lavori deve individuare il numero e l'ubicazione dei pali da sottoporre a prova in conformità ai limiti stabiliti dalle nuove norme tecniche per le costruzioni.

I pali soggetti a prova di carico assiale, a discrezione della direzione dei lavori, potranno essere sottoposti anche a controlli non distruttivi.

La determinazione del carico limite deve essere ottenuta impiegando almeno tre metodi:

- metodo Davisson;
- metodo Chin;
- metodo Brinch Hansen.

#### *Presentazione dei risultati*

I risultati della prova di carico su palo di fondazione devono essere presentati con i seguenti diagrammi:

- carico/cedimento;
- tempo/carico;
- tempo/cedimento.

Ai suddetti diagrammi si aggiunge la relazione di accompagnamento del laboratorio ufficiale che ha eseguito la prova di carico.

#### *Verbale di prova di carico su palo di fondazione*

Il verbale di prova di carico su pali di fondazione deve contenere i seguenti dati:

- individuazione e caratteristiche costruttive delle opere;
- data e ora della prova;
- localizzazione del palo su cui è stata effettuata la prova di carico;
- descrizione della struttura di prova (struttura di contrasto, di sostegno laterale, travi portamicrometri, martinetti, celle di carico, ecc.);
- descrizione dell'eventuale strumentazione collocata all'interno del palo;
- curve di taratura degli strumenti utilizzati;
- grafici e tabelle per la visualizzazione dei risultati della prova.

### **Art. 39. Controlli d'integrità dei pali di fondazione**

#### *Criteri generali*

In tutti i casi in cui la qualità dei pali dipenda in misura significativa dai procedimenti esecutivi e dalle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, devono essere effettuati dei controlli di integrità diretti a verificare almeno:

- la lunghezza;



- la sezione trasversale;
- la discontinuità.

Il controllo dell'integrità, da effettuarsi con prove dirette o indirette di comprovata validità, deve interessare almeno il 5% dei pali della fondazione con un minimo di due pali.

Nel caso di gruppi di pali di grande diametro ( $d \geq 80$  cm), il controllo dell'integrità deve essere effettuato su tutti i pali di ciascun gruppo se i pali del gruppo sono in numero inferiore o uguale a quattro.

I controlli di integrità dovranno essere eseguiti da un laboratorio ufficiale, in contraddittorio con l'impresa esecutrice. Sui pali con riscontrati difetti esecutivi dovranno essere eseguiti ulteriori controlli (anche distruttivi) per le successive determinazioni della stazione appaltante.

#### *Prove di eco sonico*

La prova di eco sonico (o della risposta impulsiva) è una prova a basse deformazioni che deve essere impiegata per verificare la continuità o eventuali anomalie del palo (variazioni di sezioni, cavità, interruzioni, giunzioni di prefabbricati non eseguite correttamente, ecc.).

Il controllo è applicabile a pali di fondazione isolati (specialmente di tipo prefabbricato e battuto) e a pali trivellati in terreni coerenti.

La prova consiste nel sollecitare la testa del palo – resa libera allo scopo svincolandola dalle strutture di fondazione (travi, plinti, platee, solette) o dal magrone – con una forza impulsiva assiale tale da provocare onde di compressione assiale, mediante l'impiego di un martello in nylon, valutando la risposta in termini di velocità o spostamento nel tempo. Il segnale di risposta o segnale riflesso, rilevato mediante un accelerometro posizionato anch'esso sulla testa del palo, viene depurato da eventuali componenti estranee e opportunamente amplificato per meglio interpretare i segnali di eco.

La lunghezza del palo oggetto di controllo, o la distanza di una discontinuità dalla testa del palo stesso, è determinata dalla relazione  $2L = t \cdot V$ , dove  $L$  è la lunghezza del palo,  $V$  la velocità delle onde longitudinali all'interno del calcestruzzo e  $t$  il tempo di ritardo rispetto all'istante in cui l'impulso viene trasmesso al palo.

#### *Prova di ammettenza meccanica verticale*

La prova di ammettenza meccanica verticale è una prova a basse deformazioni che consente di verificare la geometria del palo (lunghezza, variazioni della sezione, ecc.), il vincolo d'interfaccia laterale e il grado di incastro alla base, nonché la rigidità elastica del sistema palo terreno.

La prova utilizza tecniche di sollecitazione dinamica applicate alla testa del palo, che dovrebbe essere libera e accessibile.

#### *56.1 Metodo Cross-hole*

Per l'esecuzione del controllo Cross-hole devono essere inseriti nei pali indicati dalla direzione dei lavori o dal progetto esecutivo, prima del getto di calcestruzzo, un certo numero di tubi metallici o in materiale plastico pesante (3÷4 per pali di grosso diametro) del diametro interno minimo di 35÷42 mm e di lunghezza pari a quella del palo, fissati alla gabbia dell'armatura metallica in modo che risultino opportunamente distanti e paralleli e in posizione verticale. I tubi di plastica non devono subire danneggiamenti durante la collocazione della gabbia d'armatura e durante il getto di calcestruzzo, per non pregiudicare il controllo.

Il direttore dei lavori ha facoltà di eseguire la prova in pali già realizzati ma con tubi non predisposti, realizzando i fori mediante carotaggio meccanico.

Con metodo Cross-hole è possibile indagare soltanto la porzione di calcestruzzo compresa tra le due sonde. Le informazioni che si ottengono riguardano le caratteristiche del getto di calcestruzzo; in particolare, la presenza di fratture, vuoti, strutture a nido d'ape, inclusioni di terreno, variazioni nette di qualità del calcestruzzo, ecc.

#### *Carotaggio continuo meccanico*

Il carotaggio deve essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo allo stato indisturbato del conglomerato e, se richiesto, del sedime d'imposta.

Allo scopo devono essere impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.

Nel corso della perforazione devono essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio e le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

Su alcuni spezzoni di carota devono essere eseguite anche prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche del calcestruzzo rispetto alle prescrizioni contrattuali.

Al termine del carotaggio si deve provvedere a riempire il foro mediante boiacca di cemento immessa dal fondo foro.

Il carotaggio deve essere eseguito da un laboratorio ufficiale, quando richiesto dalla direzione dei lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente capitolato.

#### *Scavi attorno al fusto del palo*

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4-5 m di palo di fondazione.

Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua, e reso accessibile all'ispezione visiva.

Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva.

Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente capitolato e alle disposizioni della direzione dei lavori.

### **Art. 40. Controlli non distruttivi sulle strutture in acciaio**

#### *Generalità*

Il direttore dei lavori per le strutture in acciaio dovrà eseguire i seguenti controlli:

- esame visivo;
- controllo chimico che accerti la composizione dei materiali;
- controllo con chiave dinamometrica che accerti che i bulloni di ogni classe siano serrati secondo quanto previsto dalla norma **CNR UNI 10011** (ritirata senza sostituzione);
- controllo della corretta esecuzione delle saldature.

Tali controlli devono essere eseguiti da laboratori ufficiali per evitare contestazioni da parte dell'appaltatore.

#### *Qualificazioni del personale e dei procedimenti di saldatura*

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma **UNI EN 287-1** da parte di un ente terzo. A deroga di quanto richiesto, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo non potranno essere qualificati mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma **UNI EN 1418**. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma **UNI EN 15614-1**.

#### **NORME DI RIFERIMENTO**

**UNI EN 287-1** – Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Parte 1: Acciai;

**UNI EN 1418** – Personale di saldatura. Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata e automatica di materiali metallici;

**UNI EN ISO 15614-1** – Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici. Prove di qualificazione della procedura di saldatura. Parte 1: Saldatura ad arco e a gas degli acciai e saldatura ad arco del nichel e leghe di nichel.

#### *Controllo di qualità delle strutture saldate*

Il controllo delle saldature e il controllo di qualità deve accertare che le giunzioni saldate corrispondano alla qualità richiesta dalle condizioni di esercizio e quindi progettuali. Il direttore dei lavori potrà fare riferimento alla norma **UNI EN 12062**.

Il controllo delle saldature deve avvenire nelle seguenti fasi:

- verifiche e prove preliminari;
- ispezione durante la preparazione e l'esecuzione delle saldature;
- controllo diretto dei giunti saldati.

La prima fase è quella che viene tradizionalmente chiamata *controllo indiretto delle saldature*. Con il controllo diretto, invece, si procede alla verifica o al collaudo vero e proprio del giunto realizzato.

#### *Controlli non distruttivi*

Le saldature devono essere sottoposte a controlli non distruttivi finali, per accertarne la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista e dalle norme tecniche per le costruzioni.

L'entità e il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, devono essere eseguiti sotto la responsabilità del direttore dei lavori.

Ai fini dei controlli non distruttivi si possono usare metodi di superficie (per esempio, liquidi penetranti o polveri magnetiche), ovvero metodi volumetrici (per esempio, raggi X o gamma o ultrasuoni). Per le modalità di esecuzione dei controlli e i livelli di accettabilità, si potrà fare riferimento alle prescrizioni della norma **UNI EN 12062**.

I controlli devono essere certificati da un laboratorio ufficiale ed eseguiti da operatori qualificati secondo la norma **UNI EN 473**.

#### NORME DI RIFERIMENTO

---

**UNI EN 12062** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Regole generali per i materiali metallici;*

**UNI EN 473** – *Prove non distruttive. Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali.*

**UNI EN 1713** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature;*

**UNI EN 1714** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati;*

**UNI EN 1289** – *Controllo non distruttivo delle saldature mediante liquidi penetranti. Livelli di accettabilità;*

**UNI EN 1290** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature;*

**UNI EN 12062** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Regole generali per i materiali metallici;*

**UNI EN 473** – *Prove non distruttive. Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali.*

#### *Metodo ultrasonico*

Il metodo ultrasonico consente di rilevare i difetti anche a considerevoli profondità e in parti interne dell'elemento a condizione che esso sia un conduttore di onde sonore.

Il paragrafo 11.3.4.5 delle nuove norme tecniche stabilisce che, per giunti a piena penetrazione, si possono impiegare anche gli ultrasuoni. Per i giunti a T a piena penetrazione, invece, si può impiegare solo il controllo con gli ultrasuoni. Per evitare contestazioni con l'appaltatore, il personale che esegue i controlli deve essere qualificato in conformità alla norma **UNI EN 473**, e avere conoscenza dei problemi di controllo relativi ai giunti saldati da esaminare.

#### *Il volume del giunto da esaminare. La preparazione delle superfici*

Si premette che, con riferimento alla norma **UNI EN 1714**, il volume da esaminare deve comprendere, oltre alla saldatura, anche il materiale base, per una larghezza di almeno 10 mm da ciascun lato della stessa saldatura, oppure il controllo delle zone laterali termicamente alterate.

In generale, la scansione del fascio di onde ultrasoniche deve interessare tutto il volume in esame.

Le superfici oggetto di controllo, e in particolare quelle di applicazione delle sonde, devono essere prive di sostanze che possono interferire con l'accoppiamento (tracce di ruggine, scaglie staccate, spruzzi di saldature, ecc.).

#### NORME DI RIFERIMENTO

---

**UNI EN 1712** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati. Livelli di accettabilità;*

**UNI EN 1713** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature;*

**UNI EN 1714** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati;*

**UNI EN 583-1** – *Prove non distruttive. Esame ad ultrasuoni. Parte 1: Principi generali;*

**UNI EN 583-2** – *Prove non distruttive. Esami ad ultrasuoni. Parte 2: Regolazione della sensibilità e dell'intervallo di misurazione della base dei tempi;*

**UNI EN 583-3** – *Prove non distruttive. Esame ad ultrasuoni. Tecnica per trasmissione;*

**UNI EN 583-4** – *Prove non distruttive. Esame ad ultrasuoni. Parte 4: Esame delle discontinuità perpendicolari alla superficie;*

**UNI EN 583-5** – *Prove non distruttive. Esame ad ultrasuoni. Parte 5: Caratterizzazione e dimensionamento delle discontinuità;*

**UNI EN 12223** – *Prove non distruttive. Esame ad ultrasuoni. Specifica per blocco di taratura n. 1;*

**UNI EN 27963** – *Saldature in acciaio. Blocco di riferimento n. 2 per il controllo mediante ultrasuoni delle saldature;*

**UNI EN 473** – *Prove non distruttive. Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali.*

### Metodo radiografico

Il controllo radiografico dei giunti saldati per fusione di lamiere e tubi di materiali metallici deve essere eseguito in conformità alla norma **UNI EN 435**.

Il metodo radiografico deve essere usato per il controllo dei giunti saldati a piena penetrazione (paragrafo 11.3.4.5 delle nuove norme tecniche).

### NORME DI RIFERIMENTO

**UNI EN 1435** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo radiografico dei giunti saldati;*

**UNI EN 10246-10** – *Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo radiografico della saldatura dei tubi di acciaio saldati in automatico ad arco sommerso per la rilevazione dei difetti;*

**UNI EN 12517-1** – *Controllo non distruttivo delle saldature. Parte 1: Valutazione mediante radiografia dei giunti saldati di acciaio, nichel, titanio e loro leghe. Livelli di accettazione.*

### Esecuzione e controllo delle unioni bullonate

Le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione e macchie di grasso.

La pulitura deve, di norma, essere eseguita con sabbiatura al metallo bianco. È ammessa la semplice pulizia meccanica delle superfici a contatto per giunzioni montate in opera, purché vengano completamente eliminati tutti i prodotti della corrosione e tutte le impurità della superficie metallica.

Il serraggio dei bulloni può essere effettuato mediante chiave dinamometrica a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o mediante chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata, tutte tali da garantire una precisione non minore di  $\pm 5\%$ . Le chiavi impiegate per il serraggio e nelle verifiche dovranno essere munite di un certificato di taratura emesso in data non superiore all'anno. Il valore della coppia di serraggio  $T_s$ , da applicare sul dado o sulla testa del bullone, in funzione dello sforzo normale  $N_s$  presente nel gambo del bullone è dato dalla seguente relazione:

$$T_s = 0,20 \cdot N_s \cdot d$$

dove

$d$  è il diametro nominale di filettatura del bullone;

$N_s = 0,80 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res}$ , essendo  $A_{res}$  l'area della sezione resistente della vite e  $f_{k,N}$  la tensione di snervamento.

La norma **CNR UNI 10011** (ritirata senza sostituzione) detta precise regole riguardo le dimensioni che devono avere i bulloni normali e quelli ad alta resistenza, riguardo i materiali impiegati per le rosette e le piastrine, nonché il modo di accoppiare viti e dadi e il modo in cui devono essere montate le rosette.

**Tabella - Valori dell'area resistente, della forza normale e della coppia di serraggio per vari tipi di bulloni (CNR 10011)**

Diametro D [m]	Area resistente $A_{res}$ [mm <sup>2</sup> ]	Coppia di serraggio $T_s$ [N · m]					Forza normale $T_s$ [kN]				
		4,6	5,6	6,6	8,8	10,9	4,6	5,6	6,6	8,8	10,9
12	84	39	48	58	90	113	16	20	24	38	47
14	115	62	77	93	144	180	22	28	33	52	64
16	157	96	121	145	225	281	30	38	45	70	88
18	192	133	166	199	309	387	37	46	55	86	108
20	245	188	235	282	439	549	47	59	71	110	137
22	303	256	320	384	597	747	58	73	87	136	170
24	353	325	407	488	759	949	68	85	102	158	198
27	459	476	595	714	1110	1388	88	110	132	206	257
30	561	646	808	969	1508	1885	108	135	161	251	314

Il serraggio dei bulloni può, inoltre, essere effettuato anche mediante serraggio a mano o con chiave a percussione, fino a porre a contatto le lamiere fra testa e dado. Si dà, infine, una rotazione al dado compresa fra 90° e 120°, con tolleranze di 60° in più.

Durante il serraggio, la norma **CNR UNI 10011** (ritirata senza sostituzione) consiglia di procedere nel seguente modo:

- serrare i bulloni, con una coppia pari a circa il 60% della coppia prescritta, iniziando dai bulloni più interni del giunto e procedendo verso quelli più esterni;
- ripetere l'operazione, come sopra detto, serrando completamente i bulloni.

Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere effettuato in uno dei seguenti modi:

- si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per fare ruotare ulteriormente di 10° il dado;
- dopo avere marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, si allenta il dado con una rotazione pari a 60° e poi si riserra, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati.

Il controllo *in situ* deve essere eseguito verniciando in verde i bulloni che risultano conformi, e in rosso quelli non conformi. Le indagini devono essere condotte redigendo delle tabelle, una per ogni collegamento, nelle quali devono essere riportate le seguenti caratteristiche:

- valore della coppia di serraggio;
- mancanza del bullone;
- non coincidenza tra gli assi del foro e del bullone, ecc.

## MATERIALI PER OPERE DI COMPLETAMENTO E IMPIANTISTICHE

### Art. 41. Gesso ed elementi in gesso

#### *Generalità*

Il gesso è ottenuto per frantumazione, cottura e macinazione di roccia sedimentaria, di struttura cristallina, macrocristallina oppure fine, il cui costituente essenziale è il solfato di calcio biidrato ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Deve presentarsi perfettamente asciutto, di recente cottura, di fine macinazione, privo di materie eterogenee e non alterato per estinzione spontanea.

#### NORMA DI RIFERIMENTO

**UNI 5371** – *Pietra da gesso per la fabbricazione di leganti. Classificazione, prescrizioni e prove.*

#### *Fornitura e conservazione del gesso e degli elementi*

Il gesso deve essere fornito in sacchi sigillati di idoneo materiale, riportanti il nominativo del produttore e la qualità del gesso contenuto.

La conservazione dei sacchi di gesso deve essere effettuata in locali idonei e con tutti gli accorgimenti atti ad evitare degradazioni per umidità.

#### *Lastre di gesso rivestito*

Le lastre in gesso rivestito, prodotte in varie versioni, spessori e dimensioni, sono utilizzabili per la costruzione di pareti, contropareti e soffitti, e in generale, per le finiture d'interni. Le lastre rivestite sono costituite da un nucleo di gesso ottenuto dalle rocce naturali. Il nucleo di gesso è rivestito da entrambi i lati con fogli di speciale cartone, ricavato da carta riciclata. Le caratteristiche del cartone delle superfici può variare in funzione dell'uso e del particolare tipo di lastra. Lo strato interno può contenere additivi per conferire ulteriori proprietà aggiuntive.

Le lastre di gesso rivestito possono essere fissate alle strutture portanti in profilati metallici con viti autofilettanti, o alle strutture di legno con chiodi, oppure incollate al sottofondo con collanti a base di gesso o altri adesivi specifici. Esse possono essere anche usate per formare controsoffitti sospesi.

Le lastre di gesso rivestito dovranno essere rispondenti alle seguenti norme:

**UNI 10718** – *Lastre di gesso rivestito. Definizioni, requisiti, metodi di prova;*

**UNI EN 520** – *Lastre di gesso. Definizioni, requisiti e metodi di prova;*

**UNI 9154-1** – *Edilizia. Partizioni e rivestimenti interni. Guida per l'esecuzione mediante lastre di gesso rivestito su orditura metallica;*

**UNI EN 14195** – *Componenti di intelaiature metalliche per sistemi a pannelli di gesso. Definizioni, requisiti e metodi di prova.*

#### *Pannelli per controsoffitti*

La controsoffittatura interna preferibilmente ispezionabile, deve essere realizzata con pannelli in gesso alleggerito in classe 0 di reazione al fuoco, su struttura metallica a vista/seminascosta atta a garantire una resistenza al fuoco secondo gli elaborati redatti per il rilascio del C.P.I.

I pannelli devono avere colore bianco naturale, delle dimensioni adeguate alla tipologia del prodotto da impiegare in base al progetto esecutivo (per esempio 600 mm · 600 mm), con resistenza ad un tasso di umidità relativa dell'aria del 90%.

I pannelli devono garantire un coefficiente di fonoassorbimento a seconda della casistica indicata nel progetto esecutivo. L'orditura metallica sarà realizzata con profili perimetrali a L e profili portanti a T in lamiera d'acciaio zincata e preverniciata, fissata al solaio con idonei tasselli, viti, pendini e ganci a molla regolabili.

#### *Blocchi di gesso per tramezzi*

Il blocco di gesso è un elemento di costruzione ottenuto in fabbrica da solfato di calcio e acqua; può incorporare fibre, filler, aggregati e altri additivi, purché non siano classificati come sostanze pericolose in base alle normative europee, e può essere colorato mediante pigmentazione.

I blocchi di gesso conglomerato additivato possono essere di tipo pieno, multiforo o alveolato.

Le dimensioni dei singoli blocchi devono avere le seguenti tolleranze (**UNI EN 12859**):

- spessore:  $\pm 0,5$  mm;
- lunghezza:  $\pm 5$  mm;
- altezza:  $\pm 2$  mm.

Il contenuto medio di umidità dei blocchi di gesso, che deve essere misurato al momento della partenza dall'impianto, non deve superare il 6% e nessun valore singolo deve superare l'8%.

I blocchi di gesso devono essere chiaramente marcati sul blocco o sull'etichetta, oppure sull'imballaggio o sulla bolla di consegna o sul certificato di accompagnamento dei blocchi, con le seguenti voci:

- riferimento alla norma **UNI EN 12859**;
- nome, marchio commerciale o altri mezzi di identificazione del produttore del blocco di gesso;
- data di produzione;
- mezzi per l'identificazione dei blocchi di gesso in relazione alla loro designazione.

Le caratteristiche e le prestazioni dei blocchi di gesso a facce lisce, destinati principalmente alla costruzione di partizioni non portanti o rivestimenti per pareti indipendenti e alla protezione antincendio di colonne e di pozzi di ascensori, devono essere rispondenti alla norma **UNI EN 12859 – Blocchi di gesso. Definizioni, requisiti e metodi di prova**.

#### *Leganti e intonaci a base di gesso*

I leganti e gli intonaci a base di gesso dovranno essere conformi alle seguenti norme:

**UNI EN 13279-1 – Leganti e intonaci a base di gesso. Parte 1: Definizioni e requisiti;**

**UNI EN 13279-2 – Leganti e intonaci a base di gesso. Parte 2: Metodi di prova.**

### **Art. 42. Calci idrauliche da costruzioni**

Le calce da costruzione sono utilizzate come leganti per la preparazione di malte (da muratura e per intonaci interni ed esterni) e per la produzione di altri prodotti da costruzione. La norma **UNI EN 459-1** classifica le calce idrauliche nelle seguenti categorie e relative sigle di identificazione:

- calce idrauliche naturali (NHL): derivate esclusivamente da marne naturali o da calcari silicei, con la semplice aggiunta di acqua per lo spegnimento;
- calce idrauliche naturali con materiali aggiunti (NHL-Z), uguali alle precedenti, cui vengono aggiunti sino al 20% in massa di materiali idraulicizzanti o pozzolane;
- calce idrauliche (HL), costituite prevalentemente da idrossido di Ca, silicati e alluminati di Ca, prodotti mediante miscelazione di materiali appropriati.

La resistenza a compressione della calce è indicata dal numero che segue dopo la sigla (NHL 2, NHL 3.5 e NHL 5). La resistenza a compressione (in MPa) è quella ottenuta da un provino di malta dopo 28 giorni di stagionatura, secondo la norma UNI EN 459-2.

Le categorie di calce idrauliche NHL-Z e HL sono quelle che in passato ha costituito la calce idraulica naturale propriamente detta.

Il prodotto, che può essere fornito in sacchi o sfuso, deve essere accompagnato dalla documentazione rilasciata dal produttore.

#### **NORME DI RIFERIMENTO**

---

**UNI EN 459-1 – Calce da costruzione. Definizioni, specifiche e criteri di conformità;**

**UNI EN 459-2 – Calce da costruzione. Metodi di prova;**

**UNI EN 459-3 – Calce da costruzione. Valutazione della conformità.**

### **Art. 43. Laterizi**

### *Generalità*

Si definiscono *laterizi* quei materiali artificiali da costruzione formati di argilla – contenente quantità variabili di sabbia, di ossido di ferro e di carbonato di calcio – purgata, macerata, impastata, pressata e ridotta in pezzi di forma e di dimensioni prestabilite, i quali, dopo asciugamento, verranno esposti a giusta cottura in apposite fornaci, e dovranno rispondere alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2233 (norme per l'accettazione dei materiali laterizi) e alle norme UNI vigenti.

### *Requisiti*

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensione devono possedere i seguenti requisiti:

- non presentare sassolini, noduli o altre impurità all'interno della massa;
- avere facce lisce e spigoli regolari;
- presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine e uniforme;
- dare, al colpo di martello, un suono chiaro;
- assorbire acqua per immersione;
- asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità;
- non sfaldarsi e non sfiorire sotto l'influenza degli agenti atmosferici e di soluzioni saline;
- non screpolarsi al fuoco;
- avere resistenza adeguata agli sforzi ai quali dovranno essere assoggettati, in relazione all'uso.

### *Controlli di accettazione*

Per accertare se i materiali laterizi abbiano i requisiti prescritti, oltre all'esame accurato della superficie e della massa interna e alle prove di percussione per riconoscere la sonorità del materiale, devono essere sottoposti a prove fisiche e chimiche.

Le prove fisiche sono quelle di compressione, flessione, urto, gelività, imbibimento e permeabilità.

Le prove chimiche sono quelle necessarie per determinare il contenuto in sali solubili totali e in solfati alcalini.

In casi speciali, può essere prescritta un'analisi chimica più o meno completa dei materiali, seguendo i procedimenti analitici più accreditati.

I laterizi da usarsi in opere a contatto con acque contenenti soluzioni saline devono essere analizzati, per accertare il comportamento di essi in presenza di liquidi di cui si teme la aggressività.

Per quanto attiene alle modalità delle prove chimiche e fisiche, si rimanda al R.D. 16 novembre 1939, n. 2233.

### *Elementi in laterizio per solai*

Per la terminologia, il sistema di classificazione, i limiti di accettazione e i metodi di prova si farà riferimento alle seguenti norme:

**UNI 9730-1** – *Elementi di laterizio per solai. Terminologia e classificazione;*

**UNI 9730-2** – *Elementi di laterizio per solai. Limiti di accettazione;*

**UNI 9730-3** – *Elementi di laterizio per solai. Metodi di prova.*

Dovranno, inoltre, essere rispettate le norme tecniche di cui al punto 4.1.9 del D.M. 14 gennaio 2008.

### *Tavelle e tavelloni*

Le tavelle sono elementi laterizi con due dimensioni prevalenti e con altezza minore o uguale a 4 cm.

I tavelloni sono, invece, quegli elementi laterizi aventi due dimensioni prevalenti e altezza superiore ai 4 cm (generalmente 6÷8 cm).

Per l'accettazione dimensionale delle tavelle e dei tavelloni si farà riferimento alle tolleranze previste dal punto 4 della norma **UNI 11128** – *Prodotti da costruzione di laterizio. Tavelloni, tavelle e tavelline. Terminologia, requisiti e metodi di prova.*

In riferimento alla citata norma, l'80% degli elementi sottoposti a prova deve resistere ad un carico variabile da 600 a 1200 N in funzione della lunghezza e dello spessore.

Gli elementi devono rispondere alla modalità di designazione prevista dalla citata norma UNI.

## **Art. 44. Manufatti di pietre naturali o ricostruite**

### *Generalità*

La terminologia utilizzata ha il significato di seguito riportato. Le denominazioni commerciali devono essere riferite a campioni, atlanti, ecc.

Per le prove da eseguire presso i laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 si rimanda alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2232 (norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione), del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 (norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazione), e delle norme UNI vigenti.

I campioni delle pietre naturali da sottoporre alle prove da prelevare dalle forniture esistenti in cantiere, devono presentare caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche conformi a quanto prescritto nei contratti, in relazione al tipo della pietra e all'impiego che di essa deve farsi nella costruzione.

**Tabella - Valori indicativi di tenacità**

<b>Roccia</b>	<b>Tenacità</b>
Calcare	1
Gneiss	1,20
Granito	1,50
Arenaria calcarea	1,50
Basalto	2,30
Arenaria silicea	2,60

**Tabella - Valori indicativi di resistenza a taglio**

<b>Roccia</b>	<b>Carico di rottura [MPa]</b>
Arenarie	3-9
Calcare	5-11
Marmi	12
Granito	15
Porfido	16
Serpentini	18-34
Gneiss	22-31

#### *Marmo*

Roccia cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 3 a 4 (quali calcite, dolomite, serpentino).

A questa categoria appartengono:

- i marmi propriamente detti (calcari metamorfici ricristallizzati), i calcefiri e i cipollini;
- i calcari, le dolomie e le breccie calcaree lucidabili;
- gli alabastri calcarei;
- le serpentiniti;
- le oficalciti.

#### *Granito*

Roccia fanero-cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 6 a 7 (quali quarzo, felspati, felspatoidi).

A questa categoria appartengono:

- i graniti propriamente detti (rocce magmatiche intrusive acide fanero-cristalline costituite da quarzo, felspati sodico-potassici e miche);
- altre rocce magmatiche intrusive (dioriti, granodioriti, sieniti, gabbri, ecc.);
- le corrispettive rocce magmatiche effusive, a struttura porfirica;
- alcune rocce metamorfiche di analoga composizione, come gneiss e serizzi.

#### *Travertino*

Roccia calcarea sedimentaria di deposito chimico con caratteristica strutturale vacuolare, da decorazione e da costruzione; alcune varietà sono lucidabili.

#### *Pietra*

Roccia da costruzione e/o da decorazione, di norma non lucidabile.

A questa categoria appartengono rocce di composizione mineralogica svariata, non inseribili in alcuna classificazione. Esse sono riconducibili ad uno dei due gruppi seguenti:

- rocce tenere e/o poco compatte;
- rocce dure e/o compatte.

Esempi di pietre del primo gruppo sono varie rocce sedimentarie (calcareniti, arenarie a cemento calcareo, ecc.), e varie rocce piroclastiche (peperini, tufi, ecc.). Al secondo gruppo, invece, appartengono le pietre a spacco naturale (quarziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie, ecc.), e talune vulcaniti (basalti, trachiti, leucititi, ecc.).



Per gli altri termini usati per definire il prodotto in base alle norme, dimensioni, tecniche di lavorazione e alla conformazione geometrica, vale quanto riportato nella norma **UNI EN 12670**.

#### NORMA DI RIFERIMENTO

---

**UNI EN 12670** – *Pietre naturali. Terminologia.*

##### *Requisiti d'accettazione*

I prodotti in pietra naturale o ricostruita devono rispondere alle seguenti prescrizioni:

- appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesta, nonché essere conformi ad eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc., che riducono la resistenza o la funzione;
- avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento;
- avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze.

Delle seguenti, ulteriori caratteristiche, il fornitore dichiarerà i valori medi (e i valori minimi e/o la dispersione percentuale):

- massa volumica reale e apparente, misurata secondo la norma **UNI EN 1936**;
- coefficiente dell'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica, misurato secondo la norma **UNI EN 13755**;
- resistenza a compressione uniassiale, misurata secondo la norma **UNI EN 1926**;
- resistenza a flessione a momento costante, misurata secondo la norma **UNI EN 13161**;
- resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234.

Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale per murature, pavimentazioni, coperture, ecc.), si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato e alle prescrizioni di progetto. I valori dichiarati saranno accettati dalla direzione dei lavori anche in base ai criteri generali del presente capitolato speciale d'appalto.

#### NORME DI RIFERIMENTO

---

**UNI EN 12370** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza alla cristallizzazione dei sali;*

**UNI EN 12371** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza al gelo;*

**UNI EN 12372** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza a flessione sotto carico concentrato;*

**UNI EN 12407** – *Metodi di prova per pietre naturali. Esame petrografico;*

**UNI EN 13161** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza a flessione a momento costante;*

**UNI EN 13364** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione del carico di rottura in corrispondenza dei fori di fissaggio;*

**UNI EN 13373** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione delle caratteristiche geometriche degli elementi;*

**UNI EN 13755** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione dell'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica;*

**UNI EN 13919** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza all'invecchiamento dovuto a SO<sub>2</sub> in presenza di umidità;*

**UNI EN 14066** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza all'invecchiamento accelerato tramite shock termico;*

**UNI EN 14146** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione del modulo di elasticità dinamico (tramite misurazione della frequenza fondamentale di risonanza);*

**UNI EN 14147** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza all'invecchiamento mediante nebbia salina;*

**UNI EN 14157** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza all'abrasione;*

**UNI EN 14158** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione dell'energia di rottura;*

**UNI EN 14205** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della durezza Knoop;*

**UNI EN 14231** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza allo scivolamento tramite l'apparecchiatura di prova a pendolo;*

**UNI EN 14579** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della velocità di propagazione del suono;*

**UNI EN 14580** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione del modulo elastico statico;*

**UNI EN 14581** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione del coefficiente di dilatazione lineare termica;*

**UNI EN 1925** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione del coefficiente di assorbimento d'acqua per capillarità;*

**UNI EN 1926** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della resistenza a compressione uniassiale;*

**UNI EN 1936** – *Metodi di prova per pietre naturali. Determinazione della massa volumica reale e apparente e della porosità totale e aperta.*

#### *Manufatti da lastre*

I manufatti da lastre devono essere ricavati da lastre di spessore non superiore a 8 cm. Si hanno i seguenti prodotti:

- lastre refilate;
- listelli;
- modul marmo/modulgranito.

#### *Manufatti in spessore*

I manufatti in spessore devono essere ricavati da blocchi o lastre di spessore superiore a 8 cm. Si hanno i seguenti prodotti:

- masselli;
- binderi;
- cordoni.

#### *Manufatti a spacco e sfaldo*

Tra i manufatti a spacco si indicano:

- cubetti di porfido;
- smoller;
- lastre di ardesia;
- lastre di quarzite;
- lastre di serpentino;
- lastre di beola;
- lastre di arenaria.

### **Art. 45. Prodotti per pavimentazione e controsoffitti**

#### *Generalità. Definizioni*

Si definiscono *prodotti per pavimentazione* quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione.

I termini funzionali del sottosistema parziale "pavimentazione" e degli strati funzionali che lo compongono sono quelli definiti dalla norma **UNI 7998**, in particolare:

- rivestimento: strato di finitura;
  - supporto: strato sottostante il rivestimento;
  - suolo: strato di terreno avente la funzione di sopportare i carichi trasmessi dalla pavimentazione;
  - massiciata: strato avente la funzione di sopportare i carichi trasmessi dalla pavimentazione;
  - strato di scorrimento: strato di compensazione tra i vari strati contigui della pavimentazione;
  - strato di impermeabilizzazione: strato atto a garantire alla pavimentazione la penetrazione di liquidi;
  - strato di isolamento termico: strato atto a conferire alla pavimentazione un grado stabilito di isolamento termico;
  - strato di isolamento acustico: strato atto a conferire alla pavimentazione un grado stabilito di isolamento acustico;
  - strato portante: strato strutturale (come, ad esempio, il solaio) atto a resistere ai carichi trasmessi dalla pavimentazione;
  - strato ripartitore: strato avente la funzione di trasmettere le sollecitazioni della pavimentazione allo strato portante;
  - strato di compensazione: strato avente la funzione di fissare la pavimentazione e di compensare eventuali dislivelli.
- Il direttore dei lavori, ai fini dell'accettazione dei prodotti, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni contrattuali.

#### NORME DI RIFERIMENTO GENERALI

---

**R.D. 16 novembre 1939, n. 2234** – *Norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazione;*

**UNI 7998** – *Edilizia. Pavimentazioni. Terminologia;*

**UNI 7999** – *Edilizia. Pavimentazioni. Analisi dei requisiti.*

#### NORME DI RIFERIMENTO PER RIVESTIMENTI RESILIENTI<sup>9</sup> PER PAVIMENTAZIONI

---

**UNI CEN/TS 14472-1** – *Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Generalità;*

<sup>9</sup> Un rivestimento si definisce *resiliente* quando è capace di recuperare la forma iniziale fino ad un certo punto dopo compressione (materiali plastici, gomma, sughero o linoleum).

**UNI CEN/TS 14472-2** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Rivestimenti tessili per pavimentazioni;

**UNI CEN/TS 14472-3** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Rivestimenti laminati per pavimentazioni;

**UNI EN 1081** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza elettrica;

**UNI EN 12103** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Supporti di agglomerato di sughero. Specifiche;

**UNI EN 12104** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle di sughero. Specifica;

**UNI EN 12105** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione del contenuto di umidità degli agglomerati a base di sughero;

**UNI EN 12455** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifiche per supporti a base di sughero;

**UNI EN 12466** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Vocabolario;

**UNI EN 13893** – Rivestimenti resilienti, laminati e tessili per pavimentazioni. Misura del coefficiente dinamico di attrito su superfici di pavimenti asciutte;

**UNI EN 1399** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla bruciatura di sigaretta e di mozziconi di sigaretta;

**UNI EN 14041** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Caratteristiche essenziali;

**UNI EN 14085** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifiche per pannelli da pavimento con posa a secco;

**UNI EN 14565** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di polimeri termoplastici sintetici. Specifiche;

**UNI CEN/TS 15398** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Simboli normalizzati per i rivestimenti per pavimentazioni;

**UNI CEN/TS 15398** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Simboli normalizzati per pavimentazioni;

**UNI EN 1815** – Rivestimenti resilienti e tessili per pavimentazioni. Valutazione della propensione all'accumulo di elettricità statica;

**UNI EN 1818** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'azione di rotelle orientabili con carico pesante;

**UNI EN 423** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla macchia;

**UNI EN 424** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'effetto del movimento simulato dalla gamba di un mobile;

**UNI EN 425** – Rivestimenti resilienti e laminati per pavimentazioni. Prova della sedia con ruote;

**UNI EN 426** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della larghezza, lunghezza, rettilineità e planarità dei prodotti in rotoli;

**UNI EN 427** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della lunghezza dei lati, dell'ortogonalità e della rettilineità delle piastrelle;

**UNI EN 428** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dello spessore totale;

**UNI EN 429** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dello spessore degli strati;

**UNI EN 430** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa areica;

**UNI EN 431** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della forza di adesione tra gli strati;

**UNI EN 432** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della forza di lacerazione;

**UNI EN 433** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'impronta residua dopo l'applicazione di un carico statico;

**UNI EN 434** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della stabilità dimensionale e dell'incurvamento dopo esposizione al calore;

**UNI EN 435** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della flessibilità;

**UNI EN 436** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa volumica;

**UNI EN 660-1** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all'usura. Prova di Stuttgart;

**UNI EN 660-2** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all'usura. Parte 2: Prova di Frick-Taber;

**UNI EN 661** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della propagazione dell'acqua;

**UNI EN 662** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'incurvamento per esposizione all'umidità;

**UNI EN 663** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della profondità convenzionale del rilievo;

**UNI EN 664** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della perdita di sostanze volatili;

**UNI EN 665** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della essudazione dei plastificanti;

**UNI EN 666** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della gelatinizzazione;

**UNI EN 669** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della stabilità dimensionale delle piastrelle di linoleum dovuta a variazioni dell'umidità atmosferica;

**UNI EN 670** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Identificazione del linoleum e determinazione del contenuto di cemento e della cenere residua;

**UNI EN 672** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa volumica apparente del sughero agglomerato;

**UNI EN 684** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza delle giunzioni;

**UNI EN 685** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Classificazione;

**UNI EN 686** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per linoleum liscio e decorativo su un supporto di schiuma;

**UNI EN 687** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per linoleum liscio e decorativo su un supporto di agglomerati compositi di sughero;

**UNI EN 688** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per agglomerati di sughero linoleum.

#### NORMA DI RIFERIMENTO PER LA POSA IN OPERA

**UNI 10329** – Posa dei rivestimenti di pavimentazione. Misurazione del contenuto di umidità negli strati di supporto cementizi o simili.

#### Requisiti di accettazione

L'analisi dei requisiti dei prodotti per pavimentazioni deve essere condotta nel rispetto della norma **UNI 7999**. In particolare, la pavimentazione dovrà resistere:

- alle forze agenti in direzione normale e tangenziale;
- alle azioni fisiche (variazioni di temperatura e umidità);
- all'azione dell'acqua (pressione, temperatura, durata del contatto, ecc.);
- ai fattori chimico-fisici (agenti chimici, detersivi, sostanze volatili);
- ai fattori elettrici (generazione di cariche elettriche);
- ai fattori biologici (insetti, muffe, batteri);
- ai fattori pirici (incendio, cadute di oggetti incandescenti, ecc.);
- ai fattori radioattivi (contaminazioni e alterazioni chimico fisiche).

Per effetto delle azioni sopraelencate, la pavimentazione non dovrà subire le alterazioni o i danneggiamenti indicati dalla norma **UNI 7999**, nello specifico:

- deformazioni;
- scheggiature;
- abrasioni;
- incisioni;
- variazioni di aspetto;
- variazioni di colore;
- variazioni dimensionali;
- vibrazioni;
- rumori non attenuati;
- assorbimento d'acqua;
- assorbimento di sostanze chimiche;
- assorbimento di sostanze detersive;
- emissione di odori;
- emissione di sostanze nocive.

#### Caratteristiche dei prodotti in legno per pavimentazione

I prodotti di legno per pavimentazione, quali tavolette, listoni, mosaico di lamelle, blocchetti, ecc., si intendono denominati nelle loro parti costituenti come indicato nella letteratura tecnica.

I prodotti di cui sopra devono: essere dell'essenza legnosa adatta all'uso e prescritta nel progetto esecutivo.

Sono ammessi i seguenti difetti visibili sulle facce in vista:

- qualità I:
  - piccoli nodi sani con diametro minore di 2 mm se del colore della specie (minore di 1 mm se di colore diverso), purché presenti su meno del 10% degli elementi del lotto;
  - imperfezioni di lavorazione con profondità minore di 1 mm e purché presenti su meno del 10% degli elementi.
- qualità II:
  - piccoli nodi sani con diametro minore di 5 mm se del colore della specie (minore di 2 mm se di colore diverso) purché presenti su meno del 20% degli elementi del lotto;
  - imperfezioni di lavorazione come per la classe I;
  - piccole fenditure;

- alburno senza limitazioni, ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti.
- qualità III:
- esenti da difetti che possono compromettere l'impiego (in caso di dubbio valgono le prove di resistenza meccanica);
- alburno senza limitazioni, ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti.

I prodotti in oggetto devono avere contenuto di umidità compreso tra il 10 e il 15%.

Le tolleranze sulle dimensioni e sulla finitura sono le seguenti:

- listoni: 1 mm sullo spessore, 2 mm sulla larghezza e 5 mm sulla lunghezza;
- tavolette: 0,5 mm sullo spessore e 1,5% sulla larghezza e sulla lunghezza;
- mosaico, quadrotti, ecc.: 0,5 mm sullo spessore e 1,5% sulla larghezza e sulla lunghezza;
- le facce a vista e i fianchi da accertare saranno lisci.

La resistenza meccanica a flessione, la resistenza all'impronta e altre caratteristiche, saranno nei limiti solitamente riscontrati sulla specie legnosa e saranno comunque dichiarati nell'attestato che accompagna la fornitura.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e dall'umidità nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Nell'imballo un foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore e al contenuto, almeno le caratteristiche di cui sopra.

Per i pavimenti in sughero si applicheranno le disposizioni della norma **UNI ISO 3810**.

#### *Classificazione su metodo di formatura e assorbimento d'acqua delle piastrelle in ceramica*

Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto, tenendo conto che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cottoforte, gres, ecc.) devono essere associate alla classificazione basata sul metodo di formatura mediante estrusione (metodo A) o pressatura (metodo B) a temperatura ambiente o con altri processi produttivi (metodo C).

Il rivestimento deve essere vetroso e impermeabile ai liquidi. La superficie delle piastrelle non smaltata deve essere levigata.

I tre gruppi di assorbimento d'acqua (*E*) per le piastrelle pressate o estruse previste dalla norma **UNI EN 14411** sono schematizzati nella tabella 30.1.

**Tabella - Assorbimento d'acqua delle piastrelle di ceramica**

Assorbimento d'acqua [ <i>E</i> ] in %						
Basso assorbimento d'acqua		Medio assorbimento d'acqua				Alto assorbimento d'acqua
Gruppo BI <sup>a</sup> $E \leq 0,5\%$	Gruppo BI <sup>b</sup> $0,5\% < E \leq 3\%$	Gruppo AII <sup>a</sup> $3\% < E \leq 6\%$	Gruppo AII <sup>b</sup> $6\% < E < 10\%$	Gruppo BII <sup>a</sup> $3\% < E \leq 6\%$	Gruppo BII <sup>b</sup> $6\% < E \leq 10\%$	Gruppo III $E > 10\%$
Piastrelle pressate a secco		Piastrelle estruse		Piastrelle pressate		-

#### *Imballaggi e indicazioni*

Le piastrelle di ceramica devono essere contenute in appositi imballi che le proteggano da azioni meccaniche, sporatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

In applicazione della norma **UNI EN 14411**, le piastrelle di ceramica e/o i loro imballaggi devono riportare:

- il marchio del fabbricante e/o il marchio del venditore e il paese di origine;
- il marchio indicante la prima scelta;
- il tipo di piastrelle e il riferimento all'appendice della stessa norma **UNI EN 14411**;
- le dimensioni nominali e le dimensioni di fabbricazione, modulari (M) o non modulari;
- la natura della superficie, smaltata (GL) o non smaltata (UGL).

In caso di piastrelle per pavimento devono essere riportati:

- i risultati ottenuti dalla prova di scivolosità;
- la classe di abrasione per le piastrelle smaltate.

#### *Designazione*

Le piastrelle di ceramica, come previsto dalla norma **UNI EN 14411**, devono essere designate riportando:

- il metodo di formatura;
- l'appendice della norma **UNI EN 14411**, che riguarda il gruppo specifico delle piastrelle;
- le dimensioni nominali e di fabbricazione, modulari (M) o non modulari;
- la natura della superficie: smaltata (GL) o non smaltata (UGL).

#### *Prodotti in gomma per pavimentazioni*

I prodotti di gomma per pavimentazioni sotto forma di piastrelle e rotoli devono rispondere alle prescrizioni date dal progetto e, in mancanza e/o a complemento, devono rispondere alle prescrizioni seguenti:

- essere esenti da difetti visibili (bolle, graffi, macchie, aloni, ecc.) sulle superfici destinate a restare in vista;
- avere costanza di colore tra i prodotti della stessa fornitura. In caso di contestazione, si farà riferimento alla norma UNI 8272-2.

Sulle dimensioni nominali e sull'ortogonalità dei bordi sono ammesse le tolleranze seguenti:

- piastrelle: lunghezza e larghezza  $\pm 0,3\%$ , spessore  $\pm 0,2\text{mm}$ ;
- rotoli: lunghezza  $\pm 1\%$ , larghezza  $\pm 0,3\%$ , spessore  $\pm 0,2\text{mm}$ ;
- piastrelle: scostamento dal lato teorico (in millimetri) non maggiore del prodotto tra dimensione del lato (in millimetri) e 0,0012;
- rotoli: scostamento dal lato teorico non maggiore di 1,5 mm.
- la durezza deve essere compresa tra 75 e 85 punti di durezza Shore A;
- la resistenza all'abrasione deve essere non maggiore di  $300\text{ mm}^3$ ;
- la stabilità dimensionale a caldo deve essere non maggiore dello 0,3% per le piastrelle e dello 0,4% per i rotoli;
- la classe di reazione al fuoco deve essere la prima secondo il D.M. 26 giugno 1984, allegato A3.1;
- la resistenza alla bruciatura da sigaretta, intesa come alterazioni di colore prodotta dalla combustione, non deve originare contrasto di colore uguale oltre i limiti d'accettazione della norma UNI 8272-2. Non sono, inoltre, ammessi affioramenti o rigonfiamenti;
- il potere macchiante, inteso come cessione di sostanze che sporcano gli oggetti che vengono a contatto con il rivestimento, per i prodotti colorati non deve dare origine ad un contrasto di colore maggiore oltre i limiti d'accettazione della norma UNI 8272-2;
- il controllo delle caratteristiche suddette si intende effettuato secondo i criteri indicati dalla norma UNI 8272;
- i prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa;

Il foglio di accompagnamento indicherà, oltre al nome del fornitore, almeno le informazioni di cui ai punti sopraelencati.

#### *Norme di riferimento*

**UNI 8272-1** – Prove sui rivestimenti di gomma per pavimentazioni. Esame dell'aspetto.

**UNI 8272-2** – Prove sui rivestimenti di gomma per pavimentazioni. Determinazione della costanza del colore;

**UNI 8272-6** – Prove sui rivestimenti di gomma per pavimentazioni. Determinazione dell'adesione al supporto;

**UNI EN 12199** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma con rilievi omogenei ed eterogenei per pavimentazioni;

**UNI EN 14521** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma liscia per pavimentazioni con o senza supporto di schiuma con uno strato decorativo;

**UNI EN 1816** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma liscia omogenei ed eterogenei con supporto di schiuma per pavimentazioni;

**UNI EN 1817** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per rivestimenti di gomma liscia omogenei ed eterogenei per pavimentazioni;

**UNI EN 1903** – Adesivi. Metodo di prova per adesivi per rivestimenti di plastica o di gomma di pavimentazioni o di pareti. Determinazione delle variazioni dimensionali dopo invecchiamento accelerato.

#### *Prescrizioni per i prodotti base di policloruro di vinile*

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

I prodotti di vinile, omogenei e non, e i tipi eventualmente caricati, devono rispondere alle prescrizioni di cui alle seguenti norme:

**UNI EN 649** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti omogenei ed eterogenei per pavimentazioni a base di policloruro di vinile. Specifica;

**UNI EN 650** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile su supporto di iuta o di feltro di poliestere oppure su supporto di feltro di poliestere con policloruro di vinile. Specifica;

**UNI EN 651** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con strato di schiuma. Specifica;

**UNI EN 652** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con supporto a base di sughero. Specifica;

**UNI EN 653** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile espanso (cushioned). Specifica;

**UNI EN 654** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle semiflessibili di policloruro di vinile. Specifica;  
**UNI EN 655** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle di agglomerato di sughero con strato di usura a base di policloruro di vinile. Specifica;  
**UNI EN 718** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa areica di un'armatura o di un supporto dei rivestimenti di polivinile di cloruro per pavimentazioni;  
**UNI EN 13413** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti di pavimenti a base di policloruro di vinile su supporto di fibra minerale. Specifiche;  
**UNI EN 13553** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni di polivinilcloruro per aree umide speciali – Specifiche;  
**UNI EN 13845** – Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con resistenza avanzata allo scivolamento. Specifica.

#### *Prodotti di resina*

I prodotti di resina (applicati fluidi o in pasta) per rivestimenti di pavimenti saranno realizzati:

- mediante impregnazione semplice (I1);
- a saturazione (I2);
- mediante film con spessori fino a 200 mm (F1) o con spessore superiore (F2);
- con prodotti fluidi cosiddetti *autolivellanti* (A);
- con prodotti spatolati (S).

Le caratteristiche segnate come significative nel prospetto seguente devono rispondere alle prescrizioni progettuali.

I valori di accettazione sono quelli dichiarati dal fabbricante e accettati dal direttore dei lavori.

I metodi di accettazione sono quelli contenuti nella norma **UNI 8298** (varie parti).

**Tabella - Caratteristiche significative dei prodotti di resina**

Caratteristiche	Grado di significatività rispetto ai vari tipi [+ significativa; – non significativa]					
	I1	I2	F1	F2	A	S
Colore	-	-	+	+	+	-
Identificazione chimico-fisica	+	+	+	+	+	+
Spessore	-	-	+	+	+	+
Resistenza all'abrasione	+	+	+	+	+	+
Resistenza al punzonamento dinamico (urto)	-	+	+	+	+	+
Resistenza al punzonamento statico	+	+	+	+	+	+
Comportamento all'acqua	+	+	+	+	+	+
Resistenza alla pressione idrostatica inversa	-	+	+	+	+	+
Reazione al fuoco	+	+	+	+	+	+
Resistenza alla bruciatura della sigaretta	-	+	+	+	+	+
Resistenza all'invecchiamento termico in aria	-	+	+	+	+	+
Resistenza meccanica dei ripristini	-	-	+	+	+	+

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e da agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio informativo rilasciato dal produttore indicherà, oltre al nome del fornitore, le caratteristiche, le avvertenze per l'uso e per la sicurezza durante l'applicazione.

#### *Prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni*

I prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni, a seconda del tipo di prodotto, devono rispondere alle prescrizioni progettuali e di quelle del presente capitolato speciale d'appalto.

#### *Mattonelle di conglomerato cementizio*

Le mattonelle di conglomerato cementizio potranno essere:

- con o senza colorazione e superficie levigata;
- con o senza colorazione con superficie striata o con impronta;
- a mosaico di cemento e di detriti di pietra con superficie levigata.

I suddetti prodotti devono rispondere alle prescrizioni del R.D. 2234 del 16 novembre 1939, per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto, resistenza alla flessione e coefficiente di usura al tribometro e alle prescrizioni progettuali.

Le mattonelle di conglomerato cementizio sono particolarmente adatte per pavimentazione di interni, di balconi e di terrazze. Devono essere formate di due strati:

- strato inferiore, costituito di conglomerato cementizio;
- strato superiore, con spessore minimo di 0,5 cm, costituito da malta ad alta percentuale di cemento. L'eventuale aggiunta di materie coloranti può anche essere limitata alla parte superficiale di logoramento (spessore minimo = 0,2 cm).

Il peso delle mattonelle occorrenti per l'esecuzione di un metro quadrato di pavimentazione è di circa 36 kg.

#### *Norme di riferimento*

Le mattonelle di *conglomerato cementizio* dovranno rispondere alle seguenti norme:

**UNI 2623** – *Mattonella quadrata di conglomerato cementizio*;

**UNI 2624** – *Mattonella rettangolare di conglomerato cementizio*;

**UNI 2625** – *Mattonella esagonale di conglomerato cementizio*;

**UNI 2626** – *Marmette quadrate di conglomerato cementizio*;

**UNI 2627** – *Marmette rettangolari di conglomerato cementizio*;

**UNI 2628** – *Pietrini quadrati di conglomerato cementizio*.

#### *Masselli di calcestruzzo*

I masselli di calcestruzzo per pavimentazioni saranno definiti e classificati in base alla loro forma, dimensioni, colore e resistenza caratteristica. Per la terminologia delle parti componenti il massello e delle geometrie di posa ottenibili si rinvia alla documentazione tecnica. Essi devono rispondere alle prescrizioni del progetto in mancanza e/o completamento, devono rispondere alle seguenti prescrizioni:

- essere esenti da difetti visibili e di forma quali protuberanze, bave, incavi che superino le tolleranze dimensionali ammesse. Sulle dimensioni nominali è ammessa la tolleranza di 3 mm per un singolo elemento e 2 mm quale media delle misure sul campione prelevato;
- le facce di usura e di appoggio devono essere parallele tra loro con tolleranza  $\pm 15\%$  per il singolo massello e  $\pm 10\%$  sulle medie;
- la massa volumica deve scostarsi da quella nominale (dichiarata dal fabbricante) non più del 15% per il singolo massello e non più del 10% per le medie;
- il coefficiente di trasmissione meccanica non deve essere minore di quello dichiarato dal fabbricante;
- il coefficiente di aderenza delle facce laterali deve essere il valore nominale con tolleranza  $\pm 5\%$  per il singolo elemento e  $\pm 3\%$  per le medie;
- la resistenza convenzionale alla compressione deve essere maggiore di 50 N/mm<sup>2</sup> per il singolo elemento e maggiore di 60 N/mm<sup>2</sup> per la media;

I prodotti saranno forniti su appositi pallets opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti e da azioni meccaniche.

Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

#### *Norme di riferimento*

I masselli in calcestruzzo dovranno rispondere alla seguente norma:

**UNI EN 1338** – *Masselli di calcestruzzo per pavimentazione. Requisiti e metodi di prova*.

#### *Prodotti in pietre naturali*

I prodotti di pietre naturali o ricostruite per pavimentazioni si intendono definiti come segue:

- elemento lapideo naturale: elemento costituito integralmente da materiale lapideo (senza aggiunta di leganti);
- elemento lapideo ricostituito (conglomerato): elemento costituito da frammenti lapidei naturali legati con cemento o con resine;
- lastra rifilata: elemento con le dimensioni fissate in funzione del luogo d'impiego, solitamente con una dimensione maggiore di 60 cm e spessore di regola non minore di 2 cm;
- marmetta: elemento con le dimensioni fissate dal produttore e indipendenti dal luogo di posa, solitamente con dimensioni minori di 60 cm e con spessore di regola minore di 2 cm;
- marmetta calibrata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere lo spessore entro le tolleranze dichiarate;
- marmetta rettificata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere la lunghezza e/o larghezza entro le tolleranze dichiarate.

Per gli altri termini specifici dovuti alle lavorazioni, finiture, ecc., si rimanda alla norma **UNI 9379** (norma ritirata senza sostituzione).



I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze, aspetto, ecc.) e a quanto prescritto nell'articolo sui prodotti di pietre naturali o ricostruite. In mancanza di tolleranze su disegni di progetto, si intende che le lastre grezze contengono la dimensione nominale. Le lastre finite, marmette, ecc., hanno tolleranza di 1 mm sulla larghezza e lunghezza e di 2 mm sullo spessore (per prodotti da incollare le tolleranze predette saranno ridotte).

Le lastre e i quadrelli di marmo o di altre pietre dovranno inoltre rispondere al R.D. n. 2234 del 16 novembre 1939 per quanto attiene al coefficiente di usura al tribometro in mm.

Le forniture avverranno su pallets e i prodotti saranno opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

#### *Prove di accettazione dei materiali da pavimentazione in lastre o piastrelle*

Le prove da eseguire per accertare la qualità dei materiali da pavimentazione in lastre o piastrelle sono quelle di resistenza alla rottura per urto, alla rottura per flessione, all'usura per attrito radente, all'usura per getto di sabbia, la prova di gelività e, per le mattonelle d'asfalto o di altra materia cementata a caldo, anche quella d'impronta.

Le prove d'urto, flessione e impronta vengono eseguite su quattro provini, ritenendo valore definitivo la media dei tre risultati più omogenei tra i quattro.

La prova di usura deve essere eseguita su due provini i cui risultati vengono mediati.

La prova di gelività deve essere effettuata su tre provini, e ciascuno di essi deve resistere al gelo perché il materiale sia considerato non gelivo.

Le prove devono essere eseguite presso i laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

#### *I prodotti tessili per pavimenti (moquettes)*

Si intendono tutti i rivestimenti nelle loro diverse soluzioni costruttive, e cioè:

- rivestimenti tessili a velluto (nei loro sottocasi velluto tagliato, velluto riccio, velluto unilivellato, velluto plurilivello, ecc.);

- rivestimenti tessili piatti (tessuto, non tessuto).

L'appaltatore, qualora richiesto dal direttore dei lavori, per i prodotti dovrà fornire indicazioni circa:

- massa areica totale e dello strato di utilizzazione;

- spessore totale e spessore della parte utile dello strato di utilizzazione;

- perdita di spessore dopo applicazione (per breve e lunga durata) di carico statico moderato;

- perdita di spessore dopo applicazione di carico dinamico.

In relazione all'ambiente di destinazione potranno essere richieste le seguenti caratteristiche di comportamento:

- tendenza all'accumulo di cariche elettrostatiche generate dal calpestio;

- numero di fiocchetti per unità di lunghezza e per unità di area;

- forza di strappo dei fiocchetti;

- comportamento al fuoco;

I valori saranno quelli dichiarati dal fabbricante e accettati dal direttore dei lavori. Le modalità di prova da seguire in caso di contestazione sono quelle indicate nella norma **UNI 8014** (varie parti).

I prodotti saranno forniti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, da agenti atmosferici e altri agenti degradanti nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Il foglio informativo deve indicare il nome del produttore, le caratteristiche e le istruzioni per la posa in opera.

#### *Norme di riferimento*

In caso di contestazioni circa la qualità del materiale fornito dall'appaltatore, si farà riferimento alle seguenti norme:

**UNI 8013-1** – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Terminologia e classificazione;*

**UNI 8014-1** – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Prelievo, numero e dimensioni delle provette;*

**UNI 8014-2** – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica totale;*

**UNI 8014-3** – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica dell'intero strato d'utilizzazione;*

**UNI 8014-4** – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica della parte utile dello strato di utilizzazione;*

**UNI 8014-5** – *Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione dello spessore totale;*

**UNI 8014-6** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione dello spessore della parte utile dello strato d'utilizzazione;

**UNI 8014-7** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di breve durata di carico statico moderato;

**UNI 8014-8** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di lunga durata di carico statico elevato;

**UNI 8014-9** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di carico dinamico;

**UNI 8014-10** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa volumica del pelo utile;

**UNI 8014-12** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della tendenza all'accumulo di cariche elettrostatiche generate dal calpestio;

**UNI 8014-13** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione del numero di fiocchetti per unità di lunghezza e per unità di area;

**UNI 8014-14** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della forza di strappo dei fiocchetti;

**UNI 8014-15** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della resistenza allo sporco;

**UNI 8014-16** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della resistenza elettrica orizzontale (superficiale) e verticale (trasversale).

#### *Pavimentazioni sportive sintetiche*

Le pavimentazioni sintetiche sportive avranno essere costituite da:

- pavimentazione impermeabile realizzata in sito idonea sia per l'interno che per l'esterno, formata da resine sintetiche, acriliche, altamente elastiche, colorate con additivi a base di ossidi metallici, miscelate in loco con aggregati minerali di granulometria fine e controllata (quarzo sferoidale). L'impasto deve essere applicato con racle a strati incrociati. In tal caso, il sottofondo idoneo può essere costituito da tappetino bituminoso fillerizzato. Per l'esterno è necessario prevedere una pendenza lungo gli assi del campo dello 0,8-1%, per evitare il ristagno d'acqua;
- pavimentazione in resina poliuretanica autolivellante a due componenti, su supporto in teli prefabbricati in gomma. La finitura deve essere liscia e antisdrucchiolo. La resistenza al fuoco deve appartenere alla classe 1. Lo spessore totale deve essere compreso tra i 6 e i 20 mm. Il sottofondo idoneo deve essere costituito da massetti in calcestruzzo lisciato con umidità residua inferiore al 3%;
- pavimentazione poliuretanica bicomponente elastica a spessore per la realizzazione di campi da tennis, bocce e aree ricreative.

#### *Norme di riferimento*

Per l'accettazione delle pavimentazioni sportive sintetiche si farà riferimento alle prescrizioni delle seguenti norme:

**UNI 9547** – Pavimentazioni sportive sintetiche per impianti di atletica leggera all'aperto. Progettazione, costruzione, caratteristiche, prove e manutenzione (n.d.r. ritirata senza sostituzione);

**UNI 9549** – Pavimentazioni sportive sintetiche. Determinazione della resistenza alle scarpe chiodate per atletica (n.d.r. ritirata senza sostituzione);

**UNI 9550** – Pavimentazioni sportive per atletica leggera. Determinazione della resistenza all'abrasione (n.d.r. ritirata senza sostituzione);

**UNI 9551** – Pavimentazioni sportive. Determinazione della resistenza allo scivolamento di una superficie per mezzo di un pendolo ad attrito (n.d.r. ritirata senza sostituzione);

**UNI 9552** – Pavimentazioni sportive. Determinazione della velocità di infiltrazione (n.d.r. ritirata senza sostituzione);

**UNI EN 1177** – Rivestimenti di superfici di aree da gioco ad assorbimento di impatto. Requisiti di sicurezza e metodi di prova.

#### *Rivestimenti resinosi*

Per l'accettazione dei rivestimenti resinosi si farà riferimento alle prescrizioni delle seguenti norme:

**UNI 8636** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Significatività delle caratteristiche;

**UNI 8297** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Terminologia;

**UNI 8298-1** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Determinazione dell'adesione del rivestimento al supporto;

**UNI 8298-2** – Rivestimenti resinosi per pavimentazione. Determinazione della resistenza al punzonamento dinamico;

**UNI 8298-3** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza al punzonamento statico;

**UNI 8298-4** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza agli agenti chimici;

**UNI 8298-5** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione del comportamento all'acqua;

**UNI 8298-6** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all'invecchiamento termico in aria;

**UNI 8298-7** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla bruciatura da sigaretta;

**UNI 8298-8** – Edilizia. Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla pressione idrostatica inversa;

**UNI 8298-9** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza all'abrasione;

**UNI 8298-10** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza elettrica;

**UNI 8298-11** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Preparazione dei provini per la determinazione della reazione al fuoco e della non combustibilità (n.d.r. ritirata senza sostituzione);

**UNI 8298-12** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione dello spessore;

**UNI 8298-13** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza meccanica dei ripristini (n.d.r. ritirata senza sostituzione);

**UNI 8298-14** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della lavabilità e della resistenza al lavaggio;

**UNI 8298-15** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Preparazione dei provini per la determinazione della massa volumica apparente;

**UNI 8298-16** – Rivestimenti resinosi per pavimentazioni. Determinazione della resistenza allo scivolamento;

**UNI EN 1177** – Rivestimenti di superfici di aree da gioco ad assorbimento di impatto. Requisiti di sicurezza e metodi di prova;

**UNI EN 1269** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Valutazione delle impregnazioni nei rivestimenti agugliati mediante una prova di sporatura;

**UNI EN 1307** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei tappeti a pelo.

#### *Requisiti prestazionali della pavimentazione antisdrucchiolevole*

Per *pavimentazione antisdrucchiolevole* si intende una pavimentazione realizzata con materiali il cui coefficiente di attrito, misurato secondo il metodo della British Ceramic Research Association Ltd. (B.C.R.A.) Rep. CEC. 6/81, sia superiore ai seguenti valori previsti dal D.M. n. 236/1989:

- 0,40 per elemento scivolante cuoio su pavimentazione asciutta;
- 0,40 per elemento scivolante gomma dura standard su pavimentazione bagnata.

I valori di attrito predetti non devono essere modificati dall'apposizione di strati di finitura lucidanti o di protezione che, se previsti, devono essere applicati sui materiali stessi prima della prova.

Le ipotesi di condizione della pavimentazione (asciutta o bagnata) devono essere assunte in base alle condizioni normali del luogo ove sia posta in opera.

Gli strati di supporto della pavimentazione devono essere idonei a sopportare nel tempo la pavimentazione e i sovraccarichi previsti, nonché ad assicurare il bloccaggio duraturo degli elementi costituenti la pavimentazione stessa. Gli elementi costituenti una pavimentazione devono presentare giunture inferiori a 5 mm, stilate con materiali duri ed essere piani, con eventuali risalti di spessore non superiore a 2 mm.

I grigliati inseriti nella pavimentazione devono essere realizzati con maglie non attraversabili da una sfera di 2 cm di diametro.

I grigliati ad elementi paralleli devono, comunque, essere posti con gli elementi ortogonali alla direzione di marcia.

#### *Pavimenti sopraelevati*

##### *Generalità*

Il sistema di pavimenti sopraelevati deve essere composto da una struttura metallica portante che assolve il compito di sostenere i pannelli del pavimento rialzato, che possono essere costituiti da:

- conglomerato di legno e resine a bassa emissione di formaldeide;
- materiale inerte (solfato di calcio) rinforzato con fibre di cellulosa ad alta resistenza meccanica;
- materiale composito formato dall'accoppiamento di un pannello in truciolare con un pannello di inerte.

##### *Strutture di sostegno*

Le strutture di sopraelevazione, adatte a sostenere ogni tipo di pannello modulare, si diversificano per rispondere a varie esigenze progettuali, quali, per esempio, il carico da supportare, l'altezza della sopraelevazione, la tenuta d'aria per il condizionamento, la continuità elettrica, la resistenza al fuoco, ecc.

Le strutture portanti possono essere dei seguenti tipi:

- senza travette: strutture con colonnine in acciaio per pavimenti particolarmente bassi, consigliate per sopraelevazioni comprese tra i 100 e i 250 mm, da fissare al pavimento con apposito mastice;
- con travette: strutture con colonnine in acciaio e travette aggredibili ad incastro. Adatte a medie altezze di sopraelevazione e particolarmente indicate per sistemi di condizionamento dal basso;

- in acciaio con travette da fissare con bullone: adatte ad altezze oltre i 300 mm. La continuità elettrica deve essere conforme alle norme vigenti in materia;
  - strutture pesanti con travi tubolari passanti e travi tubolari di collegamento: sono fissate alle colonnine con vite di pressione. Tale soluzione, consigliata in presenza di carichi gravosi e alte sopraelevazioni, garantisce la continuità elettrica in ogni punto di traliccio portante.
- La struttura portante del pavimento sopraelevato deve essere in grado di contrarsi e dilatarsi per effetto delle escursioni termiche senza causare danni al pavimento.

#### *Pannelli di supporto*

I pannelli di supporto dei pavimenti sopraelevati possono essere dei seguenti tipi:

- pannello ligneo costituito da un conglomerato di legno ad alta densità e resine leganti;
- pannello in materiale inerte in solfato di calcio costituito da gesso e fibre;
- pannello composito costituito da uno strato superiore in conglomerato di legno di 28 mm e da uno strato inferiore in solfato di calcio di 10 mm.

Il rivestimento superiore dei pannelli può essere in laminato, in linoleum, in vinile, in ceramica, in moquette, in parquet, in marmo, in gomma o in granito. Il retro dei pannelli può prevedere anche una lamina in alluminio, una lastra di acciaio zincato, un laminato o una vaschetta in acciaio.

#### *Norme di riferimento*

Per l'accettazione dei pavimenti sopraelevati modulari e i relativi componenti e accessori, si farà riferimento alle prescrizioni delle seguenti norme:

**UNI EN 12825** – *Pavimenti sopraelevati*;

**UNI EN 1366-6** – *Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi. Parte 6: Pavimenti sopraelevati e pavimenti cavi.*

#### *Controsoffitti*

##### *Generalità*

I controsoffitti sono strutture di finitura costituiti da elementi modulari leggeri prefabbricati, sospesi a strutture puntiformi e discontinue. Gli elementi di sostegno possono essere fissati direttamente al solaio o ad esso appesi.

Lo strato di tamponamento può essere realizzato con i seguenti elementi:

- doghe metalliche a giacitura orizzontale;
- lamelle a giacitura verticale;
- grigliati a giacitura verticale e orditura ortogonale;
- cassettoni costituiti da elementi a centina, nei materiali e colori previsti dalle indicazioni progettuali esecutive riguardo alle caratteristiche meccaniche, chimiche, e fisiche.

Gli elementi dei controsoffitti non accettati dal direttore dei lavori per il manifestarsi di difetti di produzione o di posa in opera, dovranno essere dismessi e sostituiti dall'appaltatore. I prodotti devono riportare la prescritta marcatura CE, in riferimento alla norma **UNI EN 13964**.

La posa in opera comprende anche l'eventuale onere di tagli, forature e formazione di sagome.

Il direttore dei lavori dovrà controllare la facile amovibilità degli elementi modulari dalla struttura di distribuzione per le eventuali opere di manutenzione.

##### *Elementi di sospensione e profili portanti*

Gli organi di sospensione dei controsoffitti per solai in cemento armato laterizio possono essere realizzati con vari sistemi:

- fili metallici zincati;
- tiranti di ferro piatto con fori ovalizzati per la regolazione dell'altezza mediante viti;
- tiranti in ferro tondo o piatto.

Gli organi di sospensione dei controsoffitti fissati alle solette in cemento armato possono essere realizzati con:

- elementi in plastica incastrati nella soletta;
- guide d'ancoraggio;
- viti con tasselli o viti ad espansione.

Gli organi di sospensione dei controsoffitti fissati ai solai in lamiera d'acciaio possono essere realizzati con:

- lamiere piane con occhielli punzonati;
- tasselli ribaltabili;
- tasselli trapezoidali collocati entro le nervature sagomate della lamiera.

I profili portanti i pannelli dei controsoffitti dovranno avere le caratteristiche tecniche indicate in progetto. In mancanza, si seguiranno le indicazioni del direttore dei lavori.

Gli eventuali elementi in legno per la struttura di sostegno del controsoffitto devono essere opportunamente trattati ai fini della prevenzione del loro deterioramento e imbarcamento.

#### *Controsoffitti in pannelli di gesso*

I controsoffitti in pannelli di gesso devono essere costituiti da lastre prefabbricate piane o curve, confezionate con impasto di gesso e aggiunta di fibre vegetali di tipo manila o fibre minerali. Eventualmente, possono essere impiegate anche perline di polistirolo per aumentarne la leggerezza.

Le caratteristiche dovranno rispondere alle prescrizioni progettuali. Tali tipi di controsoffitti possono essere fissati mediante viti autoperforanti ad una struttura costituita da doppia orditura di profilati metallici o misti legno/metallo, sospesa all'intradosso del solaio secondo le prescrizioni progettuali, tramite pendini a molla o staffe.

Il controsoffitto in pannelli di gesso di tipo tradizionale potrà essere sospeso mediante pendini costituiti da filo metallico zincato, ancorato al soffitto esistente mediante tasselli o altro. Durante la collocazione, le lastre devono giuntate con gesso e fibra vegetale. Infine, dovranno essere stuccate le giunture a vista e i punti di sospensione delle lastre.

Particolare attenzione dovrà essere posta alla finitura dei giunti tra i pannelli, e tra i pannelli e le pareti del locale. A posa ultimata le superfici dovranno risultare perfettamente lisce e prive di asperità.

#### *Controsoffitti in lastre di cartongesso*

I controsoffitti in cartongesso possono essere costituiti da lastre prefabbricate piane, confezionate con impasto di gesso stabilizzato miscelato e additivato, rivestito su entrambi i lati da speciali fogli di cartone. Le caratteristiche devono rispondere alle prescrizioni progettuali.

Tali tipi di controsoffitti devono essere fissati, mediante viti auto perforanti, ad una struttura costituita da doppia orditura di profilati metallici o misti legno/metallo, sospesa all'intradosso del solaio, secondo le prescrizioni progettuali, o tramite pendini a molla o staffe.

Particolare attenzione dovrà essere posta alla finitura dei giunti tra i pannelli, e tra i pannelli e le pareti della stanza. A posa ultimata le superfici devono risultare perfettamente lisce.

#### *Controsoffitti in perline di legno*

I controsoffitti in perline di legno con lati sagomati ad incastro, a maschio e femmina o a battuta, possono essere montati con chiodi nascosti nell'incastro o con ganci su correnti in legno.

Particolare attenzione deve essere posta alla ventilazione dell'intercapedine che si viene a formare, al fine di evitare ristagni di umidità.

#### *Controsoffitti in pannelli di fibre minerali*

I controsoffitti in pannelli di fibre minerali possono essere collocati su un doppio ordito di profili metallici a T rovesciata, sospesi mediante pendini o staffe. I profilati metallici potranno essere a vista, seminasconditi o nascosti, secondo le prescrizioni progettuali o le direttive del direttore dei lavori.

#### Norme di riferimento

**UNI EN 13964** – *Controsoffitti. Requisiti e metodi di prova;*

**UNI EN 14246** – *Elementi di gesso per controsoffitti. Definizioni, requisiti e metodi di prova.*

### **Art. 46. Prodotti per rivestimenti interni ed esterni**

#### *Caratteristiche*

Si definiscono *prodotti per rivestimenti* quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti, facciate) e orizzontali (controsoffitti) dell'edificio. I prodotti per rivestimenti si distinguono in base allo stato fisico, alla collocazione e alla collocazione nel sistema di rivestimento.

In riferimento allo stato fisico, tali prodotti possono essere:

- rigidi (rivestimenti in ceramica, pietra, vetro, alluminio, gesso, ecc.);
- flessibili (carte da parati, tessuti da parati, ecc.);
- fluidi o pastosi (intonaci, vernicianti, rivestimenti plastici, ecc.).

In riferimento alla loro collocazione, si distinguono:

- prodotti per rivestimenti esterni;
- prodotti per rivestimenti interni.

Per ciò che concerne, infine, la collocazione dei prodotti nel sistema di rivestimento, si distinguono:

- prodotti di fondo;
- prodotti intermedi;
- prodotti di finitura.

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.

#### *Prodotti rigidi. Rivestimenti murali*

##### *Piastrelle di ceramica*

Con riferimento al D.M. 26 giugno 1997, recante l'istituzione dei marchi di ceramica artistica e tradizionale e di ceramica di qualità, la ceramica artistica e tradizionale deve recare il marchio previsto.

Per qualunque altra indicazione o contestazione riguardante le piastrelle di ceramica, si rimanda alle prescrizioni delle norme UNI vigenti.

##### *Lastre di pietra naturale*

Per le lastre di pietra naturale valgono le indicazioni del progetto esecutivo circa le caratteristiche più significative e le lavorazioni da apportare. In mancanza o ad integrazione di indicazioni progettuali valgono i criteri di accettazione generali indicati nell'art. 28. Devono essere, comunque, da prevedere gli opportuni incavi, fori, ecc., per il fissaggio alla parete e gli eventuali trattamenti di protezione dagli agenti atmosferici e altro.

##### *Elementi di metallo o materia plastica*

Per gli elementi di metallo o materia plastica valgono le prescrizioni del progetto esecutivo.

Le loro prestazioni meccaniche (resistenza all'urto, abrasione, incisione), di reazione e resistenza al fuoco, di resistenza agli agenti chimici (detergenti, inquinanti aggressivi, ecc.) e alle azioni termogravimetriche saranno quelle prescritte nelle norme UNI in relazione all'ambiente (interno/esterno) nel quale saranno collocati, e alla loro quota dal pavimento (o suolo), oppure, in loro mancanza, valgono quelle dichiarate dal fabbricante e accettate dalla direzione dei lavori.

Saranno, inoltre, predisposti per il fissaggio in opera con opportuni fori, incavi, ecc.

Per gli elementi verniciati, smaltati, ecc., le caratteristiche di resistenza all'usura, ai mutamenti di colore, ecc., saranno riferite ai materiali di rivestimento.

La forma e costituzione dell'elemento saranno tali da ridurre al minimo fenomeni di vibrazione e produzione di rumore, tenuto anche conto dei sistemi di fissaggio al supporto.

##### *Lastre di cartongesso*

Il cartongesso è un materiale costituito da uno strato di gesso racchiuso tra due fogli di cartone speciale resistente e aderente.

In cartongesso si possono eseguire controsoffitti piani o sagomati, pareti divisorie che permettono l'alloggiamento di impianti tecnici e l'inserimento di materiali termo-acustici. Queste opere possono essere in classe 1 o classe 0 di reazione al fuoco, e anche REI 60' / 90' / 120' di resistenza al fuoco.

Il prodotto in lastre deve essere fissato con viti autofilettanti ad una struttura metallica in lamiera di acciaio zincato. Nel caso di contropareti, invece, deve essere fissato direttamente sulla parete esistente con colla e tasselli, e le giunzioni devono essere sigillate e rasate con appositi materiali.

Per i requisiti d'accettazione si rinvia all'articolo sui prodotti per pareti esterne e partizioni interne.

##### *Lastre di fibrocemento ecologico*

Il fibrocemento ecologico è composto da cemento e fibre organiche stabilizzate. I prodotti in fibrocemento vengono ottenuti da una miscela composta da cemento, acqua, silice, cellulosa, fibre sintetiche. Si riportano le seguenti percentuali indicative di composizione:

- 40% legante (cemento Portland);
- 30% aria (pori);
- 12% acqua;
- 11% additivi (polvere calcarea, fibrocemento in polvere);
- 5% fibre di processo (cellulosa);
- % fibre di rinforzo (sintetiche organiche, alcool polivinilico, poliacrilonitrile).

Nell'impasto deve essere impiegato cemento Portland a granulometria fine, che abbia come caratteristiche indurimento rapido e presa lenta. Le varie fibre devono essere preparate e trattate con lo scopo di renderle il più possibile stabili.

Il prodotto deve essere indeformabile, flessibile, robusto e incombustibile, resistere a severe condizioni climatiche, agli urti e ad elevati sovraccarichi.

Per la posa in opera di lastre di fibrocemento ecologico ondulate si rimanda alle prescrizioni sui prodotti per coperture discontinue. Le lastre per coperture possono essere di diverso tipo:

- lastre piane;
- lastre ondulate rette;
- lastre ondulate curve;
- lastre a greca.

Le lastre in fibrocemento ecologico per essere accettate devono possedere le seguenti caratteristiche:

- incombustibilità;
- elevata resistenza meccanica;
- indeformabilità;
- elasticità e grande lavorabilità;
- fonoassorbente;
- imputrescibilità e inattaccabilità da parte di funghi e parassiti;
- impermeabilità all'acqua;
- permeabilità al vapore;
- elevata resistenza ai cicli gelo/disgelo;
- leggerezza;
- assenza di manutenzione.

#### *Lastre di calcestruzzo*

Per le lastre di calcestruzzo valgono le prescrizioni generali date nell'articolo sui prodotti di calcestruzzo, con in aggiunta le caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici (gelo/disgelo) e agli elementi aggressivi trasportati dall'acqua piovana e dall'aria.

Per gli elementi piccoli e medi fino a 1,2 m come dimensione massima, si devono realizzare opportuni punti di fissaggio e aggancio. Per gli elementi grandi (pannelli prefabbricati) valgono, per quanto applicabili e/o in via orientativa, le prescrizioni dell'articolo sulle strutture prefabbricate di calcestruzzo.

#### *Norma di riferimento*

**UNI EN 12781** – *Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per pannelli di sughero.*

#### *Prodotti flessibili. Rivestimenti murali*

##### *Carte da parati*

Le carte da parati devono possedere i seguenti requisiti:

- rispettare le tolleranze dimensionali dell'1,5% sulla larghezza e sulla lunghezza;
- garantire resistenza meccanica e alla lacerazione (anche nelle condizioni umide di applicazione);
- avere deformazioni dimensionali ad umido limitate;
- resistere alle variazioni di calore e, quando, richiesto avere resistenza ai lavaggi e reazione o resistenza al fuoco adeguate.

Le confezioni devono riportare i segni di riferimento per le sovrapposizioni, allineamenti (o sfalsatura) dei disegni, inversione dei singoli teli, ecc.

##### *Rivestimenti tessili*

I rivestimenti tessili per pareti devono rispondere alle prescrizioni elencate nel punto precedente, avere adeguato livello di resistenza e possedere le necessarie caratteristiche di elasticità per la posa a tensione.

##### *Rivestimento ignifugo*

I rivestimenti con tessuti in fibra di vetro dovranno essere applicati su qualsiasi supporto, per risolvere problemi relativi ad intonaci irregolari, ruvidi o cavillati. Tali prodotti dovranno possedere una notevole resistenza meccanica agli urti e all'abrasione. Dovranno, inoltre, possedere caratteristiche ignifughe ed essere omologati in classe 1 di reazione al fuoco, ai sensi del D.M. del 26 giugno 1984.

I tessuti vengono incollati sulla superficie trattata con speciali adesivi (escluso quelli appartenenti alla classe 0) e, una volta asciutti, potranno essere tinteggiati con idonei prodotti.

#### *Norme di riferimento*

Per qualunque altra indicazione o contestazione si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme:

**UNI EN 233** – Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche delle carte da parati finite, dei fogli di vinile e dei fogli di plastica;  
**UNI EN 234** – Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per i rivestimenti murali da decorare successivamente;  
**UNI EN 235** – Rivestimenti murali in rotoli. Vocabolario e simboli;  
**UNI EN 259** – Rivestimenti murali in rotoli. Specifica per i rivestimenti murali per uso intenso;  
**UNI EN 266** – Rivestimenti murali in rotoli. Specifica per i rivestimenti murali tessili;  
**UNI EN 12149** – Rivestimenti murali in rotoli. Determinazione della migrazione dei metalli pesanti e di altre sostanze, del cloruro di vinile monomero e del rilascio di formaldeide;  
**UNI EN 13085** – Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per rivestimenti in rotoli di sughero.

#### *Prodotti fluidi o in pasta*

##### *Intonaci*

Gli intonaci sono rivestimenti realizzati con malta per intonaci costituita da un legante (calce, cemento, gesso) da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, ecc.) ed, eventualmente, da pigmenti o terre coloranti, additivi e rinforzanti.

Gli intonaci devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto esecutivo, oltre alle seguenti proprietà:

- capacità di riempimento delle cavità ed eguagliamento delle superfici;
- proprietà ignifughe;
- impermeabilità all'acqua e/o funzione di barriera all'acqua;
- effetto estetico superficiale in relazione ai mezzi di posa usati;
- adesione al supporto.

Per i prodotti forniti premiscelati è richiesta la rispondenza a norme UNI. Per gli altri prodotti valgono i valori dichiarati dal fornitore e accettati dalla direzione dei lavori.

#### **NORME DI RIFERIMENTO**

**UNI 9727** – Prodotti per la pulizia (chimica) di rivestimenti (lapidei e intonaci). Criteri per l'informazione tecnica;

**UNI 9728** – Prodotti protettivi per rivestimento costituiti da lapidei e intonaci. Criteri per l'informazione tecnica.

##### *63.4.1. Armatura degli intonaci interni*

Gli intonaci interni ed esterni per prevenire la formazione di crepe e fessurazioni causate da assestamenti dei supporti sottostanti (mattoni, blocchi alleggeriti o prefabbricati, ecc.) e da agenti esterni dovranno essere armati con rete in fibra di vetro o in polipropilene, nella maglia indicata nei disegni esecutivi o dalla direzione dei lavori. La rete deve essere chimicamente inattaccabile da tutte le miscele, soprattutto in ambienti chimici aggressivi.

La larghezza della maglia dovrà essere proporzionale alla granulometria degli intonaci. Le maglie più larghe ben si adattano a intonaci più grezzi, quelle più strette agli intonaci fini.

L'applicazione della rete si eseguirà su un primo strato di intonaco ancora fresco, sovrappponendo i teli per circa 10 cm e successivamente all'applicazione di un secondo strato di materiale, avendo cura di annegare completamente la rete.

##### *Prodotti vernicianti*

I prodotti vernicianti devono essere applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie.

Si distinguono in:

- tinte, se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti, se non formano pellicola e penetrano nelle porosità del supporto;
- pitture, se formano pellicola e hanno un colore proprio;
- vernici, se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm circa), hanno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato.

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche, in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- avere funzione impermeabilizzante;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- impedire il passaggio dei raggi UV;
- ridurre il passaggio della CO<sub>2</sub>;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco;
- avere funzione passivante del ferro;



- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli progettuali o, in mancanza, quelli dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

#### **Art. 47. Vernici, smalti, pitture, ecc.**

##### *Generalità*

I contenitori originali delle vernici e delle pitture devono rimanere sigillati in cantiere fino al momento dell'impiego dei prodotti contenuti. Quando una parte di vernice viene estratta, i contenitori devono essere richiusi con il loro coperchio originale. Lo stato e la sigillatura dei contenitori devono essere sottoposti all'esame del direttore dei lavori. La stessa verifica deve essere attuata al momento dell'apertura dei contenitori, per controllare lo stato delle vernici o delle pitture.

Tutti i prodotti dovranno essere accompagnati dalle schede tecniche rilasciate dal produttore ai fini della verifica della corretta preparazione e applicazione. Le schede dovranno essere formalmente trasmesse alla direzione dei lavori.

##### *Vernici protettive antiruggine*

Le vernici antiruggine su superfici non zincate devono essere a base di zinco, minio oleofenolico o cromato.

##### *Smalti*

Gli smalti devono possedere buone caratteristiche di copertura, distensione e adesione, stabilità di colore e resistenza elevata alle condizioni atmosferiche esterne che generalmente possono verificarsi nella zona ove devono essere impiegati.

##### *Diluenti*

I diluenti da impiegarsi devono essere del tipo prescritto dal produttore delle vernici e degli smalti adottati.

In ogni caso, devono essere di tipo e composizione tale da non alterare né sminuire minimamente le caratteristiche del prodotto da diluire.

##### *Idropitture a base di cemento*

Le idropitture a base di cemento devono essere preparate a base di cemento bianco, con l'incorporamento di pigmenti bianchi o colorati in misura non superiore al 10%.

La preparazione della miscela deve essere effettuata secondo le prescrizioni della ditta produttrice, e sempre nei quantitativi utilizzabili entro 30 minuti dalla preparazione stessa.

##### *Idropitture lavabili*

Devono essere a base di resine sintetiche con composizione adatta per gli impieghi specifici, rispettivamente per interno o per esterno.

Trascorsi 15 giorni dall'applicazione, devono essere completamente lavabili senza dar luogo a rammollimenti dello strato, alterazioni della tonalità del colore o altri deterioramenti apprezzabili.

##### *Latte di calce*

Il latte di calce deve essere preparato con grassello di calce dolce mediante la diluizione in acqua limpida sotto continuo rimescolamento. Non è consentito l'impiego di calce idrata. Prima dell'impiego, il latte di calce deve essere lasciato riposare per circa otto ore.

##### *Tinte a colla e per fissativi*

La colla da usarsi per la preparazione delle tinte a colla e per fissativo deve essere a base di acetato di polivinile.

La diluizione deve essere fatta nelle proporzioni suggerite dal produttore.

##### *Coloranti e colori minerali*

I coloranti per la preparazione di tinte a calce o a colla devono essere di natura minerale, cioè formati da ossidi o da sali metallici, sia naturali che artificiali, opportunamente lavorati in modo da ottenere la massima omogeneità e finezza del prodotto.

## *Stucchi*

Gli stucchi per la regolarizzazione delle superfici da verniciare devono avere composizione tale da permettere la successiva applicazione di prodotti verniciati sintetici. Devono, inoltre, avere consistenza tale da essere facilmente applicabili, aderire perfettamente alla superficie su cui sono applicati, ed essiccare senza dar luogo a screpolature, arricciature o strappi. Dopo l'essiccazione, gli stucchi devono avere durezza adeguata all'impiego cui sono destinati.

## *Norme di riferimento*

- UNI 10997** – Edilizia. Rivestimenti su supporti murari esterni di nuova costruzione con sistemi di verniciatura, pittura, RPAC, tinteggiatura ed impregnazione superficiale. Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione;
- UNI 8681** – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pittura, RPAC, tinteggiatura e impregnazione superficiale. Criteri generali di classificazione;
- UNI 8755** – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pittura, RPAC, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di attitudine all'immagazzinamento e all'applicazione;
- UNI 8756** – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pittura, RPAC, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di identificazione e metodi di prova;
- UNI 8757** – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pittura, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Criteri per l'informazione tecnica;
- UNI 8758** – Edilizia. Sistemi di verniciatura, pittura, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Criteri per l'informazione tecnica;
- UNI EN 1062-1** – Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura per muratura e calcestruzzo esterni. Parte 1: Classificazione;
- UNI EN 1062-3** – Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo. Parte 3: Determinazione della permeabilità all'acqua liquida;
- UNI EN 1062-6** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo. Determinazione della permeabilità all'anidride carbonica;
- UNI EN 1062-7** – Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura per muratura e calcestruzzo esterni. Parte 7: Determinazione delle proprietà di resistenza alla screpolatura;
- UNI EN 1062-11** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura di opere murarie esterne e calcestruzzo. Metodi di condizionamento prima delle prove;
- UNI EN 13300** – Pitture e vernici. Prodotti e sistemi di verniciatura all'acqua per pareti e soffitti interni. Classificazione;
- UNI EN 927-1** – Prodotti vernicianti. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Classificazione e selezione;
- UNI EN 927-2** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 2: Specifica delle prestazioni;
- UNI EN 927-3** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 3: Prova d'invecchiamento naturale;
- UNI EN 927-5** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 5: Determinazione della permeabilità all'acqua liquida;
- UNI EN 927-6** – Pitture e vernici. Prodotti e cicli di verniciatura per legno per impieghi esterni. Parte 6: Esposizione di rivestimenti per legno all'invecchiamento artificiale utilizzando lampade fluorescenti e acqua;
- UNI EN ISO 12944-1** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale;
- UNI EN ISO 12944-2** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti;
- UNI EN ISO 12944-3** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Considerazioni sulla progettazione;
- UNI EN ISO 12944-4** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Tipi di superficie e loro preparazione;
- UNI EN ISO 12944-5** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 5: Sistemi di verniciatura protettiva;
- UNI 10527** – Prodotti vernicianti. Preparazione dei supporti di acciaio prima dell'applicazione di pitture e prodotti simili. Prove per valutare la pulizia delle superfici. Prova in campo per prodotti solubili di corrosione del ferro;
- UNI 10560** – Prodotti vernicianti Pitture murali in emulsione per interno. Resistenza al lavaggio. Metodo della spazzola;
- UNI 11272** – Pitture e vernici. Linee guida per la stesura di garanzie tecniche di durata per rivestimenti ottenuti con prodotti vernicianti;
- UNI 8305** – Prodotti vernicianti. Esame preliminare e preparazione dei campioni per il collaudo;
- UNI 8405** – Materie prime per prodotti vernicianti. Comparazione del colore in massa dei pigmenti;

**UNI 8406** – *Materie prime per prodotti vernicianti. Comparazione del tono in diluizione e del potere colorante dei pigmenti;*

**UNI 8901** – *Prodotti vernicianti. Determinazione della resistenza all'urto.*

#### Art. 48. **Sigillanti, adesivi e geotessili**

##### *Sigillanti*

Si definiscono *sigillanti* i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, ecc. Oltre a quanto specificato nel progetto esecutivo, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, i sigillanti si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- diagramma forza deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

##### NORMA DI RIFERIMENTO

**UNI ISO 11600** – *Edilizia. Sigillanti. Classificazione e requisiti.*

##### *Adesivi*

Si definiscono *adesivi* i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc., dovute all'ambiente e alla destinazione d'uso.

Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti, o per altri usi e per diversi supporti (murario, ferroso, legnoso, ecc.).

Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.

Oltre a quanto specificato nel progetto esecutivo, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego (cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità);
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- proprietà meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

##### *Adesivi per piastrelle*

Il prodotto dovrà essere preparato versandolo in un recipiente, aggiungendo la percentuale d'acqua prevista dal produttore, e mescolando con il trapano elettrico a basso numero di giri per qualche minuto, fino ad ottenere un impasto omogeneo (ovvero senza grumi), che, prima dell'impiego, deve essere lasciato a riposo per qualche minuto.

Il prodotto deve essere applicato su supporto esente da polveri, oli, grassi, ecc., con spatola dentata con passaggi sia orizzontali che verticali.

Dovrà essere evitata l'applicazione del prodotto su quei supporti che presentino condizioni di maturazione insufficienti o contenuto d'acqua eccessivo. Si dovrà, inoltre, proteggere il prodotto dal gelo e non porlo in opera a temperature inferiori a + 5°C. In presenza di temperature elevate e supporti assorbenti, è buona norma inumidire la superficie prima della stesura.

Il prodotto dovrà possedere i seguenti parametri meccanici:

- resistenza a compressione (N/mm<sup>2</sup>): 7,5;
- resistenza a flessione (N/mm<sup>2</sup>): 2;
- resistenza allo strappo (adesione) (N/mm<sup>2</sup>): 0,8.

##### *Norme di riferimento*

**UNI EN 12002** – *Adesivi per piastrelle. Determinazione della deformazione trasversale di adesivi sigillanti e cementizi;*

**UNI EN 12003** – *Adesivi per piastrelle. Determinazione della resistenza al taglio degli adesivi reattivi con resina;*

**UNI EN 12004** – *Adesivi per piastrelle. Requisiti, valutazione di conformità, classificazione e designazione;*

**UNI EN 12808-1** – *Adesivi e sigillanti per piastrelle. Determinazione della resistenza chimica di malte reattive con resina;*

**UNI EN 1323** – *Adesivi per piastrelle. Lastra di calcestruzzo per le prove;*

**UNI EN 1324** – Adesivi per piastrelle. Determinazione dell'adesione mediante sollecitazione al taglio di adesivi in dispersione;

**UNI EN 1308** – Adesivi per piastrelle. Determinazione dello scorrimento;

**UNI EN 1346** – Adesivi per piastrelle. Determinazione del tempo aperto;

**UNI EN 1347** – Adesivi per piastrelle. Determinazione del potere bagnante;

**UNI EN 1348** – Adesivi per piastrelle. Determinazione dell'aderenza mediante trazione su adesivi cementizi.

#### *Adesivi per rivestimenti ceramici*

Il prodotto dovrà essere preparato versandolo in un recipiente, aggiungendo la percentuale d'acqua prevista dal produttore, e mescolando con il trapano elettrico a basso numero di giri per qualche minuto, fino ad ottenere un impasto omogeneo (ovvero senza grumi), che, prima dell'impiego, deve essere lasciato a riposo per qualche minuto.

Il prodotto deve essere applicato su supporto esente da polveri, oli, grassi, ecc., con spatola dentata con passaggi sia orizzontali che verticali.

Dovrà essere evitata l'applicazione del prodotto su quei supporti che presentino condizioni di maturazione insufficienti o contenuto d'acqua eccessivo. Si dovrà, inoltre, proteggere il prodotto dal gelo e non porlo in opera a temperature inferiori a + 5°C. In presenza di temperature elevate e supporti assorbenti, è buona norma inumidire la superficie prima della stesura.

#### **NORME DI RIFERIMENTO**

**UNI 10110** – Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione del potere di ritenzione d'acqua della pasta;

**UNI 10111** – Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione della granulometria della polvere;

**UNI EN 1245** – Adesivi - Determinazione del pH. Metodo di prova;

**UNI 10113** – Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione del residuo secco;

**UNI 9446** – Adesivi. Determinazione della massa volumica apparente di adesivi in polvere per rivestimenti ceramici.

#### *Metodi di prova*

In luogo delle certificazioni di prova, l'appaltatore potrà fornire la certificazione rilasciata dal produttore previa accettazione della direzione dei lavori.

I metodi di prova sui requisiti degli adesivi dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

**UNI EN 828** – Adesivi. Bagnabilità. Determinazione mediante misurazione dell'angolo di contatto e della tensione superficiale critica della superficie solida;

**UNI EN ISO 15605** – Adesivi. Campionamento;

**UNI EN 924** – Adesivi. Adesivi con e senza solvente. Determinazione del punto di infiammabilità;

**UNI EN 1067** – Adesivi. Esame e preparazione di campioni per le prove;

**UNI EN 1465** – Adesivi. Determinazione della resistenza al taglio per trazione di assemblaggi a due substrati rigidi incollati;

**UNI EN 1841** – Adesivi. Metodi di prova degli adesivi per rivestimenti di pavimentazione e pareti. Determinazione delle variazioni dimensionali di un rivestimento per pavimentazione in linoleum a contatto con un adesivo;

**UNI EN 12092** – Adesivi. Determinazione della viscosità;

**UNI 9059** – Adesivi. Determinazione del tempo di gelificazione di resine ureiche;

**UNI EN 1238** – Adesivi. Determinazione del punto di rammollimento di adesivi termoplastici (metodo biglia e anello);

**UNI 9446** – Adesivi. Determinazione della massa volumica apparente di adesivi in polvere per rivestimenti ceramici;

**UNI EN 1721** – Adesivi per carta e cartone, imballaggio e prodotti sanitari monouso. Misurazione dell'adesività di prodotti autoadesivi. Determinazione dell'adesività mediante una sfera rotolante;

**UNI 9591** – Adesivi. Determinazione della resistenza al distacco (peeling) a caldo di un adesivo per incollaggio di policloruro di vinile (PVC) su legno;

**UNI 9594** – Adesivi. Determinazione del tempo aperto massimo di adesivi per legno mediante prove di taglio per trazione;

**UNI 9595** – Adesivi. Determinazione della rapidità di presa a freddo di adesivi per legno mediante prove di taglio per trazione;

**UNI 9752** – Adesivi. Determinazione del potere bagnante di un adesivo mediante la misura dell'angolo di contatto;

**UNI EN 26922** – Adesivi. Determinazione della resistenza alla trazione dei giunti di testa;

**UNI EN 28510-1** – Adesivi. Prova di distacco per un assemblaggio ottenuto per incollaggio di un materiale flessibile su rigido. Distacco a 90°;

**UNI EN 28510-2** – Adesivi. Prova di distacco per un assemblaggio ottenuto per incollaggio di un materiale flessibile su rigido. Distacco a 180°;

**UNI EN ISO 9142** – Adesivi. Guida alla selezione di condizioni normalizzate di laboratorio per prove di invecchiamento di giunti incollati;

**UNI EN ISO 9653** – *Adesivi. Metodo di prova per la resistenza al taglio di giunti adesivi.*

#### *Geotessili*

Si definiscono *geotessili* i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) e in coperture. La natura del polimero costituente è ..... (poliestere, polipropilene, poliammide, ecc.).

Si distinguono in:

- tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- nontessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura), chimico (impregnazione), oppure termico (fusione). Si hanno nontessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

I geotessili sono caratterizzati da:

- filamento continuo (o da fiocco);
- trattamento legante meccanico (o chimico o termico);
- peso unitario di .....

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI di cui al successivo punto e/o è in possesso di attestato di conformità. In loro mancanza, valgono i valori dichiarati dal produttore e accettati dalla direzione dei lavori.

#### *Geotessili. Norme di riferimento*

Quando non è specificato nel progetto esecutivo, i geotessili devono essere rispondenti alle seguenti norme:

**UNI EN ISO 13433** – *Geosintetici. Prova di punzonamento dinamico (prova di caduta del cono);*

**UNI EN ISO 9863-2** – *Geotessili e prodotti affini. Determinazione dello spessore a pressioni stabilite. Procedura per la determinazione dello spessore dei singoli strati di prodotti multistrato;*

**UNI EN ISO 10319** – *Geotessili. Prova di trazione a banda larga;*

**UNI EN ISO 10321** – *Geosintetici. Prova di trazione a banda larga per giunzioni e cuciture;*

**UNI EN 12447** – *Geotessili e prodotti affini. Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'idrolisi;*

**UNI EN 12224** – *Geotessili e prodotti affini. Determinazione della resistenza agli agenti atmosferici;*

**UNI EN 12225** – *Geotessili e prodotti affini. Metodo per la determinazione della resistenza microbiologica mediante prova di interrimento;*

**UNI EN 12226** – *Geotessili e prodotti affini. Prove generali per valutazioni successive a prove di durabilità;*

**UNI EN ISO 12236** – *Geotessili e prodotti affini. Prova di punzonamento statico (metodo CBR);*

**UNI EN ISO 13438** – *Geotessili e prodotti affini. Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'ossidazione.*

#### *Nontessuti. Norme di riferimento*

Per quanto non espressamente indicato per i nontessuti si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme:

**UNI EN 29092** – *Tessili. Nontessuti. Definizione.*

**UNI 8279-1** – *Nontessuti. Metodi di prova. Campionamento;*

**UNI 8279-3** – *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della permeabilità all'aria;*

**UNI 8279-4** – *Nontessuti. Metodi di prova. Prova di trazione (metodo di Grab);*

**UNI EN ISO 9073-2** – *Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Determinazione dello spessore;*

**UNI EN ISO 9073-6** – *Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Parte 6: Assorbimento;*

**UNI 8279-11** – *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della resistenza alla perforazione con il metodo della sfera;*

**UNI 8279-12** – *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della variazione dimensionale a caldo;*

**UNI 8279-13** – *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione del coefficiente di permeabilità radiale all'acqua;*

**UNI 8279-14** – *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della resistenza al punzonamento e della deformazione a rottura (metodo della penetrazione);*

**UNI SPERIMENTALE 8279-16** – *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione del tempo di assorbimento di acqua (metodo della goccia);*

**UNI 8279-17** – *Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della stabilità agli agenti atmosferici artificiali;*

**UNI EN 29073-1** – *Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Determinazione della massa areica;*

**UNI EN 29073-3** – *Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Determinazione della resistenza a trazione e dell'allungamento.*

### **Art. 49. Prodotti e materiali per partizioni interne e pareti esterne**

#### *Definizioni*

Le partizioni interne ed esterne dell'edificio con riferimento alla norma **UNI 8290-1** si possono classificare in tre livelli:

- partizioni interne verticali:
  - pareti interne verticali;
  - infissi interni verticali;
  - elementi di protezione.
- partizioni interne orizzontali:
  - solai;
  - soppalchi;
  - infissi interni orizzontali.
- partizioni interne inclinate:
  - scale interne;
  - rampe interne.

Le partizioni esterne dell'edificio si possono classificare in:

- partizione interne verticali:
  - elementi di protezione;
  - elementi di separazione.
- partizioni esterne orizzontali:
  - balconi/logge;
  - passerelle.
- partizioni esterne inclinate:
  - scale esterne;
  - rampe interne.

Il direttore dei lavori, ai fini dell'accettazione dei materiali per la realizzazione dei principali strati funzionali di queste parti di edificio, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione, si intende che la procedura di prelievo dei campioni, le modalità di prova e valutazione dei risultati, sono quelli indicati nelle norme UNI, e, in mancanza di questi, quelli descritti nella letteratura tecnica.

#### *Pareti interne verticali*

Le pareti interne verticali possono essere costituite da strutture continue, rigide e opache, oppure da elementi trasparenti; inoltre, possono essere fisse o spostabili. Le pareti devono supportare gli infissi interni, quali porte, sportelli, sopraluci, ecc. Le pareti verticali possono essere costituite dai seguenti componenti:

- elemento di parete (muratura, pannello ecc.), costituito da uno o più strati;
- zoccolino battiscopa (gres, plastica, legno ecc.), elemento di raccordo tra la parete e il pavimento;
- giunto laterale verticale, elemento di raccordo con la struttura portante;
- giunto superiore orizzontale, elemento di raccordo con il solaio superiore;
- giunto inferiore orizzontale, elemento di raccordo con il solaio inferiore;
- sopralzo, elemento di parete collocato ad altezza superiore a quella delle porte;
- fascia di aggiustaggio, superiore o laterale, elemento con funzioni di raccordo rispetto alle strutture, alle partizioni o agli elementi tecnici;
- infisso interno verticale (porta, passacarte, sportello, sopraluce, sovrapporta, telaio vetrato).

Le pareti interne devono rispondere ai requisiti indicati, secondo gli elaborati grafici del progetto esecutivo tavole PE-c-AR15, PE-c-AR18 PE-c-VF01 PE-c-VF02:

- isolamento termico:
- isolamento acustico: dB;
- resistenza al fuoco:
- reazione al fuoco:

#### *Norme di riferimento*

**UNI 8087** – Edilizia residenziale. Partizioni interne verticali. Analisi dei requisiti;

**UNI PROVVISORIA 9269** – Pareti verticali. Prova di resistenza agli urti.

**UNI 8290-1** – Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia;

**UNI 8290-2** – Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi dei requisiti;

**UNI 8290-3** – Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi degli agenti;

**UNI 7960** – Edilizia residenziale. Partizioni interne. Terminologia;

**UNI 8326** – Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prove di resistenza ai carichi sospesi;

**UNI 8327** – Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prova di resistenza al calore per irraggiamento;

**UNI 10700** – Partizioni interne. Pareti interne mobili. Terminologia e classificazione;

**UNI 10815** – Pareti interne mobili. Attrezzabilità per impianti tecnici. Criteri generali;  
**UNI 10816** – Pareti interne mobili. Attrezzabilità con equipaggiamenti di servizio. Criteri generali;  
**UNI 10817** – Pareti interne mobili. Collegamenti di messa a terra. Requisiti e verifica;  
**UNI 10820** – Partizioni interne. Pareti interne mobili. Analisi dei requisiti;  
**UNI 10879** – Pareti interne mobili. Prova di resistenza ai carichi sospesi e orizzontali;  
**UNI 10880** – Pareti interne mobili. Requisiti e metodi di prova di resistenza agli urti;  
**UNI 11004** – Partizioni interne. Pareti interne mobili. Tipologie significative per la determinazione del potere fono-isolante;  
**UNI 8201** – Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prova di resistenza agli urti da corpo molle e duro;  
**UNI 8326** – Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prove di resistenza ai carichi sospesi;  
**UNI 8327** – Edilizia residenziale. Pareti interne semplici. Prova di resistenza al calore per irraggiamento;  
**UNI EN 13084-6** – Camini strutturalmente indipendenti. Parte 6: Pareti interne di acciaio. Progettazione e costruzione;  
**UNI EN 13084-7** – Camini strutturalmente indipendenti. Parte 7: Specifiche di prodotto applicabili ad elementi cilindrici di acciaio da utilizzare per camini di acciaio a parete singola e per pareti interne di acciaio;  
**UNI EN 438-7** – Laminati decorativi ad alta pressione (HPL). Pannelli a base di resine termoindurenti (generalmente chiamati laminati). Parte 7: Laminati stratificati e pannelli compositi HPL per applicazioni su pareti interne ed esterne e su soffitti;  
**UNI EN 594** – Strutture di legno. Metodi di prova. Resistenza rigidezza di piastra di pannelli per pareti con telaio di legno;  
**UNI EN 596** – Strutture di legno. Metodi di prova. Prova di impatto con un corpo morbido su pareti con telaio di legno;  
**UNI 10386** – Materie plastiche cellulari rigide. Pannelli compositi con anima di poliuretano espanso rigido e paramenti rigidi per coperture, pareti perimetrali verticali esterne e di partizione interna. Tipi, requisiti e prove.

*Prodotti a base di laterizio, di calcestruzzo alleggerito, ecc.*

I prodotti a base di laterizio, calcestruzzo e similari non aventi funzione strutturale ma unicamente di chiusura nelle pareti esterne e partizioni, devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo e, a loro completamento, alle seguenti prescrizioni:

- gli elementi di laterizio (forati e non) prodotti mediante trafilatura o pressatura con materiale normale o alleggerito devono rispondere alla norma **UNI EN 771-1**;
- gli elementi di calcestruzzo alleggerito,  $1200 \text{ kg/m}^3 \leq \rho \leq 1400 \text{ kg/m}^3$ , devono rispondere alla norma **UNI EN 771-3**;
- gli elementi di silicato di calcio devono rispondere alla norma **UNI EN 771-2**;
- gli elementi di pietra naturale devono rispondere alla norma **UNI EN 771-6**;
- gli elementi di pietra agglomerata devono rispondere alla norma **UNI EN 771-5**.

L'appaltatore, per ogni prodotto da impiegare, deve fornire alla direzione dei lavori le schede tecniche rilasciate dal produttore.

*Norme di riferimento*

**UNI EN 771-1** – Specifica per elementi per muratura. Parte 1: Elementi per muratura di laterizio;  
**UNI EN 771-2** – Specifica per elementi di muratura. Parte 2: Elementi di muratura di silicato di calcio;  
**UNI EN 771-3** – Specifica per elementi di muratura. Parte 3: Elementi per muratura di calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri);  
**UNI EN 771-4** – Specifica per elementi di muratura. Parte 4: Elementi di muratura di calcestruzzo aerato autoclavato;  
**UNI EN 771-5** – Specifica per elementi di muratura. Parte 5: Elementi per muratura di pietra agglomerata;  
**UNI EN 771-6** – Specifica per elementi di muratura. Parte 6: Elementi di muratura di pietra naturale.

*Isolamento acustico dei divisori*

L'isolamento acustico dei divisori in laterizio deve essere assicurato mediante:

- rivestimento esterno con apposito pannello dello spessore adeguato alla tipologia di parete vedi abaco IE-c-AR18 nel rispetto del D.P.C.M. 5 dicembre 1997. I pannelli devono essere applicati a secco e fissati con tasselli ad espansione, in ragione di almeno quattro tasselli per metro quadrato. Il rivestimento esterno deve essere in lastre dicartongesso;
- isolamento in intercapedine con prodotto in lana di legno di abete mineralizzata legata con cemento Portland e rivestimento esterno in lastre di cartongesso.

*Prodotti e componenti per facciate continue*

I prodotti e i componenti per facciate continue dovranno rispondere, oltreché alle prescrizioni del progetto esecutivo, anche alle seguenti ulteriori prescrizioni:

- gli elementi dell'ossatura devono possedere caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle di progetto, in modo da poter trasmettere le sollecitazioni meccaniche (peso proprio delle facciate, vento, urti, ecc.) alla struttura portante, resistere alle corrosioni e azioni chimiche dell'ambiente esterno e interno;
  - gli elementi di tamponamento (vetri, pannelli, ecc.) devono essere fissati alle strutture portanti, in modo resistere alle sollecitazioni meccaniche (vento, pioggia, urti, ecc.), termoisolometriche dell'ambiente esterno e chimiche degli agenti inquinanti;
  - le parti apribili e i loro accessori devono rispondere alle prescrizioni sulle finestre o sulle porte stabilite in questo capitolato speciale;
  - i rivestimenti ceramici e simili devono essere inassorbenti e resistenti all'usura, all'abrasione, agli attacchi chimici e alla flessione. Devono, inoltre, essere di facile pulizia e manutenzione;
  - le soluzioni costruttive dei giunti devono completare e integrare le prestazioni dei pannelli ed essere sigillate con prodotti adeguati.
- L'appaltatore, per ogni prodotto da impiegare, deve fornire alla direzione dei lavori le schede tecniche rilasciate dal produttore.

#### *Prodotti a base di cartongesso*

I prodotti a base di cartongesso devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo e, in mancanza, alle prescrizioni seguenti:

- spessore con tolleranza di  $\pm 0,5$  mm;
- lunghezza e larghezza con tolleranza di  $\pm 2$  mm;
- resistenza all'impronta, all'urto e alle sollecitazioni localizzate (punti di fissaggio);
- basso assorbimento d'acqua;
- bassa permeabilità al vapore (prodotto abbinato a barriera al vapore);
- resistenza all'incendio dichiarata;
- isolamento acustico dichiarato.

I limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto esecutivo e, in loro mancanza, quelli dichiarati dal produttore e approvati dalla direzione dei lavori.

#### *Blocchi di gesso*

I blocchi in gesso pieni o forati per la formazione di pareti verticali per evitare in futuro rigonfiamenti e danni dovuti all'elevata umidità relativa o al contatto con acqua, devono essere collocati previa predisposizione di una guaina impermeabile collocata a livello del pavimento al fine di evitare la risalita dell'umidità.

In mancanza di norme italiane specifiche si potrà fare riferimento alla norma **DIN 18163**.

In cantiere, il materiale deve essere appoggiato a pavimento, sempre in piano, al coperto o sotto un telo di plastica.

### **Art. 50. Impermeabilizzazioni e coperture piane**

#### *Generalità*

I prodotti per impermeabilizzazioni e per coperture piane sono sotto forma di:

- membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo o a caldo, in fogli singoli o pluristrato;
- prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo o a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in sito una membrana continua.

#### **NORMA DI RIFERIMENTO**

---

**UNI 8178 – Edilizia. Coperture. Analisi degli elementi e strati funzionali.**

#### *Classificazione delle membrane*

Le membrane si classificano in base:

- al materiale componente, per esempio:
  - bitume ossidato fillerizzato;
  - bitume polimero elastomero;
  - bitume polimero plastomero;
  - etilene propilene diene;
  - etilene vinil acetato, ecc.
- al materiale di armatura inserito nella membrana, per esempio:
  - armatura vetro velo;
  - armatura poliammide tessuto;
  - armatura polipropilene film;



- armatura alluminio foglio sottile, ecc.
- al materiale di finitura della faccia superiore, per esempio:
  - poliestere film da non asportare;
  - polietilene film da non asportare;
  - graniglie, ecc.
- al materiale di finitura della faccia inferiore, per esempio:
  - poliestere non tessuto;
  - sughero;
  - alluminio foglio sottile, ecc.

#### *Prodotti forniti in contenitori*

I prodotti forniti in contenitori possono essere:

- mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
- asfalti colati;
- malte asfaltiche;
- prodotti termoplastici;
- soluzioni in solvente di bitume;
- emulsioni acquose di bitume;
- prodotti a base di polimeri organici.

Il direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura. In ogni caso, l'appaltatore dovrà consegnare l'attestato di conformità della fornitura.

Le membrane per coperture di edifici in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (per esempio: strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti, ecc.), devono rispondere alle prescrizioni del progetto e, in mancanza, alla norma **UNI 8178**.

#### *Membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore*

Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore sono le seguenti (norme **UNI 9380-1** e **UNI 9380-2**):

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione;
- flessibilità a freddo;
- comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- invecchiamento termico in acqua;
- giunzioni resistenti a trazione e impermeabili all'aria.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

#### **NORME DI RIFERIMENTO**

**UNI 9380-1** – Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP per strato di barriera e/o schermo al vapore;

**UNI 9380-2** – Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF per strato di barriera e/o schermo al vapore;

**UNI 8629-1** – Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Caratteristiche prestazionali e loro significatività;

**UNI 8629-2** – Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP per elemento di tenuta;

**UNI 8629-3** – Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPE per elemento di tenuta;

**UNI 8629-4** – Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione per tipi EPDM e IIR per elementi di tenuta;

**UNI 8629-5** – Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BPP (con autoprotezione metallica) per elemento di tenuta;

**UNI 8629-6** – Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi a base di PVC plastificato per elementi di tenuta;

**UNI 8629-7** – Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF (con autoprotezione metallica) per elemento di tenuta;

**UNI 8629-8** – Membrane per impermeabilizzazione di coperture. Limiti di accettazione dei tipi BOF per elemento di tenuta.

*Membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore*

Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante, sono le seguenti (norma **UNI 9168**):

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- comportamento all'acqua;
- invecchiamento termico in acqua.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori. Le membrane rispondenti alle norme **UNI 9380** (varie parti) e **UNI 8629** (varie parti) per le caratteristiche precitate sono valide anche per questo impiego.

*Membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria*

I prodotti non normati devono essere conformi ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori. Le membrane rispondenti alle norme **UNI 9380** e **UNI 8629** per le caratteristiche precitate sono valide anche per formare gli strati di tenuta all'aria.

In particolare, dovranno essere controllati i seguenti parametri:

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alla lacerazione;
- comportamento all'acqua;
- giunzioni resistenti alla trazione e alla permeabilità all'aria.

**NORME DI RIFERIMENTO**

**UNI 9168-1** – Membrane complementari per impermeabilizzazione. Limiti di accettazione dei tipi con armatura cartafeltro o vetro velo;

**UNI 9168-2** – Membrane complementari per impermeabilizzazione. Limiti di accettazione dei tipi BOF.

*Membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua*

Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua sono le seguenti (norma **UNI 8629**, varie parti):

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alla lacerazione;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionale in seguito ad azione termica;
- stabilità di forma a caldo;
- impermeabilità all'acqua e comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria e in acqua;
- resistenza all'ozono (solo per polimeriche e plastomeriche);
- resistenza ad azioni combinate (solo per polimeriche e plastomeriche);
- giunzioni resistenti a trazione e impermeabili all'aria.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

*Membrane destinate a formare strati di protezione*

Le caratteristiche da considerare ai fini dell'accettazione delle membrane destinate a formare strati di protezione sono le seguenti (norma **UNI 8629**, varie parti):

- tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alle lacerazioni;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionali a seguito di azione termica;

- stabilità di forma a caldo (esclusi prodotti a base di PVC, EPDM, IIR);
- comportamento all'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria;
- giunzioni resistenti a trazione;
- l'autoprotezione minerale deve resistere all'azione di distacco.

I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori.

#### *Membrane a base di elastomeri e plastomeri.*

##### *Tipologie*

I tipi di membrane base di elastomeri e di plastomeri sono:

- membrane in materiale elastomerico senza armatura (si definisce *materiale elastomerico* un materiale che sia fondamentalmente elastico anche a temperature superiori o inferiori a quelle di normale impiego e/o che abbia subito un processo di reticolazione (per esempio gomma vulcanizzata);
- membrane in materiale elastomerico dotate di armatura (si definisce *materiale elastomerico* un materiale che sia relativamente elastico solo entro un intervallo di temperatura corrispondente generalmente a quello di impiego, ma che non abbia subito alcun processo di reticolazione (come per esempio cloruro di polivinile plastificato o altri materiali termoplastici flessibili o gomme non vulcanizzate);
- membrane in materiale plastomerico flessibile senza armatura;
- membrane in materiale plastomerico flessibile dotate di armatura;
- membrane in materiale plastomerico rigido (per esempio polietilene ad alta o bassa densità, reticolato o non, polipropilene);
- membrane polimeriche a reticolazione posticipata (per esempio polietilene clorosolfanato) dotate di armatura;
- membrane polimeriche accoppiate (membrane polimeriche accoppiate o incollate sulla faccia interna ad altri elementi aventi funzioni di protezione o altra funzione particolare, comunque non di tenuta. In questi casi, quando la parte accoppiata all'elemento polimerico impermeabilizzante ha importanza fondamentale per il comportamento in opera della membrana, le prove devono essere eseguite sulla membrana come fornita dal produttore).

##### *Classi di utilizzo*

Le classi di utilizzo delle membrane base di elastomeri e di plastomeri sono le seguenti:

- classe A: membrane adatte per condizioni eminentemente statiche del contenuto (per esempio bacini, dighe, sbarramenti, ecc.);
- classe B: membrane adatte per condizioni dinamiche del contenuto (per esempio canali, acquedotti, ecc.);
- classe C: membrane adatte per condizioni di sollecitazioni meccaniche particolarmente gravose, concentrate o no (per esempio fondazioni, impalcati di ponti, gallerie, ecc);
- classe D: membrane adatte anche in condizioni di intensa esposizione agli agenti atmosferici e/o alla luce;
- classe E: membrane adatte per impieghi in presenza di materiali inquinanti e/o aggressivi (per esempio discariche, vasche di raccolta e/o decantazione, ecc.);
- classe F: membrane adatte per il contatto con acqua potabile o sostanze di uso alimentare (per esempio acquedotti, serbatoi, contenitori per alimenti, ecc.).

Nell'utilizzo delle membrane polimeriche per impermeabilizzazione, possono essere necessarie anche caratteristiche comuni a più classi.

##### *Accettazione*

Le membrane a base di elastomeri e di plastomeri devono rispettare le caratteristiche previste dalle varie parti della norma **UNI 8898**, anche se attualmente ritirata senza sostituzione.

##### *Prodotti forniti sotto forma di liquidi o paste*

I prodotti forniti solitamente sotto forma di liquidi o paste destinati principalmente a realizzare strati di tenuta all'acqua (ma anche altri strati funzionali della copertura piana), a seconda del materiale costituente, devono rispondere alle caratteristiche e ai valori di limiti di riferimento normalmente applicati. Quando non sono riportati limiti, si intende che valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettati dalla direzione dei lavori.

##### *Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni*

I bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni (in solvente e/o emulsione acquosa) devono rispondere ai limiti specificati, per i diversi tipi, alle prescrizioni delle seguenti norme:

**UNI 4157** – Edilizia. Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni. Campionamento e limiti di accettazione;  
**UNI SPERIMENTALE 4163** – Impermeabilizzazione delle coperture. Bitumi da spalmatura. Determinazione dell'indice di penetrazione dei bitumi.

**Tabella - Caratteristiche dei bitumi da spalmatura**

Indicazione per la designazione	Penetrazione a 25°C [dmm/min]	Punto di rammollimento (palla anello °C/min)
0	40	55
15	35	65
25	20	80

#### *Malte asfaltiche*

Le malte asfaltiche per impermeabilizzazione devono rispondere alle seguenti norme:

**UNI 5660** – Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Caratteristiche e prelievo dei campioni;  
**UNI 5661** – Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione del punto di rammollimento con il metodo palla-anello;  
**UNI 5662** – Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione dello scorrimento su piano inclinato;  
**UNI 5663** – Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione della fragilità (punto di rottura);  
**UNI 5664** – Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Determinazione dell'impermeabilità all'acqua;  
**UNI 5665** – Impermeabilizzazione delle coperture. Malte asfaltiche. Trattamento di termo- ossidazione.

#### *Asfalti colati*

Gli asfalti colati per impermeabilizzazione devono rispondere alle seguenti norme:

**UNI 5654** – Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Caratteristiche e prelievo dei campioni;  
**UNI 5655** – Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione del punto di rammollimento con il metodo palla-anello (ritirata senza sostituzione);  
**UNI 5656** – Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione dello scorrimento su piano inclinato;  
**UNI 5657** – Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione della fragilità a freddo;  
**UNI 5658** – Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Determinazione dell'impermeabilità all'acqua;  
**UNI 5659** – Impermeabilizzazione delle coperture. Asfalti colati. Trattamento di termo-ossidazione.

#### *Mastice di rocce asfaltiche*

Il mastice di rocce asfaltiche per la preparazione di malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alla seguente norma:

**UNI 4377** – Impermeabilizzazione delle coperture. Mastice di rocce asfaltiche per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati.

#### *Mastice di asfalto sintetico*

Il mastice di asfalto sintetico per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alle seguenti norme:

**UNI 4378** – Impermeabilizzazione delle coperture. Mastice di asfalto sintetico per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati;  
**UNI 4379** – Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione dell'impronta nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici (ritirata senza sostituzione);  
**UNI 4380** – Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione delle sostanze solubili in solfuro di carbonio presenti nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici;  
**UNI 4381** – Impermeabilizzazione delle coperture. Estrazione del bitume dai mastici di rocce asfaltiche e dai mastici di asfalto sintetici;  
**UNI 4382** – Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione degli asfalteni presenti nei bitumi contenuti nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici;  
**UNI 4383** – Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione dei carbonati presenti nel materiale minerale;  
**UNI 4384** – Impermeabilizzazione delle coperture. Determinazione delle sostanze insolubili in acido cloridrico presenti nel materiale minerale contenuto nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici;  
**UNI 4385** – Impermeabilizzazione delle coperture. Controllo granulometrico del materiale minerale contenuto nei mastici di rocce asfaltiche e nei mastici di asfalto sintetici.

#### *Prodotti fluidi o in pasta a base di polimeri organici*

I prodotti fluidi o in pasta a base di polimeri organici (bituminosi, epossidici, poliuretanici, epossi-poliuretanici, epossi-catrame, polimetencatrame, polimeri clorurati, acrilici, vinilici, polimeri isomerizzati), devono essere valutate in base alle caratteristiche e ai limiti di riferimento normalmente applicati. Quando non sono riportati limiti, si intende che valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettati dalla direzione dei lavori. Per i valori non prescritti si intendono validi quelli dichiarati dal fornitore e accettati dalla direzione dei lavori.

#### *Rinforzo di guaine liquide a base di resine acriliche ed epoxibituminose*

Le guaine liquide a base di resine acriliche ed epoxibituminose e le malte impermeabilizzanti dovranno essere rinforzate con l'applicazione di reti in fibra di vetro.

Per superfici irregolari o inclinate, l'uso di reti realizzate con speciali filati voluminizzati assicura un maggiore assorbimento di resina, evitando fenomeni di gocciolatura e garantendo l'omogeneità della distribuzione del prodotto. Sul prodotto impermeabilizzante appena applicato, dovrà essere posata la rete ben tesa, annegandola mediante spatola, rullo o pennello, avendo cura di sovrapporre i teli per almeno 10 cm evitando la formazione di bolle e piegature.

### **Art. 51 Vetri**

#### *Generalità*

Si definiscono *prodotti di vetro* quelli che sono ottenuti dalla trasformazione e lavorazione del vetro. Essi si dividono nelle seguenti principali categorie:

- lastre piane;
- vetri pressati;
- prodotti di seconda lavorazione.

Per le definizioni rispetto ai metodi di fabbricazione, alle loro caratteristiche, alle seconde lavorazioni, nonché per le operazioni di finitura dei bordi, si fa riferimento alle norme UNI. Le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alle vetrazioni e ai serramenti.

#### *Campioni*

L'appaltatore dovrà fornire almeno due campioni di ciascun tipo di vetro da impiegare. Tali campioni dovranno essere approvati dalla direzione dei lavori, che può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

#### *Prescrizioni di carattere particolare*

I tipi di vetro, la composizione e le dimensioni delle lastre, sono indicate sui disegni progettuali esecutivi.

Per ogni tipo di vetrata l'appaltatore dovrà precisare i seguenti dati caratteristici:

- percentuale di trasmissione della luce solare dall'esterno verso l'interno, percepita dall'occhio umano;
- percentuale dell'energia solare riflessa direttamente all'esterno;
- fattore solare;
- coefficiente globale medio di trasmissione termica.

Per le vetrate con intercapedine, si richiede una dettagliata relazione sulla composizione del giunto proposto, in funzione dello stress termico che interviene sulle lastre parzialmente soleggiate e sulle deformazioni prevedibili.

#### **NORME DI RIFERIMENTO**

**UNI 7143** – Vetri piani. Spessore dei vetri piani per vetrazioni in funzione delle loro dimensioni, dell'azione del vento e del carico neve;

**UNI 6534-74** – Vetrazioni in opere edilizie. Progettazione, materiali e posa in opera;

**UNI 7143-72** – Vetri piani. Spessore dei vetri piani per vetrazioni in funzione delle loro dimensioni, dell'azione del vento e del carico neve;

**UNI 7697** – Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie.

#### *Vetri piani di vetro di silicato sodo-calcico*

#### *Vetri grezzi*

I vetri piani grezzi sono quelli colati e laminati grezzi e anche cristalli grezzi traslucidi e incolori, cosiddetti *bianchi*, eventualmente armati.

#### *Vetri piani lucidi tirati*

I vetri piani lucidi tirati sono quelli incolori ottenuti per tiratura meccanica della massa fusa, che presenta sulle due facce, naturalmente lucide, ondulazioni più o meno accentuate, non avendo subito lavorazioni di superficie.

#### *Vetri piani trasparenti float*

I vetri piani trasparenti float sono quelli chiari o colorati ottenuti per colata mediante galleggiamento su un bagno di metallo fuso.

#### *Norme di riferimento*

**UNI EN 572-1** – Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodocalcico. Definizione e proprietà generali fisiche e meccaniche;

**UNI EN 572-2** – Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicato sodocalcico. Parte 2: Vetro float;

**UNI EN 572-5** – Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodocalcico. Vetro stampato;

**UNI EN 572-4** – Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodocalcico. Vetro tirato;

**UNI EN 572-7** – Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodocalcico. Vetro profilato armato e non armato;

**UNI EN 12150-1** – Vetro per edilizia. Vetro di silicato sodocalcico di sicurezza temprato termicamente. Definizione e descrizione;

**UNI EN 12150-2** – Vetro per edilizia. Vetro di silicato sodocalcico di sicurezza temprato termicamente. Parte 2: Valutazione di conformità/Norma di prodotto.

#### *Vetri di sicurezza*

##### *Vetri piani temprati*

I vetri piani temprati sono quelli trattati termicamente o chimicamente in modo da indurre negli strati superficiali tensioni permanenti. Riguardo alle dimensioni e alle relative tolleranze, ai metodi di prova e ai limiti di accettazione dei vetri piani temprati da usare nell'edilizia, si rinvia alla norma **UNI 7142**. La norma si applica ai vetri piani in lastre monolitiche temprate termicamente nelle loro dimensioni e forme d'impiego (si veda la norma **UNI EN 572-1**). La norma non considera i vetri temprati chimicamente. I vetri temprati non sono consigliati per impieghi ove ci sia pericolo di caduta nel vuoto.

#### **NORMA DI RIFERIMENTO**

**UNI 7142** – Vetri piani. Vetri temprati per edilizia e arredamento.

##### *Vetri piani stratificati*

I vetri piani stratificati sono quelli formati da due o più lastre di vetro e uno o più strati interposti di materia plastica che incollano tra loro le lastre di vetro per l'intera superficie. L'elemento intercalare può anche fornire prestazioni aggiuntive al prodotto finito, per esempio resistenza agli urti, resistenza al fuoco, controllo solare, isolamento acustico.

Lo spessore complessivo della lastra di vetro varia in base al numero e allo spessore delle lastre costituenti, compreso lo spessore intercalare. Gli intercalari possono essere:

- chiari o colorati;
- trasparenti, traslucidi o opachi;
- rivestiti.

Riguardo alla composizione, possono differire per:

- composizione e tipo di materiale;
- caratteristiche meccaniche;
- caratteristiche ottiche.

I vetri stratificati, in base alla loro resistenza alle sollecitazioni meccaniche, si dividono in:

- stratificati per sicurezza semplice;
- stratificati antivandalismo;
- stratificati anticrimine;
- stratificati antiproiettile.

I prodotti o fogli intercalari devono rispondere alle norme eventuali vigenti per lo specifico prodotto.

Per le altre caratteristiche si deve fare riferimento alle norme seguenti:

- i vetri piani stratificati per sicurezza semplice devono rispondere alla norma **UNI EN ISO 12543-2**;
- i vetri piani stratificati antivandalismo e anticrimine devono rispondere rispettivamente alle norme **UNI EN ISO 12543-2**, **UNI EN 356** e **UNI EN 1063**;
- i vetri piani stratificati antiproiettile devono rispondere alla norma **UNI EN ISO 12543-2**.

#### NORME DI RIFERIMENTO

**UNI EN ISO 12543-1** – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Definizioni e descrizione delle parti componenti;*

**UNI EN ISO 12543-2** – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato di sicurezza;*

**UNI EN ISO 12543-3** – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato;*

**UNI EN ISO 12543-4** – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Metodi di prova per la durabilità;*

**UNI EN ISO 12543-5** – *Vetro per edilizia, Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Dimensioni e finitura dei bordi;*

**UNI EN ISO 12543-6** – *Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Aspetto;*

**UNI EN 356** – *Vetro per edilizia - Vetro di sicurezza - Prove e classificazione di resistenza contro l'attacco manuale;*

**UNI EN 1063** – *Vetrare di sicurezza. Classificazione e prove di resistenza ai proiettili;*

**UNI EN 12600** – *Prova del pendolo. Metodo della prova di impatto e classificazione per vetro piano;*

**UNI EN 13541** – *Vetro di sicurezza. Prove e classificazione della resistenza alla pressione causata da esplosioni.*

#### *Vetro antincendio*

I vetri stratificati, con riferimento alle caratteristiche antincendio, possono appartenere ai seguenti tipi:

- vetro stratificato con proprietà di resistenza al fuoco, le cui caratteristiche di resistenza non sono ottenute per mezzo di intercalari che reagiscono alle alte temperature. In generale, nessun tipo di vetro può essere classificato come resistente al fuoco. Quando il vetro viene assemblato in un adeguato telaio, allora l'insieme può essere sottoposto a prova e classificato come resistente al fuoco;

- vetro stratificato resistente al fuoco, in cui almeno un intercalare reagisce ad alta temperatura per dare al prodotto la sua resistenza al fuoco. Questo prodotto può anche contenere vetri di per sé stessi resistenti al fuoco.

Il vetro antincendio può essere costituito alternando lastre di vetro a strati di silicato di sodio. In caso d'incendio la lastra di vetro più esterna si rompe per effetto del calore, facendo reagire lo strato successivo di silicato di sodio che va a formare una schiuma densa e compatta in grado di assorbire calore e formare un vero e proprio scudo termico nei confronti della fiamma. L'incremento del numero di strati di vetro e silicato contribuisce ad ottenere tempi di resistenza al fuoco sempre più elevati. Il vetro antincendio può essere applicato a diversi sistemi di intelaiatura costruiti in acciaio o alluminio di caratteristiche ignifughe adeguate.

La classe REI del vetro impiegato deve garantire:

- tenuta al fumo;
- tenuta alla fiamma;
- mantenimento di una temperatura bassa sulla superficie del vetro opposta alla fiamma;
- efficiente isolamento termico in caso di incendio.

#### NORME DI RIFERIMENTO

**UNI EN 357** – *Vetro in edilizia. Elementi vetrificati resistenti al fuoco comprendenti prodotti di vetro trasparenti o traslucidi. Classificazione della resistenza al fuoco;*

**UNI EN 1634-1** – *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi. Parte 1: Prove di resistenza al fuoco per porte e sistemi di chiusura e finestre apribili.*

#### *Vetro retinato*

Il vetro retinato si ottiene per colata e laminazione di vetro fuso, nel quale è immersa una rete di acciaio. Esso ha caratteristiche antieffrazione e di sicurezza, e viene utilizzato generalmente per opere edili nelle quali non necessita la trasparenza assoluta, vista la presenza della rete metallica.

#### *Vetri sicurezza per impianti di ascensore*

##### *Vetri di sicurezza. Prove*

Le prove sulle lastre di vetro di sicurezza sono prescritte dall'art. 14, D.P.R. 29 maggio 1963, n. 1497: Approvazione del regolamento per gli ascensori e i montacarichi in servizio privato.

##### *Prova d'urto*

La prova deve essere fatta su una lastra di 30 · 30 cm appoggiata sui quattro lati, ai bordi, per larghezza di circa 10 mm, su un telaio di legno.

Sul centro della lastra è lasciata cadere liberamente, dall'altezza di 50 cm, una sfera di acciaio levigato del peso di 0,76 kg. A seguito di tale prova la lastra di vetro retinato, di vetro stratificato, o di materiale simile, non deve produrre frammenti acuminati pericolosi che si distaccino dal supporto. La lastra di vetro temperato non deve rompersi. La prova deve essere ripetuta lasciando cadere la sfera da altezza maggiore. A seguito di tale prova la lastra di vetro retinato, di vetro stratificato, o di materiale simile, non deve venire perforata dalla sfera per altezza di caduta fino a 1 m. La lastra di vetro temperato rompendosi deve produrre frammenti minuti, non taglienti. Le prove devono essere fatte con temperature ambientali comprese fra i 15°C e i 25°C.

#### *Prova di flessione*

Tale prova deve essere fatta su una lastra delle dimensioni massime previste per l'applicazione, appoggiata sui due lati più corti, ai bordi, per larghezza di circa 20 mm, su appoggi di legno. Su una striscia mediana larga non più di 50 mm parallela agli appoggi, è applicato un carico distribuito di 100 kg per metro lineare per la lastra di vetro retinato, di vetro stratificato, o di materiale simile, e di 200 kg per metro lineare per la lastra di vetro temperato. La lastra non deve rompersi né fessurarsi.

Se sono usate lastre di vetro retinato, di vetro stratificato, o di materiale simile con larghezza maggiore di 60 cm, o lastre di vetro temperato con larghezza maggiore di 1m, una lastra per ciascuna partita deve essere sottoposta in fabbrica alla prova di flessione.

#### *Applicazione delle lastre di vetro di sicurezza*

Le lastre di vetro di sicurezza, salvo le lastre di vetro retinato, devono essere segnate con marchio indelebile.

Nelle porte dei piani, nella cabina e nelle porte della cabina degli ascensori, le lastre di vetro di sicurezza devono essere completamente intelaiate.

Nelle protezioni del vano di corsa degli ascensori, le lastre di vetro di sicurezza devono essere intelaiate completamente, salvo le lastre di vetro temperato, le quali possono essere fissate su almeno tre lati per mezzo di supporti, di zanche, o simili.

Nelle porte dei piani, nelle pareti e nelle porte della cabina degli ascensori, costituite prevalentemente da lastre di vetro di sicurezza, devono essere applicate protezioni per impedire la caduta di persone nel vano di corsa nel caso di rottura delle lastre. In ogni caso, deve essere applicata almeno una fascia di protezione di materiale resistente, di altezza non minore di 0,15 m dal piano di calpestio, e una sbarra di protezione ad altezza di circa 0,9 m dal piano di calpestio.

Nelle porte dei piani e nelle porte della cabina degli ascensori le cerniere, le maniglie, le serrature e gli altri dispositivi non devono essere applicati alle lastre di vetro di sicurezza.

#### *Vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera)*

I vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera) sono quelli costituiti da due lastre di vetro tra loro unite lungo il perimetro, solitamente con interposizione di un distanziatore, a mezzo di adesivi o altro, in modo da formare una o più intercapedini contenenti aria o gas disidratati.

#### **NORME DI RIFERIMENTO**

**UNI 7144** – Vetri piani. Isolamento termico;

**UNI EN 12758** – Vetro per edilizia. Vetrazioni e isolamento acustico per via aerea. Descrizioni del prodotto e determinazione delle proprietà;

**UNI EN 1279-1** – Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 1: Generalità, tolleranze dimensionali e regole per la descrizione del sistema;

**UNI EN 1279-2** – Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 2: Metodo per la prova di invecchiamento e requisiti per la penetrazione del vapore d'acqua;

**UNI EN 1279-3** – Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 3: Prove d'invecchiamento e requisiti per la velocità di perdita di gas e per le tolleranze di concentrazione del gas;

**UNI EN 1279-4** – Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 4: Metodo di prova per le proprietà fisiche delle sigillature del bordo;

**UNI EN 1279-5** – Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 5: Valutazione della conformità;

**UNI EN 1279-6** – Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 6: Controllo della produzione in fabbrica e prove periodiche.

#### *Vetri piani profilati ad U*

I vetri piani profilati ad U sono dei vetri greggi colati, prodotti sotto forma di barre con sezione ad U, con la superficie liscia o lavorata, e traslucida alla visione. I vetri profilati possono essere del tipo ricotto (normale) o temprato, armati o non armati. Le dimensioni sono quelle indicate nel progetto esecutivo. Per le altre caratteristiche valgono le prescrizioni della norma **UNI EN 572-7**, che indica anche i metodi di controllo in caso di contestazione. Il direttore dei



lavori deve verificare l'assenza di bolle, onde, graffi o inclusioni. Tali difetti non sono ammessi. Non sono accettabili rotture nel filo metallico o deviazioni superiori a 5 mm per metro. Il vetro profilato armato o non armato conforme alla norma **UNI EN 572-7** deve essere designato indicando rispettivamente quanto segue:

- tipo (vetro armato o non armato);
- colorato (riferimento del fabbricante) o chiaro;
- stampato (riferimento del fabbricante) o no;
- spessore nominale in millimetri;
- larghezza nominale  $B$  in millimetri;
- altezza nominale dell'aletta  $d$  in millimetri;
- lunghezza nominale  $H$  in millimetri;
- riferimento alla norma **UNI EN 572-7**.

#### NORMA DI RIFERIMENTO

**UNI EN 572-7** – *Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicato sodo-calcico. Parte 7: Vetro profilato armato e non armato.*

#### *Vetri pressati per vetrocemento armato*

I vetri pressati per vetrocemento armato possono essere a forma cava o a forma di camera d'aria. La posa in opera deve essere effettuata con malta specifica ad elevata resistenza e a ritiro controllato.

Il vetrocemento può essere impiegato come elemento divisorio per i lucernari, e deve essere percorribile a piedi o con veicoli.

### **Art. 52. Infissi in legno e in metallo e PVC**

#### *Definizioni*

Si definiscono *infissi* gli elementi edilizi aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone, animali, oggetti e sostanze liquide o gassose tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tra ambienti diversi dello spazio interno. Il *serramento*, invece, è definito come l'elemento tecnico con la funzione principale di regolare in modo particolare il passaggio di persone, animali, oggetti, e sostanze liquide o gassose, energia, aria ecc.

Essi si dividono in elementi fissi (cioè luci fisse non apribili) e serramenti (cioè con parti apribili). Gli infissi si dividono, a loro volta, in porte, finestre e schermi.

I meccanismi di apertura e chiusura degli infissi devono essere facilmente manovrabili e percepibili e le parti mobili devono poter essere usate esercitando una lieve pressione.

Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali in caso di dubbio si fa riferimento alla norma **UNI 8369** (varie parti).

#### NORME DI RIFERIMENTO

**UNI 7895** – *Disegni tecnici. Designazione simbolica del senso di chiusura e delle facce delle porte, finestre e persiane;*

**UNI 8369-1** – *Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia;*

**UNI 8369-2** – *Edilizia. Pareti perimetrali verticali. Classificazione e terminologia;*

**UNI 8369-3** – *Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia dei serramenti esterni verticali;*

**UNI 8369-4** – *Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia degli schermi;*

**UNI 8369-5** – *Edilizia. Chiusure verticali. Giunto tra pareti perimetrali verticali e infissi esterni. Terminologia e simboli per le dimensioni;*

**UNI 8370** – *Edilizia. Serramenti esterni. Classificazione dei movimenti di apertura delle ante.*

#### *Campioni*

L'appaltatore dovrà esibire un campione di ogni tipologia di ogni infisso della fornitura ai fini dell'approvazione da parte della direzione dei lavori.

Il campione di infisso deve essere limitato ad un modulo completo di telaio, parte apribile e cerniere, meccanismi di chiusura, comandi, accessori e guarnizioni. Resta inteso che i manufatti che saranno consegnati in cantiere dovranno essere tassativamente uguali ai campioni approvati dal direttore dei lavori, comprese le anodizzazioni e/o le verniciature.

L'appaltatore deve consegnare l'attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni contrattuali e alle normative vigenti.

### *Tipologie dei serramenti di progetto*

La tipologia dei serramenti, il sistema di apertura, le dimensioni (in mm) e il meccanismo di chiusura sono quelli indicati nell'allegato grafico Abaco degli infissi Tav. PE-c-AR20; PE-c-AR21; PE-c-AR16 e descritti nelle voci di elenco prezzi relative.

### *Marcatura CE*

Il marchio CE non riguarda la posa in opera. L'attestazione obbligatoria deve riguardare almeno i seguenti requisiti (**UNI EN 14351-1**):

- tenuta all'acqua, mediante la prova in laboratorio (norma **UNI EN 1027**);
- permeabilità all'aria, mediante la prova in laboratorio (norma **UNI EN 1026**);
- resistenza al vento, mediante prova in laboratorio (norma **UNI EN 12211**);
- resistenza termica, mediante il procedimento di calcolo indicato dalla norma **UNI EN ISO 10077-1** oppure **10077-2** o in alternativa con la prova in laboratorio (norma **UNI EN ISO 12657-1**);
- prestazione acustica, mediante procedimento di calcolo o, in alternativa, con la prova in laboratorio (norma **UNI EN ISO 140-3**);
- emissione di sostanze dannose verso l'interno del locale;
- resistenza all'urto.

Le tipologie di serramenti più importanti con l'obbligo della marcatura CE sono le seguenti:

- porte per uso esterno ad esclusivo uso dei pedoni (ad una o due ante; con pannelli laterali e/o sopraelevate);
- porte destinate ad uscita di sicurezza con maniglioni antipanico;
- finestre (uso esterno) ad una e due ante (incluso le guarnizioni di tenuta alle intemperie);
- porte finestre (uso esterno) ad una e due ante (incluso le guarnizioni di tenuta alle intemperie);
- finestre scorrevoli orizzontali;
- finestre francesi;
- finestre da tetto con o senza materiali antifiamma;
- porte blindate per uso esterno;
- porte automatiche (con radar) motorizzate;
- tutti i prodotti che possono essere in versione manuale o motorizzata;
- tutti i prodotti che possono essere ciechi, parzialmente o totalmente vetrati;
- tutti i prodotti che possono essere assemblati in due o più unità.

### **NORMA DI RIFERIMENTO**

---

**UNI EN 14351-1 – Finestre e porte. Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali. Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali senza caratteristiche di resistenza al fuoco e/o di tenuta al fumo.**

### *Documentazione da fornire al direttore dei lavori*

L'appaltatore è obbligato a fornire al direttore dei lavori la documentazione rilasciata dal produttore riguardante:

- dichiarazione di conformità a norma dei prodotti forniti;
- istruzioni di installazione del prodotto;
- istruzioni sull'uso e sulla manutenzione dei prodotti;
- marcatura CE.

### *Forme. Luci fisse*

Le luci fisse devono essere realizzate nella forma, con i materiali e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni (o in presenza di prescrizioni limitate), si intende che comunque devono – nel loro insieme (telai, lastre di vetro, eventuali accessori, ecc.) – resistere alle sollecitazioni meccaniche dovute all'azione del vento o agli urti, garantire la resistenza al vento e la tenuta all'aria e all'acqua.

Quanto richiesto dovrà garantire anche le prestazioni di isolamento termico, isolamento acustico, comportamento al fuoco e resistenza a sollecitazioni gravose dovute ad attività sportive, atti vandalici, ecc.

Le prestazioni predette dovranno essere garantite con limitato decadimento nel tempo.

Il direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione delle luci fisse mediante i criteri seguenti:

- controllo dei materiali costituenti il telaio, il vetro e gli elementi di tenuta (guarnizioni, sigillanti) più eventuali accessori;
- controllo delle caratteristiche costruttive e della lavorazione del prodotto nel suo insieme e/o dei suoi componenti (in particolare, trattamenti protettivi del legno, rivestimenti dei metalli costituenti il telaio, esatta esecuzione dei giunti, ecc.);
- accettazione di dichiarazioni di conformità della fornitura alle classi di prestazione quali tenuta all'acqua, all'aria, resistenza agli urti, ecc.

Le modalità di esecuzione delle prove saranno quelle definite nelle relative norme UNI per i serramenti.

#### *Serramenti interni ed esterni*

I serramenti interni ed esterni (finestre, porte-finestre e similari) dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi. In mancanza di prescrizioni (o in presenza di prescrizioni limitate), si intende che comunque devono, nel loro insieme, essere realizzati in modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche e degli agenti atmosferici e contribuire, per la parte di loro spettanza, al mantenimento negli ambienti delle condizioni termiche, acustiche, luminose, di ventilazione, ecc. Lo svolgimento delle funzioni predette deve essere mantenuto nel tempo.

Il direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione dei serramenti mediante:

- il controllo dei materiali che costituiscono l'anta e il telaio, i loro trattamenti preservanti e rivestimenti;
- il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti e degli accessori;
- il controllo delle caratteristiche costruttive (in particolare, dimensioni delle sezioni resistenti, conformazione dei giunti e connessioni realizzate meccanicamente – viti, bulloni, ecc. – e per aderenza – colle, adesivi, ecc. – e, comunque, delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica, sulla tenuta all'acqua, all'aria, al vento e sulle altre prestazioni richieste.

Gli infissi dovranno possedere le caratteristiche descritte nell'abaco degli infissi e nelle relative voci di elenco delle lavorazioni.

L'attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione fornita dall'appaltatore al direttore dei lavori.

#### *Schermi (tapparelle, persiane, antoni)*

Gli schermi (tapparelle, persiane, antoni) con funzione prevalentemente oscurante dovranno essere realizzati nella forma, con il materiale e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni o con prescrizioni insufficienti, si intende che, comunque, lo schermo deve nel suo insieme resistere alle sollecitazioni meccaniche (vento, sbattimenti, ecc.) e agli agenti atmosferici, mantenendo nel tempo il suo funzionamento.

Il direttore dei lavori dovrà procedere all'accettazione degli schermi mediante:

- il controllo dei materiali che costituiscono lo schermo e dei loro rivestimenti;
  - il controllo dei materiali costituenti gli accessori e/o gli organi di manovra;
  - la verifica delle caratteristiche costruttive dello schermo, principalmente delle dimensioni delle sezioni resistenti, delle conformazioni delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni ecc.) o per aderenza (colle, adesivi ecc.), e, comunque, delle parti che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica e sulla durabilità agli agenti atmosferici.
- Il direttore dei lavori potrà, altresì, procedere all'accettazione mediante attestazione di conformità della fornitura alle caratteristiche di resistenza meccanica e di comportamento agli agenti atmosferici (corrosioni, cicli con lampade solari, camere climatiche, ecc.). L'attestazione dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

#### *Prescrizioni dimensionali e prestazionali per i portatori di handicap*

##### *Porte interne*

La luce netta della porta di accesso di ogni edificio e di ogni unità immobiliare deve essere di almeno 80 cm. La luce netta delle altre porte interne deve essere di almeno 75 cm.

L'altezza delle maniglie deve essere compresa tra gli 85 e i 95 cm (altezza consigliata: 90 cm).

Devono, inoltre, essere preferite soluzioni per le quali le singole ante delle porte non abbiano larghezza superiore ai 120 cm, e gli eventuali vetri siano collocati ad una altezza di almeno 40 cm dal piano del pavimento.

L'anta mobile deve poter essere usata esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

##### *Infissi esterni*

L'altezza delle maniglie o dispositivo di comando deve essere compresa tra 100 e 130 cm; consigliata 115 cm.

Nelle finestre lo spigolo vivo della traversa inferiore dell'anta apribile deve essere opportunamente sagomato o protetto per non causare infortuni.

L'anta mobile deve poter essere usata esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

#### *Serramenti, specifiche tecniche materiali e norme di montaggio*

##### *Materiali*

##### PVC duro

Il materiale deve essere rigido, altamente resistente agli urti e risultare, nelle sue proprietà distintive, privo di sostanze plastificanti in conformità con UNI EN 12608. Per la resistenza agli agenti atmosferici e la resistenza alle intemperie si applicano i requisiti sanciti dalla normativa RAL RG 716/1, paragrafo 1.

#### Acciaio

Per i rinforzi vanno impiegati profili in acciaio DX51D+Z140 con superficie zincata galvanicamente.

#### Alluminio

I particolari in alluminio devono essere conformi alla norma ISO 17615 (profili di precisione in AlMgSi 0.5).

#### Guarnizioni di tenuta

Per le guarnizioni di tenuta impiegate nella realizzazione di finestre e facciate è richiesto l'impiego di caucciù sintetico, ad es. APTK - secondo DIN 7863 - profili in elastomero non cellulare, oppure di un materiale termoplastico con un'idonea durezza Shore.

Le guarnizioni di tenuta devono essere conformi ai requisiti stabiliti da RAL GZ 716/1 paragrafo 2 - Guarnizioni di tenuta estruse.

#### Vetro

La qualità e le dimensioni del vetro devono essere conformi a UNI EN 1279, salvo diversa disposizione indicata nelle voci di capitolato. Vanno rispettate le relative norme e disposizioni dei produttori di vetro, soprattutto per l'impiego di vetri isolanti e vetri speciali. Devono essere impiegati vetri isolanti certificati secondo RAL GZ 520.

Tutti i vetri isolanti devono essere dotati di distanziali vetro con elevato isolamento termico in colore nero.

### *Esecuzione del sistema e requisiti costruttivi*

#### Requisiti statici

Fra le sollecitazioni si dovranno includere, oltre al peso proprio ed al peso esercitato dalla pressione del vento, anche i carichi verticali ed orizzontali come da UNI EN 12210. Eventuali carichi supplementari dovranno essere comunicati dall'esecutore delle opere murarie.

Qualora i profili del telaio o del battente che contengono il vetro non debbano rispondere a particolari requisiti in termini di massima flessione, questi non dovranno flettersi più di  $l/200$  della lunghezza massima del vetro su quel lato, e comunque non più di 15 mm.

#### Requisiti fisici di costruzione

##### *Permeabilità all'aria - tenuta all'acqua*

È necessario garantire la permeabilità all'aria e la tenuta all'acqua in conformità con le norme UNI EN 12207 e UNI EN 12208. La classe richiesta è specificata nel profilo tecnico-prestazionale.

L'esecuzione delle corrispondenti prove dovrà essere documentata mediante apposito certificato rilasciato da ente notificato.

##### *Isolamento termico - isolamento dall'umidità*

I requisiti relativi all'isolamento termico degli edifici sono regolamentati dagli appositi decreti in materia di efficienza energetica (ad esempio requisiti di CasaClima). Nella zona dell'attacco va prestata particolare attenzione per evitare la formazione di condensa. La classe richiesta è specificata nel profilo tecnico-prestazionale.

##### *Isolamento acustico*

In ottemperanza alla norma UNI EN 20140-2 e UNI EN ISO 717-1 - Isolamento acustico delle finestre - le varie costruzioni di finestre devono garantire l'isolamento acustico così come indicato dalle voci di capitolato. La classe richiesta è specificata nel profilo tecnico-prestazionale.

##### *Prevenzione antieffrazione*

Nella norma UNI EN 1627 le finestre sono suddivise in classi a seconda della loro conformazione costruttiva.

La classe richiesta è specificata nel profilo tecnico-prestazionale.

#### Collegamenti per telai

Gli elementi che compongono la struttura del telaio e dei battenti devono essere uniti fra di loro mediante termofusione e saldatura a caldo e devono sopportare i carichi di rottura stabiliti dalle norme di qualità RAL (tensione minima alla rottura  $35 \text{ N/mm}^2$ ).

I collegamenti meccanici per telai e battenti, ad esempio per le traverse e/o montanti, possono essere realizzati solo qualora ne sia comprovata l'idoneità ai sensi delle relative direttive di zona.

Un'accurata sigillatura, soprattutto nella giunzione di elementi orizzontali del telaio, è necessaria affinché non si verifichino danni da corrosione.

#### Rinforzi

I telai devono essere rinforzati con profili in acciaio zincato a partire da una lunghezza profilo di 800 mm.

Le ante a gradino e le ante a scomparsa vanno rinforzate con profili in acciaio zincato da una lunghezza profilo di 1500 mm.

Montanti e traverse di ante e telai vanno generalmente rinforzati.

Nelle finestre con superficie colorata (rivestita mediante pellicola) le ante a gradino vanno rinforzate da una lunghezza profilo di 800 mm.

Nell'esecuzione con rivestimento esterno in alluminio i profili per anta a gradino vanno rinforzati con profili in acciaio zincato a partire da una lunghezza profilo di 2000 mm.

#### *Fissaggio dei rinforzi*

Con una tolleranza di +/- 30 mm, i rinforzi del telaio e di montanti/traverse vanno avvitati ogni 700 mm al profilo in PVC, i rinforzi dell'anta ogni 350 mm ed i rinforzi dei montanti mobili ogni 500 mm al profilo in PVC.

#### Scarichi acqua

Il drenaggio dell'acqua dal telaio avviene attraverso la precamera del profilo telaio mediante fessure da 5 x 30 mm. Le fessure di drenaggio interne ed esterne devono essere disposte in modo sfalsato.

Anche il drenaggio della battuta del vetro all'interno dell'anta avviene attraverso fessure da 5 x 30 mm o da 5 x 25 mm oppure attraverso fori di drenaggio con un diametro minimo di 8 mm.

Le traverse orizzontali di ante e telai devono scaricare verso il basso. Non sono consentite fessure né fori di drenaggio sul lato anteriore.

#### Conformazione dei profili

I profili devono essere conformi alle norme di qualità RAL. Le tolleranze dimensionali, lo spessore delle pareti (classe A), ecc. devono pertanto corrispondere alle normative vigenti.

#### *Anta finestra*

*I profili per ante semicomplanari* devono essere conformati quali profili a 7 camere con una profondità minima dei profili di 83 mm ed uno spessore visto dall'esterno di 31 mm.

*I profili per ante a gradino* devono essere conformati quali profili a 7 camere con una profondità minima dei profili di 82 mm ed uno spessore visto dall'esterno di 31 mm.

*I profili per ante a scomparsa* devono montare un vetro isolante sulla parte frontale. Il profilo anta risulta non visibile dall'esterno. Il vetro isolante è direttamente incollato al telaio dell'anta. Il bordo del vetro isolante deve essere coperto da una guarnizione a labbro. La superficie vetrata del campo apribile deve presentare la stessa dimensione di quella del campo fisso.

*I profili per ante accoppiate* devono essere composti da due ante. L'anta interna deve essere conformata quale profilo a 7 camere.

Sul lato interno l'anta accoppiata semicomplanare porta un vetro isolante, mentre l'anta esterna accoppiata è dotata di vetro semplice da 6 mm.

Sul lato interno l'anta accoppiata a scomparsa porta un vetro isolante, mentre l'anta esterna accoppiata è dotata di vetro semplice temprato da 4 mm.

#### *Profili per telai*

I profili per telaio devono essere conformati quali profili a 6 camere con una profondità minima dei profili di 90 mm.

Il profilo telaio deve presentare un dentino rialzato in PVC come sede della guarnizione intermedia, affinché l'acqua eventualmente penetrata all'interno possa essere immediatamente raccolta, controllata e fatta defluire in tutta sicurezza.

Inoltre il telaio deve essere conformato in modo tale che la ferramenta portante - cerniere, ferramenta inferiore d'angolo e la forbice superiore - sia avvitata attraverso due pareti di profilo oppure direttamente nel rinforzo in acciaio. Deve essere data la possibilità di applicare profili di giunzione, allargamenti ed accoppiamenti al telaio.

Dovranno essere disponibili più tipologie di telaio affinché sia possibile scegliere il migliore sistema di applicazione al controtelaio o alla muratura.

Il listello fermavetro deve incastrarsi lungo tutta la lunghezza dello stesso vetro.

Tutte le battute dei profili devono essere provviste di un'apposita scanalatura per l'applicazione di guarnizioni intercambiabili.

#### Guarnizioni di tenuta

La tenuta tra telaio e battente viene garantita mediante una guarnizione mediana ed una guarnizione interna di battuta.

La guarnizione mediana e la guarnizione di battuta devono essere conformate come guarnizioni tubolari e coestruse con il profilo (guarnizione mediana coestrusa con il telaio, guarnizione di battuta coestrusa con l'anta).

Il materiale con cui sono realizzate le guarnizioni deve essere conforme alle direttive di qualità RAL GZ 716/1, paragrafo 2 e risultare pertanto resistente agli agenti atmosferici ed all'usura.

Sul lato esterno deve essere possibile applicare una terza guarnizione (di forma tubolare) al telaio di ante a gradino e di ante accoppiate che risultano a vista sul lato esterno.

In tutte le ante deve essere predisposta una guarnizione per la protezione dalla pioggia sulla battuta esterna del lato inferiore del telaio.

Negli angoli le guarnizioni sono saldate al profilo.

La durezza Shore delle guarnizioni deve essere tale da assicurare una perfetta funzionalità nel tempo.

Per i profili colorati in massa di colore bianco o chiaro vanno montate guarnizioni di tenuta di colore grigio.

Per i profili di colore marrone vanno montate guarnizioni di tenuta marroni.

### *Superfici e colori*

#### Superficie gofrata

Colorazione in massa bianco antico e bianco perla

Compressione supplementare delle superfici a vista mediante goffratura uniforme con effetto tipo legno

La verifica della resistenza agli agenti atmosferici ed alle intemperie viene effettuata in conformità con la normativa UNI EN 513 (variazione massima ammissibile del colore dopo un'esposizione ai raggi ultravioletti di 8 GJ/m<sup>2</sup> - livello 3 della scala dei grigi).

#### Superficie satinata

Colorazione in massa bianco o grigio

Compressione supplementare delle superfici a vista mediante satinatura uniforme ottenendo una superficie satinata

La verifica della resistenza agli agenti atmosferici ed alle intemperie viene effettuata in conformità con la normativa UNI EN 513 (variazione massima ammissibile del colore dopo un'esposizione ai raggi ultravioletti di 8 GJ/m<sup>2</sup> - livello 3 della scala dei grigi).

#### Pellicolato con effetto tipo legno

Rivestimento unilaterale con pellicola in poliacrilato (senza supporto in PVC) stampata sul lato posteriore

La pellicola priva di collante viene saldata sulla superficie a vista del profilo mediante estrusione a caldo e quindi gofrata per ottenere un effetto tipo legno.

La verifica della resistenza agli agenti atmosferici ed alle intemperie viene effettuata in conformità con la normativa UNI EN 513 (variazione massima ammissibile del colore dopo un'esposizione ai raggi ultravioletti di 8 GJ/m<sup>2</sup> - livello 3 della scala dei grigi).

#### Qualità della superficie

Secondo la normativa RAL RG 716/1 le superfici dei profili non devono presentare nessun difetto. Sono ammessi unicamente minimi difetti di planarità qualora non pregiudichino il buon funzionamento e l'estetica dell'infisso.

### *Serramenti in acciaio*

#### *Componenti dei serramenti*

Tutti i componenti dei serramenti della fornitura conforme alle prescrizioni progettuali (telai metallici, accessori, vetrazioni, guarnizioni, schermi, ecc.) devono essere costruiti con caratteristiche che non rilascino sostanze pericolose oltre i limiti ammessi dalle norme sui materiali.

### *Materiali e norme di riferimento*

a) telai:

**UNI EN 573-3** – Alluminio e leghe di alluminio. Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati. Sistema di designazione sulla base dei simboli chimici;

**UNI EN 12020-1** – Alluminio e leghe di alluminio. Profilati di precisione estrusi, di leghe EN AW-6060 e EN AW-6063. Parte 1: Condizioni tecniche di controllo e di fornitura;

**UNI EN 12020-2** – Alluminio e leghe di alluminio. Profilati di precisione estrusi di leghe EN AW-6060 e EN AW-6063. Parte 2: Tolleranze dimensionali e di forma;

**UNI EN 14024** – Profili metallici con taglio termico. Prestazioni meccaniche. Requisiti, verifiche e prove per la valutazione;

b) laminati di trafilati o di sagomati non estrusi in alluminio:

**UNI EN 573-3** – Alluminio e leghe di alluminio. Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati. Sistema di designazione sulla base dei simboli chimici;

**UNI EN 485-2** – Alluminio e leghe di alluminio. Lamiere, nastri e piastre. Parte 2: Caratteristiche meccaniche;

**UNI EN 754-2** – Alluminio e leghe di alluminio. Barre e tubi trafilati. Tubi estrusi con filiera a ponte, tolleranze;

c) getti in alluminio:

**UNI EN 1706** – Alluminio e leghe di alluminio. Getti. Composizione chimica e caratteristiche meccaniche.

#### PROFILI IN ACCIAIO

---

a) telai:

**UNI EN 10079** – Definizione dei prodotti di acciaio e a quelle di riferimento per gli specifici prodotti;

b) laminati a caldo:

**UNI 10163-1** – Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Parte 1: Requisiti generali;

**UNI 10163-2** – Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Parte 2: Lamiere e larghi piatti;

**UNI EN 10163-3** – Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Parte 3: Profilati;

**UNI EN 10143** – Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento metallico applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze dimensionali e di forma;

**UNI EN 10025-1** – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura;

**UNI EN 10025-2** – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali;

**UNI EN 10025-3** – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato;

**UNI EN 10025-4** – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termo meccanica;

**UNI EN 10025-5** – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica;

**UNI EN 10025-6** – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati;

c) lamiere a freddo:

**UNI 7958** – Prodotti finiti di acciaio non legato di qualità laminati a freddo. Lamiere sottili e nastri larghi da costruzione;

**UNI EN 10327** – Nastri e lamiere di acciaio a basso tenore di carbonio rivestiti per immersione a caldo in continuo, per formatura a freddo. Condizioni tecniche di fornitura;

d) lamiere zincate:

**UNI EN 10143** – Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze sulla dimensione e sulla forma.

---

#### ACCIAIO INOSSIDABILE

a) telai:

**UNI EN 10088-1** – Acciai inossidabili. Parte 1: Lista degli acciai inossidabili;

**UNI EN 10088-2** – Acciai inossidabili. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere e dei nastri per impieghi generali.

---

#### LEGA DI RAME

a) telai:

**UNI EN 13605** – Rame e leghe di rame. Profilati di rame e fili profilati per usi elettrici.

b) lamiere in rame:

**UNI EN 13599:2003** – Rame e leghe di rame. Piatti, lastre e nastri di rame per usi elettrici.

#### *Finitura superficiale dei telai metallici*

La finitura superficiale dei telai metallici dei serramenti dovrà essere priva di difetti visibili ad occhio nudo (graffi, colature, rigonfiamenti, ondulazione e altre imperfezioni) a distanza non inferiore a 5 m per gli spazi esterni e a 3 m per gli spazi interni.

La finitura superficiale non deve subire corrosioni o alterazioni di aspetto per un periodo di tempo adeguato alla vita del manufatto, e in cantiere deve essere evitato il contatto con sostanze o materiali che possano instaurare fenomeni corrosivi. Il colore deve essere quello previsto dal progetto esecutivo.

In base al tipo di metallo si indicano le seguenti norme di riferimento:

d) alluminio:

**UNI EN 12206-1** – Pitture e vernici - Rivestimenti di alluminio e di leghe di alluminio per applicazioni architettoniche - Parte 1: Rivestimenti preparati a partire da materiali in polvere.

e) acciaio:

**UNI EN ISO 12944-1** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale;

**UNI EN ISO 12944-2** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti;

**UNI EN ISO 12944-3** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Considerazioni sulla progettazione;



**UNI EN ISO 12944-4** – Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Tipi di superficie e loro preparazione;

**UNI EN ISO 12944-5** – Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 5: Sistemi di verniciatura protettiva.

I trattamenti di metallizzazione devono rispettare le seguenti norme:

- zincatura elettrolitica:

**UNI ISO 2081** – Rivestimenti metallici. Rivestimenti elettrolitici di zinco su ferro o acciaio;

- zincatura a spruzzo:

**UNI EN 22063** – Rivestimenti metallici e altri rivestimenti inorganici. Metallizzazione termica a spruzzo. Zinco, alluminio e loro leghe;

- cadmiatura:

**UNI 4720** – Trattamenti superficiali dei materiali metallici. Classificazione, caratteristiche e prove dei rivestimenti elettrolitici di cadmio su materiali ferrosi;

- cromatura:

**UNI EN 12540** – Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrodepositati di nichel, nichel più cromo, rame più nichel e rame più nichel più cromo.

f) acciaio inossidabile:

**UNI EN 10088-2** – Acciai inossidabili. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere, dei fogli e dei nastri di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali.

#### *Telai e controtelai*

I telai dei serramenti dovranno essere realizzati con profili in alluminio o acciaio come da elenco descrittivo delle lavorazioni con taglio termico, con sistema di tenuta descritto nell'elaborato di cui sopra.

Dai traversi inferiori dei serramenti dovrà essere consentito lo scarico verso l'esterno delle acque meteoriche, evitando reflussi verso l'interno dell'ambiente. Sui traversi dovranno essere presenti opportuni fori di drenaggio in numero e dimensioni sufficienti a garantire l'eliminazione di eventuali condense e infiltrazioni d'acqua dalle sedi dei vetri verso l'esterno.

Tutti i serramenti dovranno essere dotati di coprifili ed eventuali raccordi a davanzale esterno e interno.

I controtelai dovranno essere realizzati nei materiali descritti da elenco descrittivo delle lavorazioni.

#### *Accessori*

Tutti gli accessori impiegati per i serramenti devono avere caratteristiche resistenti alla corrosione atmosferica e tali da assicurare al serramento la prescritta resistenza meccanica, la stabilità e la funzionalità per le condizioni d'uso a cui il serramento è destinato.

Gli accessori devono essere compatibili con le superfici con cui devono essere posti a contatto.

#### *Guarnizioni*

Le guarnizioni dei serramenti devono garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, permeabilità all'aria, isolamento acustico, e, inoltre, devono essere compatibili con i materiali con cui devono venire a contatto.

Le guarnizioni dei giunti apribili devono potere essere facilmente sostituibili e dovranno essere esclusivamente quelle originali.

#### **NORME DI RIFERIMENTO**

**UNI EN 12365-1** – Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 1: Requisiti prestazionali e classificazione;

**UNI EN 12365-2** – Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 2: Metodi di prova per determinare la forza di compressione;

**UNI EN 12365-3** – Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 3: Metodo di prova per determinare il recupero elastico;

**UNI EN 12365-4** – Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 4: Metodo di prova per determinare il recupero dopo l'invecchiamento accelerato.

#### *Sigillanti*

I sigillanti impiegati nei serramenti devono garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, tenuta all'aria, tenuta alla polvere e la realizzazione della continuità elastica nel tempo. Inoltre, devono essere compatibili con i materiali con cui devono venire a contatto.

I sigillanti non devono corrodere le parti metalliche con cui vengono a contatto.

#### NORME DI RIFERIMENTO

---

**UNI 9610** – Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Requisiti e prove;  
**UNI 9611** – Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Confezionamento;  
**UNI EN 26927** – Edilizia. Prodotti per giunti. Sigillanti. Vocabolario;  
**UNI EN 27390** – Edilizia. Sigillanti per giunti. Determinazione della resistenza allo scorrimento;  
**UNI EN 28339** – Edilizia. Sigillanti per giunti. Determinazione delle proprietà tensili;  
**UNI EN 28340** – Edilizia. Prodotti per giunti. Sigillanti. Determinazione delle proprietà tensili in presenza di trazione prolungata nel tempo;  
**UNI EN 28394** – Edilizia. Prodotti per giunti. Determinazione dell'estrudibilità dei sigillanti monocomponenti;  
**UNI EN 29048** – Edilizia. Prodotti per giunti. Determinazione dell'estrudibilità dei sigillanti per mezzo di un apparecchio normalizzato.

#### *Caratteristiche dei vetri*

I vetri devono rispondere ai requisiti di risparmio energetico, isolamento acustico, controllo della radiazione solare e sicurezza.

I valori di trasmittanza termica, valore di fattore solare e di trasmissione luminosa non devono essere inferiori a quelli descritti nell'abaco e nell'elenco delle lavorazioni, certificati da un laboratorio ufficiale, in conformità alla norma **UNI EN 410**.

I valori di trasmittanza termica per le principali tipologie di vetri sono quelli previsti dalla norma **UNI EN ISO 1077**.

Le tipologie dei vetri dei serramenti sono quelle indicate nel sopra descritto elaborato di progetto.

#### NORME DI RIFERIMENTO

---

**UNI EN 410** – Vetro per edilizia. Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate;  
**UNI EN ISO 10077-1** – Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti. Calcolo della trasmittanza termica. Parte 1: Generalità;  
**UNI EN ISO 10077-2** – Prestazione termica di finestre, porte e chiusure. Calcolo della trasmittanza termica. Metodo numerico per i telai.

#### a) vetri isolanti:

**UNI EN 1279-1** – Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 1: Generalità, tolleranze dimensionali e regole per la descrizione del sistema;  
**UNI EN 1279-2** – Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 2: Metodo per la prova di invecchiamento e requisiti per la penetrazione del vapore d'acqua;  
**UNI EN 1279-3** – Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 3: Prove d'invecchiamento e requisiti per la velocità di perdita di gas e per le tolleranze di concentrazione del gas;  
**UNI EN 1279-4** – Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 4: Metodo di prova per le proprietà fisiche delle sigillature del bordo;  
**UNI EN 1279-5** – Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 5: Valutazione della conformità;  
**UNI EN 1279-6** – Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 6: Controllo della produzione in fabbrica e prove periodiche;

#### b) vetro di silicato sodo-calcico:

**UNI EN 572-1** – Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Definizione e proprietà generali fisiche e meccaniche;  
**UNI EN 572-2** – Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Parte 2: Vetro float;  
**UNI EN 572-5** – Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro stampato;  
**UNI EN 572-4** – Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro tirato;

#### c) vetro profilato armato e non armato

**UNI EN 572-3** – Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicati sodo-calcico. Parte 3: Vetro lustro armato;  
**UNI EN 572-6** – Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicato sodo-calcico. Parte 6: Vetro stampato armato;  
**UNI EN 572-7** – Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro profilato armato e non armato;

#### d) vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza:

**UNI EN ISO 12543-1** – Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Definizioni e descrizione delle parti componenti;

**UNI EN ISO 12543-2** – Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato di sicurezza;

**UNI EN ISO 12543-3** – Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato;

**UNI EN ISO 12543-4** – Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Metodi di prova per la durabilità;

**UNI EN ISO 12543-5** – Vetro per edilizia, Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Dimensioni e finitura dei bordi;

**UNI EN ISO 12543-6** – Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Aspetto;

e) vetro rivestito:

**UNI EN 1096-1**– Vetro per edilizia. Vetri rivestiti. Definizione e classificazione;

**UNI EN 1096-2** – Vetro per edilizia. Vetri rivestiti. Requisiti e metodi di prova per rivestimenti di classe A, B e S;

**UNI EN 1096-3** – Vetro per edilizia. Vetri rivestiti. Requisiti e metodi di prova per rivestimenti di classe C e D;

**UNI EN 1096-4** – Vetro per edilizia. Vetri rivestiti. Parte 4: Valutazione della conformità/Norma di prodotto.

#### *Pannelli*

I pannelli devono essere inseriti come indicato nei disegni progettuali.

#### *NORME DI RIFERIMENTO*

**UNI EN 12086** – Isolanti termici per edilizia. Determinazione delle proprietà di trasmissione del vapore acqueo;

**UNI EN 12087** – Isolanti termici per edilizia. Determinazione dell'assorbimento d'acqua a lungo termine: prova attraverso immersione;

**UNI EN 12088** – Isolanti termici per edilizia. Determinazione dell'assorbimento d'acqua per diffusione per lungo periodo.

#### *Porte e chiusure resistenti al fuoco*

##### *69.12.1 Generalità*

Gli elementi di chiusura resistenti al fuoco comprendono:

- porte su perni e su cardini;
- porte scorrevoli orizzontalmente e verticalmente, incluse le porte articolate scorrevoli e le portesezionali;
- porte a libro in acciaio, monolamiera (non coibentate);
- porte scorrevoli a libro;
- porte basculanti;
- serrande avvolgibili.

Per assicurare la tenuta al fumo le porte tagliafuoco devono essere corredate da guarnizioni etumescenti.

#### *Valutazione delle caratteristiche*

La valutazione delle caratteristiche, delle prestazioni, nonché le modalità di redazione del rapporto di prova in forma completa di porte ed elementi di chiusura resistenti al fuoco, si effettua secondo quanto specificato nella norma **UNI EN 1634-1** e, per quanto da essa richiamato, nelle norme **UNI EN 1363-1** e **UNI EN 1363-2**.

La valutazione delle prestazioni, da effettuare tramite la prova a fuoco secondo la curva di riscaldamento prevista dalla **UNI EN 1363-1**, va condotta previo il condizionamento meccanico previsto al punto 10.1.1, comma a) della norma **UNI EN 1634-1**. Il condizionamento meccanico deve essere eseguito secondo quanto descritto nell'allegato A al **D.M. 20 aprile 2001**.

Salvo diversa indicazione dei decreti di prevenzione incendi, la classe di resistenza al fuoco richiesta per porte e altri elementi di chiusura con la terminologia RE e REI è da intendersi, con la nuova classificazione, equivalente a E e a EI2 rispettivamente. Laddove sia prescritto l'impiego di porte e altri elementi di chiusura classificati E ed EI2, potranno essere utilizzate porte omologate con la classificazione RE e REI, nel rispetto di tutte le condizioni previste dal **D.M. 20 aprile 2001**.

#### *Classificazione delle porte resistenti al fuoco*

Il sistema di classificazione adottato per le porte resistenti al fuoco è qui di seguito illustrato.

E	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EI <sub>1</sub>	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EI <sub>2</sub>	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EW	-	20	30	-	60	-	-	-	-

Il requisito di tenuta *E* è l'attitudine di una porta o altro elemento di chiusura a non lasciar passare né produrre, se sottoposto all'azione dell'incendio su un lato, fiamme, vapori o gas caldi sul lato non esposto.

La perdita del requisito *E* si ha al verificarsi di uno dei seguenti fenomeni:

- aperture di fessure passanti superiori a fissate dimensioni (punto 10.4.5.3 della norma **UNI EN 1363-1**);
- accensione di un batuffolo di cotone posto ad una distanza di 30 mm per un massimo di 30 s (punto 10.4.5.2 della norma **UNI EN 1363-1**) su tutta la superficie;
- presenza di fiamma persistente sulla faccia non esposta.

Il requisito di isolamento *I* è l'attitudine di una porta o altro elemento di chiusura a ridurre entro un dato limite la trasmissione del calore dal lato esposto all'incendio al lato non esposto.

La perdita del requisito di tenuta significa anche perdita del requisito di isolamento, sia che il limite specifico di temperatura sia stato superato o meno.

Sono previsti due criteri di isolamento:

- isolamento I1;
- isolamento I2.

---

#### ISOLAMENTO I1

Si considera che l'elemento in prova perde l'isolamento termico al verificarsi del primo dei seguenti fenomeni:

- l'aumento della temperatura media sulla faccia non esposta supera i 140°C (punto 9.1.2.2 della norma **UNI EN 1634-1**);
- l'aumento della temperatura su ogni punto dell'anta, con esclusione della zona entro 25 mm dal bordo visibile o foro di passaggio, supera i 180°C (punto 9.1.2.4 lettera b) della norma **UNI EN 1634-1**);
- l'aumento della temperatura sul telaio supera i 180°C a una distanza di 100 mm dal foro di passaggio se il telaio è più largo di 100 mm, o alla massima distanza possibile se il telaio è inferiore o uguale a 100 mm (punto 9.1.2.3 lettera b) della norma **UNI EN 1634-1**).

---

#### ISOLAMENTO I2

Si considera che l'elemento in prova perde l'isolamento termico al verificarsi del primo dei seguenti fenomeni:

- l'aumento della temperatura media sulla faccia non esposta supera i 140°C (punto 9.1.2.2 della norma **UNI EN 1634-1**);
- l'aumento della temperatura su ogni punto dell'anta, con esclusione della zona entro 100 mm dal bordo visibile o foro di passaggio, supera i 180°C (punto 9.1.2.3 lettera c) della norma **UNI EN 1634-1**);
- l'aumento della temperatura sul telaio supera i 360°C a una distanza di 100 mm dal foro di passaggio se il telaio è più largo di 100 mm o alla massima distanza possibile se il telaio è inferiore o uguale a 100 mm (punto 9.1.2.3 lettera b) della norma **UNI EN 1634-1**).

Il requisito di irraggiamento *W* è l'attitudine di una porta o altro elemento di chiusura a resistere all'incendio agente su una sola faccia, riducendo la trasmissione di calore radiante sia ai materiali costituenti la superficie non esposta sia ad altri materiali o a persone ad essa adiacenti.

Una porta o altro elemento di chiusura che soddisfa i criteri di isolamento I1 o I2 si ritiene che soddisfi anche il requisito di irraggiamento *W* per lo stesso tempo. La perdita del requisito di tenuta *E* significa automaticamente perdita del requisito di irraggiamento *W*.

#### *Omologazione*

Le porte e altri elementi di chiusura da impiegarsi nelle attività soggette alle norme di prevenzione incendi devono essere omologati.

Per *omologazione* si intende l'atto conclusivo attestante il corretto espletamento della procedura tecnico-amministrativa illustrata nel presente decreto, finalizzata al riconoscimento dei requisiti certificati delle porte resistenti al fuoco. Con tale riconoscimento è autorizzata la riproduzione del prototipo e la connessa immissione in commercio di porte resistenti al fuoco omologate, con le variazioni consentite dalla norma **UNI EN 1634-1** nel campo di applicazione diretta del risultato di prova, integrate dalle variazioni riportate nell'allegato C al **D.M. 20 aprile 2001**.

Per *prototipo* si intende il campione, parte del campione medesimo e/o la documentazione idonea alla completa identificazione e caratterizzazione della porta omologata, conservati dal laboratorio che rilascia il certificato di prova.

Per *porta omologata* si intende la porta o altro elemento di chiusura per il quale il produttore ha espletato la procedura di omologazione.

Per *produttore* della porta resistente al fuoco, si intende il fabbricante residente in uno dei paesi dell'Unione europea, ovvero in uno dei paesi costituenti l'accordo SEE, nonché ogni persona che, apponendo il proprio nome, marchio o segno distintivo sulla porta resistente al fuoco, si presenti come rappresentante autorizzato dallo stesso, purché residente in uno dei paesi dell'Unione europea, ovvero in uno dei paesi costituenti l'accordo SEE.

Per *certificato di prova* si intende il documento, rilasciato dal laboratorio o da un organismo di certificazione, con il quale, sulla base dei risultati contenuti nel rapporto di prova, si certifica la classe di resistenza al fuoco del campione sottoposto a prova.

Per *rapporto di prova* si intende il documento, rilasciato dal laboratorio a seguito della prova, riportante quanto indicato al punto 12 della norma **UNI EN 1634-1** e al punto 12.1 della norma **UNI EN 1363-1**.

L'omologazione decade automaticamente se la porta resistente al fuoco subisce una qualsiasi modifica non prevista nell'atto di omologazione.

#### *Documentazione tecnica che il produttore deve allegare ad ogni fornitura*

Il produttore, per ogni fornitura di porte resistenti al fuoco, deve allegare la seguente documentazione tecnica:

- copia dell'atto di omologazione della porta;
- dichiarazione di conformità alla porta omologata;
- libretto di installazione, uso e manutenzione.

#### *Dichiarazione di conformità*

Per *dichiarazione di conformità* si intende la dichiarazione, rilasciata dal produttore, attestante la conformità della porta resistente al fuoco alla porta omologata e contenente, tra l'altro, i seguenti dati:

- nome del produttore;
- anno di costruzione;
- numero progressivo di matricola;
- nominativo del laboratorio e dell'organismo di certificazione se diversi;
- codice di omologazione;
- classe di resistenza al fuoco.

Con la dichiarazione di conformità, il produttore si impegna a garantire comunque la prestazione certificata, quali che siano le modifiche apportate alla porta resistente al fuoco tra quelle consentite nell'atto di omologazione.

#### *Marchio di conformità*

Per  *marchio di conformità* si intende l'indicazione permanente e indelebile apposta dal produttore sulla porta resistente al fuoco, contenente almeno il numero progressivo di matricola e il codice di omologazione.

Il marchio di conformità deve essere applicato dal produttore sulla porta resistente al fuoco.

#### *Libretto di installazione, uso e manutenzione*

Per *libretto di installazione, uso e manutenzione* si intende il documento, allegato ad ogni singola fornitura di porte resistenti al fuoco, che riporta, come minimo, i seguenti contenuti:

- modalità e avvertenze d'uso;
- periodicità dei controlli e delle revisioni con frequenza almeno semestrale;
- disegni applicativi esplicativi per la corretta installazione, uso e manutenzione della porta;
- avvertenze importanti a giudizio del produttore.

#### *Norme di riferimento*

**D.M. 14 dicembre 1993** – *Norme tecniche e procedurali per la classificazione di resistenza al fuoco e omologazione di porte e altri elementi di chiusura.*

**D.M. 27 gennaio 1999** – *Resistenza al fuoco di porte e altri elementi di chiusura. Prove e criteri di classificazione.*

**D.M. 20 aprile 2001** – *Utilizzazione di porte resistenti al fuoco di grandi dimensioni.*

**D.M. 21 giugno 2004** – *Norme tecniche e procedurali per la classificazione di resistenza al fuoco e omologazione di porte e altri elementi di chiusura.*

**UNI EN 1634-1** – *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi. Parte 1: Prove di resistenza al fuoco per porte e sistemi di chiusura e finestre apribili;*

**UNI EN 1634-3** – *Prove di resistenza al fuoco per porte ed elementi di chiusura. Porte e chiusure a tenuta fumo;*

**UNI EN 1634-3** – *Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi. Parte 3: Prove di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura;*

**UNI EN 1363-1** – *Prove di resistenza al fuoco. Requisiti generali;*

**UNI EN 1363-2** – *Prove di resistenza al fuoco. Procedure alternative e aggiuntive;*

**UNI ENV 1363-3** – *Prove di resistenza al fuoco. Verifica della prestazione del forno.*

- elementi verniciati:

**UNI 8456** – Prodotti combustibili suscettibili di essere investiti dalla fiamma su entrambe le facce. Reazione al fuoco mediante applicazione di una piccola fiamma;

**UNI 8457** – Prodotti combustibili suscettibili di essere investiti dalla fiamma su una sola faccia. Reazione al fuoco mediante applicazione di una piccola fiamma;

**UNI 9174** – Reazione al fuoco dei prodotti sottoposti all'azione di una fiamma d'innescio in presenza di calore radiante.

**UNI EN ISO 1182** – Prove di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione. Prova di non combustibilità.

#### Art. 543. Prodotti per isolamento termico

##### *Generalità*

I prodotti per l'isolamento termico dell'edificio devono essere conformi alle prescrizioni progettuali e riportare la prescritta marcatura come previsto dalle specifiche norme UNI.

##### *Polistirene espanso (PSE)*

Il polistirene espanso è un isolante termico che presenta specifiche proprietà di isolamento acustico da impatto. Per le sue caratteristiche di rigidità dinamica e comprimibilità, è particolarmente adatto alla protezione dai rumori d'urto e da calpestio. Il prodotto è consigliato per applicazioni di isolante posto in intercapedine o all'interno.

Il prodotto si può presentare sotto forma di:

- lastre di polistirene espanso sinterizzato (EPS/B);
- lastre di polistirene espanso sinterizzato (EPS/S);
- lastre di polistirene per mezzo di procedimento continuo di estrusione (EPS/E).

La norma **UNI EN 13163** prevede:

- marcatura CE (sistema di attestazione della conformità: 3);
- prove iniziali di tipo (ITT);
- controllo di produzione in fabbrica (FPC), tra cui controllo della rigidità dinamica  $s'$  (metodo di prova: **EN 29052-1**; frequenza minima di prova: una ogni settimana) e della comprimibilità  $c$  (metodo di prova: **EN 12431**; frequenza minima di prova: una ogni settimana).

Il polistirolo espanso elasticizzato non necessita di marcatura CE. Il prodotto è utilizzabile per pavimentazioni, pareti, facciate, sottofondazioni, isolamento esterno a cappotto e intercapedine.

##### NORME DI RIFERIMENTO

**UNI 7819** – Materie plastiche cellulari rigide. Lastre in polistirene espanso per isolamento termico. Tipi, requisiti e prove;

**UNI EN 13163** – Isolanti termici per edilizia. Prodotti di polistirene espanso ottenuti in fabbrica. Specificazione;

**UNI EN 13164** – Isolanti termici per edilizia. Prodotti di polistirene espanso estruso (XPS) ottenuti in fabbrica. Specificazione.

##### *Poliuretani e poliisocianurati espansi*

Il poliuretano è un polimero che si ottiene da una reazione esotermica tra un isocianato (MDI, difenilmetildiisocianato o TDI, toluendiisocianato) e un poliolo (polietere o poliestere). Il prodotto può essere applicato per colata, spruzzo, spalmatura, iniezione, estrusione, laminazione, poltrusione e roto-moulding.

##### NORME DI RIFERIMENTO

**UNI 8751** – Materie plastiche cellulari rigide. Poliuretani e poliisocianurati espansi in lastre da blocco. Tipi, requisiti e prove;

**UNI 9051** – Materie plastiche cellulari rigide. Pannelli di poliuretano espanso rigido con paramenti flessibili prodotti in continuo. Tipi, requisiti e prove;

**UNI 9564** – Materie plastiche cellulari rigide. Poliuretani espansi rigidi applicati a spruzzo. Tipi, requisiti e prove.

##### *Argilla espansa*

I requisiti per i prodotti di aggregati leggeri di argilla espansa realizzati *in situ* e utilizzati per l'isolamento di tetti, solai di copertura e pavimenti, sono previsti dalla norma **UNI EN 14063-1**. La norma descrive anche le caratteristiche del prodotto e include le procedure per effettuare le prove, la marcatura e l'etichettatura.

L'argilla espansa si presenta in granuli tondeggianti di colore rosso-bruno, caratterizzati da:

- una dura scorza esterna molto resistente alla compressione e al fuoco, che conferisce anche l'inattaccabilità da parte di agenti chimici e atmosferici;
- una struttura interna, costituita da piccole celle chiuse e vetrificate che determinano la leggerezza e l'isolamento termo-acustico.

---

NORMA DI RIFERIMENTO

**UNI EN 14063-1** – *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di aggregati leggeri di argilla espansa realizzati in situ. Parte 1: Specifiche per i prodotti sfusi prima della messa in opera.*

*Lana minerale*

La norma **UNI EN 13162** specifica i requisiti per i prodotti di lana minerale ottenuti in fabbrica, con o senza rivestimenti, che sono utilizzati per l'isolamento termico degli edifici. Il materiale isolante ha una consistenza simile alla lana, in quanto è fabbricato con rocce fuse, scorie oppure vetro.

I prodotti in lana minerale possono essere sotto forma di rotoli, di feltri o di pannelli.

I prodotti devono essere marcati chiaramente (sul prodotto, sull'etichetta o sull'imballaggio) con le informazioni previste dal punto 8 della norma **UNI EN 13162**.

---

NORMA DI RIFERIMENTO

**UNI EN 13162** – *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di lana minerale ottenuti in fabbrica. Specificazione.*

*Vetro cellulare*

I requisiti per i prodotti di vetro cellulare (detto anche *vetro schiuma* o *vetro cellulare espanso*) ottenuti in fabbrica, con o senza rivestimenti, che sono impiegati per l'isolamento termico degli edifici, sono quelli descritti dalla norma **UNI EN 13167**. La norma descrive anche le caratteristiche del prodotto e comprende procedimenti di prova, valutazione di conformità, marcatura CE ed etichettatura.

I prodotti devono essere marcati chiaramente (sul prodotto, sull'etichetta o sull'imballaggio) con le informazioni previste dal punto 8 della norma **UNI EN 13167**.

---

NORMA DI RIFERIMENTO

**UNI EN 13167** – *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di vetro cellulare (CG) ottenuti in fabbrica. Specificazione.*

*Perlite espansa*

I requisiti per i prodotti di perlite espansa ottenuti in fabbrica, con o senza rivestimenti, che sono impiegati per l'isolamento termico degli edifici, sono quelli descritti dalla norma **UNI EN 13169**. La norma descrive anche le caratteristiche del prodotto e comprende procedimenti di prova, valutazione di conformità, marcatura CE ed etichettatura.

I prodotti devono essere marcati chiaramente (sul prodotto, sull'etichetta o sull'imballaggio) con le informazioni previste dal punto 8 della norma **UNI EN 13169**.

---

NORME DI RIFERIMENTO

**UNI EN 13169** – *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di perlite espansa (EPS) ottenuti in fabbrica. Specificazione;*

**UNI EN 14316-1** – *Isolanti termici per edilizia. Isolamento termico realizzato in situ con prodotti di perlite espansa (EP). Parte 1: Specifiche per i prodotti legati e sfusi prima della messa in opera;*

**UNI EN 14316-2** – *Isolanti termici per edilizia. Isolamento termico realizzato in situ con prodotti di perlite espansa (EP). Parte 2: Specifiche per prodotti messi in opera.*

*Vermiculite espansa*

La vermiculite è una roccia di origine vulcanica costituita da silicato di alluminio e magnesio idrato con tracce di ossido di ferro. Il minerale grezzo viene frantumato, macinato e sottoposto ad elevate temperature (100°C) che provocano l'evaporazione dell'acqua e l'espansione del granulo, ottenendo, così, una struttura cellulare costituita da microcavità chiuse non comunicanti tra loro e con l'esterno, che ne determina l'impermeabilità all'acqua e un potere isolante. La vermiculite si presenta sotto forma di granuli irregolari.

La norma **UNI EN 14317-1** specifica i requisiti relativi ai quattro tipi di prodotto di vermiculite espansa:

- aggregato di vermiculite (EVA);
- vermiculite rivestita (EVC);
- vermiculite idrofuga (EVH);
- vermiculite premiscelata (EVM).

Tali prodotti contengono meno dell'1% di materiale organico come definito nell'appendice D della stessa norma UNI, e sono utilizzati per l'isolamento in situ di tetti, solai di copertura, muri e pavimenti. La norma fornisce le specifiche per i prodotti prima dell'installazione, descrive le caratteristiche del prodotto e contempla le procedure per le prove, la valutazione di conformità, la marcatura e l'etichettatura.

I prodotti devono essere marcati chiaramente (sul prodotto, sull'etichetta o sull'imballaggio) con le informazioni previste dal punto 8 della norma **UNI EN 14317-1**.

#### NORME DI RIFERIMENTO

**UNI EN 14317-1** – *Isolanti termici per edilizia. Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di vermiculite espansa (EV). Parte 1: Specifiche per i prodotti legati e sfusi prima della messa in opera;*

**UNI EN 14317-2** – *Isolanti termici per edilizia. Isolamento termico realizzato in sito con prodotti di vermiculite espansa (EV). Parte 2: Specifiche per prodotti messi in opera.*

#### *Fibre di legno*

I requisiti per i prodotti di fibre di legno ottenuti in fabbrica con o senza rivestimenti rigidi o flessibili o vernici, che sono utilizzati per l'isolamento termico degli edifici, devono essere quelli previsti dalla norma **UNI EN 13171**.

I prodotti sono fabbricati in forma di rotoli, materassini, feltri, lastre o pannelli.

I prodotti devono essere marcati chiaramente (sul prodotto, sull'etichetta o sull'imballaggio) con le informazioni previste dal punto 8 della norma **UNI EN 14371**.

#### NORMA DI RIFERIMENTO

**UNI EN 13171** – *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di fibre di legno (WF) ottenuti in fabbrica. Specificazione.*

#### *Sughero espanso*

I requisiti per i prodotti di sughero espanso ottenuti in fabbrica che sono utilizzati per l'isolamento termico degli edifici, devono essere quelli previsti dalla norma **UNI EN 13170**. I prodotti sono fabbricati con sughero granulato, agglomerato senza aggiunta di leganti e forniti sotto forma di pannelli senza rivestimenti.

I prodotti devono essere marcati chiaramente (sul prodotto, sull'etichetta o sull'imballaggio) con le informazioni previste dal punto 8 della norma **UNI EN 14370**.

#### NORMA DI RIFERIMENTO

**UNI EN 13170** – *Isolanti termici per edilizia. Prodotti di sughero espanso ottenuti in fabbrica. Specificazione.*

### Art. 54. **Prodotti per isolamento e assorbimento acustico**

#### *Prodotti per assorbimento acustico*

Si definiscono *materiali assorbenti acustici* (o *materiali fonoassorbenti*) quelli atti a dissipare in forma sensibile l'energia sonora incidente sulla loro superficie e, di conseguenza, a ridurre l'energia sonora riflessa.

Questa proprietà deve essere valutata con il coefficiente di assorbimento acustico ( $\alpha_w$ ), definito dall'espressione:

$$\alpha_w = W_a/W_i$$

dove

$W_i$  = energia sonora incidente;

$W_a$  = energia sonora assorbita.

#### *Classificazione dei materiali*

Sono da considerare assorbenti acustici tutti i materiali porosi a struttura fibrosa o alveolare aperta. A parità di struttura (fibrosa o alveolare), la proprietà fonoassorbente dipende dalla spessore.

I materiali fonoassorbenti si classificano come segue:

- materiali fibrosi:
  - minerali (fibra di vetro, fibra di roccia);
  - vegetali (fibra di legno o cellulosa, truciolari).
- materiali cellulari minerali:
  - calcestruzzi leggeri (a base di pozzolane, perlite, vermiculite, argilla espansa);
  - laterizi alveolari;
  - prodotti a base di tufo.
- materiali cellulari sintetici:
  - poliuretano a celle aperte (elastico-rigido);
  - polipropilene a celle aperte.



### *Caratteristiche costruttive*

Per tutti i materiali fonoassorbenti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- lunghezza e larghezza: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla direzione dei lavori;
- spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali. In assenza delle prime due, valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettate dalla direzione dei lavori;
- massa areica: deve rientrare nei limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali. In assenza delle prime due, valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettate dalla direzione dei lavori;
- coefficiente di assorbimento acustico: misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte nella norma **UNI EN 354**, deve rispondere ai valori prescritti nel progetto o, in assenza, a quelli dichiarati dal produttore e accettati dalla direzione dei lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- resistività al flusso d'aria;
- reazione e/o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

La direzione dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione, i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI e, in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali o estere).

### *Materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera*

Per i materiali fonoassorbenti che assumono la forma definitiva in opera, devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. La direzione dei lavori deve, inoltre, attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo, ove necessario, a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato eseguito.

Entrambe le categorie di materiali fonoassorbenti devono rispondere ad una o più delle caratteristiche di idoneità all'impiego, comprese tra quelle elencate nella tabella 40.1, in relazione alla loro destinazione d'uso (pareti, coperture, contro soffittature, pavimenti, ecc.).

Se i valori non vengono prescritti, valgono quelli proposti dal fornitore ed accettati dalla direzione dei lavori.

In caso di contestazione, i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI e, in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali o estere). Per le caratteristiche possedute intrinsecamente dal materiale non sono necessari controlli.

### **NORME DI RIFERIMENTO**

**UNI EN ISO 354** – *Acustica. Misura dell'assorbimento acustico in camera riverberante;*

**UNI EN ISO 11654** – *Acustica. Assorbitori acustici per l'edilizia. Valutazione dell'assorbimento acustico;*

**UNI ISO 13472-1** – *Acustica. Misurazione in situ del coefficiente di assorbimento acustico di superfici stradali. Metodo della superficie estesa;*

**UNI EN 12354-6** – *Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi.*

### *Prodotti per isolamento acustico*

#### *Definizioni*

Si definiscono *materiali isolanti acustici* (o *materiali fonoisolanti*) quelli atti a diminuire in forma sensibile la trasmissione di energia sonora che li attraversa. Questa proprietà è valutata con il potere fonoisolante ( $R$ ) definito dalla seguente formula:

$$R = 10 \log W_i/W_t$$

dove

$W_i$  = energia sonora incidente;

$W_t$  = energia sonora trasmessa.

Tutti i materiali comunemente impiegati nella realizzazione di divisori in edilizia devono possedere proprietà fonoisolanti. Per materiali omogenei questa proprietà dipende essenzialmente dalla loro massa areica. Quando sono realizzati sistemi edilizi compositi (pareti, coperture, ecc.) formate da strati di materiali diversi, il potere fonoisolante di queste strutture dipende, oltre che dalla loro massa areica, dal numero e dalla qualità degli strati, dalle modalità di accoppiamento e dalla eventuale presenza di intercapedini d'aria.

#### *Caratteristiche costruttive*

Per tutti i materiali fonoisolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- dimensioni: lunghezza e larghezza: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali. In assenza delle prime due, valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettate dalla direzione dei lavori;
- spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali. In assenza delle prime due, valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettate dalla direzione dei lavori;
- massa areica: deve rientrare nei limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali. In assenza delle prime due, valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica e accettate dalla direzione tecnica;
- potere fonoisolante: misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma **UNI EN ISO 140-3**, deve rispondere ai valori prescritti nel progetto o, in assenza, a quelli dichiarati dal produttore e accettati dalla direzione dei lavori.

Saranno, inoltre, da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- modulo di elasticità;
- fattore di perdita;
- reazione o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

La direzione dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate.

In caso di contestazione, i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI e, in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali o estere).

#### **NORME DI RIFERIMENTO**

**UNI EN ISO 140-1** – Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 1: Requisiti per le attrezzature di laboratorio con soppressione della trasmissione laterale;

**UNI EN ISO 140-3** – Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 3: Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di elementi di edificio;

**UNI EN ISO 140-4** – Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti;

**UNI EN ISO 140-5** – Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate;

**UNI EN ISO 140-6** – Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in laboratorio dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai;

**UNI EN ISO 140-7** – Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in opera dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai;

**UNI EN ISO 140-8** – Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edificio. Misurazione in laboratorio della riduzione del rumore di calpestio trasmesso da rivestimenti di pavimentazioni su un solaio pesante normalizzato;

**UNI EN ISO 140-11** – Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 11: Misurazione in laboratorio della riduzione del rumore di calpestio trasmesso da rivestimenti di pavimentazioni su un solaio leggero normalizzato;

**UNI EN ISO 140-12** – Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico dai rumori trasmessi per via aerea e dal calpestio tra due ambienti attraverso un pavimento sopraelevato;

**UNI EN ISO 140-14** – Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 14: Linee guida per situazioni particolari in opera;

**UNI EN ISO 140-16** – Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 16: Misurazione in laboratorio dell'incremento del potere fonoisolante mediante rivestimento addizionale;

**UNI EN ISO 140-18** – Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 18: Misurazione.

**UNI EN 12354-1** – Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti;

**UNI EN 12354-2** – Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento acustico al calpestio tra ambienti;

**UNI EN 12354-3** – Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea;

**UNI EN 12354-4** – Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Trasmissione del rumore interno all'esterno;

**UNI EN 12354-6** – Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi.

#### *Materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera*

Per i materiali fonoisolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera.

La direzione dei lavori deve, inoltre, attivare i controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera ricorrendo, ove necessario, a carotaggi, sezionamenti, ecc. significativi dello strato realizzato.

### **NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**

#### **Art. 55. Rilievi, tracciati e capisaldi**

##### *Rilievi*

L'esecuzione dei lavori deve essere preceduta dal rilievo planimetrico dello stato di fatto da parte e a spese dell'esecutore, e in contraddittorio con la direzione dei lavori.

Il rilievo è necessario per la quantificazione delle opere di scavo a sezione obbligata o di sbancamento e di movimento terra in generale.

##### *Tracciati*

L'esecuzione delle opere di fondazione deve essere preceduta dal tracciamento sul terreno delle strutture portanti alla quota indicata dal progetto esecutivo.

##### *Capisaldi di livellazione*

Unitamente agli occorrenti disegni di progetto esecutivo, in sede di consegna sarà fornito all'appaltatore l'elenco dei capisaldi di livellazione a cui si dovrà riferire nell'esecuzione dei lavori. La verifica di tali capisaldi dovrà essere effettuata con tempestività, in modo che non oltre sette giorni dalla consegna possano essere segnalate alla direzione dei lavori eventuali difformità riscontrate.

L'appaltatore è responsabile della conservazione dei capisaldi, che non può rimuovere senza preventiva autorizzazione del direttore dei lavori

Per tutte le operazioni di livellazione, limitatamente a quanto non indicato espressamente nel presente capitolato, vige l'obbligo di riferirsi al testo intitolato *Guida alla progettazione e all'esecuzione delle livellazioni geometriche* della Commissione geodetica italiana (IGM, 1974), che viene a far parte del presente capitolato speciale d'appalto.

Il percorso della livellazione dovrà sempre consentire il controllo delle misure. Se la livellazione ha come scopo la determinazione di quote, la linea da istituire dovrà essere collegata ad uno o più capisaldi preesistenti. In tal caso, dovrà essere verificato che i dislivelli sui tratti contigui al caposaldo considerato siano rimasti invariati. La scelta del caposaldo da utilizzarsi deve essere comunque autorizzata dalla direzione dei lavori. La fase di segnalizzazione dei capisaldi e quella di misura devono essere separate da un adeguato intervallo di tempo, per consentire ai capisaldi di assumere un assetto stabile.

##### *Strumentazione*

Per tutti i lavori topografici dovranno essere utilizzati teodoliti con approssimazione angolare al secondo centesimale, accoppiati a distanziometri elettronici di precisione non inferiore a  $5 \text{ mm} \pm 10 E - 6 \cdot D$  (con  $D$  espressa in km). In alternativa, è possibile utilizzare la total station con prestazioni analoghe.

Per quanto riguarda le quote, si dovranno utilizzare dei livelli di precisione (autolivelli).

La strumentazione deve essere verificata prima dell'inizio delle operazioni di tracciamento.

## **Art. 56. Programma esecutivo dei lavori**

Come indicato nello Schema di contratto prima dell'inizio dei lavori, l'appaltatore deve predisporre e consegnare alla direzione lavori un programma esecutivo dei lavori, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa.

Tale programma dovrà essere coerente con i tempi contrattuali di ultimazione e deve essere approvato dalla direzione dei lavori, mediante apposizione di un visto, entro cinque giorni dalla data di ricevimento. Trascorso il predetto termine senza che la direzione dei lavori si sia pronunciata, il programma si intenderà accettato, fatte salve evidenti illogicità o indicazioni erronee palesemente incompatibili con il rispetto dei termini di ultimazione.

## **Art. 57. Oneri a carico dell'appaltatore. Impianto del cantiere e ordine dei lavori**

### *Impianto del cantiere*

L'appaltatore dovrà provvedere all'impianto del cantiere non oltre il termine indicato nello schema di contratto.

### *Vigilanza del cantiere*

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e guardia sia diurna che notturna del cantiere, nel rispetto dei provvedimenti antimafia, e la custodia di tutti i materiali, impianti e mezzi d'opera esistenti nello stesso (siano essi di pertinenza dell'appaltatore, del committente, o di altre ditte), nonché delle opere eseguite o in corso di esecuzione.

Ai sensi dell'art. 22 della legge 13 settembre 1982 n. 646, la custodia dei cantieri installati per la realizzazione di opere pubbliche deve essere affidata a persone provviste della qualifica di guardia particolare giurata.

In caso di inosservanza, si incorrerà nelle sanzioni previste dal comma 2 del citato art. 22 della legge n. 646/1982.

Tale vigilanza si intende estesa anche al periodo intercorrente tra l'ultimazione e il collaudo provvisorio dei lavori, salvo l'anticipata consegna delle opere alla stazione appaltante e per le sole opere consegnate.

Sono, altresì, a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e guardia del cantiere nei periodi di sospensione dei lavori, purché non eccedenti un quarto della durata complessiva prevista per l'esecuzione dei lavori stessi, e comunque quando non superino sei mesi complessivi.

Fermo restando l'obbligo della vigilanza nei periodi eccedenti i termini fissati in precedenza, ne verranno riconosciuti i maggiori oneri, sempre che l'appaltatore non richieda e ottenga di essere sciolto dal contratto.

### *Ordine dell'esecuzione dei lavori*

In linea generale, l'appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo a lui più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale purché, a giudizio della direzione dei lavori, ciò non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere e agli interessi della stazione appaltante.

Questa, ad ogni modo, si riserva il diritto di stabilire la precedenza o il differimento di un determinato tipo di lavoro, o l'esecuzione entro un congruo termine perentorio, senza che l'appaltatore possa rifiutarsi o richiedere particolari compensi. In questo caso, la disposizione dell'amministrazione costituirà variante al programma dei lavori.

### *Oneri per le pratiche amministrative*

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per le pratiche presso amministrazioni ed enti per permessi, licenze, concessioni, autorizzazioni per opere di presidio, occupazioni temporanee di suoli pubblici o privati, apertura di cave di prestito, uso di discariche, interruzioni provvisorie di pubblici servizi, attraversamenti, cautelamenti, trasporti speciali, nonché le spese ad esse relative per tasse, diritti, indennità, canoni, cauzioni, ecc.

In difetto rimane ad esclusivo carico dell'appaltatore ogni eventuale multa o contravvenzione, nonché il risarcimento degli eventuali danni.

### *Osservanza di leggi e norme tecniche*

L'esecuzione dei lavori in appalto nel suo complesso è regolata dal presente capitolato speciale d'appalto e, per quanto non in contrasto con esso o in esso non previsto e/o specificato, valgono le norme, le disposizioni e i regolamenti appresso richiamati.

TESTO UNICO EDILIZIA

---

**D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380** – Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia.

NORME TECNICHE STRUTTURALI

---

**Legge 5 novembre 1971, n. 1086** – Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica;

**Legge 2 febbraio 1974, n. 64** – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;

**C.M. 9 gennaio 1980, n. 20049** – Legge 5 novembre 1971, n. 1086. Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato;

**D.M. 20 novembre 1987** – Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento;

**D.M. 11 marzo 1988** – Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;

**C.M. 24 settembre 1988, n. 30483** – Legge 2 febbraio 1974, n. 64, art. 1. D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione;

**C.M. 4 gennaio 1989, n. 30787** – Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo degli edifici in muratura e per il consolidamento;

**C.M. 16 marzo 1989, n. 31104** – Legge 2 febbraio 1974, n. 64, art. 1. Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate;

**D.M. 9 gennaio 1996** – Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche;

**D.M. 16 gennaio 1996** – Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche;

**D.M. 16 gennaio 1996** – Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi;

**C.M. 4 luglio 1996, n. 156AA.GG./STC** – Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi, di cui al D.M. 16 gennaio 1996;

**C.M. 15 ottobre 1996, n. 252 AA.GG./S.T.C.** – Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche, di cui al D.M. 9 gennaio 1996;

**C.M. 29 ottobre 1996** – Istruzioni generali per la redazione dei progetti di restauro nei beni architettonici di valore storico-artistico in zona sismica;

**C.M. 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG.** – Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche, di cui al D.M. 16 gennaio 1996;

**C.M. 14 dicembre 1999, n. 346/STC** – Legge 5 novembre 1971, n. 1086, art. 20. Concessione ai laboratori per prove sui materiali da costruzione;

**Ord.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274** – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;

**D.M. 14 settembre 2005** – Norme tecniche per le costruzioni;

**D.M. 14 gennaio 2008** – Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni;

**D.M. 6 maggio 2008** – Integrazione al decreto 14 gennaio 2008 di approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni.

**C.M. 2 febbraio 2009, n. 617** – Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

#### PRODOTTI DA COSTRUZIONE

**D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246** – Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione;

**D.M. 9 maggio 2003, n. 156** – Criteri e modalità per il rilascio dell'abilitazione degli organismi di certificazione, ispezione e prova nel settore dei prodotti da costruzione, ai sensi dell'articolo 9, comma 2, del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246;

**D.M. 5 marzo 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Isolanti termici per edilizia»;

**D.M. 5 marzo 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Accessori per serramenti»;

**D.M. 5 marzo 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità dei «Sistemi fissi di estinzione incendi. Sistemi equipaggiati con tubazioni»;

**D.M. 5 marzo 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Sistemi per il controllo di fumo e calore»;

**D.M. 5 marzo 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità dei «Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio»;

**D.M. 5 marzo 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità delle «Installazioni fisse antincendio»;

**D.M. 5 marzo 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Sistemi fissi di lotta contro l'incendio. Sistemi a polvere»;

**D.M. 5 marzo 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità per gli «Impianti fissi antincendio. Componenti per sistemi a CO<sub>2</sub>»;

**D.M. 5 marzo 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità per i «Sistemi fissi di lotta contro l'incendio. Componenti di impianti di estinzione a gas»;

**D.M. 11 aprile 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di aggregati;

**D.M. 11 aprile 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di appoggi strutturali;

**D.M. 11 aprile 2007** – Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di geotessili e prodotti affini.

#### PREVENZIONE INCENDI

**D.M. 15 settembre 2005** – Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi;

**D.M. 16 febbraio 2007** – Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione;

**D.M. 9 marzo 2007** – Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco.

#### IMPIANTI ALL'INTERNO DEGLI EDIFICI

**Legge 5 marzo 1990, n. 46** – Norme per la sicurezza degli impianti;

**D.M. 22 gennaio 2008, n. 37** – Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;

**C.M. 27 febbraio 2007, n. 11411** – Utilizzazione di raccordi a pressione in reti di adduzione di gas negli edifici civili.

#### RENDIMENTO ENERGETICO NELL'EDILIZIA

**D.M. 27 luglio 2005** – Norma concernente il regolamento d'attuazione della legge 9 gennaio 1991, n. 10 (articolo 4, commi 1 e 2), recante norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia;

**D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192** – Attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**D.Lgs. 29 dicembre 2006, n. 311** – Disposizioni correttive e integrative al decreto legislativo n. 192 del 2005, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia;

**D.P.R. 2 aprile 2009, n. 59** - Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

#### BARRIERE ARCHITETTONICHE

**Legge 9 gennaio 1989, n. 13** – Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati;

**D.M. 14 giugno 1989, n. 236** – Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche;

**D.P.R. 24 luglio 1996, n. 503** – Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche, negli edifici, spazi e servizi pubblici.

#### ESPROPRIAZIONE PER PUBBLICA UTILITÀ

**D.P.R. 8 giugno 2001, n. 327** – Testo unico sulle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazioni per pubblica utilità.

#### RIFIUTI E AMBIENTE

**D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22** – Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/Ce sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio;

**D.M. 8 maggio 2003, n. 203** – Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo;

**D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152** – Norme in materia ambientale;

**Legge 28 gennaio 2009, n. 2** – Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 29 novembre 2008, n. 185, recante misure urgenti per il sostegno a famiglie, lavoro, occupazione e impresa e per ridisegnare in funzione anti-crisi il quadro strategico nazionale.

#### ACQUE

**D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152** – Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

#### BENI CULTURALI E DEL PAESAGGIO

**D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42** – Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'art. 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137.

#### NUOVO CODICE DELLA STRADA

**D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285** – Nuovo codice della strada.

#### CONTRATTI PUBBLICI

**Legge 20 marzo 1865, n. 2248** – Legge sui lavori pubblici (Allegato F);

**D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 554** – Regolamento di attuazione della legge 11 febbraio 1994, n. 109 (legge quadro in materia di lavori pubblici), e successive modificazioni;

**D.M. 19 aprile 2000, n. 145** – Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 3, comma 5, della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni;

**Legge 21 dicembre 2001, n. 443** – Delega al governo in materia di infrastrutture e insediamenti produttivi strategici e altri interventi per il rilancio delle attività produttive;

**D.Lgs. 12 aprile 2006, n. 163** – Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE.

#### SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO

**D.Lgs. 9 aprile 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.

#### Art. 58. Integrazione del piano di manutenzione dell'opera

Il direttore dei lavori, inoltre, raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta (ed eventuali schede dei prodotti), nonché le istruzioni per la manutenzione ai fini dell'integrazione o dell'aggiornamento del piano di manutenzione dell'opera.

In riferimento al comma precedente, l'esecutore è obbligato a trasmettere al direttore dei lavori le istruzioni e/o le schede tecniche di manutenzione e di uso rilasciate dal produttore dei materiali o degli impianti tecnologici installati.

## MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE EDILIZIE

### Art. 59. Scavi a sezione obbligata e sbancamenti in generale

#### *Generalità*

Per gli scavi di sbancamento generale e/o per quelli a sezione obbligata e per la formazione dei rinterri e dei rilevati si farà riferimento esclusivamente ai disegni di progetto esecutivo e alle ulteriori prescrizioni della direzione dei lavori.

#### *Ricognizione*

L'appaltatore, prima di eseguire gli scavi o gli sbancamenti previsti deve verificare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, ecc., eventualmente non indicati (o indicati erroneamente) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto.

#### *Smacchiamento dell'area*

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per lo smacchiamento generale della zona interessata dai lavori, ivi incluso il taglio di alberi, di siepi e l'estirpazione di eventuali ceppaie.

La terra vegetale eventualmente asportata, per la profondità preventivamente concordata con la direzione dei lavori, non dovrà essere mescolata con il terreno sottostante. La terra vegetale deve essere accumulata in cantiere nelle aree indicate dalla direzione dei lavori.

#### *Riferimento ai disegni di progetto esecutivo*

Per gli scavi di sbancamento generale e/o per quelli a sezione obbligata e per la formazione dei rinterri e dei rilevati si farà riferimento esclusivamente ai disegni di progetto esecutivo e alle prescrizioni della direzione dei lavori.

#### *Splateamento e sbancamento*

Nei lavori di splateamento o di sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di 150 cm, è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno.

#### *Scavi a sezione obbligata*

Gli scavi a sezione obbligata devono essere effettuati fino alle profondità indicate nel progetto esecutivo, con le tolleranze ammesse.

Gli scavi a sezione obbligata eventualmente eseguiti oltre la profondità prescritta devono essere riportati al giusto livello con calcestruzzo magro o sabbione, a cura e a spese dell'appaltatore.

Eventuali tubazioni esistenti che devono essere abbandonate dovranno essere rimosse dall'area di scavo di fondazione. Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di 150 cm, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno.

I sistemi di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi di almeno 30 cm.

Idonee armature e precauzioni devono essere adottate nelle sottomurazioni, e quando in vicinanza dei relativi scavi vi siano fabbriche o manufatti le cui fondazioni possano essere scoperte o indebolite dagli scavi.

#### *Scavi in presenza d'acqua*

Sono definiti *scavi in acqua* quelli eseguiti in zone del terreno dove la falda acquifera, pur ricorrendo ad opere provvisorie di eliminazione per ottenere un abbassamento della falda, sia costantemente presente ad un livello di almeno 20 cm dal fondo dello scavo.

Nel prosciugamento è opportuno che la superficie freatica si abbassi oltre la quota del fondo dello scavo per un tratto di 40-60 cm, inversamente proporzionale alla granulometria del terreno in esame.

#### *Pompe di aggettamento*

Le pompe di aggettamento (o di drenaggio) devono essere predisposte dall'appaltatore in quantità, portata e prevalenza sufficienti a garantire nello scavo una presenza di acqua di falda inferiore a 20 cm e, in generale, per scavi poco profondi.



L'impiego delle pompe di aggettamento potrà essere richiesto a giudizio insindacabile della direzione dei lavori, e per il loro impiego verrà riconosciuto all'appaltatore il compenso convenuto.

I sistemi di prosciugamento del fondo adottati dall'appaltatore devono essere accettati dalla direzione dei lavori, specialmente durante l'esecuzione di strutture in cemento armato, al fine di prevenire il dilavamento del calcestruzzo o delle malte.

#### *Prosciugamento dello scavo con sistema Wellpoint*

Lo scavo di fondazione può essere prosciugato con l'impiego del sistema Wellpoint ad anello chiuso (con collettori perimetrali su entrambi i lati), in presenza di terreni permeabili per porosità, come ghiaie, sabbie, limi, argille e terreni stratificati. Tale metodo comporterà l'utilizzo di una serie di minipozzi filtranti (Wellpoint), con profondità maggiore di quella dello scavo, collegati con un collettore principale di asperazione munito di pompa autoadescante, di altezza tale da garantire il prosciugamento dello scavo. Le pompe devono essere installate nell'area circostante al terreno in cui necessita tale abbassamento. Le tubazioni, di diametro e di lunghezza adeguata, dovranno scaricare e smaltire le acque di aggettamento con accorgimenti atti ad evitare interramenti o ostruzioni.

L'impianto di drenaggio deve essere idoneo:

- alle condizioni stratigrafiche dei terreni interessati, rilevate fino ad una profondità almeno doppia rispetto a quella di prefissata per lo scavo;
- alla permeabilità dei terreni interessati, rilevata mediante prove *in situ*.

L'impresa potrà utilizzare caditoie esistenti, ove possibile, senza creare ad immissione ultimata intasamenti alla naturale linea di smaltimento meteorica.

#### *Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione*

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazioni concorrenti nei cavi, l'esecuzione di opere provvisoriale per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere, in generale.

#### *Impiego di esplosivi*

L'uso di esplosivi per l'esecuzione di scavi è vietato.

#### *Deposito di materiali in prossimità degli scavi*

È vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle opportune puntellature.

#### *Presenza di gas negli scavi*

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, devono essere adottate idonee misure contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo ad infiltrazione di sostanze pericolose.

Quando si sia accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione. Deve, inoltre, vietarsi, anche dopo la bonifica – se siano da temere emanazioni di gas pericolosi – l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti ad incendiare il gas.

#### *Sistemazione di strade, accessi e ripristino passaggi*

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la sistemazione delle strade e dei collegamenti esterni ed interni e la collocazione, ove necessario, di ponticelli, andatoie, rampe e scalette di adeguata portanza e sicurezza.

Prima di dare inizio a lavori di sistemazione, varianti, allargamenti e attraversamenti di strade esistenti, l'impresa è tenuta ad informarsi dell'eventuale esistenza di cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, gasdotti, fognature) nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi. In caso affermativo, l'impresa dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere o impianti (Enel, Telecom, P.T., comuni, consorzi, società, ecc.) la data presumibile dell'esecuzione dei lavori nelle zone interessate, chiedendo, altresì, tutti quei dati (ubicazione, profondità, ecc.) necessari al fine di eseguire tutti i lavori con le opportune cautele, onde evitare danni alle suddette opere.

Qualora, nonostante le cautele usate, si dovessero manifestare danni ai cavi o alle condotte, l'impresa dovrà procedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade che agli enti proprietari delle opere danneggiate oltretutto, naturalmente, alla direzione dei lavori.

Fanno, comunque, carico alla stazione appaltante gli oneri relativi a eventuali spostamenti temporanei e/o definitivi di cavi o condotte.

#### *Manutenzione degli scavi*

Gli scavi di fondazione dovranno essere mantenuti asciutti, in relazione al tipo di lavoro da eseguire.  
Si dovranno proteggere le zone scavate e le scarpate per evitare eventuali scoscendimenti e/o franamenti.  
Rifiuti e macerie dovranno essere asportati dagli scavi prima dell'esecuzione delle opere susseguenti.

#### **Art. 60. Divieti per l'appaltatore dopo l'esecuzione degli scavi**

L'appaltatore, dopo l'esecuzione degli scavi di fondazione o di sbancamento, non può iniziare l'esecuzione delle strutture di fondazione prima che la direzione dei lavori abbia verificato la rispondenza geometrica degli scavi o degli sbancamenti alle prescrizioni del progetto esecutivo, e l'eventuale successiva verifica geologica e geotecnica del terreno di fondazione.

#### **Art. 61. Riparazione di sottoservizi**

L'appaltatore ha l'obbligo e l'onere di riparare o di provvedere al pagamento delle spese di riparazione alle aziende erogatrici di eventuali sottoservizi (allacci fognari, tubazione di adduzione acqua, gas, ecc.) danneggiati dall'impresa durante l'esecuzione degli scavi e delle demolizioni.

#### **Art. 62. Rilevati e rinterri**

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature o le strutture di fondazione, o da addossare alle murature o alle strutture di fondazione, e fino alle quote prescritte dagli elaborati progettuali o dalla direzione dei lavori, si impiegheranno in generale, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili e adatte, a giudizio della direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Qualora venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla direzione dei lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature o alle strutture di fondazione, si dovranno sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammoliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti, dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza non superiori a 30 cm, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati e così da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

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

È vietato addossare terrapieni a murature o strutture in cemento armato di recente realizzazione e delle quali si riconosca non completato il processo di maturazione.

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

È obbligo dell'appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione le dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché, al momento del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

#### **Art. 63. Paratie e diaframmi**

##### *Generalità*

Le paratie e i diaframmi costituiscono strutture di fondazione infisse o costruite in opera a partire dalla superficie del terreno, con lo scopo di realizzare tenuta all'acqua e anche a sostegno di scavi.

Le paratie e i diaframmi potranno essere:

- del tipo a palancole metalliche infisse;
- del tipo a palancole prefabbricate con calcestruzzo armato centrifugato infisse;
- del tipo a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati;
- a diaframma gettato in opera di calcestruzzo armato;

Devono essere precisate le modalità di esecuzione, con particolare riguardo agli accorgimenti previsti per garantire i getti dagli eventuali dilavamenti e sottopressioni, nonché la natura e le caratteristiche dei materiali che saranno impiegati.

## *Palancole infisse*

### *Paratie a palancole metalliche infisse*

Le palancole metalliche, di sezione varia, devono rispondere comunque ai seguenti requisiti fondamentali:

- adeguata resistenza agli sforzi di flessione;
- facilità di infissione;
- impermeabilità delle giunzioni;
- facilità di estrazione e reimpiego (ove previsto);
- elevata protezione contro le corrosioni.

L'infissione delle palancole sarà effettuata con i sistemi normalmente in uso.

Il maglio dovrà essere di peso complessivo non minore del peso delle palancole comprensivo della relativa cuffia.

Devono essere adottate speciali cautele affinché durante l'infissione gli incastri liberi non si deformino e rimangano puliti da materiali, così da garantire la guida alla successiva palanca.

A tale scopo, gli incastri prima dell'infissione devono essere riempiti di grasso.

Durante l'infissione si dovrà procedere in modo che le palancole rimangano perfettamente verticali, non essendo ammesse deviazioni, disallineamenti o fuoriuscite dalle guide.

Per ottenere un più facile affondamento, specialmente in terreni ghiaiosi e sabbiosi, l'infissione, oltre che con la battitura, potrà essere realizzata con il sussidio dell'acqua in pressione fatta arrivare, mediante un tubo metallico, sotto la punta della palanca.

Se durante l'infissione si verificassero fuoriuscite dalle guide, disallineamenti o deviazioni non tollerabili a giudizio della direzione dei lavori, la palanca dovrà essere rimossa e reinfissa o sostituita, sedanneggiata.

Per ulteriori informazioni, si rimanda alle prescrizioni delle norme **UNI EN 10248-1**, **UNI EN 10248-2**, **UNI EN 10249** e **UNI EN 10249-2**.

### *Paratie a palancole prefabbricate in calcestruzzo armato centrifugato*

Le palancole prefabbricate saranno centrifugate a sezione cava.

Il conglomerato cementizio impiegato dovrà avere una resistenza caratteristica a 28 giorni non inferiore a 40 N/mm<sup>2</sup> e dovrà essere esente da porosità o altri difetti. Il cemento sarà ferrico pozzolanico, pozzolanico o d'altoforno.

Potrà essere richiesto, per infissione con battitura in terreni tenaci, l'inserimento nel getto di puntazza metallica.

L'operazione d'infissione sarà regolata da prescrizioni analoghe a quelle stabilite per i pali in calcestruzzo armato centrifugato, di cui al successivo articolo.

Nel caso specifico, particolare cura dovrà essere posta nell'esecuzione dei giunti, da sigillare con getto di malta cementizia.

## *Paratie costruite in opera*

### *Paratie a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati*

Le paratie saranno di norma realizzate mediante pali di calcestruzzo armato eseguiti in opera accostati fra loro e collegati in sommità da un cordolo di calcestruzzo armato.

Per quanto riguarda le modalità di esecuzione dei pali, si rinvia a quanto fissato nel relativo articolo.

Nel caso specifico, particolare cura dovrà essere posta nell'accostamento dei pali fra loro e nel mantenere la verticalità dei pali stessi.

### *Diaframmi in calcestruzzo armato*

In linea generale, i diaframmi saranno costruiti eseguendo lo scavo del terreno a qualsiasi profondità, con benna o altro sistema idoneo a dare tratti di scavo (conci) della lunghezza singola di norma non inferiore a 2,50 m.

Lo scavo verrà eseguito con l'ausilio di fango bentonitico per evacuare i detriti, e per il sostegno provvisorio delle pareti. I fanghi di bentonite da impiegare nello scavo devono essere costituiti di una miscela di bentonite attivata, di ottima qualità, e acqua, di norma nella proporzione di 8÷16 kg di bentonite asciutta per 100 litri d'acqua, salvo la facoltà della direzione dei lavori di ordinare una diversa dosatura.

Il contenuto in sabbia finissima dovrà essere inferiore al 3% in massa della bentonite asciutta.

Eseguito lo scavo e posta in opera l'armatura metallica interessante il concio, opportunamente sostenuta e mantenuta in posizione durante il getto, sarà effettuato il getto del conglomerato cementizio, con l'ausilio di opportuna prolunga o tubo di getto, la cui estremità inferiore sarà tenuta almeno due metri al di sotto del livello del fango, al fine di provocare il rifluimento in superficie dei fanghi bentonitici e di eseguire senza soluzioni di continuità il getto stesso.

Il getto dovrà essere portato fino ad una quota superiore di circa 50 cm a quella di progetto.

I getti dei calcestruzzi saranno eseguiti solo dopo il controllo della profondità di scavo raggiunta e la verifica dell'armatura da parte della direzione dei lavori.

Nella ripresa dei getti, da concio a concio, si adotteranno tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare distacchi, discontinuità e differenze nei singoli conci.

L'allineamento planimetrico della benna di scavo del diaframma sarà ottenuto di norma con la formazione di guide o corree in calcestruzzo anche debolmente armato.

#### *Prove e verifiche sul diaframma*

Oltre alle prove di resistenza sui calcestruzzi e sugli acciai impiegati previsti dalle vigenti norme tecniche, la direzione dei lavori potrà richiedere prove di assorbimento per singoli pannelli, nonché eventuali carotaggi per la verifica della buona esecuzione dei diaframmi stessi.

### **Art. 64. Fondazioni dirette**

#### *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 esecutivo. 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.

*Controllo della rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva* In corso d'opera, il direttore dei lavori deve controllare la rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto esecutivo e la situazione effettiva del terreno.

#### *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 esecutivi delle strutture.

### **Art. 65. Pali di fondazione<sup>10</sup>**

#### *Definizioni*

##### *Pali trivellati*

I pali trivellati sono quelli ottenuti per asportazione del terreno e sua sostituzione con calcestruzzo armato. Durante la perforazione, la stabilità dello scavo può essere ottenuta con l'ausilio di fanghi bentonitici, ovvero tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio.

##### *Pali trivellati ad elica continua*

I pali trivellati ad elica continua sono i pali realizzati mediante infissione per rotazione di una trivella ad elica continua e successivo getto di calcestruzzo, fatto risalire dalla base del palo attraverso il tubo convogliatore interno all'anima dell'elica, con portate e pressioni controllate.

L'estrazione dell'elica deve avvenire contemporaneamente all'immissione del calcestruzzo.

#### *Pali di medio e grande diametro*

<sup>10</sup> Riferimenti: RFI: Capitolato costruzioni opere civili – Sez. VII: Pali.

### *Pali trivellati*

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato.

In particolare:

- la perforazione a secco senza rivestimento non è ammessa. In casi particolari potrà essere adottata, previa informazione alla direzione dei lavori, solo in terreni fortemente cementati o argillosi, caratterizzati da valori della coesione non drenata;
- la perforazione a secco è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro;
- la perforazione a fango non è di norma ammessa in terreni molto aperti, privi di frazioni medio-fini ( $D_{10} > 4 \text{ mm}$ ).

### *Pali trivellati ad elica continua*

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

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

### *Attrezzature di scavo*

La scelta delle attrezzature di scavo o di battitura e i principali dettagli esecutivi dovranno essere comunicati dall'appaltatore alla direzione dei lavori.

### *Tolleranze dimensionali*

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

- coordinate planimetriche del centro del palo (rispetto al diametro del palo):  $\pm 10\%$  (max 5 cm);
- deviazione dell'asse del palo rispetto all'asse di progetto (verticalità):  $\leq \pm 2\%$ ;
- lunghezza:
  - pali aventi diametro  $< 600 \text{ mm}$ :  $\pm 15 \text{ cm}$ ;
  - pali aventi diametro  $> 600 \text{ mm}$ :  $\pm 25 \text{ cm}$ .
- diametro finito:  $\pm 5\%$ ;
- quota di testa palo:  $\pm 5 \text{ cm}$ .

L'impresa è tenuta ad eseguire, a suoi esclusivi oneri e spesa, tutte le sostitutive e/o complementari che a giudizio della direzione dei lavori, sentito il progettista, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi e opere di collegamento.

### *Materiali*

#### *Armature metalliche*

Le armature metalliche dovranno essere costituite da barre ad aderenza migliorata. Le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali.

I pali dovranno essere armati per tutta la lunghezza.

Le armature verranno pre-assemblate fuori opera in gabbie e i collegamenti dovranno essere realizzati con doppia legatura in filo di ferro o con morsetti.

Nel caso di utilizzo di acciaio saldabile ai sensi delle norme tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008 è possibile ricorrere alla saldatura (puntatura) delle staffe, o dei cerchioni irrigidenti con i ferri longitudinali, al fine di rendere le gabbie d'armatura in grado di sopportare le sollecitazioni di movimentazione. Per le saldature devono essere rispettate le prescrizioni riportate in questo capitolato, relative alle verifiche da eseguire per accertarsi che la saldatura non abbia indotto riduzioni di resistenza nelle barre.

Gli elettrodi o i fili utilizzati devono essere di composizione tale da non introdurre fenomeni di fragilità.

Le armature trasversali dovranno contrastare efficacemente gli spostamenti delle barre longitudinali verso l'esterno. Le staffe dovranno essere chiuse e risvoltate verso l'interno.

L'interasse delle staffe non dovrà essere superiore a 20 cm, e il diametro dei ferri non inferiore a 10 mm. Non è consentito l'uso delle armature elicoidali ove non siano fissate solidamente ad ogni spira a tutte le armature longitudinali intersecate.

In corso d'opera, la frequenza dei prelievi per le prove di verifica di cui sopra, sarà di tre campioni di barra longitudinale e di staffa ogni 200-500 ml di gabbia.

L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta *in situ* senza poggiarla sul fondo del foro.

Al fine di irrigidire le gabbie d'armatura, potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre di armatura. Detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre verticali legate ad anelli irrigidenti orizzontali.

Orientativamente, a seconda delle dimensioni e della lunghezza del palo, potrà provvedersi un cerchiante ogni 2,5-3 m. Non è ammessa la distribuzione delle barre verticali su doppio strato. L'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7,5 cm.

Le gabbie di armatura dovranno essere dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura e di un copriferro netto minimo di 4-5 cm rispetto al rivestimento definitivo, o di 6-7 cm rispetto al diametro nominale del foro, nel caso di pali trivellati. Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centratori dovranno essere posti a gruppi di tre o quattro, regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3-4 m.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno essere messe in opera prima del getto. Ove fosse necessario, è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a 40 diametri, mediante impiego di un adeguato numero di morsetti.

#### *Rivestimenti metallici*

Le caratteristiche geometriche dei rivestimenti, sia provvisori che definitivi, saranno conformi alle prescrizioni di progetto esecutivo.

Le caratteristiche meccaniche e di rigidità (spessore e inerzia) dovranno essere sufficienti a consentire il trasporto, il sollevamento e l'infissione, senza che gli stessi subiscano danni, ovalizzazioni, ecc.

Per i pali battuti, infissi senza alcuna asportazione di terreno, il dimensionamento dei tubi di rivestimento potrà essere realizzato con il metodo dell'onda d'urto.

I rivestimenti definitivi dei pali infissi e gettati in opera dovranno avere la base piatta e saldata al fusto, in modo da resistere alle sollecitazioni di battitura e di ribattitura, evitare infiltrazioni di acqua e non avere sporgenze esterne.

Nel caso di pali da realizzare in ambienti aggressivi, la superficie esterna del palo dovrà essere rivestita con materiali protettivi adeguati (per esempio, vernici a base di poliuretano-catrame), previa approvazione del direttore dei lavori.

#### *Fanghi bentonitici*

Nella realizzazione delle opere è ammesso esclusivamente l'uso di fanghi bentonitici.

La scelta del tipo di bentonite, certificato dal fornitore, è assoggettata alla sua affinità con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.

Sul fango bentonitico dovranno essere eseguiti controlli di qualità per determinare i seguenti parametri:

- caratteristiche della bentonite;
- caratteristiche dell'acqua;
- densità del fango bentonitico fresco;
- densità, viscosità, temperatura e pH del fango bentonitico pronto per l'impiego;
- caratteristiche del fango bentonitico nell'interno dello scavo, prima del getto;
- contenuto in sabbia del fango  $\leq 5\%$ ;
- densità  $\leq 1,15 \text{ t/m}^3$ .

#### *Modalità esecutive*

##### *Pali trivellati con fanghi bentonitici*

#### *Attrezzatura*

Per la perforazione saranno utilizzate attrezzature semoventi equipaggiate con rotary. L'utensile di scavo sarà il più idoneo in relazione alla natura e consistenza dei terreni da scavare.

Numero, potenza e capacità operativa delle attrezzature dovranno essere tali da consentire la realizzazione dei pali nei tempi previsti alla luce delle condizioni ambientali, litologiche e idrogeologiche dei terreni da attraversare, nonché alle dimensioni dei pali da eseguire.

#### *Preparazione del fango bentonitico*

Il fango bentonitico dovrà essere preparato e utilizzato in accordo alle modalità progettuali.

#### *Perforazione*

Se necessario, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione plano-altimetrica della sommità del palo o di difesa dall'erosione del terreno nelle fasi di immissione e risalita dell'utensile di perforazione.

La distanza minima fra gli assi di due perforazioni attigue, in corso, appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire eventuali fenomeni di interazione e, comunque, non inferiore ai 5 diametri. Qualora in fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del calcestruzzo, ecc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima e ultimarla solo nell'imminenza del getto.

Una volta raggiunte le profondità previste dal progetto, si provvederà alla sostituzione del fango di perforazione fino al raggiungimento dei prescritti valori del contenuto in sabbia, e alla eventuale pulizia del fondo foro con gli utensili più adatti (per esempio, il cleaning bucket).

Per la rimonta del fango di perforazione da sostituire prima del getto, si potrà utilizzare uno dei seguenti sistemi:

- eiettore (air lifting);
- pompa sommersa per fanghi;
- pompa-vuoto applicata in testa al tubo-getto.

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei o di strati rocciosi o cementati, e per conseguire un adeguato immorsamento in substrati di roccia dura, si potrà ricorrere all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati alla natura dell'ostacolo e, comunque, dotati alla sommità di un anello di forma appropriata per la guida dell'utensile.

In alternativa all'uso dello scalpello possono essere utilizzate eliche da roccia aventi spirali rinforzate e denti idonei allo stato di fessurazione della roccia da perforare.

L'impiego dello scalpello comporterà l'adozione di un rivestimento provvisorio, spinto sino al tetto della formazione lapidea, allo scopo di evitare urti e rimbalzi laterali dello scalpello contro le pareti del foro.

#### *Armature*

Completata la perforazione, si provvederà alla posa in opera della gabbia delle armature, preassemblata, in conformità con le specifiche previste in questo capitolato o secondo le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori.

Nel caso che il palo attraversi strati sede di falda acquifera in movimento, con pericolo di dilavamento del calcestruzzo in fase di maturazione, in corrispondenza di questi strati la gabbia sarà avvolta da una camicia tubolare di lamierino in acciaio di spessore non inferiore a 1 mm.

#### *Getto del calcestruzzo*

Il getto del calcestruzzo avverrà impiegando il tubo di convogliamento. Esso sarà costituito da sezioni non più lunghe di 3 m di tubo in acciaio avente diametro interno di 20-26 cm.

L'interno del tubo sarà pulito, privo di irregolarità e strozzature. Le giunzioni tra sezione e sezione saranno del tipo filettato, senza manicotto (filettatura in spessore) o con manicotti esterni che comportino un aumento di diametro non superiore a 2 cm. Sono escluse le giunzioni a flangia.

Il tubo sarà provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di almeno 0,5- 0,6 m<sup>3</sup>, e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento.

Prima di installare il tubo getto sarà eseguita un'ulteriore misura del fondo foro. Qualora lo spessore del deposito superi i 20 cm si provvederà all'estrazione della gabbia d'armatura e alle operazioni di pulizia.

Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a circa 30-60 cm dal fondo della perforazione. Al fine di evitare azioni di contaminazione o dilavamento del primo calcestruzzo gettato, prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da un involucro di carta o plastica, riempito con vermiculite granulare, palline di polistirolo o sabbia.

Durante il getto di calcestruzzo il tubo convogliatore sarà opportunamente manovrato, in modo da favorire l'uscita e la risalita del calcestruzzo evitando, altresì, la segregazione della malta dagli inerti.

Previa verifica del livello raggiunto, utilizzando uno scandaglio metallico a fondo piatto, nel corso del getto il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi, sempre conservando un'immersione minima nel calcestruzzo di 2 m.

Il getto di calcestruzzo dovrà essere portato ad almeno 0,5-1 m al di sopra delle quote di progetto della testa palo, per consentire di eliminare la parte superiore del palo (scapitozzatura).

All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di calcestruzzo pari a quello del tubo di getto e di almeno 3 o 4 m di palo.

È prescritta una cadenza di getto non inferiore a 15 m<sup>3</sup>/ora.

Durante le operazioni di getto, al termine dello scarico di ogni betoniera, l'appaltatore dovrà verificare la quota di riempimento del palo, in modo da avere un immediato raffronto fra la quota teorica e la quota raggiunta.

#### *Controlli e documentazione*

Per ciascun palo, l'appaltatore dovrà redigere una scheda indicante:

- numero progressivo del palo (riferito ad una planimetria);

- dati tecnici dell'attrezzatura;
- profondità di perforazione;
- informazioni relative alla stratigrafia locale;
- volumi e grafico del getto.

In presenza di anomalie e/o differenze rispetto alla stratigrafia prevista, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto, l'appaltatore dovrà informare tempestivamente la direzione dei lavori.

#### *Pali trivellati con rivestimento provvisorio*

##### *Attrezzature*

Le attrezzature per l'esecuzione dei pali trivellati con rivestimento provvisorio dovranno essere costituite da:

- escavatori;
- morsa muovi-colonna;
- vibromorsa;
- utensile di scavo.

##### ESCAVATORI

---

Per gli escavatori valgono le specifiche valide per i fanghi bentonitici.

##### MORSA MUOVI-COLONNA

---

La morsa dovrà essere costituita da un telaio rigido di supporto, sul quale viene posto un collare metallico, a tre settori, dotato di un martinetto di chiusura per il serraggio della colonna di rivestimento. Sul telaio di supporto, collegato all'escavatore, saranno montati:

- due martinetti di oscillazione, sincronizzati, che imprimono un movimento rotatorio alla colonna;
- due martinetti di infissione ed estrazione della colonna, a funzionamento indipendente, che consentono anche di correggere eventuali deviazioni della colonna.

Il diametro nominale del collare dovrà corrispondere al diametro del palo. Sarà consentito l'impiego di opportune riduzioni.

Le caratteristiche dei martinetti e del circuito idraulico di funzionamento dovranno essere in grado di sviluppare spinta, momento torcente e serraggio della colonna adeguati al diametro e alla lunghezza del palo da realizzare.

##### VIBROMORSA

---

Per la vibromorsa valgono le prescrizioni per i pali vibro-infissi gettati in opera con tubo-forma provvisorio.

##### UTENSILE DI SCAVO

---

Per lo scavo entro la colonna di rivestimento provvisoria si utilizzerà l'utensile più adatto al tipo di terreno, prevedendo, ove necessario, l'impiego di scalpello ad elevata energia demolitrice.

##### *Tubi-forma*

La tubazione sarà costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni connessi tra loro mediante innesti speciali del tipo maschio/femmina.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta imprimendole un movimento rototraslatorio, mediante adeguata attrezzatura rotary e/o morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure, in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi, applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza. In questo secondo caso, la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni ma anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo. È ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purché non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

##### *Perforazione*

La perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della scarpa del tubo di rivestimento.

Nel caso di presenza di falda, il foro dovrà essere costantemente tenuto pieno d'acqua (o eventualmente di fango bentonitico), con un livello non inferiore a quello della piezometrica della falda. Lo scavo all'interno sarà approfondito sino alla quota di progetto.

L'infissione sotto-scarpa della colonna di rivestimento dovrà consentire di evitare rifluimenti a fondo foro.

##### *Armature*

Per le armature devono applicarsi le specifiche previste dal presente capitolato speciale e le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori.



#### *Getto del calcestruzzo*

Il getto avverrà conformemente alle specifiche per i pali trivellati con fanghi bentonitici, provvedendo, altresì, alla contemporanea estrazione del tubo-forma provvisorio, la cui scarpa dovrà restare sotto un battente minimo di calcestruzzo non inferiore a 3 m.

#### *Controlli e documentazione*

Per i controlli e la documentazione, valgono le prescrizioni per i pali battuti gettati in opera con rivestimento definitivo.

#### *82.3.1 Pali trivellati ad elica continua*

Questo tipo di palo potrà essere utilizzato solo se esplicitamente previsto in progetto.

#### *Attrezzature*

Si utilizzeranno escavatori equipaggiati con rotary a funzionamento idraulico o elettrico montate su asta di guida, e dotate di dispositivo di spinta.

L'altezza della torre e le caratteristiche della rotary (coppia, spinta) dovranno essere commisurate alla profondità da raggiungere.

L'equipaggiamento di cantiere dovrà comprendere la disponibilità di pompe per calcestruzzo in numero adeguato ai ritmi di esecuzione dei pali.

#### *Perforazione*

La perforazione sarà eseguita mediante una trivella ad elica continua, di lunghezza e diametro corrispondenti alle caratteristiche geometriche dei pali da realizzare.

L'anima centrale dell'elica deve essere cava, in modo da consentire il successivo passaggio del calcestruzzo. All'estremità inferiore dell'anima sarà posta una punta a perdere, avente lo scopo di impedire l'occlusione del condotto.

La perforazione avverrà, di norma, regolando coppia e spinta, in modo da avere condizioni di infissione prossime al perfetto avvitaamento. In ogni caso, il volume di terreno estratto per caricamento della trivella deve essere non superiore al volume teorico della perforazione.

Qualora si riscontrassero rallentamenti della perforazione in corrispondenza di livelli di terreno intermedi o dell'eventuale strato portante inferiore, l'appaltatore, con l'accordo della direzione dei lavori, potrà:

- eseguire prefiori di diametro inferiore al diametro nominale di pali;
- ridurre la lunghezza di perforazione.

#### *Armatura*

L'armatura verrà inserita entro l'anima della trivella elicoidale, il cui diametro interno deve essere congruente con il diametro della gabbia di armatura.

All'interno della gabbia, dovrà essere inserito un adeguato mandrino, da tenere contrastato sul dispositivo di spinta della rotary, per ottenere l'espulsione del fondello a perdere, con effetto di precarica alla base del palo.

La gabbia dovrà essere costruita in conformità con il disegno di progetto e nel rispetto delle specifiche di cui al punto 56.5.1.

#### *Getto del calcestruzzo*

Il calcestruzzo dovrà essere pompato pneumaticamente entro il cavo dell'asta di perforazione che verrà progressivamente estratta, di norma senza rotazione. La cadenza di getto deve assicurare la continuità della colonna di conglomerato. L'estrazione dell'asta di trivellazione deve essere effettuata ad una velocità congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti necessari ad evitare sbulbature, ovvero a evitare interruzioni del getto. In particolare, il circuito di alimentazione del getto dovrà essere provvisto di un manometro di misura della pressione.

#### *Controlli e documentazione*

Per ogni palo eseguito, l'appaltatore dovrà redigere una scheda contenente le seguenti indicazioni:

- numero progressivo del palo (riferito ad una planimetria);
- profondità di perforazione;
- osservazioni sulla stratigrafia locale;
- tempi di perforazione per tratte successive di 5 m, e di 1 m nel tratto finale, secondo le istruzioni impartite dalla direzione dei lavori;

- grafico dei tempi di perforazione;
- spinta sul mandrino misurata durante l'estrazione della trivella;
- volume di calcestruzzo gettato.

In caso di differenze stratigrafiche rispetto alla situazione nota, o di particolari anomalie riscontrate nei tempi di perforazione, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto esecutivo, l'appaltatore dovrà procedere al riesame della progettazione e dovrà definire gli eventuali necessari provvedimenti (quali modifica del numero e delle profondità dei pali, esecuzione di prefori, ecc.), concordandoli con la direzione dei lavori.

#### Art. 66. Opere e strutture di muratura

##### *Spessore minimo dei muri*

Lo spessore dei muri portanti, come stabilito dal D.M. 14 gennaio 1008, non può essere inferiore ai valori riportati nella tabella 57.1.

**Tabella - Tipo di muratura e relativo spessore minimo**

Tipo di muratura	Spessore minimo [mm]
Muratura in elementi resistenti artificiali pieni	150
Muratura in elementi resistenti artificiali semipieni	200
Muratura in elementi resistenti artificiali forati	240
Muratura di pietra squadrata	240
Muratura di pietra listata	400
Muratura di pietra non squadrata	500

##### *Cordoli di piano e architravi*

Ad ogni piano deve essere realizzato un cordolo continuo all'intersezione tra solai e pareti.

I cordoli devono avere altezza minima pari all'altezza del solaio, e larghezza almeno pari a quella del muro. È consentito un arretramento massimo di 6 cm dal filo esterno. L'armatura corrente non deve essere inferiore a 8 cm<sup>2</sup>, le staffe devono avere diametro non inferiore a 6 mm e interasse non superiore a 25 cm. Travi metalliche o prefabbricate costituenti i solai devono essere prolungate nel cordolo per almeno la metà della sua larghezza e, comunque, per non meno di 12 cm, e adeguatamente ancorate ad esso.

In corrispondenza di incroci d'angolo tra due pareti perimetrali sono prescritte, su entrambe le pareti, zone di parete muraria di lunghezza non inferiore a 1 m, compreso lo spessore del muro trasversale.

Al di sopra di ogni apertura deve essere realizzato un architrave resistente a flessione, efficacemente ammorsato alla muratura.

##### *Cordoli di collegamento tra la fondazione e la struttura in elevazione*

Il collegamento tra la fondazione e la struttura in elevazione è di norma realizzato mediante cordolo in calcestruzzo armato, disposto alla base di tutte le murature verticali resistenti, di spessore pari almeno a quello della muratura della prima elevazione, e di altezza non inferiore alla metà di detto spessore. È possibile realizzare la prima elevazione con pareti di calcestruzzo armato. In tal caso, la disposizione delle fondazioni e delle murature sovrastanti deve essere tale da garantire un adeguato centraggio dei carichi trasmessi alle pareti della prima elevazione e alla fondazione.

##### *Murature e riempimenti in pietrame a secco. Vespai*

#### 83.4.1 Vespai e intercapedini

Nei locali i cui pavimenti verrebbero a trovarsi in contatto con il terreno naturale, potranno essere ordinati vespai in pietrame o intercapedini in laterizio. In ogni caso, il terreno di sostegno di tali opere dovrà essere debitamente spianato, bagnato e ben battuto per evitare qualsiasi cedimento.

Per i vespai in pietrame si dovrà formare, anzitutto, in ciascun ambiente, una rete di cunicoli di ventilazione, costituita da canaletti paralleli aventi interasse massimo di 1,50 m. Essi dovranno correre anche lungo tutte le pareti ed essere comunicanti tra loro. Detti canali dovranno avere sezione non minore di 15 cm · 20 cm di altezza, e un sufficiente sbocco all'aperto, in modo da assicurare il ricambio dell'aria.

Ricoperti tali canali con adatto pietrame di forma pianeeggiante, si completerà il sottofondo, riempiendo le zone rimaste fra cunicolo e cunicolo con pietrame in grossi scheggioni disposti con l'asse maggiore verticale e in contrasto fra loro, intasando i grossi vuoti con scaglie di pietra e spargendo, infine, uno strato di ghiaietto di conveniente grossezza sino al piano prescritto.

Le intercapedini, a sostituzione di vespai, potranno essere costituite da un piano di tavelloni murati in malta idraulica fina e poggianti su muretti in pietrame o mattoni, ovvero da voltine di mattoni, ecc.

#### *Criteri generali per l'esecuzione*

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli, e mai per aspersione. Essi dovranno mettersi in opera con i giunti alternati e in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna. Saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempia tutte le connessure.

I giunti non devono essere rabboccati durante la costruzione, per dare maggiore presa all'intonaco o alla stuccatura con il ferro.

Le murature di rivestimento devono essere fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente collegate con la parte interna.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, devono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al di sotto di zero gradi centigradi.

Sulle aperture di vani di porte e finestre devono essere collocati degli architravi (cemento armato, acciaio).

La costruzione delle murature deve iniziare e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento fra le varie parti di esse, evitando nel corso dei lavori la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione.

La muratura deve procedere per filari rettilinei, con piani di posa normali alle superfici viste o come altrimenti prescritto.

All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo devono essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

Sui muri delle costruzioni, nel punto di passaggio tra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra, la guaina di impermeabilizzazione deve essere rialzata e bloccata superiormente di almeno 20 cm.

I muri controterra delimitanti vani interni al fabbricato (inclusi i sottopassi) devono essere interamente rivestiti con manto impermeabile costituito da due guaine e da una membrana di polietilene estruso ad alta densità, come meglio nel seguito specificato.

#### *Murature di mattoni e di blocchi cavi di calcestruzzo a faccia vista*

Le murature di mattoni e di blocchi cavi di calcestruzzo a faccia vista devono essere messe in opera con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna. Saranno posati sopra un abbondante strato di malta, stesa con apposita cazzuola sui giunti verticali e orizzontali, premuti sopra di esso in modo che la malta refluisca all'ingiro e riempia tutte le connessure.

Il letto di posa del primo ricorso, così come quello dell'ultimo in sommità della parete, deve essere eseguito con malta bastarda. Almeno ogni quattro ricorsi, dovrà essere controllata la planarità per eliminare eventuali asperità.

La larghezza delle connessure non deve essere maggiore di 8 mm né minore di 5 mm (con variazioni in relazione alle malte impiegate).

I giunti non devono essere rabboccati durante la costruzione per dare maggior presa all'intonaco o alla stuccatura con il ferro rotondo.

Le malte da impiegarsi per l'esecuzione di questa muratura devono essere passate al setaccio, per evitare che i giunti fra i mattoni riescano maggiori del limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento devono essere realizzate a corsi ben allineati e dovranno essere opportunamente ammorsate con la parete interna.

Nella realizzazione della muratura di laterizi a faccia vista si dovrà avere cura di scegliere, per le facce esterne, i mattoni di miglior cottura, meglio formati e di colore più uniforme possibile, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali. In questo genere di paramento devono essere utilizzate malte a base di inerti silicei a granulometria controllata, leganti idraulici e additivi nobilitanti e aventi specifiche caratteristiche, quali uniformità di colore, lavorabilità, minimo ritiro, idrorepellenza, assenza di efflorescenze, granulometria compresa fra 0 e 3 mm. Le connessure non devono avere spessore maggiore di 5 mm e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse con apposito ferro, senza sbavature.

Le pareti di una o due teste e quelle in foglio devono essere eseguite con mattoni scelti, esclusi i rottami, i laterizi incompleti e quelli che presentino spigoli rotti.

Tutte le pareti suddette devono essere eseguite con le migliori regole d'arte, a corsi orizzontali e a perfetto filo, per evitare la necessità di impiego di malta per l'intonaco in forti spessori.

Nelle pareti in foglio devono essere introdotte, in fase di costruzione, intelaiature in legno o lamiera zincata attorno ai vani delle porte, con lo scopo di fissare i serramenti al telaio stesso anziché alla parete, e per il loro consolidamento quando esse non arrivino fino ad un'altra parete o al soffitto.

Quando una parete deve eseguirsi fin sotto al soffitto, la chiusura dell'ultimo corso deve essere ben serrata, se occorre, dopo congruo tempo, con scaglie e cemento.

#### *Murature a cassa vuota*

La tamponatura esterna del tipo cosiddetto *a cassa vuota* deve essere costituita da doppia parete con interposta camera d'aria in modo da avere uno spessore complessivo di 35 cm.

La doppia parete deve essere dotata di collegamenti trasversali.

La parete esterna potrà essere eseguita con:

- mattoni pieni o semipieni posti ad una testa;
- blocchi di calcestruzzo vibrocompresso;
- mattoni forati a sei fori posti in foglio.

Sulla faccia interna della parete esterna sarà eseguita un'arricciatura fratazzata con malta di calce idrata e pozzolana con l'aggiunta di cemento di tipo 325, sulla quale sarà posta, se richiesto, la coibentazione.

La parete interna potrà essere eseguita in:

- mattoni forati di spessore vario non inferiore a 5 cm;
- blocchi di calcestruzzo vibrocompresso di spessore non inferiore a 8-10 cm.

Particolare cura dovrà essere tenuta nella formazione di mazzette, stipiti, sguinci e parapetti.

### **Art. 67. Opere di impermeabilizzazione**

#### *Definizioni*

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

Le opere di impermeabilizzazione si dividono in:

- impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;
- impermeabilizzazioni realizzate mediante la formazione di intercapedini ventilate.

#### *Categorie di impermeabilizzazioni*

Le impermeabilizzazioni si intendono suddivise nelle seguenti categorie:

- impermeabilizzazioni di coperture continue o discontinue;
- impermeabilizzazioni di pavimentazioni;
- impermeabilizzazioni di opere interrate;
- impermeabilizzazioni di elementi verticali (non risalita d'acqua).
- 

#### *Realizzazione*

Per la realizzazione delle diverse categorie si utilizzeranno i materiali e le modalità indicate negli altri documenti progettuali. Ove non siano specificate in dettaglio nel progetto, o a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- per le impermeabilizzazioni di coperture, si veda il relativo articolo di questo capitolato.
- per le impermeabilizzazioni di pavimentazioni, si veda l'articolo sui prodotti per pavimentazione.

#### *Impermeabilizzazione di opere interrate*

Per l'impermeabilizzazione di opere interrate valgono le prescrizioni di seguito indicate.

Per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo si sceglieranno i prodotti che per resistenza meccanica a trazione, agli urti e alla lacerazione, meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale di rinterro (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 del terreno. Inoltre, durante la realizzazione, si curerà che i risvolti, i punti di passaggio di tubazioni, ecc. siano accuratamente eseguiti, onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione.

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 sopra 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.

Per le soluzioni che adottano intercapedini di aria si curerà la realizzazione della parete più esterna (a contatto con il terreno), in modo da avere continuità e adeguata resistenza meccanica. Al fondo dell'intercapedine si formeranno opportuni drenaggi dell'acqua che limitino il fenomeno di risalita capillare nella parete protetta.

Per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi o in pasta, si sceglieranno prodotti che possiedano caratteristiche di impermeabilità e 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. Durante l'esecuzione, si curerà la corretta esecuzione di risvolti e dei bordi, nonché dei punti particolari quali passaggi di tubazioni, ecc. in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco. La preparazione del fondo, l'eventuale preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.), le modalità di applicazione – ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura ed umidità) e quelle di sicurezza – saranno quelle indicate dal produttore nella sua documentazione.

#### *Impermeabilizzazioni di elementi verticali*

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 dovranno essere realizzati 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 e altri prodotti simili, sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia e osservando scrupolosamente le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione.

#### *Controlli del direttore dei lavori*

Il direttore dei lavori, per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti e, inoltre, almeno per gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e, comunque, con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato. In particolare, verificherà i collegamenti tra gli strati, la realizzazione di giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili, verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.) l'impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc..

A conclusione dell'opera, eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare le resistenze ad azioni meccaniche localizzate, l'interconnessione e compatibilità con altre parti dell'edificio e con eventuali opere di completamento.

### **Art. 68. Esecuzione delle pareti esterne e delle partizioni interne**

#### *Definizioni*

Per *parete esterna* si intende il sistema edilizio avente la funzione di separare e conformare gli spazi interni al sistema rispetto all'esterno.

Per *partizione interna* si intende un sistema edilizio avente funzione di dividere e conformare gli spazi interni del sistema edilizio.

Nell'esecuzione delle pareti esterne si terrà conto della loro tipologia (trasparente, portante, portata, monolitica, ad intercapedine, termoisolata, ventilata) e della loro collocazione (a cortina, a semicortina o inserita).

Nell'esecuzione delle partizioni interne si terrà conto della loro classificazione in partizione semplice (solitamente realizzata con piccoli elementi e leganti umidi) o partizione prefabbricata (solitamente realizzata con montaggio in sito di elementi predisposti per essere assemblati a secco).

#### *Strati funzionali*

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie di parete è composta da più strati funzionali (costruttivamente uno strato può assolvere a più funzioni).

#### *Pareti a cortina (facciate continue)*

Le pareti a cortina (facciate continue) saranno realizzate utilizzando i materiali e i prodotti rispondenti al presente capitolato (vetro, isolanti, sigillanti, pannelli, finestre, elementi portanti, ecc.). Le parti metalliche si intendono lavorate in modo da non subire microfessure o comunque danneggiamenti e, a seconda del metallo, opportunamente protette dalla corrosione.

Durante il montaggio, si curerà la corretta esecuzione dell'elemento di supporto e il suo ancoraggio alla struttura dell'edificio, eseguendo (per parti) verifiche della corretta esecuzione delle giunzioni (bullonature, saldature ecc.) e del rispetto delle tolleranze di montaggio e dei giochi. Si effettueranno prove di carico (anche per parti) prima di procedere al successivo montaggio degli altri elementi.

La posa dei pannelli di tamponamento, dei telai, dei serramenti, ecc. sarà effettuata rispettando le tolleranze di posizione, e utilizzando i sistemi di fissaggio previsti. I giunti saranno eseguiti secondo il progetto e, comunque, posando correttamente le guarnizioni e i sigillanti, in modo da garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, all'aria, l'isolamento termico, acustico ecc., tenendo conto dei movimenti localizzati della facciata e dei suoi elementi dovuti a variazioni termiche, pressione del vento, ecc.

La posa di scossaline, coprigiunti, ecc. avverrà in modo da favorire la protezione e la durabilità dei materiali protetti, e in modo che le stesse non siano danneggiate dai movimenti delle facciate.

#### *Pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, ecc.*

Le pareti esterne o partizioni interne realizzate a base di elementi di laterizio, calcestruzzo, calcio silicato, pietra naturale o ricostruita e prodotti simili, saranno realizzate con le modalità descritte nell'articolo sulle opere di muratura, tenendo conto delle modalità di esecuzione particolari (giunti, sovrapposizioni, ecc.) richieste quando la muratura ha compiti di isolamento termico, acustico, resistenza al fuoco, ecc. Per gli altri strati presenti morfologicamente e con precise funzioni di isolamento termico, acustico, barriera al vapore, ecc. si rinvia alle prescrizioni date nell'articolo relativo alle coperture.

Per gli intonaci e i rivestimenti in genere, si rinvia all'articolo sull'esecuzione di queste opere. Comunque, in relazione alle funzioni attribuite alle pareti e al livello di prestazione richiesto, si curerà la realizzazione dei giunti, la connessione tra gli strati e le compatibilità meccaniche e chimiche.

Nel corso dell'esecuzione, si curerà la completa esecuzione dell'opera con attenzione alle interferenze con altri elementi (impianti), all'esecuzione dei vani di porte e finestre, alla realizzazione delle camere d'aria o di strati interni, curando che non subiscano schiacciamenti, discontinuità, ecc. non coerenti con la funzione dello strato.

#### *Applicazione dei pannelli di cartongesso*

I pannelli di cartongesso devono essere fissati alle strutture esistenti mediante tasselli con alette laterali antirotazione e collare per evitare tensioni sui materiali e impedire al tassello di penetrare nel foro.

La stuccatura dei giunti deve essere effettuata con prodotto premiscelato composto da gesso, farina di roccia e additivi specifici per migliorare la lavorazione e l'adesione. Tale prodotto può essere anche utilizzato per la rasatura completa e per l'incollaggio (ad esempio su calcestruzzo) di lastre in cartongesso e per piccole riparazioni di parti in gesso o cartongesso ammalorate. La superficie deve essere asciutta, consistente e libera da polvere, sporco, efflorescenze saline, ecc. Eventuali tracce di oli, grassi, cere, ecc. devono essere preventivamente rimosse. Bisogna verificare che le lastre in cartongesso siano fissate adeguatamente al supporto. Le superfici lisce e non assorbenti devono essere preventivamente trattate con specifico prodotto. Il trattamento deve essere effettuato anche per le superfici molto assorbenti.

La lavorazione del prodotto per stuccatura deve essere effettuata con spatola, frattazzo e cazzuola. Non deve essere utilizzato il materiale che sta indurendo né deve essere aggiunta acqua per tentare di ripristinare la lavorabilità perduta. Bisogna stuccare i giunti avendo cura di annegare apposite retine di armatura e applicando successivamente due mani di rasatura a distanza di almeno cinque-sette ore l'una dall'altra.

#### *Partizioni interne costituite da elementi predisposti per essere assemblati in sito*

Le partizioni interne costituite da elementi predisposti per essere assemblati in sito (con o senza piccole opere di adeguamento nelle zone di connessione con le altre pareti o con il soffitto), devono essere realizzate con prodotti rispondenti alle prescrizioni date nell'articolo sui prodotti per pareti esterne e partizioni interne. Nell'esecuzione si seguiranno le modalità previste dal produttore (ivi incluso l'utilizzo di appositi attrezzi) e approvate dalla direzione dei lavori.

Si curerà la corretta predisposizione degli elementi che svolgono anche funzione di supporto, in modo da rispettare le dimensioni, le tolleranze e i giochi previsti o, comunque, necessari ai fini del successivo assemblaggio degli altri elementi. Si curerà che gli elementi di collegamento e di fissaggio vengano posizionati e installati in modo da garantire l'adeguata trasmissione delle sollecitazioni meccaniche.

Il posizionamento di pannelli, vetri, elementi di completamento, ecc. sarà realizzato con l'interposizione di guarnizioni, distanziatori, ecc., che garantiscano il raggiungimento dei livelli di prestazione previsti e siano completate con sigillature, ecc. Il sistema di giunzione nel suo insieme deve completare il comportamento della parete e deve essere eseguito secondo gli schemi di montaggio previsti. Analogamente, si devono eseguire secondo gli schemi previsti e con accuratezza le connessioni con le pareti murarie, con i soffitti, ecc.

#### *Parete divisoria modulare*

### *Generalità*

La parete divisoria modulare dovrà essere composta da montanti verticali in alluminio e giunti orizzontali in metallo. La struttura interamente assemblata è posizionata all'interno di due correnti in acciaio preverniciato, entrambe rifinite da una guarnizione morbida in PVC di colore nero per migliorare l'abbattimento acustico della parete, che può raggiungere, con l'inserimento anche di materiale isolante, i 45 dB a frequenze di 500 Hz.

L'intera struttura deve potere per accogliere qualsiasi tipo di distribuzione elettrica, telefonica, ecc.

Tutte le superfici devono essere conformi alle attuali normative vigenti, riguardanti l'emissione di sostanze tossiche e nocive quali la formaldeide (pannelli in classe E1). Le pannellature cieche, le cornici delle porte e i telai dei vetri, posizionati a scatto lungo il montante verticale della struttura con particolari ganci in PVC ignifughi, sono facilmente ispezionabili.

Un distanziatore in alluminio regolabile, posizionato tra le linee di fuga delle pannellature, deve garantire un ottimo allineamento dei pannelli.

La modularità deve consentire l'inserimento, lo spostamento o il riadattamento di ogni elemento della parete, in qualunque posizione e in qualsiasi momento, secondo le particolari specifiche d'utenza.

### *Modulo cieco*

Il modulo cieco finito, con spessore totale di .... cm, può essere composto da due pannelli di spessore .... Mm, in truciolare nobilitato barrierato, rivestito con carte melaminiche antigraffio, antiriflesso e lavabili, e nelle colorazioni ..... o scelte della direzione dei lavori.

### *Modulo vetrato*

Il modulo vetrato finito, con spessore totale di .... cm, dovrà essere composto da due lastre di vetro di spessore non inferiore a 4 mm temperato e serigrafato, complanari alle pannellature cieche, bloccate da un doppio telaio in alluminio proposto nella finitura verniciata .....

### *Modulo porta*

Il modulo porta finito, con spessore totale di .... cm, deve essere composto da un telaio in alluminio verniciato mix grigio con doppia cornice a sezione arrotondata, munita di guarnizioni perimetrali di battuta in dutral di colore nero, ed è realizzato con struttura in abete tamburato a nido d'ape rivestita esternamente in laminato, nelle medesime finiture delle pannellature cieche.

I moduli porta devono essere forniti di serie con serratura e pomolo premi-apri, cerniere in alluminio verniciato .... con apertura a 170°.

### *Normativa di riferimento*

Le pareti divisorie devono essere costruite secondo le normative di sicurezza e d'accessibilità vigenti, ovvero:

- antinfortunistica;
- antincendio;
- insonorizzazione;
- accesso disabili.

### *Norme antincendio*

Si richiamano le seguenti norme:

**D.M. 9 marzo 2007** – *Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco*;

**D.M. 30 novembre 1983** – *Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi*.

### *Diffusori e mattoni di vetro*

#### *Generalità*

La forma, le tolleranze dimensionali e le caratteristiche dei materiali dei diffusori di vetro per pareti e pavimentazioni destinati all'impiego nelle costruzioni devono essere conformi alla norma **UNI EN 1051-1**.

È definito *diffusore di vetro* (di forma quadrata, rettangolare o rotonda) per pareti, un elemento cavo di vetro pressofuso ermetico, da utilizzare in pareti o pavimentazioni. Gli elementi per pavimentazioni possono essere solidi o cavi.

I diffusori di vetro per pareti e pavimentazioni devono essere fabbricati da vetro di silicato sodo-calcico, conforme alla norma **UNI EN 572-1**.

Gli eventuali rivestimenti dei bordi devono essere compatibili e legati ai diffusori di vetro per pareti e pavimentazioni.

Le tolleranze sulle dimensioni dei diffusori di vetro per pareti/pavimentazioni sono quelle indicate nel prospetto I della norma **UNI EN 572-1**.

Ai fini dell'accettazione i diffusori di vetro devono essere privi di difetti visivi come macchie e inclusioni opache.

#### *Diffusori per pavimentazioni*

I diffusori di vetro per pavimentazioni devono essere sottoposti a prova della resistenza a compressione, che deve essere eseguita perpendicolarmente alle facce visibili dei diffusori di vetro per pavimentazioni (appendice B, norma **UNI EN 572-1**).

#### *Diffusori per pareti*

I diffusori di vetro per pareti devono essere sottoposti a prova della resistenza a compressione come descritto dall'appendice B, norma **UNI EN 572-1**.

#### *Pareti interne o esterne verticali*

**UNI EN 1051-1** – Vetro per edilizia. Diffusori di vetro per pareti e pavimentazioni. Parte 1: Definizioni e descrizione;

**UNI EN 1051-2** – Vetro per edilizia. Mattoni di vetro per pareti e pavimentazioni. Parte 2: Valutazione di conformità/Norma di prodotto.

### **Art. 69. Esecuzione di intonaci**

#### *Generalità*

L'esecuzione degli intonaci deve sempre essere preceduta da una accurata preparazione delle superfici.

Le superfici da intonacare devono essere ripulite da eventuali grumi di malta, regolarizzate nei punti più salienti e poi accuratamente bagnate.

Nel caso di murature in blocchetti di calcestruzzo o pareti in getto di calcestruzzo, l'esecuzione degli intonaci deve essere preceduta da un rinzafo di malta fluida di sabbia e cemento applicata a cazzuola e tirata a frettazzo lungo in modo da formare uno strato molto scabro dello spessore non superiore a 5 mm.

Non si può procedere all'esecuzione di intonaci, in particolare quelli esterni, quando le strutture non siano protette dagli agenti atmosferici, ossia quando vi sia la possibilità che le acque di pioggia possano imbibire le superfici da intonacare e neppure quando la temperatura minima nelle 24 ore sia tale da pregiudicare la buona presa della malta. A questa limitazione si può derogare nel caso degli intonaci interni eseguiti in ambienti provvisoriamente chiusi e provvisti di adeguate sorgenti di calore.

Nel caso dell'esecuzione di intonaci su murature appoggiate contro strutture in conglomerato di cemento armato che saranno lasciate a vista, in corrispondenza delle linee di giunzione si devono realizzare scuretti aventi larghezza di 1 cm e profondità di 50 cm – se a spigolo vivo – o a 45° se le strutture in calcestruzzo si presentano con spigoli smussati.

Se espressamente indicato nei disegni di progetto esecutivo, in corrispondenza dell'intersezione tra i piani verticali e i piani orizzontali degli intonaci interni, devono essere realizzati degli scuretti sui piani verticali aventi altezza 1 cm e profondità 50 cm.

Nel caso di intonaci da applicare su strutture di calcestruzzo di cemento armato, si prescrive l'impiego di una rete metallica (o altro materiale idoneo) fissato al supporto allo scopo di eliminare la cavillatura lungo le linee di contatto tra i due materiali di diversa costituzione.

Gli intonaci finiti devono avere lo spessore maggiore o uguale a quello indicato nel progetto esecutivo o voce dell'elenco prezzi, compreso l'onere per la formazione degli spigoli, angoli, suggellature all'incrocio con i pavimenti e i rivestimenti e quanto altro richiesto dalla direzione dei lavori.

#### *Intonaco grezzo o rinzafo rustico*

L'intonaco grezzo deve essere costituito da uno strato di rinzafo rustico, applicato con predisposte poste e guide, su pareti, soffitti e volte sia per interni che per esterni. Ad applicazione conclusa non dovranno notarsi parti mancanti anche di piccole dimensioni, e la superficie dovrà essere sufficientemente ruvida da garantire l'ancoraggio dello strato successivo.

L'applicazione può essere eseguita senza l'uso di guide, a mano con cazzuola o con macchina intonacatrice con successiva regolarizzazione dello strato di malta mediante staggatura

L'intonaco può essere composto:

- con malta di calce e pozzolana, composta da 120 kg di calce idrata per 1 m<sup>3</sup> di pozzolana vagliata;
- con malta bastarda di calce, sabbia e cemento composta da 0,35 m<sup>3</sup> di calce spenta, 100 kg di cemento tipo 325 e 0,9 m<sup>3</sup> di sabbia;
- con malta cementizia composta da 300 kg di cemento tipo 325 per 1 m<sup>3</sup> di sabbia;



- con malta preconfezionata di calce naturale, costituita esclusivamente da aggregati di sabbie a polveri carbonatiche selezionate in curva granulometrica 0-4, legante di calce aerea e calce idraulica bianca.

### *Intonaci a base di gesso per interni*

#### *Intonaco rustico per interni di tipo premiscelato, biprodotto per applicazione a macchina*

L'intonaco rustico per interni di tipo premiscelato e riprodotto, costituito da miscela di gesso emidrato (scagliola), vermiculite espansa, perlite espansa e additivi chimici, confezionato in sacchi, deve essere applicato a macchina su superfici in laterizio o calcestruzzo, tirato in piano a frattazzo, finitura idonea a ricevere l'eventuale incollaggio di piastrelle di ceramica.

I giunti di elementi diversi devono essere armati con una rete in fibra di vetro alcali resistente. La rete portaintonaco non deve essere fissata direttamente alla muratura, ma va immersa nella parte superficiale. Gli eventuali fori o lesioni nella muratura devono essere precedentemente chiusi. Per rispettare la piombatura delle pareti, è consigliabile predisporre paraspigoli o staggie negli angoli e guide verticali nelle pareti.

Non è possibile interrompere la spruzzatura dell'intonaco per un periodo di tempo maggiore di 30 minuti. Si applica in unico strato sino a spessori di 5-30 mm spruzzando dal basso verso l'alto e, successivamente, si raddrizza con staggia ad H o coltello con passaggi in senso orizzontale e verticale, sino ad ottenere una superficie piana. Dopo l'irrigidimento (circa due ore), il materiale va spianato con la lama o il rabot. Per una finitura a civile, può essere successivamente applicata una malta fina a base di calce, senza l'aggiunta di cemento.

L'intonaco deve essere applicato su fondi asciutti con umidità non superiore al 2,5%. L'intonaco fresco deve essere protetto dal gelo e da una rapida essiccazione.

Le pitture, i rivestimenti, le tappezzerie ecc., devono essere applicati solo dopo la completa essiccazione e la stagionatura degli intonaci.

#### *Intonaco completo per interni di tipo premiscelato, monoprodotto, per applicazione a macchina*

L'intonaco completo per interni di tipo premiscelato, monoprodotto, costituito da miscela di gesso emidrato (scagliola), perlite espansa ed additivi chimici, confezionato in sacchi, deve essere applicato a macchina su superfici in laterizio o calcestruzzo, spianatura con riga e lisciatura a frattazzo. Per sottofondi speciali, bisogna osservare le istruzioni del fornitore. In locali umidi (bagni, cucine, garage) l'uso di questo tipo di intonaco è da evitare, e si consiglia l'applicazione di intonaci a base di calce e cemento.

I giunti di elementi diversi devono essere armati con una rete in fibra di vetro alcali resistente. La rete portaintonaco non deve essere fissata direttamente alla muratura, ma va immersa nella parte superficiale. Gli eventuali fori o lesioni nella muratura devono essere precedentemente chiusi. Per rispettare la piombatura delle pareti è consigliabile predisporre paraspigoli o staggie negli angoli e guide verticali nelle pareti.

Non è possibile interrompere la spruzzatura dell'intonaco per un periodo di tempo maggiore di 30 minuti. Si applica in unico strato sino a spessori di 5-30 mm spruzzando dal basso verso l'alto e, successivamente, si raddrizza con staggia ad H o coltello con passaggi in senso orizzontale e verticale sino ad ottenere una superficie piana. Dopo l'irrigidimento (circa due ore), il materiale va spianato con la lama o il rabot. Per una finitura a civile, può essere successivamente applicata una malta fina a base di calce, senza l'aggiunta di cemento.

L'intonaco deve essere applicato su fondi asciutti con umidità non superiore al 2,5%. L'intonaco fresco deve essere protetto dal gelo e da una rapida essiccazione.

Le pitture, i rivestimenti, le tappezzerie, ecc. devono essere applicati solo dopo la completa essiccazione e la stagionatura degli intonaci.

#### *Intonaco completo per interni di tipo monoprodotto a base di gesso emidrato e anidrite, applicazione a macchina.*

L'intonaco completo per interni di tipo monoprodotto a base di gesso emidrato 60% e anidrite 40%, confezionato in sacchi, deve essere applicato a macchina su superfici di laterizio o calcestruzzo, spianato con staggia e lisciato a frattazzo. Su intonaci a base cemento, è necessaria l'applicazione di primer.

#### *Rasatura per interni di tipo monoprodotto per applicazione a mano*

La rasatura per interni di tipo monoprodotto di miscela di gesso emidrato (scagliola) e additivi chimici, confezionata in sacchi, deve essere applicata a mano con cazzuola americana o frattazzo metallico. Su intonaci a base cemento, è necessaria l'applicazione di primer.

L'applicazione consta di due fasi ben distinte:

- 1ª fase (carica): l'intonaco impastato viene steso sulla parete o sul soffitto, fino allo spessore desiderato, con un opportuno numero di passate successive, utilizzando la tradizionale talocchia di legno. Lo spessore totale minimo è di 5 mm;

- 2ª fase (finitura): dopo circa 30 minuti, l'intonaco deve essere lamato con la spatola americana grande per togliere le eventuali ondulazioni e successivamente, utilizzando lo stesso impasto lasciato a riposo nel gabasso, si effettuano le operazioni di ricarica. La lisciatura speculare finale si ottiene passando la superficie a vista con la spatola americana piccola, bagnando leggermente la superficie. L'intonaco così finito è idoneo a ricevere pitture all'acqua e carte da parati a superficie completamente asciutta.

Nel periodo invernale si deve evitare che la temperatura ambiente non scenda sotto i +5°C nelle prime 24 ore. Per ottenere un asciugamento ottimale è necessario arieggiare i locali, in modo da permettere la fuoriuscita dell'umidità.

Nel periodo estivo la temperatura dell'ambiente durante il periodo d'applicazione non dovrà superare i +35°C.

Il sottofondo, prima dell'applicazione del rivestimento, dovrà essere perfettamente asciutto. Sono idonei solo i collanti sintetici. La posa deve essere eseguita secondo il metodo del giunto aperto, riempito in seguito con il coprifughe.

Eventuali ferri d'armatura a filo murature devono essere trattati con idonea protezione antiruggine, così come le piattabande metalliche, che devono essere ricoperte con rete metallica in filo zincatofissata alla muratura.

#### *Lisciatura per interni di tipo monoprodotto per applicazione a mano*

La lisciatura per interni di tipo monoprodotto deve essere applicata a mano con cazzuola americana o frattazzo metallico. Su intonaci a base di cemento, è necessaria l'applicazione di primer.

Le modalità di applicazione del gesso scagliola per lisciatura, quando viene usata come rasatura, sono identiche a quelle descritte per l'applicazione a spessore. Si tenga conto che, a causa dello spessore sottile, minimo di 3 mm, vengono automaticamente ridotti i tempi di lavorabilità, specialmente se l'applicazione viene effettuata su sottofondo perfettamente asciutto.

#### *Intonaco per interni per protezione antincendio*

L'intonaco resistente alla fiamma deve essere costituito da miscela di vermiculite, leganti speciali e additivi chimici, dovrà essere applicato su pareti e soffitti aventi superficie rasata o rustica, per lo spessore minimo di 20 mm, e comunque adeguati a quanto richiesto dalle norme antincendio.

Deve essere applicato a spruzzo sia direttamente sulle superfici da proteggere, sia sull'eventuale inscatolamento eseguito con l'impiego di una adeguata rete porta intonaco.

Nel caso di applicazione su superfici in acciaio, le stesse dovranno essere preventivamente trattate con vernici antiruggine e liberate da polvere, grasso, olio e altre sostanze estranee.

#### *Intonaco civile per esterni tipo Li Vigni*

L'intonaco tipo Li Vigni, è un intonaco a finitura lamata, colorato, a base di calce grassa in pasta (grassello) stagionata, aggregato con sabbia dolomitica, a granulometria calibrata, con l'aggiunta di terre coloranti, in proporzioni variabili.

L'impasto deve essere applicato su supporto stagionato. Gli intonaci di fondo preferibili, per una maggiore durata dell'intonaco, possono essere:

- intonaco di fiore di calce e pozzolana;
- intonaco di calce idraulica bianca;
- malta predosata a grassello di calce;
- pozzolana e cocchiopesto.

L'impasto deve essere applicato su sottofondi preventivamente bagnati, con frattone di legno. Un primo strato dell'impasto deve essere dello spessore di circa 5 mm, e non appena quest'ultimo sarà in fase di presa, si dovrà applicare un secondo strato, per lo spessore di altri 5 mm, spianandolo col frattone, al fine di livellarlo, e rendere la superficie planare.

A crosta indurita, si eseguirà la lamatura, che consiste nel raschiamento dello strato superficiale dell'impasto, utilizzando una lama a denti piccoli, al fine di rompere l'impasto fresco, togliendone qualche millimetro, assicurandosi di lamare sempre in orizzontale al fine di ottenere l'uniformità della superficie. È necessario, non appena l'intonaco sarà indurito, spazzolare la parete con una pennellessa, al fine di eliminare i granelli rotti non più aderenti.

#### *Intonaco per esterno di tipo plastico*

L'intonaco sarà costituito da un rinzafo in malta di cemento tirato in piano a frattazzo dello spessore di 15 mm, e successiva applicazione di un intonaco plastico a base di inerti minerali e leganti polimerici plastici, colorato, dato a frattazzo metallico, previa preparazione dello strato di ancoraggio.

L'intonaco plastico può essere applicato su intonaco grezzo, civile, di malta bastarda, tonachino, e su elementi prefabbricati in conglomerato cementizio.

Prima dell'applicazione dovranno essere asportate tutte le zone inconsistenti di intonaco. Occorre eliminare la polvere con una spazzolatura manuale e primerizzare i fondi con idoneo fissativo.

L'applicazione del prodotto deve essere eseguita manualmente in doppio strato, applicando un primo strato con un normale frattone in acciaio. Appena quest'ultimo sarà asciutta, con lo stesso sistema si applicherà un secondo strato di prodotto. L'effetto rustico può essere immediatamente ottenuto con un rullo di caucciù o con rullo di spugna forata. La maggiore o minore intensità dei rilievi è esclusivamente determinata dalla quantità di prodotto che si impiega.

#### *Intonaco risanante ad azione deumidificante*

L'intonaco deumidificante è impiegato per il risanamento di murature umide e saline, di ogni genere e spessore.

L'esecuzione dell'intonaco risanante ad azione deumidificante deve assicurare uno spessore minimo finito di 25 mm, realizzato in almeno due strati con malte premiscelate ad alta resistenza ai sali, composte da calci idrauliche naturali, pozzolana, marmi macinati in curva granulometrica 0-4 mm, terre colorate naturali e additivi areanti naturali.

L'intonaco deve essere applicato sulla muratura preventivamente liberata dalle parti di intonaco preesistenti per almeno 70 cm oltre la fascia d'umidità, previo lavaggio ripetuto mediante idropulitrice o getto d'acqua a pressione e spazzolatura, al fine di asportare polveri e incrostazioni saline, nel rispetto della seguente metodologia:

- applicare lo strato di rinzafo a completa copertura del supporto per uno spessore minimo di 5 mm. Ad applicazione conclusa non dovranno notarsi parti mancanti anche di piccole dimensioni, e la superficie dovrà essere sufficientemente ruvida da garantire l'ancoraggio dello strato successivo. Attendere l'asciugatura dello strato ed eventualmente ripetere l'applicazione nei punti che dovessero rimanere umidi;

- applicare in due mani lo strato di intonaco risanante ad azione deumidificante, livellando e portando in piano il supporto con finitura frattazzata per uno spessore totale minimo finito di 200 mm. Al prodotto in fase di indurimento non deve essere aggiunta acqua per ripristinarne la lavorabilità.

Le finiture devono essere compatibili con il risanamento effettuato, preferibilmente traspiranti e a base di calce.

#### *Rivestimento cementizio flessibile per l'impermeabilizzazione di calcestruzzo e di intonaci*

Il rivestimento cementizio flessibile per l'impermeabilizzazione di calcestruzzo e di intonaci deve essere impermeabilizzante, bicomponente, elastoplastico. Il primo componente è un premiscelato in polvere a base di leganti idraulici, inerti selezionati, e additivi che migliorano la lavorabilità e l'impermeabilità. Il secondo componente è un lattice a base di speciali polimeri sintetici in dispersione acquosa. La miscela dei due componenti deve produrre un impasto facilmente applicabile e avente un'ottima adesione su ogni tipo di supporto, e realizzare un'impermeabilizzazione elastica capace di assecondare e assorbire i movimenti strutturali del calcestruzzo senza lesionarsi, e risultando nel contempo impermeabile ai gas aggressivi dell'atmosfera, quali CO<sub>2</sub>-SO<sub>2</sub>.

Per l'applicazione, i supporti in calcestruzzo devono essere preparati per garantire un'ottima adesione del rivestimento impermeabile. È quindi necessario asportare tutte le parti incoerenti e prive di consistenza mediante scalpellatura, spazzolatura, idrolavaggio. Le tracce di olii, disarmanti, ruggine e sporco in genere devono essere rimosse, e le superfici devono essere prive di ristagni d'acqua. Le parti degradate e i vespai devono essere preventivamente ripristinati con malta idonea e compatibile, in modo da ottenere una superficie uniforme.

La preparazione dell'impasto del rivestimento deve evitare l'inglobamento d'aria, e deve essere omogeneo e privo di grumi, con buone caratteristiche di scorrevolezza e di tissotropia, e di facile applicabilità.

L'applicazione può essere fatta meccanicamente con pompa spruzzatrice o manualmente con spatola inox, rasando uniformemente l'impasto sia in orizzontale che in verticale, fino ad uno spessore massimo di 2 mm per mano. In zone particolarmente sollecitate, deve essere applicata l'armatura del rivestimento con rete apposita e compatibile con il rivestimento.

Nella stagione calda, per evitare l'essiccazione rapida, è consigliato di bagnare il sottofondo di applicazione senza creare veli d'acqua.

#### *Impermeabilizzante antiumido trasparente silossanico per intonaci*

L'impermeabilizzazione dell'intonaco deve essere ottenuta con l'applicazione di un impregnante a forte capacità di penetrazione ed elevato effetto idrorepellente, anche per il trattamento di supporti compatti e poco porosi. Il prodotto non deve creare pellicole e deve lasciare inalterata la traspirazione dei supporti. Inoltre, deve prevenire la formazione di efflorescenze, muffe e salnitro. Il prodotto non deve essere usato su ceramica o superfici non assorbenti.

Le superfici da trattare devono essere pulite, asciutte in profondità e prive di residui di trattamenti precedenti. Eventuali fessure o cavità devono essere otturate.

#### *Paraspigoli in lamiera zincata*

I paraspigoli devono essere applicati prima della formazione degli intonaci, e devono essere costituiti da profilati in lamiera zincata dell'altezza minima di 170 cm e dello spessore di 1 mm.

#### *Giunti di dilatazione*

I giunti di dilatazione possono essere realizzati con profili in polivinil coloruro, in acciaio galvanizzato, in alluminio o in lamiera verniciata, con interposto elemento elastico, resistente agli agenti atmosferici. Il profilo deve avere la superficie di appoggio in neoprene o con caratteristiche tali da compensare le eventuali irregolarità della superficie d'appoggio. Le modalità di applicazione devono essere quelle indicate dal produttore, come riportato nella scheda tecnica del prodotto.

#### *Protezione degli intonaci realizzati*

Le superfici intonacate non ancora stagionate, specie se esterne, devono risultare protette dagli agenti atmosferici (pioggia battente, vento, sole, gelo, ecc.), nelle modalità indicate dal produttore, soprattutto per evitare la repentina essiccazione per effetto dell'azione vento e del sole.

### **Art. 70. Opere di vetratura e serramentistica**

#### *Definizioni*

Per *opere di vetratura* si intendono quelle che comportano la collocazione in opera di lastre di vetro (o prodotti simili sempre comunque in funzione di schermo), sia in luci fisse sia in ante fisse, o mobili di finestre, portefinestre o porte.

Per *opere di serramentistica* si intendono quelle relative alla collocazione di serramenti (infissi) nei vani aperti delle parti murarie destinate a riceverli.

#### *Realizzazione*

La realizzazione delle opere di vetratura deve avvenire con i materiali e le modalità previsti dal progetto, e, ove questo non sia sufficientemente dettagliato, valgono le prescrizioni seguenti.

Le lastre di vetro in relazione al loro comportamento meccanico devono essere scelte tenendo conto delle loro dimensioni, delle sollecitazioni previste dovute a carico di vento e neve, delle sollecitazioni dovute ad eventuali sbalzi e delle deformazioni prevedibili del serramento.

Devono, inoltre, essere considerate per la loro scelta le esigenze di isolamento termico, acustico, di trasmissione luminosa, di trasparenza o traslucidità, e di sicurezza, sia ai fini antinfortunistici che di resistenza alle effrazioni, agli atti vandalici, ecc.

Per la valutazione della adeguatezza delle lastre alle prescrizioni predette, in mancanza di prescrizioni nel progetto, si intendono adottati i criteri stabiliti nelle norme UNI per l'isolamento termico e acustico, la sicurezza, ecc. (**UNI 7143**, **UNI 7144**, **UNI EN 12758** e **UNI 7697**).

Gli smussi ai bordi e negli angoli devono prevenire possibili scagliature.

I materiali di tenuta, se non precisati nel progetto, si intendono scelti in relazione alla conformazione e alle dimensioni delle scanalature (o battente aperto con ferma vetro) per quanto riguarda lo spessore e le dimensioni in genere, la capacità di adattarsi alle deformazioni elastiche dei telai fissi e ante apribili; la resistenza alle sollecitazioni dovute ai cicli termo igrometrici, tenuto conto delle condizioni microlocali che si creano all'esterno rispetto all'interno, ecc. e tenuto conto del numero, posizione e caratteristiche dei tasselli di appoggio, periferici e spaziatori.

Nel caso di lastre posate senza serramento, gli elementi di fissaggio (squadrette, tiranti ecc.) devono avere adeguata resistenza meccanica, ed essere preferibilmente di metallo non ferroso o comunque protetto dalla corrosione. Tra gli elementi di fissaggio e la lastra deve essere interposto materiale elastico e durabile alle azioni climatiche.

La posa in opera deve avvenire previa eliminazione di depositi e materiali dannosi dalle lastre, serramenti, ecc. e collocando i tasselli di appoggio in modo da far trasmettere correttamente il peso della lastra al serramento. I tasselli di fissaggio servono a mantenere la lastra nella posizione prefissata.

Le lastre che possono essere urtate devono essere rese visibili con opportuni segnali (motivi ornamentali, maniglie, ecc.).

La sigillatura dei giunti tra lastra e serramento deve essere continua in modo da eliminare ponti termici e acustici. Per i sigillanti e gli adesivi si devono rispettare le prescrizioni previste dal fabbricante per la preparazione, le condizioni ambientali di posa e di manutenzione. La sigillatura deve, comunque, essere conforme a quella richiesta dal progetto, o effettuata sui prodotti utilizzati per qualificare il serramento nel suo insieme.

L'esecuzione effettuata secondo la norma **UNI 6534** potrà essere considerata conforme alla richiesta del presente capitolato nei limiti di validità della norma stessa.

#### *Posa in opera dei serramenti*

La realizzazione della posa dei serramenti deve essere effettuata come indicato nel progetto esecutivo, e, quando non precisato, deve avvenire secondo le prescrizioni seguenti.

Le finestre devono essere collocate su propri controtelai e fissate con i mezzi previsti dal progetto e, comunque, in modo da evitare sollecitazioni localizzate.

Il giunto tra controtelaio e telaio fisso, se non progettato in dettaglio, onde mantenere le prestazioni richieste al serramento, dovrà essere eseguito con le seguenti attenzioni:

- assicurare tenuta all'aria e isolamento acustico;
- gli interspazi devono essere sigillati con materiale comprimibile e che resti elastico nel tempo. Se ciò non fosse sufficiente (giunti larghi più di 8 mm) si sigillerà anche con apposito sigillante capace di mantenere l'elasticità nel tempo e di aderire al materiale dei serramenti;
- il fissaggio deve resistere alle sollecitazioni che il serramento trasmette sotto l'azione del vento o dei carichi dovuti all'utenza (comprese le false manovre).

La posa con contatto diretto tra serramento e parte muraria deve avvenire:

- assicurando il fissaggio con l'ausilio di elementi meccanici (zanche, tasselli ad espansione, ecc.);
- sigillando il perimetro esterno con malta, previa eventuale interposizione di elementi separatori quali non tessuti, fogli, ecc.;
- curando l'immediata pulizia delle parti che possono essere danneggiate (macchiate, corrosive, ecc.) dal contatto con la malta o altri prodotti utilizzati durante l'installazione del serramento.

Le porte devono essere posate in opera analogamente a quanto indicato per le finestre. Inoltre, si dovranno curare le altezze di posa rispetto al livello del pavimento finito.

Per le porte con alte prestazioni meccaniche (antiefrazione), acustiche, termiche o di comportamento al fuoco, si rispetteranno, inoltre, le istruzioni per la posa date dal fabbricante e accettate dalla direzione dei lavori.

#### *Controlli del direttore di lavori*

Il direttore dei lavori, nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi e alle procedure), verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti. In particolare, verificherà la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi e i controtelai, l'esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate e il rispetto delle prescrizioni di progetto, del capitolato e del produttore per i serramenti con altre prestazioni. A conclusione dei lavori, il direttore eseguirà verifiche visive della corretta messa in opera e della completezza di giunti, sigillature, ecc., nonché i controlli orientativi circa la forza di apertura e chiusura dei serramenti (stimandole con la forza corporea necessaria), e l'assenza di punti di attrito non previsti. Eseguirà, quindi, prove orientative di tenuta all'acqua, con spruzzatori a pioggia, e all'aria, con l'uso di fumogeni, ecc.

### **Art. 71. Esecuzione delle pavimentazioni**

#### *Definizioni*

Le pavimentazioni si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- pavimentazioni su strato portante;
- pavimentazioni su terreno (dove, cioè, la funzione di strato portante del sistema di pavimentazione è svolta dal terreno).

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dagli strati funzionali di seguito descritti.

#### *Pavimentazione su strato portante*

La pavimentazione su strato portante avrà come elementi o strati fondamentali:

- lo strato portante, con la funzione di resistenza alle sollecitazioni meccaniche dovute ai carichi permanenti o di esercizio;
- lo strato di scorrimento, con la funzione di compensare e rendere compatibili gli eventuali scorrimenti differenziali tra strati contigui;
- lo strato ripartitore, con la funzione di trasmettere allo strato portante le sollecitazioni meccaniche impresse dai carichi esterni, qualora gli strati costituenti la pavimentazione abbiano comportamenti meccanici sensibilmente differenziati;
- lo strato di collegamento, con la funzione di ancorare il rivestimento allo strato ripartitore (o portante);
- lo strato di rivestimento con compiti estetici e di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc.).

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste, i seguenti strati possono diventare fondamentali:

- strato di impermeabilizzante, con la funzione di dare alla pavimentazione una prefissata impermeabilità ai liquidi e ai vapori;

- strato di isolamento termico, con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento termico;
- strato di isolamento acustico, con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento acustico;
- strato di compensazione con funzione di compensare quote, le pendenze, gli errori di planarità ed eventualmente incorporare impianti (spesso questo strato ha anche funzione di strato di collegamento).

#### *Pavimentazione su terreno*

La pavimentazione su terreno avrà come elementi o strati funzionali:

- il terreno (suolo), con funzione di resistere alle sollecitazioni meccaniche trasmesse dalla pavimentazione;
- lo strato impermeabilizzante (o drenante);
- lo strato ripartitore;
- gli strati di compensazione e/o pendenza;
- il rivestimento.

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni, possono essere previsti altri strati complementari.

#### *Realizzazione degli strati portanti*

La realizzazione degli strati portanti sarà effettuata utilizzando i materiali indicati nel progetto. In caso contrario, si rispetteranno le prescrizioni seguenti e quelle fornite dalla direzione dei lavori.

Per lo strato portante, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato sulle strutture di calcestruzzo, sulle strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio e calcestruzzo, sulle strutture di legno, ecc.

Per lo strato di scorrimento, finalizzato a consentire eventuali movimenti differenziati tra le diverse parti della pavimentazione, a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali sabbia, membrane a base sintetica o bituminosa, fogli di carta o cartone, geotessili o pannelli di fibre, di vetro o roccia. Durante la realizzazione si curerà la continuità dello strato, la corretta sovrapposizione o realizzazione dei giunti e l'esecuzione di bordi, risvolti, ecc.

Per lo strato ripartitore, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali calcestruzzi armati o non, malte cementizie, lastre prefabbricate di calcestruzzo armato o non, lastre o pannelli a base di legno. Durante la realizzazione si curerà, oltre alla corretta esecuzione dello strato in quanto a continuità e spessore, la realizzazione di giunti e bordi e dei punti di interferenza con elementi verticali o con passaggi di elementi impiantistici, in modo da evitare azioni meccaniche localizzate o incompatibilità chimico-fisiche. Sarà, infine, curato che la superficie finale abbia caratteristiche di planarità, rugosità, ecc. adeguate per lo strato successivo. Per lo strato di collegamento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali malte, adesivi organici e/o con base cementizia e, nei casi particolari, alle prescrizioni del produttore per elementi di fissaggio, meccanici o di altro tipo. Durante la realizzazione si curerà la uniforme e corretta distribuzione del prodotto, con riferimento agli spessori e/o quantità consigliate dal produttore, in modo da evitare eccesso da rifiuto o insufficienza, che può provocare scarsa resistenza o adesione. Si verificherà, inoltre, che la posa avvenga con gli strumenti e nelle condizioni ambientali (temperatura, umidità) e preparazione dei supporti suggeriti dal produttore.

Per lo strato di rivestimento, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti per pavimentazione. Durante la fase di posa si curerà la corretta esecuzione degli eventuali motivi ornamentali, la posa degli elementi di completamento e/o accessori, la corretta esecuzione dei giunti e delle zone di interferenza (bordi, elementi verticali, ecc.), le caratteristiche di planarità o, comunque, delle conformazioni superficiali rispetto alle prescrizioni di progetto, nonché le condizioni ambientali di posa e i tempi di maturazione.

Per lo strato di impermeabilizzazione, a seconda che abbia funzione di tenuta all'acqua, barriera o schermo al vapore, valgono le indicazioni fornite per questi strati all'articolo sulle coperture continue. In generale, lo strato a protezione del sottofondo deve essere realizzato con guaine con giunti sovrapposti.

Per lo strato di isolamento termico, finalizzato a contenere lo scambio termico tra le superfici orizzontali, possono impiegarsi calcestruzzi additivati con inerti leggeri, come argilla espansa o polistirolo espanso. In alternativa, possono impiegarsi lastre in polistirene o poliuretano espansi, lastre in fibre minerali e granulari espansi, e tra tali elementi devono essere eventualmente interposto uno strato di irrigidimento.

Per lo strato di isolamento acustico, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento per i prodotti alle prescrizioni già date nell'apposito articolo. Durante la fase di posa in opera si curerà il rispetto delle indicazioni progettuali e, comunque, la continuità dello strato con la corretta realizzazione di giunti/sovrapposizioni, la realizzazione attenta dei risvolti ai bordi e nei punti di interferenza con elementi verticali (nel caso di pavimento cosiddetto *galleggiante* i risvolti dovranno contenere tutti gli strati sovrastanti). Nei casi dell'utilizzo di supporti di gomma, sughero, ecc. sarà verificato il corretto posizionamento di questi elementi e i problemi di compatibilità meccanica, chimica, ecc. con lo strato sottostante e con quello sovrastante.

Per lo strato di compensazione delle quote valgono le prescrizioni date per lo strato di collegamento (per gli strati sottili) e/o per lo strato ripartitore (per gli spessori maggiori di 20 mm).

#### *Materiali per pavimentazioni su terreno*

Per le pavimentazioni su terreno la realizzazione degli strati sarà effettuata utilizzando i materiali indicati nel progetto. Ove non sia specificato in dettaglio nel progetto, o a suo complemento, si rispetteranno le prescrizioni di seguito indicate.

Per lo strato costituito dal terreno, si provvederà alle operazioni di asportazione dei vegetali e dello strato contenente le loro radici o comunque ricco di sostanze organiche. Sulla base delle sue caratteristiche di portanza, limite liquido, limite plastico, indice di plasticità, massa volumica, ecc. si procederà alle operazioni di costipamento con opportuni mezzi meccanici, e alla formazione di eventuale correzione e/o sostituzione (trattamento) dello strato superiore per conferirgli le necessarie caratteristiche meccaniche, di deformabilità, ecc. In caso di dubbio o contestazioni si farà riferimento alla norma **UNI 8381** e/o alle norme sulle costruzioni stradali CNR b.u. n. 92, 141 e 146, **UNI CNR 10006**.

Per lo strato impermeabilizzante o drenante, si farà riferimento alle prescrizioni già fornite per i materiali quali sabbia, ghiaia, pietrisco, ecc. (indicate nella norma **UNI 8381** per le massicciate), alle norme CNR sulle costruzioni stradali, e alle norme UNI e/o CNR per i tessuti nontessuti (geotessili). Per l'esecuzione dello strato si adotteranno opportuni dosaggi granulometrici di sabbia, ghiaia e pietrisco, in modo da conferire allo strato resistenza meccanica, resistenza al gelo e limite di plasticità adeguati. Per gli strati realizzati con geotessili, si curerà la continuità dello strato, la sua consistenza e la corretta esecuzione dei bordi e dei punti di incontro con opere di raccolta delle acque, strutture verticali, ecc. In caso di dubbio o contestazione, si farà riferimento alla norma **UNI 8381** e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.

Per lo strato ripartitore dei carichi, si farà riferimento alle norme CNR sulle costruzioni stradali e/o alle prescrizioni contenute – sia per i materiali sia per la loro realizzazione con misti cementati, solette di calcestruzzo e conglomerati bituminosi – nella norma **UNI 8381**. In generale, si curerà la corretta esecuzione degli spessori, la continuità degli strati, la realizzazione dei giunti dei bordi e dei punti particolari.

Per lo strato di compensazione e/o pendenza valgono le indicazioni fornite per lo strato ripartitore. È ammesso che esso sia eseguito anche successivamente allo strato ripartitore, purché sia utilizzato materiale identico o comunque compatibile, e siano evitati fenomeni di incompatibilità fisica o chimica o, comunque, di scarsa aderenza dovuta ai tempi di presa, maturazione e/o alle condizioni climatiche al momento dell'esecuzione.

Per lo strato di rivestimento valgono le indicazioni fornite nell'articolo sui prodotti per pavimentazione (conglomerati bituminosi, massetti calcestruzzo, pietre, ecc.). Durante l'esecuzione si eseguiranno, a seconda della soluzione costruttiva prescritta dal progetto, le indicazioni fornite dal progetto stesso e, comunque si curerà, in particolare, la continuità e regolarità dello strato (planarità, deformazioni locali, pendenze, ecc.) e l'esecuzione dei bordi e dei punti particolari. Si curerà, inoltre, l'impiego di criteri e macchine secondo le istruzioni del produttore del materiale, e il rispetto delle condizioni climatiche e di sicurezza e dei tempi di presa e maturazione.

#### *Esecuzione delle pavimentazioni interne con collante*

Le operazioni di posa in opera di pavimentazioni interne o esterne con strato collante si articolano nelle seguenti fasi:

- preparazione della superficie di appoggio;
- preparazione del collante;
- stesa del collante e collocazione delle piastrelle;
- stuccatura dei giunti e pulizia.

#### **PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE DI APPOGGIO**

La superficie di fissaggio deve essere ben pulita e perfettamente piana, senza fessurazioni e screpolature. In caso contrario, devono essere eliminate le eventuali deformazioni utilizzando specifici materiali rasanti. Le parti non bene attaccate devono essere rimosse con molta cura.

#### **PREPARAZIONE DEL COLLANTE**

Le caratteristiche del collante devono rispettare le prescrizioni progettuali ed essere compatibili con il tipo di pisterlla da fissare, ferme restando le eventuali indicazioni del direttore dei lavori.

L'impasto del collante deve essere perfettamente omogeneo, sufficientemente fluido e di facile applicazione.

Nella stesa e nella preparazione devono essere rispettate le istruzioni dei fornitori, per quanto concerne non solo il dosaggio, ma anche il tempo di riposo (normalmente 10-15 minuti).

Si evidenzia che, dal momento dell'impasto, la colla è utilizzabile per almeno tre ore. Anche per questo dato, che può dipendere dalle condizioni ambientali, ed in particolare dalla temperatura, conviene, comunque, fare riferimento alle specifiche tecniche dei fornitori.

#### STESA DEL COLLANTE E COLLOCAZIONE DELLE PIASTRELLE

Il collante deve essere applicato con un'apposita spatola dentellata che consente di regolare lo spessore dello strato legante, e di realizzare una superficie con solchi di profondità appropriata a delimitare le zone di primo contatto fra lo strato legante e le piastrelle.

Quando la piastrella viene appoggiata e pressata sulla superficie del collante, tale zona si allarga, fino ad interessare, aderendovi, gran parte della faccia della piastrella. Occorre, quindi, applicare il collante, volta per volta, in superfici limitate, controllando ogni tanto che l'adesivo non abbia ridotto il proprio potere bagnante. Questo controllo si può effettuare staccando una piastrella subito dopo l'applicazione e verificando l'adesione del collante alla superficie d'attacco, oppure appoggiando i polpastrelli della mano al collante. Se tale controllo non è soddisfacente, è necessario rinnovare la superficie dell'adesivo mediante applicazione di uno strato fresco.

#### STUCCATURA DEI GIUNTI E PULIZIA

L'operazione di stuccatura dei giunti, con cemento bianco specifico per fughe, deve essere effettuata mediante una spatola di gomma o di materiale plastico, in modo da ottenere un riempimento completo dei giunti.

Una prima pulizia della pavimentazione deve essere effettuata mediante spugna umida. Successivamente si può procedere ad una pulizia più accurata usando prodotti per la pulizia dei pavimenti.

##### *Soglie e davanzali*

Le tipologie dei davanzali e le soglie di finestre e porte-finestre sono descritte nell'elenco delle lavorazioni, con spessore non inferiore a 3 cm e larghezza non inferiore allo spessore del vano nel quale devono essere collocate. Le soglie interne ed esterne, per luci fino a 150 cm, dovranno essere costituite da un unico elemento.

Le soglie dovranno essere lucidate nella parte a vista e poste in opera con malta cementizia.

Le soglie esterne dovranno essere dotate di intagli per mazzette e listello per battuta serramento in alluminio o in PVC rigido.

La parte ammorsata delle soglie esterne non dovrà essere inferiore a 3 cm, mentre dovrà essere di almeno 2 cm per quella delle porte interne.

##### *Zoccolino battiscopa*

Gli zoccolini battiscopa, nella forma e nel materiale (legno, plastica, marmo, gres, ceramica, ecc.) dipendente dal tipo di pavimentazione, possono essere fissati alle pareti con:

- malta cementizia;
- colla utilizzata per l'esecuzione delle pavimentazioni;
- viti ad espansione.

Gli zoccolini dovranno avere le seguenti caratteristiche dimensionali:

- altezza 8-10 cm per il gres o pietra
- spessore 1-2 cm;

La posa in opera degli zoccolini battiscopa in gres, ceramica, marmo con malta cementizia (o colla), deve essere completata con la stuccatura, la stilatura e la suggellatura dei giunti con cemento bianco specifico per fughe.

##### *Rivestimento dei gradini*

I gradini e i sottogradini delle scale dovranno essere rivestiti come da elenco descrittivo delle opere, di spessore non inferiore a 3 cm per le pedate e a 2 cm per i sottogradini.

Le pedate dovranno essere collocate con malta cementizia, accuratamente battuta in tutta la superficie per fare defluire la malta. Le lastre devono essere leggermente inclinate in avanti per evitare il ristagno dell'acqua, soprattutto se si tratta di gradini di scale esterne. Le pareti delle rampe delle scale saranno rivestite con battiscopa alti quanto le alzate e spessi almeno 2 cm.

I pianerottoli saranno pavimentati con lastre di pietra dello spessore di 3 cm.

##### *Soglie di delimitazione delle pavimentazioni dei balconi*

Le soglie di delimitazione delle pavimentazioni dei balconi dovranno essere in gres (o pietra naturale) come da elenco descrittivo delle lavorazioni, di spessore di non inferiore a 3 cm e larghezza non inferiore a 20 cm. La posa in opera dovrà essere effettuata con malta cementizia o colla per pavimenti. Le fughe dovranno essere sigillate con specifico cemento bianco. La parte sporgente verso l'esterno della lastra dovrà essere dotata di gocciolatoio.

##### *Esecuzione di pavimentazioni esterne in piastrelle segate regolari in quarzite*

Le piastrelle regolari in quarzite di vario spessore (variabile da 1 a 4 cm) potranno essere impiegate per la pavimentazione di:

- marciapiedi, strade, piazze;



- sottoportici, giardini, patii, marciapiedi.

Le piastrelle, fino a spessori di 4 cm, non devono essere posate su sabbia, ma su sottofondo preferibilmente in calcestruzzo (massetto spesso almeno 3-4 cm), il quale dovrà essere ad una quota più bassa del livello di superficie di circa 6-10 cm, a seconda dello spessore delle piastrelle.

Infine, prima di iniziare una pavimentazione in piastrelle, si deve procedere ad un lavaggio delle stesse con getto d'acqua per eliminare eventuali residui terrosi e impurità di cava, e facilitare il processo di fissaggio della piastrella al letto di malta.

Per la posa in opera, si deve procedere come segue:

- tracciamento dei piani con appositi spaghi (livelle) (le pendenze da rispettare per lo smaltimento delle acque possono essere inferiori a quelle dei cubetti, ma in ogni caso non possono scendere sotto l'1%);
- preparazione di una malta con sabbia e cemento (250 kg di cemento per m<sup>3</sup>);
- stesa della malta sul sottofondo;
- posa delle piastrelle, che devono distare l'una dall'altra almeno 3-4 mm. La consistenza della malta deve essere abbastanza pastosa in modo che la stessa, sotto la pressione della piastrella battuta (con martelli, possibilmente gommati), possa rifluire dai bordi della piastrella che ha aderito completamente al suo letto di posa.

Un'altra soluzione, soprattutto per le pavimentazioni con fuga superiore ai 5 mm, è quella di posare le piastrelle su una malta normale (magari dopo aver cosparso di polvere di cemento la faccia inferiore della piastrella stessa), eseguire una modesta pressione sulle stesse, far seccare il tutto e, successivamente, riempire le fughe con malta più liquida, avendo la precauzione di pulire le stesse dopo tale operazione con uno straccio bagnato, prima che la malta stessa faccia completamente presa.

Il sistema di sigillatura delle fughe, quando richiesto (e comunque sempre consigliato), può essere eseguito nelle seguenti maniere:

- versando nelle fughe una boiacca fluida e ricca di cemento, in modo che le giunture siano riempite oltre il limite, ma, ovviamente, senza che la boiacca stessa vada a sporcare il pavimento. Dopo qualche tempo, e cioè quando la malta ha acquistato già una certa consistenza, si ripuliscono le stuccature con la cazzuola e si segna leggermente la fuga con riga o ferro. Questa operazione deve essere eseguita con molta accuratezza, essendo questo l'ultimo e spesso il più importante tocco estetico della pavimentazione. Eventuali sbavature dovranno essere immediatamente pulite con stracci, o meglio ancora con spugne inumidite;
- versando della biacca sull'intera pavimentazione con lo stesso procedimento utilizzato per i cubetti e distribuendola con l'aiuto delle spazzole, in modo da ottenere il riempimento regolare di tutte le fughe. La pulizia deve essere effettuata con segatura prima bagnata e poi asciutta. Il procedimento è particolarmente indicato per le fughe strette. Nell'esecuzione di ampie superfici come, ad esempio, quelle delle piazze, devono essere previsti dei giunti di dilatazione, per evitare la parziale rottura delle piastrelle o l'allargamento delle fughe.

Le considerazioni su esposte sono applicabili anche alle pavimentazioni ad opera incerta.

#### *Controlli del direttore dei lavori*

Il direttore dei lavori per la realizzazione delle pavimentazioni opererà e verificherà:

- il collegamento tra gli strati;
- la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni per gli strati realizzati con pannelli, fogli e in genere prodotti preformati;
- l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari.

Ove sono richieste lavorazioni in sito, il direttore dei lavori verificherà, con semplici metodi da cantiere:

- le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);
- le adesioni fra strati (o, quando richiesto, l'esistenza di completa separazione);
- le tenute all'acqua, all'umidità, ecc.

A conclusione dei lavori, infine, eseguirà prove (anche solo localizzate) di funzionamento, formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.

### **Art. 72. Opere di rifinitura varie**

#### *89. Verniciature e tinteggiature*

##### *Attrezzatura*

Tutta l'attrezzatura che si prevede di usare per le operazioni di verniciatura o di tinteggiatura deve essere sottoposta all'approvazione della direzione dei lavori.

I pennelli e i rulli devono essere del tipo, della superficie e delle dimensioni adatte alle vernici che si impiegheranno e al tipo di lavoro che si sta eseguendo e non dovranno lasciare impronte.

L'attrezzatura per la verniciatura a spruzzo (air-less) deve essere corredata da pistole di tipo idoneo ad ogni singolo impiego.

Tutta l'attrezzatura, infine, deve essere mantenuta sempre in ottime condizioni di funzionamento. Si raccomanda, perciò, la pulizia più accurata per il successivo riutilizzo.

#### *Campionature*

L'appaltatore dovrà predisporre dei campioni dei supporti, possibilmente dello stesso materiale, sul quale saranno applicati i prodotti vernicianti o pitture con i trattamenti secondo i cicli previsti in più tonalità di tinte, per consentire alla direzione dei lavori di operare una scelta.

Secondo le disposizioni impartite, si dovrà completare un pannello, un tratto di muratura o un locale completo. La totalità del lavoro potrà procedere solo dopo l'approvazione della direzione dei lavori.

L'elemento scelto come campione servirà come riferimento al quale si dovrà uniformare l'intera opera da eseguire.

#### *Preparazione delle superfici*

Le operazioni di tinteggiatura o di verniciatura devono essere precedute da un'accurata preparazione delle superfici interessate (asportazione di carta da parati, asportazione di tempere, carteggiatura, lavaggio sgrassante, lavatura, neutralizzazione, rasatura, raschiature, maschiatura, sabbiatura e/ scrostatura, spolveratura, spazzolatura, stuccature, levigature, ecc.), con sistemi idonei ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

#### *Stato delle superfici murarie e metalliche*

Le superfici murarie nuove devono essere prive di qualsiasi residuo di lavorazione precedente a quello del rivestimento protettivo o decorativo.

Le superfici metalliche nuove devono essere prive di calamina, ruggine, incrostazioni di malta, grassi, residui oleosi o untuosi e non essere trattati con pitture di fondo antiruggine o wash primer.

Le superfici dei manufatti lignei devono essere prive di tracce di residui untuosi o di pitture di fondo, nonché prive di fessurazioni e irregolarità trattate con mastici o stucchi non idonei.

#### *Preparazione dei prodotti*

La miscelazione e la posa in opera di prodotti monocomponenti e bicomponenti deve avvenire nei rapporti, nei modi e nei tempi indicati dalle schede tecniche rilasciate dal produttore onde evitare alterazioni del prodotto.

#### *Esecuzione*

##### *Tinteggiatura di pareti*

La tinteggiatura deve essere eseguita, salvo altre prescrizioni, a pennello, a rullo, a spruzzo, ecc., in conformità con i modi fissati per ciascun tipo di lavorazione e nei modi indicati dal produttore.

##### *Tinteggiatura con pittura alla calce*

Le pareti da tinteggiare devono essere preventivamente trattate con una mano di latte di calce. La tinta a calce, prima dell'impiego, deve essere passata attraverso un setaccio molto fine, onde eliminare granulosità e corpi estranei. Per ottenere il fissaggio deve essere mescolata alla tinta, nelle proporzioni indicate dal fabbricante, colla a base di acetato di polivinile.

Successivamente deve essere applicata a pennello la prima mano di tinta, mentre la seconda mano deve essere data a mezzo di pompa.

Le tinteggiature a calce non devono essere applicate su pareti con finitura a gesso.

Le pareti tinteggiate non devono presentare, neppure in misura minima, il fenomeno di sfarinamento e spolverio.

##### *Tinteggiatura a colla e gesso*

La tinteggiatura di pareti a colla e gesso comprende le seguenti fasi:

- spolveratura e ripulitura delle superfici;
- prima stuccatura a gesso e colla;
- levigamento con carta vetrata;
- spalmatura di colla temperata;
- rasatura dell'intonaco e ogni altra idonea preparazione;
- applicazione di due mani di tinta a colla e gesso.

La tinteggiatura può essere eseguita a mezze tinte oppure a tinte forti e con colori fini.

##### *Tinteggiatura a tempera*

La tinteggiatura a tempera, in tinta unica chiara, su intonaco civile, a calce o a gesso, richiede:

- la preparazione accurata del supporto mediante spazzolatura con raschietto e spazzola di saggina, per eliminare corpi estranei quali grumi, scabrosità, bolle, alveoli, difetti di vibrazione;
- la preparazione accurata del supporto mediante spazzolatura con stuccatura di crepe e cavillature, per ottenere omogeneità e continuità delle superfici da imbiancare e tinteggiare;
- l'imprimatura ad uno strato di isolante a base di resine acriliche all'acqua data a pennello;
- il ciclo di pittura costituito da strato di fondo e strato di finitura con pittura a tempera, dati a pennello o a rullo.

#### *Tinteggiatura con idropittura a base di cemento*

Questo tipo di tinteggiatura deve essere eseguito direttamente sull'intonaco o su calcestruzzo, previa accurata pulizia delle superfici.

La tinteggiatura deve essere eseguita a due mani.

L'applicazione non può essere eseguita su superfici già tinteggiate a calce se non previa rimozione di questa.

#### *Tinteggiatura con idropittura a base di resine sintetiche*

Deve essere anzitutto applicata, sulle superfici da trattare, una mano di fondo isolante, impiegando il prodotto consigliato dal produttore.

Dopo la completa essiccazione della mano di preparazione, si deve procedere all'applicazione delle due mani di tinta, intervallate l'una dall'altra di almeno 12 ore. L'applicazione può essere eseguita sia a pennello che a rullo.

Lo spessore minimo dello strato secco per ciascuna mano deve essere di 20 microns per gli interni e di 35 microns per gli esterni.

#### *Tinteggiatura con pittura acrilica monocomponente in dispersione acquosa. Applicazione a rullo di lana o pennello.*

La tinteggiatura con pittura acrilica monocomponente in dispersione acquosa deve rispettare le seguenti fasi:

- eventuale raschiatura delle vecchie superfici mediante spazzola metallica, asportazione dell'eventuale muffa presente e residui persistenti di precedenti pitture;
- eventuale lavaggio delle superfici con soluzioni di ipoclorito di sodio o soda. Qualora le superfici si presentassero particolarmente invase da funghi e muffe, occorrerà trattare le stesse con una soluzione disinfettante data in due mani;
- eventuale applicazione di una mano di primer acrilico al solvente ad alta penetrazione sulle superfici fortemente sfarinanti;
- applicazione di una prima mano diluita in dispersione acquosa al 15%;
- applicazione di mano a finire diluita in dispersione acquosa al 15%. Lo spessore del film essiccato (due mani) dovrà essere di minimo 50 microns.

#### *Tinteggiatura con idropittura opaca coprente naturale per interni.*

La tinteggiatura con idropittura opaca coprente naturale per interni, altamente traspirante, adatta per tutte le superfici murali, vecchie e nuove, composta da albume, latte, carbonati di calcio e altre polveri naturali, deve essere effettuata mediante preparazione del supporto con spazzolatura e pulizia della superficie. Prima dell'applicazione, se l'intonaco è asciutto, è necessario inumidire la superficie con acqua. Infine, occorre applicare minimo due mani a pennello, diluendo con circa il 15-25% di acqua.

#### *Tinteggiatura con pittura a base di silicati di potassio.*

La tinteggiatura con pittura a base di silicati di potassio e pigmenti selezionati, per esterni, a due strati in tinta unita chiara su intonaco civile esterno richiede:

- la preparazione del supporto mediante spazzolatura con raschietto e spazzola di saggina per eliminare corpi estranei quali grumi, scabrosità, bolle, alveoli ed difetti di vibrazione;
- la preparazione del supporto mediante spazzolatura con stuccatura di crepe e cavillature, per ottenere omogeneità e continuità delle superfici da imbiancare e tinteggiare;
- l'imprimatura ad uno strato di isolante a base di resine acriliche all'acqua dato a pennello;
- il ciclo di pittura con pittura a base di silicati, costituito da strato di fondo dato a pennello e strato di finitura dato a rullo.

#### *Applicazione di idrorepellente protettivo su intonaco civile esterno.*

L'applicazione di idrorepellente protettivo – ad uno strato dato a pennello – del tipo vernice siliconica in solvente o soluzione di strato di alluminio in solvente – data su intonaco civile esterno – su rivestimento in laterizio e simili, e su calcestruzzo a vista, per renderli inattaccabili agli agenti atmosferici e stabilizzarne sia il colore che la resistenza superficiale allo sbriciolamento, richiede:

- la preparazione del supporto con spazzolatura, per eliminare i corpi estranei e la polvere;
- il ciclo di pittura idrorepellente, costituito da uno o più strati dati a pennello.

### *Verniciatura*

#### *Generalità*

L'applicazione dei prodotti vernicianti non deve essere effettuata su superfici umide,. L'intervallo di tempo fra una mano e la successiva deve essere – salvo diverse prescrizioni – di 24 ore, la temperatura ambiente non deve superare i 40°C e la temperatura delle superfici dovrà essere compresa fra i 5 e 50°C, con un massimo di 80% di umidità relativa. In generale, ogni strato di pittura deve essere applicato dopo l'essiccazione dello stato precedente, e comunque secondo le esigenze richieste dagli specifici prodotti vernicianti impiegati. La verniciatura, soprattutto per le parti visibili, non deve presentare colature, festonature e sovrapposizioni anormali.

Le modalità di applicazione possono essere a pennello e a spruzzo.

Nell'applicazione a pennello ciascuna mano deve essere applicata pennellando in modo che aderisca completamente alla superficie. La vernice deve essere tirata in maniera liscia e uniforme, senza colature, interruzioni, bordi sfuocati o altri difetti, e in modo da risultare compatta e asciutta prima che venga applicata la seconda mano. Bisognerà osservare il tempo minimo indicato dal produttore per l'applicazione fra una mano e l'altra.

L'applicazione a spruzzo deve essere effettuata prima in un senso e quindi nel senso opposto, fino a coprire tutta la superficie. La vernice che deve essere impiegata dovrà essere solo del tipo a spruzzo. Si dovranno ricoprire opportunamente le superfici circostanti, perché non si abbiano a sporcare altri manufatti.

Le opere di verniciatura su manufatti metallici devono essere precedute da accurate operazioni di pulizia (nel caso di elementi esistenti) e rimozione delle parti ossidate. Deve, quindi, essere applicata almeno una mano di vernice protettiva, e un numero non inferiore a due mani di vernice del tipo e del colore previsti fino al raggiungimento della completa uniformità della superficie.

Nelle opere di verniciatura eseguite su intonaco, oltre alle verifiche della consistenza del supporto e alle successive fasi di preparazione, si deve attendere un adeguato periodo, fissato dalla direzione dei lavori, di stagionatura degli intonaci, trascorso il quale si può procedere all'applicazione di una mano di imprimitura (eseguita con prodotti speciali), o di una mano di fondo più diluita alla quale seguiranno altre due mani di vernice del colore e delle caratteristiche fissate.

#### *Verniciatura a smalto (tradizionale)*

Prima di applicare lo smalto, si deve procedere alla stuccatura, per eliminare eventuali difetti che, pur essendo di limitatissima entità e rientranti nelle tolleranze, possono essere presenti sulle superfici dei manufatti.

Le parti stuccate, dopo accurata scartavetratura, devono essere ritoccate con lo smalto.

Si applica successivamente la prima mano di smalto e, dopo la completa essiccazione di questa, la seconda mano.

La tonalità di colore di ciascuna mano deve essere differente, in modo da permettere l'agevole accertamento del numero delle passate applicate.

Lo spessore dello strato secco di ciascuna mano non deve essere inferiore a 25 microns.

Deve essere evitato ogni danneggiamento alle superfici verniciate dipendente da distacchi di lembi dello strato di vernice, in conseguenza di aderenza delle varie superfici fra loro, come, ad esempio, fra i battenti mobili e i telai fissi di serramenti.

#### *Verniciatura con smalto epossidico su pareti in blocchi di calcestruzzo o su superfici di calcestruzzo lisce o intonacate*

La verniciatura con smalto epossidico deve rispettare le seguenti fasi:

- applicazione a pennello di prodotto passivante del cemento;
- rasatura di tutte le superfici con stucco compatibile alle resine epossidiche impiegate;
- applicazione a pennello di una mano di fondo epossidico di colore neutro e per uno spessore di 30 microns;
- applicazione ad air-less o a pennello di una prima mano di smalto epossidico per uno spessore di 35 microns;
- applicazione ad air-less di una mano a finire di smalto epossidico, del colore stabilito dai disegni, a finitura lucida e per uno spessore minimo di 30 microns.

#### *Verniciatura con smalto a base di caucciù ciclizata delle superfici di calcestruzzo lisce o intonacate*

La verniciatura con smalto a base di caucciù delle superfici di calcestruzzo lisce o intonacate deve rispettare le seguenti fasi:

- applicazione a pennello di prodotto passivamente;
- rasatura parziale dei fori di evaporazione sulle superfici in calcestruzzo;

- applicazione ad air-less o a pennello di una mano di fondo di colore neutro di vernice base pliolite, per uno spessore di 25 microns;
- applicazione ad air-less o a pennello di una mano di vernice a base pliolite a finitura opaca, nei colori indicati sui disegni e per uno spessore di 35 microns;
- applicazione ad air-less o a pennello di una mano a finire di vernice a base pliolite a finitura opaca, nei colori indicati sui disegni e per uno spessore di 35 microns.

*Verniciatura protettiva di serramenti, telai metallici, e tutte le esistenti opere in ferro che non siano preverniciate o trattate con antiruggine*

La verniciatura protettiva di serramenti, telai metallici, e tutte le esistenti opere in ferro che non siano preverniciate o trattate con antiruggine, deve rispettare le seguenti fasi:

- spazzolatura con spazzole metalliche per asportare ruggine, calamina, sporcizia e sostanze grasse, malte, calcestruzzo o vecchie verniciature;
  - applicazione a pennello di un primo strato di antiruggine al minio oleofenolico o cromato di zinco;
  - applicazione di un secondo strato di antiruggine al minio oleofenolico o cromato di zinco, a 48 ore di distanza, sempre a pennello (in totale, le due mani dovranno dare una pellicola di minimo 50microns);
  - applicazione di una prima mano di smalto sintetico, dato a pennello per uno spessore minimo di 30 microns;
  - applicazione di una mano a finire di smalto sintetico, dato a pennello per uno spessore minimo di 30 microns.
- Per le opere in ferro che sono fornite con la prima mano di antiruggine già applicata, il ciclo di verniciatura deve essere limitato all'applicazione della seconda mano di antiruggine e di stuccatura, e di due mani di smalto sintetico.

*Verniciatura di opere in ferro, prezincate o comunque zincate a bagno*

La verniciatura di opere in ferro, prezincate o comunque zincate a bagno, deve rispettare le seguenti fasi:

- decappaggio delle opere eseguite con panni imbevuti di solvente approvato;
- asportazione con panno asciutto della patina lasciata dal solvente, da eseguire dopo due ore;
- applicazione a pennello di una mano di wash-primer passivante della zincatura;
- applicazione a pennello di una prima mano di copertura con smalto sintetico per uno spessore minimo di 30microns;
- applicazione a pennello di una mano a finire di smalto sintetico per uno spessore minimo di 30 microns.

*Opere in ferro inserite nelle murature e opere varie in acciaio (già trattate con una mano di zincante inorganico) verniciate con smalto poliuretanico*

La verniciatura di opere in ferro inserite nelle murature e opere varie in acciaio deve rispettare le seguenti fasi:

- accurata pulizia delle opere eseguita con panno imbevuto di solvente approvato;
- asportazione con panno asciutto della patina lasciata dal solvente, da eseguire dopo due ore;
- applicazione a pennello di una mano di primer senza alcuna diluizione;
- applicazione, a pennello o con spruzzo di air-less, di una prima mano di smalto poliuretanico per uno spessore minimo di 30 microns;
- applicazione a pennello di una mano a finire di smalto poliuretanico per uno spessore minimo di 30 microns.

*Serramenti in ferro zincato interni ed esterni (già forniti con una mano di Wash-primer) verniciati con smalto poliuretanico*

La verniciatura di serramenti in ferro zincato interni ed esterni deve rispettare le seguenti fasi:

- pulizia della superficie zincata eseguita con panno imbevuto di prodotto non solvente del Wash-primer;
- ritocchi a pennello con Wash-primer passivante della zincatura, dove questa risulti deteriorata;
- applicazione a pennello di una prima mano di smalto poliuretanico per uno spessore minimo di 30 microns;
- applicazione a pennello di una mano a finire di smalto poliuretanico per uno spessore minimo di 30 microns.

*Solai in lamiera grecata verniciati con smalto acrilico*

La verniciatura di solai in lamiera grecata deve rispettare le seguenti fasi:

- decappaggio della superficie zincata eseguito con panno imbevuto di solvente approvato;
- asportazione con panno asciutto della patina lasciata dal solvente, da eseguire dopo due ore;
- applicazione ad air-less di una mano di Wash-primer passivante della zincatura;
- applicazione ad air-less di una prima mano di smalto acrilico a finitura satinata per uno spessore minimo di 40 microns;
- applicazione ad air-less di una mano a finire di smalto acrilico a finitura satinata per uno spessore minimo di 40 microns.

#### *Sola applicazione dell'antiruggine*

La prima mano di antiruggine, a base di minio oleofenolico o cromato di zinco, deve essere applicata dopo aver preparato adeguatamente le superfici da verniciare.

Sulle parti non più accessibili dopo la posa in opera, deve essere preventivamente applicata anche la seconda mano di antiruggine.

La seconda mano di antiruggine deve essere applicata dopo la completa essiccazione della prima mano, previa pulitura delle superfici da polvere e altri imbrattamenti, ed esecuzione di ritocchi agli eventuali danneggiamenti verificatisi durante la posa in opera.

Lo spessore dello strato secco di ciascuna mano non deve essere inferiore a 25 microns.

La tonalità di colore di ciascuna mano deve essere differente, in modo da permettere l'agevole accertamento dell'effettivo numero delle passate applicate.

#### *Opere esterne in ferro e profilati in genere annegati in getti di calcestruzzo (ferri Bauer o Alfen o similari, coprese tubazioni)*

La verniciatura di opere esterne in ferro e profilati, in genere annegati in getti di calcestruzzo deve rispettare le seguenti fasi:

- spazzolatura con spazzole metalliche per asportare ruggine, calamina, sporcizia, sostanze grasse, calcestruzzo;
- applicazione a pennello di un primo strato di antiruggine al minio di piombo;
- applicazione di un secondo strato di antiruggine al minio di piombo a 48 ore di distanza, sempre a pennello;
- applicazione di una prima mano di smalto sintetico, dato a pennello, per uno spessore minimo di 30 microns;
- applicazione di una mano a finire di smalto sintetico, dato a pennello, per uno spessore minimo di 30 microns.

#### *Protezione con vernice intumescente delle strutture metalliche portanti in acciaio*

Se richiesto, le strutture metalliche portanti in acciaio dovranno essere rivestite con vernice intumescente resistente al fuoco secondo le seguenti fasi:

- preparazione delle superfici con sabbiature SA 2 1/2;
- applicazione di strato zincante inorganico dello spessore di 70-75 microns. L'applicazione deve essere effettuata in ambienti con umidità relativa non superiore all'80% e temperature comprese tra + 5°C e +40°C;
- applicazione di vernice intumescente negli spessori necessari tali da garantire la classe di resistenza prescritta, in relazione al tipo di struttura da proteggere. Gli spessori da utilizzare dovranno essere quelli dichiarati dal produttore nelle schede tecniche. In linea di massima, si dovranno avere i seguenti spessori di film secco per le seguenti classi:
  - classe REI 30/45: 500 microns;
  - classe REI 60: 750 microns;
  - classe REI 120: 1000 microns.
- applicazione di una mano finale impermeabilizzante costituita da strato di pittura in emulsione acrilica pigmentata dello spessore di 30-40 microns, data a pennello, rullo o airless.

L'appaltatore deve fornire appropriata certificazione riguardante i materiali e le modalità di posa, relativamente alla capacità di resistenza al fuoco della protezione realizzata.

#### *Protezione*

Le opere verniciate devono essere protette, fino al completo essiccamento, dalla polvere, dall'acqua e da ogni altra fonte di degradazione. La pitturazione deve essere eseguita sempre in ambiente protetto dagli agenti atmosferici che possono pregiudicare l'essiccamento della vernice, e nelle condizioni di umidità e di temperatura dell'ambiente indicate dal produttore della vernice o della pittura.

#### *Controllo*

Il direttore dei lavori potrà controllare lo spessore degli strati di vernice con apposita strumentazione magnetica. È ammessa una tolleranza di +/- 10%. Deve essere controllato anche che il consumo a metro quadro del prodotto corrisponda a quanto indicato dal produttore.

Per l'esecuzione delle prove si citano le seguenti norme UNI di riferimento:

**UNI 8754** – Edilizia. Verniciature, pitturazioni, RPAC, tinteggiature, impregnazioni superficiali. Caratteristiche e metodi di prova;

**UNI 8755** – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di attitudine all'immagazzinamento e all'applicazione;

**UNI 8756** – Edilizia. Prodotti per sistemi di verniciatura, pitturazione, RPAC, tinteggiatura, impregnazione superficiale e misti. Caratteristiche di identificazione e metodi di prova.

Un'altra norma di riferimento è data dall'ultima edizione del capitolato tecnico d'appalto per opere di pitturazione edile-industriale, edito dalla Associazione Nazionale Imprese di Verniciatura, Decorazione e Stuccatura (ANVIDES).

#### *Smaltimento rifiuti*

L'appaltatore ha l'obbligo di non scaricare in fognatura e di non disperdere nell'ambiente il prodotto e/o il contenitore. In caso di spargimenti, occorre assorbire con sabbia. I rifiuti derivanti, classificabili come speciali, devono essere smaltiti in apposite discariche autorizzate rispettando le normative locali e nazionali in vigore, e ottenendo preventivamente l'autorizzazione degli enti preposti.

#### *Esecuzione di decorazioni*

Per l'esecuzione delle decorazioni, sia nelle pareti interne che nei prospetti esterni, la direzione dei lavori può fornire all'appaltatore, qualora non compresi tra i disegni di contratto o ad integrazione degli stessi, i necessari particolari costruttivi e modalità esecutive.

Le campionature devono essere sottoposte all'accettazione del direttore dei lavori.

#### *Rivestimenti per interni ed esterni*

##### *Definizioni*

Si definisce *sistema di rivestimento* il complesso di strati di prodotti della stessa natura o di natura diversa, omogenei o disomogenei, che realizzano la finitura dell'edificio.

I sistemi di rivestimento si distinguono, a seconda della loro funzioni in:

- rivestimenti per esterno e per interno;
- rivestimenti protettivi in ambienti con specifica aggressività;
- rivestimenti protettivi di materiali lapidei, legno, ferro, metalli non ferrosi, ecc.

##### *Sistemi realizzati con prodotti rigidi*

Per le piastrelle di ceramica (o lastre di pietra, ecc. con dimensioni e pesi simili), si procederà alla posa su letto di malta svolgente funzioni di strato di collegamento e di compensazione, curando la sufficiente continuità dello strato stesso, lo spessore, le condizioni ambientali di posa (temperatura e umidità) e di maturazione. Si valuterà, inoltre, la composizione della malta, onde evitare successivi fenomeni di incompatibilità chimica o termica con il rivestimento e/o con il supporto. Durante la posa del rivestimento, si curerà l'esecuzione dei giunti, il loro allineamento, la planarità della superficie risultante e il rispetto di eventuali motivi ornamentali. In alternativa alla posa con letto di malta, si procederà all'esecuzione di uno strato ripartitore avente adeguate caratteristiche di resistenza meccanica, planarità, ecc., in modo da applicare successivamente uno strato di collegamento (o ancoraggio), costituito da adesivi aventi adeguate compatibilità chimiche e termiche con lo strato ripartitore e con il rivestimento. Durante la posa si procederà come sopra descritto.

Per le lastre di pietra, calcestruzzo, fibrocemento e prodotti simili, si procederà alla posa mediante fissaggi meccanici (elementi ad espansione, elementi a fissaggio chimico, ganci, zanche e simili), a loro volta ancorati direttamente alla parte muraria e/o su tralicci o simili. I sistemi di fissaggio devono, comunque, garantire un'adeguata resistenza meccanica per sopportare il peso proprio e quello del rivestimento, per resistere alla corrosione e permettere piccole regolazioni dei singoli pezzi durante il fissaggio e il loro movimento in opera dovuto a variazioni termiche. Il sistema nel suo insieme deve avere un comportamento termico accettabile, nonché evitare di essere sorgente di rumore inaccettabile dovuto al vento, alla pioggia, ecc. e assolvere le altre funzioni loro affidate quali tenuta all'acqua e così via. Durante la posa del rivestimento si devono verificare gli effetti estetici previsti, l'allineamento o, comunque, la corretta esecuzione di giunti (sovrapposizioni, ecc.), la corretta forma della superficie risultante, ecc.

Per le lastre, pannelli, ecc. a base di metallo o materia plastica si procederà analogamente a quanto descritto per le lastre.

In base alle funzioni attribuite dal progetto al rivestimento, si cureranno l'esecuzione dei fissaggi e la collocazione rispetto agli strati sottostanti, onde evitare incompatibilità termiche, chimiche o elettriche. Saranno considerate le possibili vibrazioni o rumori indotti da vento, pioggia, ecc. Verranno, inoltre, verificati i motivi estetici, l'esecuzione dei giunti, la loro eventuale sigillatura, ecc.

##### *Sistemi realizzati con prodotti flessibili*

I sistemi con prodotti flessibili devono essere realizzati secondo le prescrizioni date nel progetto esecutivo, con prodotti costituiti da carte da parati (a base di carta, tessuti, fogli di materie plastiche o loro abbinamenti) aventi le caratteristiche riportate nell'articolo loro applicabile.

### *Sistemi realizzati con prodotti fluidi*

I sistemi con prodotti fluidi devono rispondere alle indicazioni seguenti:

- su pietre naturali e artificiali:
  - impregnazione della superficie con siliconi o olii fluorurati, non pellicolanti, resistenti ai raggi uv, al dilavamento e agli agenti corrosivi presenti nell'atmosfera.
- su intonaci esterni:
  - tinteggiatura della superficie con tinte alla calce o ai silicati inorganici;
  - pitturazione della superficie con pitture organiche.
- su intonaci interni:
  - tinteggiatura della superficie con tinte alla calce o ai silicati inorganici;
  - pitturazione della superficie con pitture organiche o ai silicati organici;
  - rivestimento della superficie con materiale plastico a spessore;
  - tinteggiatura della superficie con tinte a tempera.
- su prodotti di legno e di acciaio:
  - si seguiranno le indicazioni del produttore e del direttore dei lavori.

I sistemi si intendono realizzati secondo le prescrizioni del progetto, e, in loro mancanza (o a loro integrazione), si intendono realizzati secondo le indicazioni date dal produttore e accettate dalla direzione dei lavori. Le informazioni saranno fornite secondo le norme **UNI 8758** o **UNI 8760** e riguarderanno:

- criteri e materiali di preparazione del supporto;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato di fondo, ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura e umidità) del momento della realizzazione e del periodo di maturazione, e le condizioni per la successiva operazione;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato intermedio, ivi comprese le condizioni precedentemente citate per la realizzazione e maturazione;
- criteri e materiali per lo strato di finiture, ivi comprese le condizioni sopra citate.

Durante l'esecuzione, per tutti i tipi predetti, si curerà per ogni operazione la completa esecuzione degli strati, la realizzazione dei punti particolari, le condizioni ambientali (temperatura, umidità) e la corretta condizione dello strato precedente (essiccazione, maturazione, assenza di bolle, ecc.), nonché le prescrizioni relative alle norme di igiene e sicurezza.

### *Applicazione di tappezzerie*

L'applicazione di tappezzerie (del tipo carta, vinilica con supporto in carta, vinilica con supporto telato, tessuto con supporto in carta, tessuto murale apprettato, paglia, laminato, sughero, agugliato, ecc.), deve essere eseguita con collanti a freddo (per quelle di carta) o adesivi vinilici (per quelle in plastica), che non dovranno danneggiare in alcun modo i materiali di rivestimento o di supporto.

I rivestimenti devono essere applicati in un solo pezzo per tutta l'altezza della parete, con giunti realizzati secondo le indicazioni del fabbricante e le ulteriori prescrizioni della direzione dei lavori.

### *Superfici e supporti*

Le superfici murali idonee per la posa di tappezzerie possono essere:

- l'intonaco civile;
- la rasatura a gesso;
- il cemento lisciato.

### *Stato delle superfici e dei supporti murali*

I supporti murali nuovi per l'applicazione delle tappezzerie devono possedere i seguenti requisiti:

- essere privi di residui delle precedenti lavorazioni e, soprattutto, di residui untuosi;
- possedere un grado di umidità relativa inferiore al 55%;
- avere un pH compreso tra 6 e 7.

I suddetti requisiti devono essere preventivamente controllati dal direttore dei lavori.

### *Preparazione del supporto*

Il supporto deve essere preventivamente preparato dall'appaltatore prima dell'applicazione della tappezzerie.

La preparazione deve consistere nella pulizia da tutti gli elementi estranei che possano pregiudicare l'adesione delle tappezzerie. A seconda del supporto (intonaco, legno, ecc.), si procederà alla sua pulizia e all'asportazione dei materiali esistenti, nonché al riempimento di fessure e piccoli fori, alla spianatura di piccole asperità, ecc., avendo cura di eliminare, al termine, la polvere e i piccoli frammenti che possono successivamente collocarsi tra il foglio e il



supporto durante la posa. In generale, le tecniche di preparazione (carteggiatura, spazzolatura, stuccatura, rasatura, ecc.) devono rispettare le precise indicazioni del produttore.

#### *Tecnica di applicazione*

La tecnica di applicazione deve rispettare le indicazioni contenute nelle schede tecniche fornite dal produttore e le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori.

Durante l'applicazione, si deve curare la realizzazione dei giunti, la quantità di collante applicato, l'esecuzione dei punti particolari quali angoli, bordi di porte, finestre, ecc., facendo le opportune riprese in modo da garantire la continuità dei disegni e, comunque, la scarsa percepibilità dei giunti.

Nel caso di supporti molto irregolari e nella posa di rivestimenti particolarmente sottili e lisci (ad esempio tessili), si deve provvedere ad applicare uno strato intermedio di carta fodera o prodotto simile, allo scopo di ottenere la levigatezza e la continuità volute. Si deve applicare, infine, il telo di finitura curando il suo taglio preliminare in lunghezza e curando la concordanza dei disegni, la necessità di posare i teli con andamento alternato, ecc.

#### *Norme di riferimento*

**UNI EN 12149** – Rivestimenti murali in rotoli. Determinazione della migrazione dei metalli pesanti e di altre sostanze, del cloruro di vinile monomero e del rilascio di formaldeide;

**UNI EN 12781** – Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per pannelli di sughero;

**UNI EN 12956** – Rivestimenti murali in rotoli. Determinazione delle dimensioni, rettilineità, spugnabilità e lavabilità;

**UNI EN 13085** – Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per rivestimenti in rotoli di sughero;

**UNI EN 15102** – Rivestimenti murali decorativi. Prodotti in rotoli e pannelli;

**UNI EN 233** – Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per carte da parati finite e per rivestimenti di vinile e di plastica;

**UNI EN 234** – Rivestimenti murali in rotoli. Specifiche per i rivestimenti murali da decorare successivamente;

**UNI EN 235** – Rivestimenti murali. Vocabolario e simboli;

**UNI EN 259-1** – Rivestimenti murali in rotoli. Rivestimenti murali per uso intenso. Specifiche;

**UNI EN 259-2** – Rivestimenti murali in rotoli. Rivestimenti murali per uso intenso. Determinazione della resistenza agli urti;

**UNI EN 266** – Rivestimenti murali in rotoli. Specifica per i rivestimenti murali tessili.

#### *Applicazione di moquette*

L'applicazione di moquette deve essere eseguita con collanti a freddo (per quelle di carta) o adesivi vinilici (per quelle in plastica), che non dovranno danneggiare in alcun modo i materiali di rivestimento o di supporto.

I rivestimenti devono essere applicati in un solo pezzo per tutta l'altezza della parete con giunti realizzati secondo le prescrizioni della direzione dei lavori e le indicazioni del fabbricante.

#### *Superfici e supporti*

Le superfici idonee per la posa di moquette possono essere:

- magrone di cemento lisciato fine;
- pavimentazioni di piastrelle di ceramica;
- pavimentazioni di marmo, legno, ecc.

#### *Stato delle superfici e dei supporti murali*

I supporti murali nuovi per l'applicazione di moquette devono possedere i seguenti requisiti:

- essere privi di residui delle precedenti lavorazioni e soprattutto di residui untuosi;
- possedere un grado di umidità relativa inferiore al 55%;
- avere un pH compreso tra 6 e 7.

I suddetti requisiti devono essere preventivamente controllati dal direttore dei lavori.

#### *Preparazione del supporto*

Il supporto deve essere preventivamente preparato dall'appaltatore prima dell'applicazione della moquette.

La preparazione deve consistere nella pulizia da tutti gli elementi estranei che possano pregiudicare l'adesione delle moquette. A seconda del supporto, si procederà alla sua pulizia e all'asportazione dei materiali esistenti, nonché al riempimento di fessure e piccoli fori, alla spianatura di piccole asperità, ecc., avendo cura di eliminare, al termine, la polvere e i piccoli frammenti che possono successivamente collocarsi tra il foglio e il supporto durante la posa. In generale, le tecniche di preparazione (carteggiatura, spazzolatura, stuccatura, rasatura ecc.), devono rispettare le precise indicazioni del produttore.

### *Tecnica di applicazione*

La tecnica di posa in opera della moquette deve rispettare le indicazioni contenute nelle schede tecniche fornite dal produttore e le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori.

Durante l'applicazione, si deve curare la realizzazione dei giunti, la quantità di collante applicato, l'esecuzione dei punti particolari quali angoli, ecc., facendo le opportune riprese in modo da garantire la continuità dei disegni e, comunque, la scarsa percepibilità dei giunti.

### *Norme di riferimento*

**UNI 7956** – Prove sui tessuti. Determinazione del comportamento alla combustione dei rivestimenti tessili per pavimenti, pareti e soffitti;

**UNI 8013-1** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Terminologia e classificazione.

**UNI 8014-1** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Prelievo, numero e dimensioni delle provette;

**UNI 8014-2** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica totale;

**UNI 8014-3** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa areica dell'intero strato di utilizzazione;

**UNI 8014-5** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione dello spessore totale;

**UNI 8014-6** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione dello spessore della parte utile dello strato di utilizzazione;

**UNI 8014-7** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di breve durata di carico statico moderato;

**UNI 8014-8** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di lunga durata di carico statico elevato;

**UNI 8014-9** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della perdita di spessore dopo applicazione di carico dinamico;

**UNI 8014-10** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della massa volumica del pelo utile;

**UNI 8014-12** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della tendenza all'accumulo di cariche elettrostatiche generate dal calpestio;

**UNI 8014-13** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione del numero di fiocchetti per unità di lunghezza e per unità di area;

**UNI 8014-14** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della forza di strappo dei fiocchetti;

**UNI SPERIMENTALE 8014-15** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della resistenza allo sporcamento;

**UNI 8014-16** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Metodi di prova. Determinazione della resistenza elettrica orizzontale (superficiale) e verticale (trasversale);

**UNI 9946:1992** – Rivestimenti tessili del pavimento fabbricati a macchina. Terminologia e classificazione;

**UNI CEN/TS 14472-1** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Generalità;

**UNI CEN/TS 14472-2** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione. Rivestimenti tessili per pavimentazioni;

**UNI CEN/TS 14472-3** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione - Rivestimenti laminati per pavimentazioni;

**UNI CEN/TS 14472-4** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Progettazione, preparazione e installazione - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni;

**UNI EN 1269** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Valutazione delle impregnazioni nei rivestimenti agugliati mediante una prova di sporatura;

**UNI EN 1307** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei tappeti a pelo;

**UNI EN 1318** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione dello spessore utile apparente dei fondi;

**UNI EN 13297** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione delle pavimentazioni tessili a pelo agugliate;

**UNI EN 13893** – Rivestimenti resilienti, laminati e tessili per pavimentazioni. Misura del coefficiente dinamico di attrito su superfici di pavimenti asciutte;

**UNI EN 14041** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Caratteristiche essenziali;

**UNI CEN/TS 14159** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Requisiti concernenti le tolleranze sulle dimensioni (lineari) dei tappeti a misura, passatoie, quadrotti e rivestimenti tessili per pavimentazioni da parete a parete e le tolleranze sul rapporto di disegno;

**UNI EN 14215** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei rivestimenti e passatoie a pelo fabbricati a macchina;

**UNI EN 14499** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Requisiti minimi per i reversi dei tappeti;

**UNI EN 1470** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei rivestimenti tessili per pavimentazioni agugliati ad eccezione dei rivestimenti agugliati a pelo;

**UNI EN 1471** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Valutazione dei cambiamenti di aspetto;

**UNI EN 14900** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della massa volumica del supporto (textile fleece backing);

**UNI EN 15114** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Classificazione dei rivestimenti tessili per pavimentazioni senza pelo;

**UNI EN 15115** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della sensibilità all'acqua versata;

**UNI CEN/TS 15398** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Simboli normalizzati per pavimentazioni;

**UNI EN 1813** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione dell'integrità delle fibre di lana mediante un abrasimetro;

**UNI EN 1814** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della resistenza al danneggiamento dei bordi tagliati, mediante la prova con il tamburo Vettermann modificato;

**UNI EN 1815** – Rivestimenti resilienti e tessili per pavimentazioni. Valutazione della propensione all'accumulo di elettricità statica;

**UNI EN 1963** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Prove mediante la macchina Lisson Tretrad;

**UNI EN 685** – Rivestimenti resilienti, tessili e laminati per pavimentazioni. Classificazione;

**UNI EN 984** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della massa areica dello strato di utilizzazione dei rivestimenti delle pavimentazioni agugliate;

**UNI EN 985** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Prova della sedia a rotelle;

**UNI EN 986** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Piastrelle. Determinazione delle variazioni dimensionali e dell'incurvamento per effetto della variazione delle condizioni di umidità e di temperatura;

**UNI EN 994** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della lunghezza dei lati, dell'ortogonalità e della rettilineità delle piastrelle;

**UNI EN 995** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Valutazione della deformabilità sotto carico dei fondi;

**UNI EN ISO 105-X10** – Tessili. Prove di solidità del colore. Parte X10: Valutazione della migrazione dei colori dei tessili nei rivestimenti di policloruro di vinile;

**UNI EN ISO 11378-2** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Prove di sporcatrice in laboratorio. Prova del tamburo;

**UNI EN ISO 11857** – Rivestimenti tessili per pavimentazioni. Determinazione della resistenza alla delaminazione.

#### *Verifiche del direttore dei lavori*

Il direttore dei lavori per la realizzazione del sistema di rivestimento, nel corso dell'esecuzione dei lavori, e con riferimento ai tempi e alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti, e, inoltre, almeno per gli strati più significativi, accerterà che il risultato delle operazioni predette sia coerente con le prescrizioni di progetto e, comunque, con la funzione che è attribuita all'elemento o strato realizzato.

In particolare, verificherà:

- per i rivestimenti rigidi, le modalità di fissaggio, la corretta esecuzione dei giunti, e quanto riportato nel punto loro dedicato, eseguendo verifiche intermedie di resistenza meccanica, ecc.;
- per i rivestimenti con prodotti flessibili (fogli), la corretta esecuzione delle operazioni descritte nel relativo punto;
- per i rivestimenti fluidi o in pasta, il rispetto delle prescrizioni di progetto o concordate come detto in precedenza, verificando la loro completezza, ecc., specialmente delle parti difficilmente controllabili al termine dei lavori.

A conclusione dei lavori, il direttore eseguirà prove (anche solo localizzate) con facili mezzi da cantiere, creando sollecitazioni compatibili con quelle previste dal progetto o, comunque, simulanti le sollecitazioni dovute all'ambiente, agli utenti futuri, ecc. Per i rivestimenti rigidi, verificherà in particolare il fissaggio e l'aspetto delle superfici risultanti. Per i rivestimenti in fogli, verificherà l'effetto finale e l'adesione al supporto. Per quelli fluidi, infine, accerterà la completezza, l'assenza di difetti locali e l'aderenza al supporto.

#### **Art. 73. Giunti di dilatazione**

## *Giunti di dilatazione per pavimenti*

### *Generalità*

Nelle pavimentazioni per interni, devono essere inseriti giunti di dilatazione anche tra pavimento e rivestimento e in corrispondenza dei giunti strutturali verticali, collocati secondo i disegni progettuali o le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori, per eliminare le tensioni provocate dalle dilatazioni termiche con conseguente distacco degli elementi posati. I giunti di dilatazione, prima della collocazione, devono essere accettati dalla direzione dei lavori.

I giunti di dilatazione, che possono essere in alluminio, ottone o materiale plastico, non devono richiedere manutenzione. Per pavimentazioni soggette a intenso traffico pedonale, carrelli, lettighe, ecc., il giunto deve essere dotato di alette di fissaggio laterali che possano essere affogate nel collante al di sotto del rivestimento ceramico o in pietra naturale oppure direttamente nel massetto, nel caso si impieghino altri materiali da rivestimento quali, per esempio, moquette o linoleum.

I giunti di dilatazione devono assicurare la protezione anche gli spigoli delle piastrelle e devono evitare la propagazione del suono nel rivestimento e ridurre la trasmissione di rumori generati dal calpestio e dalle vibrazioni.

Nelle pavimentazioni tradizionali degli ambienti residenziali, possono essere impiegati giunti di dilatazione perimetrali realizzati con materiali comprimibili, come polistirene o poliuretano espanso, sigillati superiormente e ricoperti dai battiscopa.

### *Pavimenti*

Il giunto di dilatazione per pavimenti (piastrelle, marmi, clinker, ecc.) deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. L'altezza di montaggio deve essere di ..... mm.

La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da..... °C (da - 30°C a +120°C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose.

Le alette del profilo portante in alluminio devono essere fissate al massetto di sottofondo con viti e tasselli ad espansione tipo ....., ad intervalli di 30 cm su entrambi i lati. Il sottofondo su entrambi i lati del giunto deve essere preparato con malta antiritiro per una larghezza di circa 10 cm.

La guarnizione prima della collocazione deve essere ben lubrificata con una soluzione di acqua saponata. La sua installazione deve avvenire partendo da un'estremità del profilo metallico. Le guide del profilo devono essere pulite da polvere o altre eventuali impurità.

### *Pavimenti sopraelevati*

Il giunto di dilatazione per pavimenti deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate verticalmente. L'altezza di montaggio deve essere di ..... mm.

La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da..... °C (da - 30°C a +120°C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose.

Le alette del profilo portante in alluminio devono essere fissate ai pannelli con viti e tasselli ad espansione tipo ....., ad intervalli di 30 cm su entrambi i lati.

La guarnizione prima della collocazione deve essere ben lubrificata con una soluzione di acqua saponata. La sua installazione deve avvenire partendo da un'estremità del profilo metallico. Le guide del profilo devono essere pulite da polvere o altre eventuali impurità.

### *Pavimenti finiti*

Il giunto di dilatazione per pavimenti finiti deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da..... °C (da - 30°C a +120°C), agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose. La guarnizione elastica può essere anche in PVC speciale.

Le alette del profilo devono essere installate sul pavimento finito con viti a testa svasata e tasselli ad espansione.

## *Giunti di dilatazione per facciate, pareti e soffitti*

### *Facciate, pareti e soffitti a faccia vista*

Il giunto di dilatazione per facciate, pareti e soffitti da installare a faccia vista deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. L'altezza di montaggio deve essere di ..... mm. Le alette del profilo metallico devono avere un sottostrato in neoprene cellulare per la compensazione delle irregolarità del piano d'appoggio.

La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da - 30°C a +120°C, agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose.

Le superfici dove appoggiano le alette del profilo devono essere piane, lisce e pulite. Le alette del profilo portante in alluminio devono essere fissate al piano d'appoggio con viti e tasselli ad espansione, ad intervalli di 30 cm su entrambi i lati. Negli ambienti interni il profilo può essere fissato con idoneo collante speciale.

Nei raccordi testa a testa dei profili in alluminio deve essere lasciata una fessura di circa 5 mm da riempire con idoneo sigillante elastico.

#### *Facciate, pareti e soffitti sotto-intonaco*

Il giunto di dilatazione per facciate, pareti e soffitti da installare sotto-intonaco deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da - 30°C a +120°C, agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose.

Le alette laterali del profilo portante in alluminio devono essere fissate al piano d'appoggio con chiodi d'acciaio inox ad intervalli di 30 cm su entrambi i lati del giunto.

#### *Facciate con sistemi di rivestimenti a cappotto*

Il giunto di dilatazione per facciate con sistemi di rivestimenti a cappotto deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. Il profilo portante deve essere regolabile in funzione dello spessore del rivestimento a cappotto.

La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da - 30°C a +120°C, agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose.

Gli angolari di alluminio devono essere collocati a interasse di circa 40 cm, fissati mediante viti e tasselli ad espansione. La parte del profilo a vista durante la posa in opera deve essere protetta con speciale nastro adesivo. Le eventuali irregolarità della superficie devono essere eliminate mediante applicazione di strato di malta.

#### *Facciate, pareti e soffitti a lavori finiti*

Il giunto di dilatazione per facciate, pareti e soffitti da installare a faccia vista deve essere costituito da profilo in duralluminio (**UNI 3569**) o in PVC rigido. Il PVC rigido deve essere resistente e stabile ad almeno 70°C e ai raggi uv. La collocazione del giunto deve essere eseguita mediante clips di fissaggio in acciaio inox da inserire nella scanalatura del profilo. Per la solidità dell'ancoraggio deve essere utilizzata almeno un clip ogni .... cm, ovvero come previsto dal produttore.

### **NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI**

#### **Art. 74. Valutazione lavori a corpo e a misura**

Per le opere o le provviste a corpo il prezzo convenuto è fisso e invariabile, senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla qualità di dette opere o provviste. Per le opere appaltate a misura, la somma prevista nel contratto può variare, tanto in più quanto in meno, secondo la quantità effettiva di opere eseguite.

#### **Art. 75. Scavi**

##### *Scavi di sbancamento*

Per *scavi di sbancamento* o *sterri andanti*, si intendono quelli occorrenti per lo spianamento o per la sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, ecc. e, in generale, tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie.

Gli scavi di sbancamento generale saranno misurati a volume col metodo delle sezioni ragguagliate, basandosi sul piano quotato redatto all'inizio lavori e sui disegni di progetto.

Normalmente si considera come perimetro dello scavo la verticale sul filo esterno dei manufatti perimetrali.

In nessun caso verrà misurata la scarpata che viene data alle pareti dello scavo, o eventuali maggiorazioni dettate dalla necessità di effettuare armature provvisorie, puntellazioni, ecc.

##### *Scavi a sezione obbligata*

Gli scavi a sezione obbligata verranno misurati esclusivamente sulla verticale del filo esterno dei manufatti, senza tenere conto dei maggiori volumi di scavo effettuati dall'appaltatore per proprie ragioni operative.

All'appaltatore non verranno pagati i volumi di scavo derivanti da maggiori sezioni rispetto a quelle progettuali, soprattutto se dipendenti da inidonea sbadacchiatura o armatura dello scavo stesso.

#### *Scavi in presenza d'acqua*

Si considerano cavi in presenza d'acqua soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque sorgive nei cavi, sia naturalmente, sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali di drenaggio.

Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm dal suo livello costante, verrà, perciò, considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Gli scavi subacquei saranno valutati con un sovrapprezzo in aggiunta agli scavi di fondazione, per tenere conto degli aggotamenti ed esaurimenti dell'acqua presente, con qualsiasi mezzo l'appaltatore ritenga opportuno eseguirli.

L'aggottamento delle acque di falda col sistema well-point sarà pagata come indicato nell'elenco prezzi con il relativo prezzo di elenco, comprensivo delle punte aspiranti, pompe, mano d'opera, trasporto, messa in opera tubi, fornitura di energia, manutenzione, guardiania, controllo e assistenza nelle 24 ore.

#### *Oneri aggiunti per gli scavi*

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi d'elenco per gli scavi in genere l'appaltatore si deve ritenere compensato per i seguenti altri eventuali oneri:

- il taglio di piante, l'estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;
- il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza e anche in presenza d'acqua;
- i paleggi, l'innalzamento, il carico, il trasporto e lo scarico a rinterro o a rifiuto, entro i limiti previsti in elenco prezzi, la sistemazione delle materie di rifiuto, il deposito provvisorio e la successiva ripresa;
- la regolazione delle scarpate o delle pareti, lo spianamento del fondo, la formazione di gradoni, attorno e sopra le condotte di acqua o altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi, secondo le sagome definitive di progetto esecutivo;
- le puntellature, le sbadacchiature e le armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente capitolato speciale d'appalto, compresi le composizioni, le scomposizioni, le estrazioni e l'allontanamento, nonché gli sfridi, i deterioramenti, le perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- le impalcature, i ponti e le costruzioni provvisorie (occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo sia per la formazione di rilevati), i passaggi, gli attraversamenti, ecc.;
- ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

#### *Disfacimenti e ripristini di massicciate e pavimentazioni stradali*

I disfacimenti e i ripristini delle massicciate e delle pavimentazioni devono essere valutati a metro quadrato, assumendo per la misura di tali lavori una larghezza pari a quella convenzionalmente stabilita per gli scavi, maggiorata di 30 cm. Devono essere dedotte le superfici corrispondenti a rotaie, bocchette, chiusini, soglie e quant'altro occupi una parte della superficie pavimentata.

Gli scavi in cassonetto per il ripristino delle massicciate devono essere valutati separatamente a metro cubo, considerando una larghezza di scavo pari a quella convenzionale sopra stabilita e la profondità effettiva del cassonetto ordinato dalla direzione dei lavori.

### **Art. 76. Rilevati, rinterri e vespai**

#### *Rilevati*

Il volume dei rilevati e dei rinterri deve essere determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento.

#### *Rinterri*

I rinterri di cavi a sezione ristretta saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo misurato in opera. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

#### *Preparazione del piani di posa dei rilevati*

La preparazione del piano di posa dei rilevati, compresi il taglio e l'asportazione di piante, arbusti, basso bosco, ceppai e vegetazione in genere, l'asportazione del terreno vegetale per uno spessore non inferiore a 30 cm (da computare nel calcolo dei volumi), il riempimento con idonei materiali dei vuoti lasciati dalle parti asportate, ecc., deve essere compensata per ogni metro quadrato di superficie preparata.

#### *Riempimento con misto granulare. Vespai*

Il riempimento con misto granulare a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc., deve essere valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

### **Art. 77. Murature, e divisori interni, calcestruzzi, solai, impermeabilizzazioni**

#### *Murature e divisori interni*

##### *Murature*

Tutte le murature in genere, con spessore superiore a 15 cm, saranno misurate geometricamente in base al volume, con le misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci, e devono essere dedotti tutti i vuoti di superficie maggiore di 1 m<sup>2</sup>. Nei prezzi della muratura di qualsiasi specie, si intende compreso ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, spigoli e strombature.

##### *Tramezzi*

Tutte le tramezzature in genere, con spessore inferiore a 15 cm, saranno valutate a metro quadrato, e devono essere dedotti tutti i vuoti di superficie maggiore di 1 m<sup>2</sup>. Nei prezzi della tramezzatura di qualsiasi specie, si intende compreso ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, spigoli e strombature.

##### *Sagome, cornici, cornicioni, lesene e pilastri*

La formazione di sagome, di cornici, cornicioni, lesene, ecc. di qualsiasi oggetto sul paramento murario, deve essere valutata a corpo.

##### *Calcestruzzi*

I calcestruzzi per fondazioni e le strutture costituite da getto in opera saranno in genere pagati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni previste dal progetto esecutivo, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

Nei prezzi del conglomerato sono, inoltre, compresi tutti gli oneri derivanti dalla formazione di palchi provvisori di servizio e dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di cemento armato deve essere eseguita, nonché gli oneri derivanti dal getto e dalla vibratura.

L'armatura ad aderenza migliorata deve essere compensata a parte.

##### *Casseforme*

Le casseforme e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del conglomerato cementizio, saranno computate a metro quadrato.

##### *Acciaio per armature e reti elettrosaldate*

##### *Acciaio per cemento armato*

Le barre di acciaio ad aderenza migliorata, per armature di opere di cemento armato di qualsiasi tipo, nonché la rete elettrosaldata, opportunamente sagomate e collocate in opera secondo le quantità del progetto esecutivo delle strutture in cemento armato, saranno valutate secondo il peso effettivo. Nel prezzo, oltre alla lavorazione e lo sfrido, è compreso l'onere della legatura dei singoli elementi e la posa in opera dell'armatura stessa.

##### *Pali di fondazione*

La misurazione del palo verrà eseguita dal fondo del foro fino alla base del plinto, trave o altra struttura di collegamento.

##### *Solai, impermeabilizzazioni, rivestimenti, ecc.*

##### *Solai*

I solai interamente di cemento armato (senza laterizi) saranno valutati al metro cubo, come ogni altra opera di cemento armato.

Ogni altro tipo di solaio, qualunque sia la forma, sarà, invece, pagato al metro quadrato di superficie netta misurata all'interno dei cordoli e/o delle travi di calcestruzzo armato, esclusi, quindi, la presa e l'appoggio su cordoli perimetrali o travi di calcestruzzo armato o su eventuali murature portanti.

#### *Impermeabilizzazioni*

Le impermeabilizzazioni con malta di asfalto, bitume, guaina prefabbricata a base di bitume, membrana composita, ecc., dello spessore minimo e delle caratteristiche rispondenti a quelle indicate nell'elenco prezzi o nei disegni progettuali esecutivi, saranno compensate:

- a metro quadrato, per le superfici piane;
- a metro quadrato di proiezione orizzontale per le superfici inclinate.

#### *Isolamento termo-acustico di pareti verticali o intercapedini di murature, solai, terrazzi, ecc.*

L'isolamento termo-acustico di pareti verticali, intercapedini di murature, solai e terrazze realizzati con pannelli rigidi, posti in opera con le caratteristiche indicate nell'elenco prezzi e con le dimensioni minime progettuali, sarà compensato a metro quadrato di superficie isolata

#### *Massetto isolante*

Il massetto isolante posto in opera a qualunque altezza nel rispetto di eventuali pendenze, con le caratteristiche indicate nell'elenco prezzi e con le dimensioni minime illustrate nel progetto esecutivo, sarà compensato a metro cubo.

#### *Misurazione delle coibentazioni*

Per altre indicazioni circa la misurazione delle coibentazioni di tubazioni, apparecchi e serbatoi, non previste espressamente, si rimanda alla norma **UNI 6665**.

#### *Lavori in metallo*

##### *Ringhiere e cancellate semplici*

Le ringhiere e cancellate con profilati di ferro scatolari o pieni e con disegni semplici e lineari, devono essere valutate a peso.

##### *Ringhiere e cancellate con ornati*

Le ringhiere e cancellate di ferro con ornati o con disegni particolarmente complessi devono essere valutate a corpo.

#### *Controsoffitti e soppalchi*

##### *Soppalchi*

I soppalchi devono essere valutati a metro quadrato di superficie di solaio realizzata.

##### *Controsoffitti piani*

I controsoffitti piani saranno pagati in base alla superficie della loro proiezione orizzontale. Sono compresi e compensati nel prezzo anche il raccordo con eventuali muri perimetrali curvi, e tutte le forniture, magisteri e mezzi d'opera necessari per dare controsoffitti finiti in opera, come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione. È esclusa e compensata a parte l'orditura portante principale.

##### *Lavorazioni particolari sui controsoffitti*

Gli eventuali elementi aggiuntivi di lavorazioni sui controsoffitti, quali per esempio sporgenze, rientranze, sagome particolari, cornici, ecc., devono essere compensati a corpo.

#### *Pavimenti e rivestimenti*

##### *Pavimenti*

I pavimenti, di qualunque genere, saranno valutati per la superficie vista tra le pareti intonacate dell'ambiente. Nella misura non sarà, perciò, compresa l'incassatura dei pavimenti nell'intonaco e la stuccatura delle eventuale fughe.

I prezzi di elenco per ciascun genere di pavimento comprendono l'onere per la fornitura dei materiali e per ogni lavorazione intesa a dare i pavimenti stessi completi e rifiniti, come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione, compreso il sottofondo.

In ciascuno dei prezzi concernenti i pavimenti, anche nel caso di sola posa in opera, si intendono compresi gli oneri e le opere di ripristino e di raccordo con gli intonaci, qualunque possa essere l'entità delle opere stesse.



### *Zoccolino battiscopa*

La posa in opera di zoccolino battiscopa di qualunque genere, deve essere valutata a metro lineare, compresa la stuccatura delle eventuale fughe.

### *Rivestimenti di pareti*

I rivestimenti di piastrelle o di mosaico verranno misurati per la superficie effettiva, qualunque sia la sagoma e la posizione delle pareti da rivestire. Nel prezzo al metro quadrato sono comprese la fornitura e la posa in opera di tutti i pezzi speciali di raccordo, gli angoli, ecc., che saranno computati nella misurazione, nonché l'onere per la preventiva preparazione con malta delle pareti da rivestire, la stuccatura finale dei giunti e la fornitura di collante per rivestimenti.

### *Fornitura in opera dei marmi, pietre naturali e artificiali*

I prezzi della fornitura in opera dei marmi e delle pietre naturali o artificiali, previsti in elenco, saranno applicati alle superfici effettive dei materiali in opera. Ogni onere derivante dall'osservanza delle norme prescritte nel presente capitolato si intende compreso nei prezzi.

Specificatamente, detti prezzi comprendono gli oneri per:

- la fornitura;
- lo scarico in cantiere;
- il deposito e la provvisoria protezione in deposito;
- la ripresa, il successivo trasporto e il sollevamento dei materiali a qualunque altezza, con eventuale protezione, copertura o fasciatura;
- ogni successivo sollevamento e ogni ripresa con boiacca di cemento o altro materiale;
- la fornitura di lastre di piombo, grappe, staffe, regolini, chavette e perni occorrenti per il fissaggio;
- ogni occorrente scalpellamento delle strutture murarie e la successiva chiusura e ripresa delle stesse;
- la stuccatura dei giunti;
- la pulizia accurata e completa e la protezione a mezzo di opportune opere provvisorie delle pietre già collocate in opera;
- tutti i lavori che risultassero necessari per il perfetto rifinito dopo la posa in opera.

I prezzi di elenco sono, tra l'altro, comprensivi dell'onere dell'imbottitura dei vani dietro i pezzi, fra i pezzi stessi o comunque fra i pezzi e le opere murarie da rivestire, in modo da ottenere un buon collegamento, e, dove richiesto, un incastro perfetto.

### *Intonaci*

I prezzi degli intonaci saranno applicati alla superficie intonacata senza tener conto delle superfici laterali di risalti, lesene e simili. Tuttavia, saranno valutate anche tali superfici laterali quando la loro larghezza superi 5 cm. Tali prezzi varranno sia per superfici piane che per superfici curve. L'esecuzione di gusci di raccordo, se richiesti negli angoli fra pareti e soffitto e fra pareti e pareti, con raggio non superiore a 15 cm, è compresa nel prezzo, avuto riguardo che gli intonaci verranno misurati anche in questo caso come se esistessero gli spigoli vivi.

Nel prezzo degli intonaci è compreso l'onere della ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere, della muratura di eventuali ganci al soffitto e delle riprese di contropavimenti, zocolature e serramenti.

I prezzi dell'elenco valgono anche per intonaci su murature di mattoni forati dello spessore di una testa, essendo essi comprensivi dell'onere dell'intasamento dei fori dei laterizi.

Gli intonaci interni sui muri di spessore maggiore di 15 cm saranno computati a vuoto per pieno, a compenso dell'intonaco nelle riquadrature dei vani, che non saranno perciò sviluppate.

Saranno, tuttavia, detratti i vani di superficie maggiore di 2 m<sup>2</sup>, valutandone a parte la riquadratura.

Gli intonaci interni su tramezzi in foglio o ad una testa saranno computati per la loro superficie effettiva. Pertanto, dovranno essere detratti tutti i vuoti, di qualunque dimensione essi siano, e aggiunte le loro riquadrature.

Nessuno speciale compenso sarà dovuto per gli intonaci eseguiti a piccoli tratti, anche in corrispondenza di spalle e mazzette di vani di porte e finestre.

### *Tinteggiature, coloriture e verniciature*

#### *Superfici murarie interne*

Le pareti e i soffitti piani devono essere misurate deducendo solo i vani non tinteggiabili aventi superfici superiori ai 2 m<sup>2</sup>.

I vani inferiori ai 2 m<sup>2</sup> vengono computati vuoto per pieno con infisso, a compenso degli eventuali squarci o celini dell'indispensabile profilatura.

Quando esistono sporgenze o rientranze, non si computano se inferiori ai 5 cm.

I sistemi di misurazione di cui sopra si riferiscono a lavori a calce, colla e tempera; per lavori con l'impiego di altri materiali la misura è quella effettiva, con detrazione dei vani superiori a 2 m<sup>2</sup>.

Le zoccolature si devono misurare a metro lineare se inferiori ai 18 cm di altezza; le zoccolature di altezza superiore, invece, si devono misurare a metro quadrato e le relative profilature a metro lineare.

La superficie dei soffitti normali in legno a travatura parallela si deve misurare calcolando la superficie in proiezione moltiplicata per 1,50.

Per luci maggiori a 6 metri lineari occorre misurare la superficie reale.

#### *Superfici murarie esterne*

Le tinteggiature eseguite su facciate o superfici esterne devono essere calcolate sulla massima altezza e massima larghezza, deducendo soltanto i vuoti superiori a 8 m<sup>2</sup> e con l'aggiunta dello sviluppo delle gronde, dei parapetti, dei sottobalconi, dei frontali e di qualunque altra sporgenza o rientranza.

Le tinteggiature con idropitture, e le verniciature e le applicazioni di rivestimenti plastici, devono essere calcolate sulla massima altezza e massima larghezza, deducendo soltanto i vuoti superiori a 2 m<sup>2</sup> e con l'aggiunta dello sviluppo delle gronde, dei parapetti, dei sottobalconi, dei frontali e di qualunque altra sporgenza o rientranza.

Resta a carico dell'impresa esecutrice la protezione e la pulizia di davanzali, spalle, architravi e oggetti in genere.

In ogni caso, zoccolini, sagome, filettature, profilature, campionature, scuretti e cordonature, se eseguiti in colore diverso, devono essere misurate a parte, a metro lineare, secondo la linea più lunga.

#### *Infissi, ringhiere e simili*

La preparazione e la successiva tinteggiatura o laccatura di infissi e simili provenienti da dismissione deve essere valutata a corpo, comprendendo la dismissione e la ricollocazione dell'infisso dopo il trattamento.

Per la coloritura o verniciatura di infissi, ringhiere o simili si devono osservare le seguenti norme:

- per le porte bussole e simili si computerà due volte la luce netta dell'infisso, non detraendo le eventuali superfici del vetro. È compresa con ciò anche la verniciatura del telaio per muri grossi o del cassettoncino;
- per le finestre senza persiane, ma con scuretti, si computerà tre volte la luce netta dell'infisso, essendo così compensata la coloritura degli scuretti e del telaio (o cassettone);
- per le finestre senza persiane e senza scuretti si computerà una volta sola la luce netta dell'infisso, comprendendo con ciò anche la coloritura e sgocciolatoio del telaio;
- per persiane avvolgibili si computerà due volte e mezzo la luce netta dell'infisso, comprendendo con ciò anche la coloritura del telaio;
- per le opere in ferro semplici e senza ornati, quali finestre, grandi vetrate, lucernari, serrande avvolgibili a maglia, infissi di vetrine, si computeranno i tre quarti della superficie complessiva, misurata sempre in proiezione, ritenendo così compensata la coloritura di sostegni, grappe e simili accessori dei quali non si terrà conto nella misurazione;
- per le opere in ferro di tipo normale a disegno, quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate e simili, sarà computata una volta la loro superficie misurata come sopra;
- per opere in ferro con ornati ricchissimi, nonché per pareti metalliche e lamiera striate, sarà computata una volta e mezzo la loro superficie misurata come sopra;
- per le serrande in lamiera ondulata o ad elementi di lamiera, sarà computata tre volte la luce netta del vano, misurato in altezza, tra la soglia e la battuta della serranda, intendendo con ciò compensata anche la coloritura della superficie non in vista;
- i radiatori saranno computati per elemento radiante;
- per le persiane alla romana si computerà tre volte.

Tutte le coloriture e le verniciature si intendono eseguite su entrambe le facce, compresi eventuali accessori.

#### *Infissi*

##### *Modalità di misurazione delle superfici*

La superficie degli infissi, qualora non espressamente o non chiaramente indicata nell'elenco prezzi, deve essere misurata considerando le luci nette, le luci fra i telai, oppure la luce massima fra le mostre.

I prezzi elencati comprendono la fornitura a piè d'opera dell'infisso e dei relativi accessori (serrature, maniglie e cerniere), l'onere dello scarico e del trasporto sino ai singoli vani di destinazione e la posa in opera.

#### *Porte in legno*

La fornitura e la collocazione di porte interne o di ingresso deve essere valutata a corpo, compresi telai, coprifili, ferramenta e maniglie.

#### *Infissi in metallo*

La fornitura e la collocazione di infissi di alluminio, compresi telai, coprifili, ferramenta e maniglie, elementi in vetro (vetro-camera, vetro normale, vetro di sicurezza), pannelli, ecc., deve essere valutata a metro quadrato.

#### *Pluviali e grondaie*

I tubi pluviali e le grondaie (in PVC, rame, ecc.) devono essere valutati a metro lineare di sviluppo in opera senza tener conto delle parti sovrapposte, escluso i pezzi speciali che saranno pagati a parte, intendendosi comprese nei rispettivi prezzi di elenco la fornitura e la posa in opera di staffe o di altri elementi di ancoraggio (in acciaio o in rame).